

Indagine preliminare dell'impatto sul fondale marino esercitato dalla pesca con reti a strascico gemelle e prime valutazioni dell'efficienza di pesca

Antonello Sala, Alessandro Lucchetti, Mario Ferretti, Adriano Mariani, Simone Serra, 2009.

Rapporto finale al Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali (Progetto MIPAAF, Ref. Pamac 0004288 del 10/02/2009): 49 pp.



Not to be quoted without prior reference to the authors.

Rapporto finale

Indagine preliminare dell'impatto sul fondale marino esercitato dalla pesca con reti a strascico gemelle e prime valutazioni dell'efficienza di pesca

Antonello Sala, Alessandro Lucchetti, Mario Ferretti, Adriano Mariani, Simone Serra

Luglio 2009

Consorzio *Unimar* S.c.r.l.
Via Torino, 146 – 00184 Roma
Tel. +39 (06) 47824042 – Fax +39 (06) 4821097
Email: unimar@unimar.it

Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) – Istituto di Scienze Marine (ISMAR), Sede di Ancona
Largo Fiera della pesca, 1 – 60125 Ancona
Tel. +39 (071) 2078841 – Fax +39 (071) 55313
Email: a.sala@ismar.cnr.it; a.lucchetti@ismar.cnr.it – Web-site: <http://www.ismaran.it/tecpesca>

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 lavoro 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

CONTENUTO

1. PARTECIPANTI ALLA RICERCA.....	4
2. RINGRAZIAMENTI.....	4
3. INTRODUZIONE.....	5
4. MATERIALI E METODI	6
4.1. Area di studio.....	6
4.2. Descrizione dei pescherecci e dell'attrezzatura utilizzata.	7
4.3. Sistema utilizzato per lo studio delle prestazioni della rete durante le fasi di pesca.....	8
4.4. Misurazione dell'apertura di maglia del sacco delle reti.....	10
4.5. Analisi dell'efficienza di pesca.....	10
4.6. Determinazione dell'impatto fisico dell'attrezzatura da pesca sul fondale marino.....	12
5. RISULTATI	13
5.1. Comportamento e prestazioni della rete durante le fasi di pesca.....	13
5.1.1. Prima campagna in mare: marineria di San Benedetto del Tronto – Prova comparativa fra la rete a strascico tradizionale e le reti a strascico gemelle americane.....	13
5.1.2. Seconda campagna in mare: marineria di Marano Lagunare – Prova comparativa fra la rete a strascico tradizionale e le reti a strascico gemelle tradizionali.....	14
5.2. Confronto delle catture (Efficienza di pesca).....	18
5.2.1. Prima campagna in mare: marineria di San Benedetto del Tronto – Prova comparativa fra la rete a strascico tradizionale e le reti a strascico gemelle americane.....	18
5.2.2. Seconda campagna in mare: marineria di Marano Lagunare (UD) – Prova comparativa fra la rete a strascico tradizionale e le reti a strascico gemelle tradizionali.....	21
5.3. Apertura della maglia del sacco.....	21
5.4. Impatto fisico dell'attrezzatura sul fondale marino attraverso l'utilizzo del <i>Sidescan sonar</i>.....	24
5.4.1. Prima campagna in mare: marineria di San Benedetto del Tronto – Prova comparativa fra la rete a strascico tradizionale e le reti a strascico gemelle americane.....	24

5.4.2. Seconda campagna in mare: marineria di Marano Lagunare – Prova comparativa fra la rete a strascico tradizionale e le reti a strascico gemelle tradizionali.	25
6. DISCUSSIONE	25
7. CONCLUSIONI.....	28
8. BIBLIOGRAFIA	30
9. APPENDICE I. CARATTERISTICHE TECNICHE DEI PESCHERECCI MONITORATI.	31
9.1. Prima campagna in mare: marineria di San Benedetto del Tronto (AP).	31
9.2. Seconda campagna in mare: marineria di Marano Lagunare (UD).	32
9.3. Terza campagna in mare monitoraggio di due pescherecci commerciali a bordo della NR “G. Dallaporta”.	33
10. APPENDICE II. CARATTERISTICHE TECNICHE DEL SIDESCAN SONAR.	34
11. APPENDICE III. CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE ATTREZZATURE DA PESCA.....	37
11.1. Prima campagna in mare: marineria di San Benedetto del Tronto (AP).	37
11.2. Seconda campagna in mare: marineria di Marano Lagunare (UD).	40
12. APPENDICE IV. ANALISI DEI SONOGRAMMI GENERATI DAL SIDESCAN SONAR.	42

1. PARTECIPANTI ALLA RICERCA

(in ordine alfabetico)

Cognome	Nome	Istituto / Società
Canduci	Giovanni	CNR-ISMAR, Ancona
Ferretti	Mario	C.I.R.S.P.E.
Lucchetti	Alessandro	CNR-ISMAR, Ancona
Mariani	Adriano	Unimar
Micucci	Domenico	CNR-ISMAR, Ancona
Sala	Antonello	CNR-ISMAR, Ancona
Serra	Simone	Unimar

2. RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano sentitamente i comandanti e gli equipaggi delle imbarcazioni MP *“Davide”* e *“Giulio I”* di San Benedetto del Tronto (AP) e di Marano Lagunare (UD) MP *“Nuovo San Martino”* e *“Karen”* per la fattiva collaborazione prestata durante le diverse fasi degli esperimenti in mare.

Un ulteriore ringraziamento alla Dr.ssa Betulla Morello e Andrea Belardinelli (CNR-ISMAR, Ancona) per la prova intrapresa con la telecamera subacquea a bordo della Nave da Ricerca NR *“G. Dallaporta”*.

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

3. INTRODUZIONE

Il presente studio è volto ad una valutazione preliminare delle prestazioni, dei rendimenti di pesca e dell'impatto ambientale delle reti gemelle.

Negli ultimi anni un numero crescente di imbarcazioni del Centro-Nord Adriatico, abilitate all'utilizzo del "sistema strascico" (DM 26/07/1995), hanno modificato la loro attrezzatura da pesca passando dalla rete a strascico di tipo tradizionale (Figura 1a) alle reti a strascico gemelle (Figura 1b e Figura 1c).

In quest'ultima configurazione, due reti a strascico vengono trainate contemporaneamente dalla stessa imbarcazione utilizzando due divergenti.

Durante l'indagine condotta da UNIMAR nel 2008 (UNIMAR, 2008) si è constatato che in Italia esistono due tipologie di reti a strascico gemelle: tradizionali (Figura 1b) e americane (Figura 1c).

Nelle reti gemelle tradizionali l'attrezzatura è composta da tre cavi di traino, i due esterni trainano i divergenti e quello interno traina due mazzette centrali a cui sono attaccati i bracci delle due reti (Figura 1b).

Per le reti a strascico gemelle americane, invece, l'attrezzatura è composta da due cavi di traino, due divergenti ed un oscillatore centrale o bilanciere che è essenziale nel funzionamento di tutta l'attrezzatura (Figura 1c).

Alla luce delle critiche emerse in diverse marinerie Italiane nei confronti dell'attività di pesca con reti a strascico gemelle, il presente studio, commissionato dal MIPAF, è volto ad una valutazione preliminare delle prestazioni, dei rendimenti di pesca e dei solchi sul fondale generati sia dalle reti a strascico di tipo tradizionale che dalle reti gemelle.

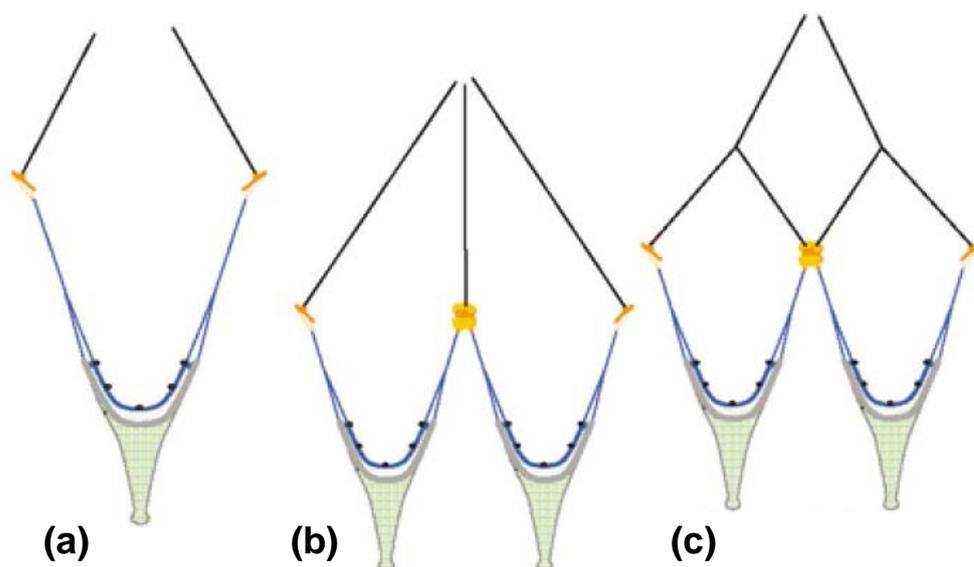


Figura 1. Attrezzature a strascico utilizzate in Italia: (a) rete a strascico tradizionale; (b) reti a strascico gemelle tradizionali; (c) reti a strascico gemelle americane.

Le tensioni nelle marinerie hanno reso difficile la collaborazione con i pescatori.

Si sono incontrate delle difficoltà a trovare i pescherecci professionali per condurre la sperimentazione. Le tensioni, tuttora forti esistenti nelle marinerie, rendevano difficoltoso per gli stessi pescatori collaborare alla raccolta dei dati.

Dopo vari tentativi a Civitanova Marche (MC) ed a Porto Garibaldi (FE) si è dovuto cambiare completamente le località ed alla fine sono state trovate soluzioni soddisfacenti a S. Benedetto del Tronto (AP) ed a Marano Lagunare (UD).

4. MATERIALI E METODI

4.1. Area di studio.

Le aree di studio erano localizzate nel Centro- e Nord-Adriatico.

Al fine di studiare entrambe le tipologie di reti gemelle, sono state condotte due campagne di pesca a strascico su pescherecci commerciali in due diverse aree di pesca del Mare Adriatico.

La prima campagna, dal 26 al 28 Maggio 2009, è stata effettuata nel Centro-Adriatico (Marineria di San Benedetto del Tronto, AP) per monitorare le reti gemelle americane (Figura 2) e la seconda, dal 3 al 4 Giugno 2009, nel Nord-Adriatico (Marineria di Marano Lagunare, UD) per il monitoraggio delle reti gemelle tradizionali (Figura 3).

Durante le prove in mare, in ciascuna area, al fine di avere una prova comparativa fra la rete a strascico tradizionale e le reti gemelle, sono stati scelti due pescherecci commerciali uno con la rete a strascico tradizionale ed uno con le reti gemelle.

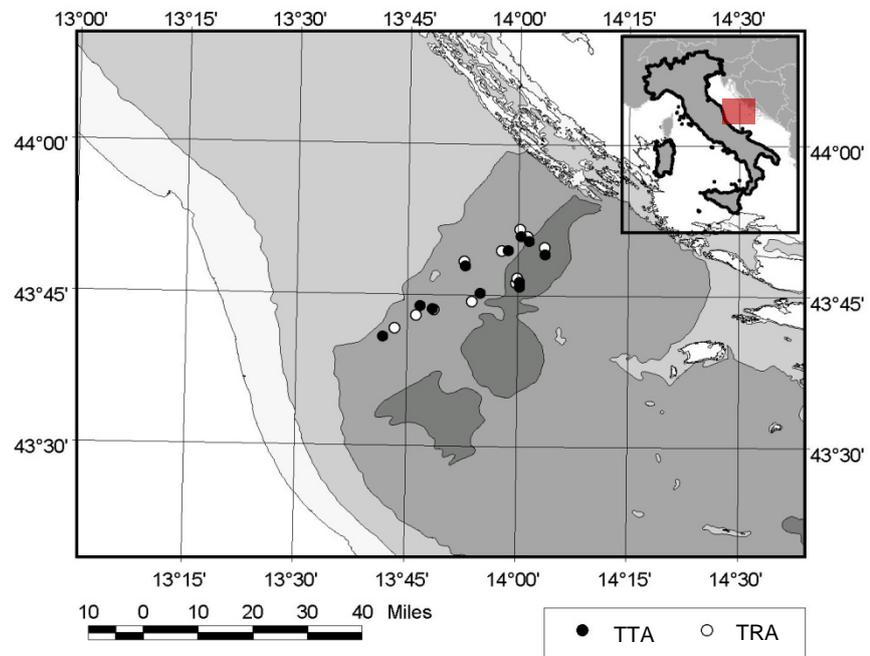


Figura 2. Aree di studio della prima campagna in mare, marineria di San Benedetto del Tronto (AP). Prova comparativa fra la rete a strascico tradizionale (TRA) e le reti gemelle americane (TTA).

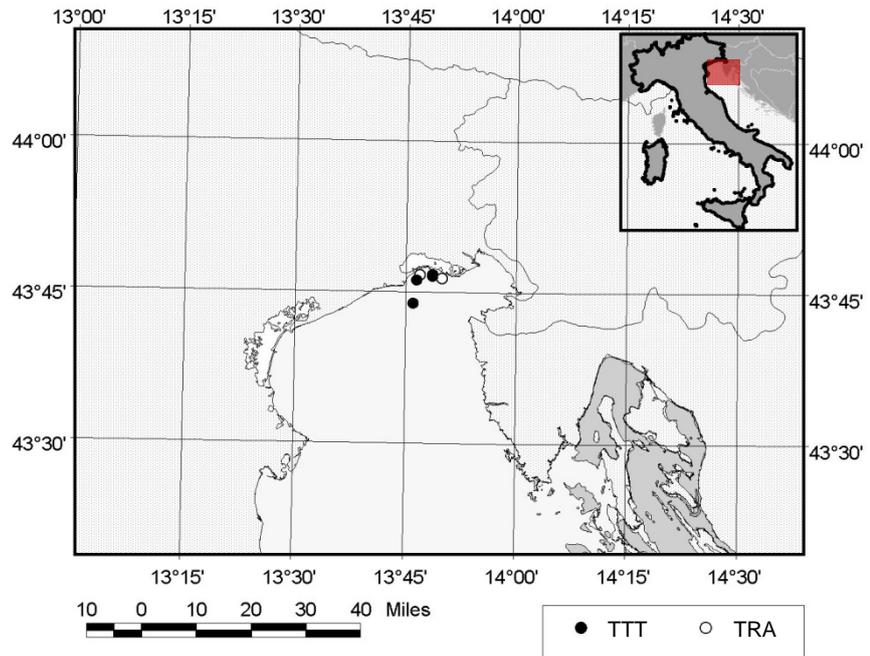


Figura 3. Aree di studio della seconda campagna in mare, marineria di Marano Lagunare (UD). Prova comparativa fra la rete a strascico tradizionale (TRA) e le reti gemelle tradizionali (TTT).

4.2. Descrizione dei pescherecci e dell'attrezzatura utilizzata.

Gli armatori non avevano difficoltà a spiegare ad altri la composizione e le misure delle varie parti delle reti in quanto sorretti da una buona abilità pratica e conoscenza teorica.

La prima campagna di pesca è stata condotta a bordo del MP "Giulio I" e del MP "Davide" (Figura 4a). I due pescherecci hanno le stesse caratteristiche tecniche (vd. Appendice I). La seconda campagna è stata invece realizzata a bordo del peschereccio MP "Nuovo San Martino" e del MP "Karen" (Figura 4b).

Per ogni peschereccio e per ogni attrezzatura da pesca monitorata sono stati rilevati i dati e le caratteristiche più significative. Al fine di redigere un piano dettagliato delle reti impiegate, ci si è basati principalmente sulle informazioni ottenute dai pescatori. Tali informazioni sono state poi integrate da osservazioni e misure dirette sulla rete, sui divergenti e sull'oscillatore da parte dei componenti la missione.

Nella descrizione delle caratteristiche tecniche delle attrezzature da pesca non sono state incontrate particolari difficoltà sia durante la prima che seconda campagna. Infatti gli armatori conoscevano alla perfezione la rete, essendo loro stessi a provvedere alla sua costruzione e riparazione ed erano in grado di spiegare ad altri la composizione e le misure delle varie parti in quanto sorretti da una buona abilità pratica e da un'altrettanto valida conoscenza teorica delle reti.

Una descrizione dettagliata, delle caratteristiche tecniche di entrambi i pescherecci e dell'attrezzatura monitorata viene riportata rispettivamente in Appendice I e Appendice II.

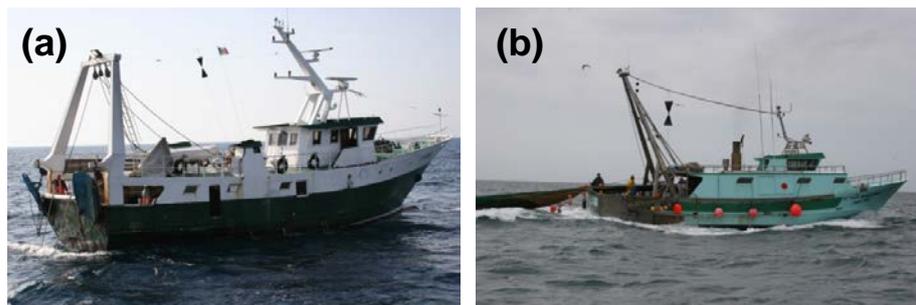


Figura 4. (a) MP "Giulio I" utilizzato durante la prima campagna di pesca a San Benedetto del Tronto (AP); e (b) MP "Nuovo San Martino" utilizzato nella seconda campagna a Marano Lagunare (UD).

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

La misurazione dei principali parametri geometrici ed idrodinamici è stata effettuata per mezzo del sistema Scanmar.

Da vari anni, il Reparto di Tecnologia della Pesca del CNR-ISMAR di Ancona ha messo a punto un sistema di apparecchiature elettroniche collegate a calcolatore, che è stato ripetutamente provato sia su reti a strascico che su reti pelagiche, per la misura dei principali parametri che caratterizzano il funzionamento di questi attrezzi durante la fase di pesca (Fiorentini et al., 1993; 1994; 1998a; 1998b; Folch et al., 2008; Prat et al., 2008; Sala et al., 2005; 2008a; 2008b).

Attualmente si dispone di una ampia serie di misure effettuate a bordo di pescherecci (numero di giri del motore, potenza sviluppata, consumo di carburante, velocità del natante e carichi sui cavi di traino) e sull'attrezzatura in fase di pesca (carichi davanti alla rete, apertura orizzontale e verticale della rete, distanza fra i divergenti, etc.).

Per le prove a cui questo lavoro si riferisce, tutti gli strumenti sono stati utilizzati allo scopo di monitorare, durante le due campagne di pesca, il comportamento dei diversi tipi di rete a strascico.

Durante le fasi di pesca, i principali parametri geometrici ed idrodinamici delle reti sono stati rilevati a bordo dei due pescherecci per mezzo di due sistemi SCANMAR (Figura 5 e Figura 6), che hanno permesso di ottenere le seguenti misure: *i*) distanza dei divergenti; *ii*) apertura orizzontale della rete alla punta dei bracci; *iii*) apertura verticale della rete al centro della lima dei sugheri (carione).

Eventuali variazioni idrodinamiche o anomalie nel comportamento della rete da pesca vengono rilevate dalla misurazione delle forze di traino.

Al fine di valutare eventuali differenze nella forza di traino e quindi nel consumo di combustibile fra la rete a strascico tradizionale e le reti gemelle è stata eseguita la rilevazione delle forze di traino a bordo, cui è soggetta tutta l'attrezzatura, tramite due celle di carico elettroniche *Tekkal* fissate ai cavi di traino per mezzo di due bozze serracavi.

Tutti gli strumenti utilizzati sono stati connessi via *RS232 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 (Sala et al., 2005; 2008a).

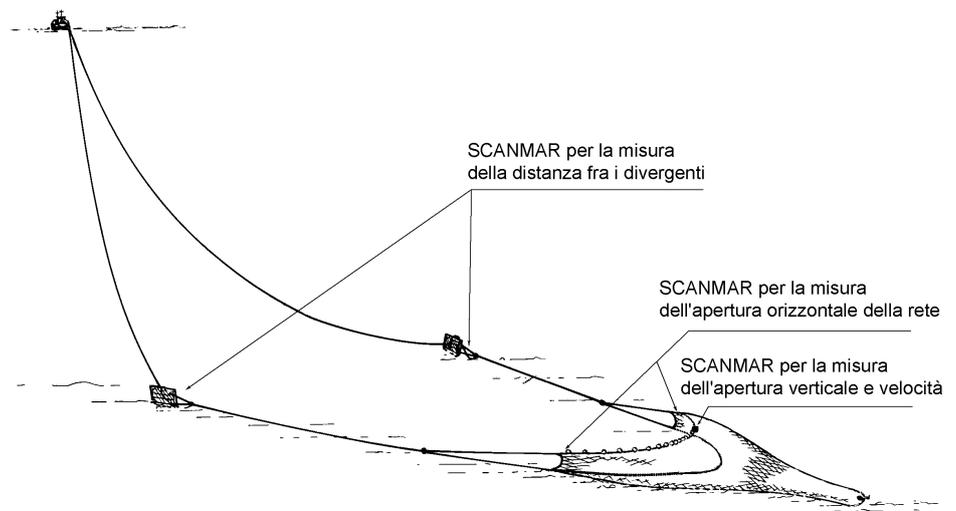


Figura 5. Schema della disposizione dei trasduttori Scanmar sulla rete a strascico tradizionale per la misurazione della distanza dei divergenti, dell'apertura verticale ed orizzontale.

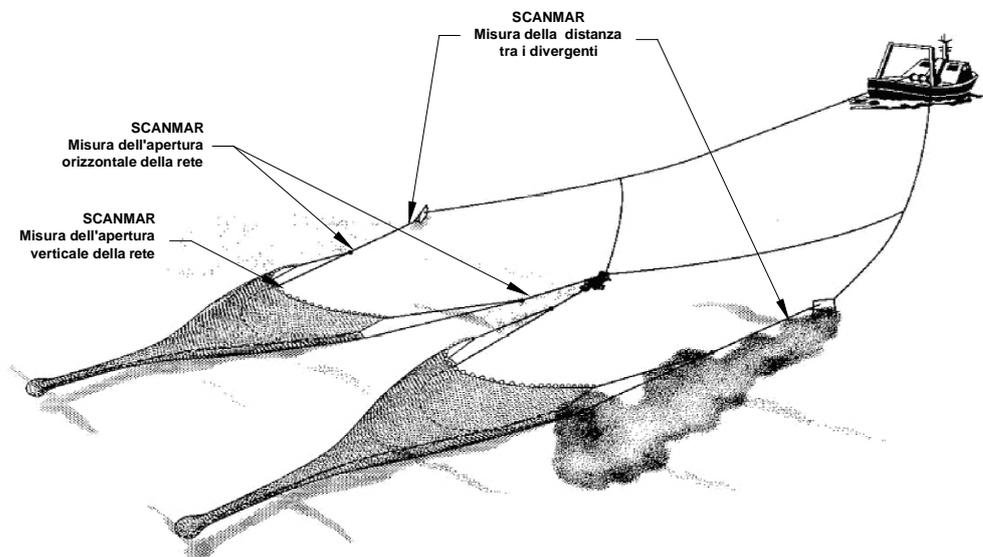


Figura 6. Schema della disposizione dei trasduttori Scanmar sulle reti a strascico gemelle per la misurazione della distanza dei divergenti, dell'apertura verticale ed orizzontale.

4.4. Misurazione dell'apertura di maglia del sacco delle reti.

Il valore dell'apertura di maglia del sacco è stata rilevata tramite il misuratore OMEGA.

In ogni campagna, il valore dell'apertura di maglia del sacco delle reti a strascico utilizzate è stato rilevato tramite il misuratore elettronico OMEGA, misuratore ufficiale della Comunità Europea in base al Regolamento Comunitario 517/2008.

Il misuratore è costituito da due beccucci che vengono messi a contatto delle giunzioni opposte di una maglia e, sottoposti ad una forza prefissata (50N), sono in grado di determinare oggettivamente in maniera indipendente dall'operatore l'effettiva apertura di maglia (Figura 7).

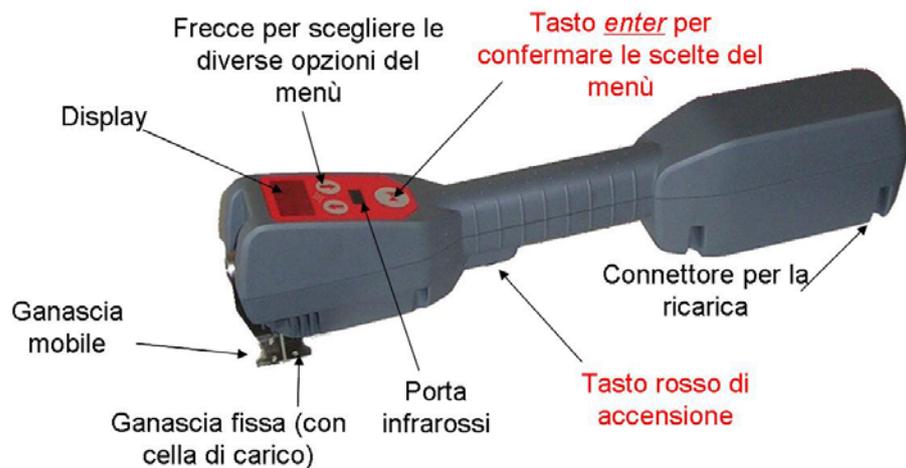


Figura 7. Misuratore OMEGA utilizzato per rilevare l'apertura effettiva della maglia del sacco delle reti da pesca.

4.5. Analisi dell'efficienza di pesca.

Le catture delle specie più abbondanti, standardizzate per ora di pesca e per area campionata, sono state confrontate al fine di avere una valutazione preliminare dell'efficienza di pesca.

I rendimenti di pesca sono stati studiati attraverso l'analisi delle catture ottenute in ciascuna cala. 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 fra le reti gemelle (americane o tradizionali) e le rispettive reti a strascico tradizionali.

Durante le prove, al termine di ogni cala, le catture 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. 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 sia come peso di individui per ora di pesca (kg/hr) che per area campionata (g/1000m²).

I rendimenti medi di pesca per ciascuna specie e per ciascuna rete sono stati quindi messi a confronto per evidenziare eventuali differenze di efficienza. Le catture di ogni cala sono state successivamente suddivise in quattro categorie: Totale della cattura, frazione Commerciale, Scarto e *Debris*, lo stesso tipo di analisi comparativa è stata quindi effettuata anche per queste categorie.

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 le reti. Questo estimatore è stato calcolato esponenziando la media dei dati *log*-trasformati, come descritto precedentemente, e quindi sottraendo uno:

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

Per la prima campagna di pesca, un'analisi della varianza a due vie (*Two-way analysis of variance*, ANOVA) è stata utilizzata per confrontare l'efficienza di cattura delle principali specie regolarmente ed abbondantemente catturate. I fattori utilizzati nell'ANOVA sono stati il "tipo di rete" e "zona di pesca". Per la seconda campagna, essendo le cale state effettuate tutte all'interno di un'omogenea zona di pesca, un semplice *Student's t-test* è stato utilizzato per esaminare l'effetto del trattamento (*tipo di rete*) sull'efficienza di pesca.

Nell'analisi dei dati della prima campagna è stato necessario prendere in considerazione il secondo fattore di variabilità "zona di pesca" 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.

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 ($\alpha\beta$). Quando nel modello ANOVA a due fattori con repliche esiste interazione, allora il trattamento (*tipo di Rete*) 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 (*Sig. 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 delle reti gemelle e della rete a strascico tradizionale. Questo calcolo è stata effettuato sottraendo le due medie dei dati *log*-trasformati e quindi esponenziando il risultato (Finney, 1971).

Inoltre, di alcune specie chiave come il nasello (*Merluccius merluccius*) e la triglia (*Mullus barbatus*) è stata rilevata la lunghezza totale su campioni rappresentativi dell'intera cattura.

4.6. Determinazione dell'impatto fisico dell'attrezzatura da pesca sul fondale marino.

Con una innovativa tecnologia acustica Sidescan Sonar è stato possibile determinare l'impatto fisico delle diverse attrezzature sul fondale marino.

L'impatto fisico sul fondo causato dalle due tipologie di attrezzatura, rete a strascico tradizionale e reti gemelle, è stato determinato tramite tecnologia acustica *Sidescan Sonar* (Mod. *DeepEye 340* della *Deepvision AB*; Figura 8).

In Appendice II vengono riassunte le principali caratteristiche tecniche dello strumento. Mentre in Appendice III viene fornita una selezione di sonogrammi ottenuti con il *Sidescan Sonar*.



Figura 8. Towfish Sidescan Sonar utilizzato durante le due campagne di pesca.

5. RISULTATI

5.1. Comportamento e prestazioni della rete durante le fasi di pesca.

5.1.1. Prima campagna in mare: marineria di San Benedetto del Tronto – Prova comparativa fra la rete a strascico tradizionale e le reti a strascico gemelle americane.

Le reti gemelle richiedono uno sforzo di traino superiore e quindi maggiori consumi di carburante.

Le prove hanno avuto luogo nel periodo 26-28 Maggio 2009 in alcune aree di pesca del Centro Adriatico comprese tra 70 e 233 m di profondità normalmente sfruttate dalla marineria Sanbenedettese (Tabella 1). Tutte le cale sono state condotte all'incirca alla stessa velocità e compresa tra 3.6 e 3.9 nodi.

L'analisi dei dati (Tabella 3) ha messo in luce che l'utilizzo delle reti gemelle richiede uno sforzo di traino che è risultato superiore in media del 23% (7165 kgf) rispetto a quello necessario per il traino di una rete a strascico tradizionale (5816 kgf).

E' quindi presumibile ritenere che anche i consumi di carburante siano nettamente superiori con le reti gemelle. Gli stessi risultati sono stati ottenuti nel progetto condotto da Sala et al. (2005). In cui risultava che i consumi di carburante delle reti gemelle (80.3 l/hr) erano in media significativamente superiori del 5% ($p > 0.05$) rispetto a quelli di una rete a strascico italiana del tipo volantina (76.3 l/hr).

I dati geometrici rilevati tramite strumentazione acustica SCANMAR hanno invece evidenziato che le reti gemelle sono in grado di campionare una superficie di fondale del 23% superiore ($p > 0.001$) rispetto alla rete tradizionale (Tabella 3). In particolare, è risultato che l'apertura orizzontale media di una singola rete gemella è stata di 16.1 m, e quindi circa di 32.2 m considerando le due reti, mentre la rete tradizionale ha riportato un'apertura orizzontale media di 26.2 m (Tabella 3).

Al contrario, visto che i calamenti delle reti gemelle sono molto più corti rispetto a quelli utilizzati con la tradizionale, la distanza media fra i divergenti della rete tradizionale (101.6 m) è risultata circa doppia, 49% superiore, rispetto alla distanza media fra i divergenti (52.1 m) utilizzati con le reti gemelle (Tabella 3).

Infine, l'apertura verticale delle reti gemelle è stata in media pari a 2.1 m (Tabella 3) ed è risultata sempre significativamente superiore ($p > 0.001$) rispetto alla rete tradizionale (1.6 m).

5.1.2. Seconda campagna in mare: marineria di Marano Lagunare – Prova comparativa fra la rete a strascico tradizionale e le reti a strascico gemelle tradizionali.

Sono state effettuate delle cale alternate sulla stessa imbarcazione avvicinando le due tipologie di rete sul MP Nuovo San Martino.

Le imbarcazioni messe a disposizione a Marano Lagunare sono state il MP “Nuovo San Martino” ed il MP “Karen”. Le cale sono state condotte in un’area normalmente sfruttata dai pescherecci a strascico della zona ad una profondità compresa tra 9 e 15 m e ad una velocità di 2.7-2.9 nodi (Tabella 2).

In questo caso, considerando le sostanziali differenze nelle caratteristiche tecniche delle due imbarcazioni, e quindi delle reti impiegate, ma soprattutto alla luce di alcuni problemi tecnici verificatisi al motore principale del MP *Karen*, si è deciso di procedere effettuando cale alternate sulla stessa imbarcazione ed utilizzando di volta in volta la rete tradizionale e le reti gemelle sul MP *Nuovo San Martino*.

E’ bene precisare che in questo caso, la rete tradizionale altro non è che una delle due reti gemelle armata ai divergenti con calamenti più lunghi. In particolare, nel caso delle reti gemelle sono stati utilizzati calamenti di 70 m, mentre nella configurazione tradizionale di 100 m.

Considerando le caratteristiche tecniche del MP *Nuovo San Martino* (vd. Appendice I), si può ritenere che esso è in grado di trainare una rete armata in modo tradizionale di dimensioni superiori rispetto a quella impiegata durante il presente studio, pertanto questo fatto dovrebbe essere preso in considerazione nell’analisi comparativa fra le due tipologie di rete.

Come era prevedibile sono state riscontrate differenze sostanziali nel traino delle due diverse reti (Tabella 3). Gli sforzi registrati a bordo durante l’utilizzo delle reti gemelle (2162 kgf) sono risultati mediamente superiori del 37% rispetto a quelli osservati con la rete tradizionale (1581 kgf).

Differenze notevoli sono state inoltre riscontrate nelle aperture orizzontali, in particolare una singola rete gemella ha riportato aperture medie di 16 m, pari quindi a circa 32 m considerando le due reti. Mentre la stessa singola rete gemella, armata in modo tradizionale, ha riportato valori di circa 18.8 m (Tabella 3).

L’aumento della lunghezza del calamento del cavo di traino, ha comportato un aumento considerevole della distanza fra i divergenti e di conseguenza dell’apertura orizzontale (Tabella 3).

Nella configurazione tradizionale, quindi, la rete veniva maggiormente “sbragata” orizzontalmente. Questo fatto ha inciso significativamente ($p > 0.001$) sull’altezza verticale, che nel caso delle reti gemelle raggiungeva valori medi di circa 1.9 m mentre sono stati di 1.5 m nella rete tradizionale (Tabella 3).

Tabella 1. Logbook delle cale effettuate durante la prima campagna in mare a San Benedetto del Tronto (26-28 Maggio 2009). Prove comparative fra reti a strascico tradizionali (TRA) e reti gemelle americane (TTA). Per ciascuna cala sono riportate le catture totali e CPUE suddivise in Totali (Tot), Commerciali (Com), Scarto (Sca) e Debris (Deb). MP: Giulio I (GIU), Davide (DAV).

ID	File	MP	Rete	Data	Time			Latitudine	Longitudine	Prof. [m]	Cattura [kg]				CPUE [kg / hr]			
					Start	End	Durata				Tot	Com	Sca	Deb	Tot	Com	Sca	Deb
2053	CE041.S09	GIU	TTA	26/05/2009	14:45	17:53	03:08	43°06.40'	14°34.45'	99.5	206.4	87.9	72.9	45.6	67.0	28.5	23.7	14.8
2054	CE042.S09	DAV	TRA	26/05/2009	15:46	17:53	02:07	43°08.20'	14°38.00'	111.0	144.9	82.7	38.5	23.7	70.0	40.0	18.6	11.5
2055	CE043.S09	GIU	TTA	26/05/2009	18:25	21:24	02:59	43°12.45'	14°49.10'	110.0	260.0	140.5	72.2	47.3	100.4	54.2	27.9	18.3
2056	CE044.S09	DAV	TRA	26/05/2009	18:30	21:24	02:54	43°12.20'	14°49.80'	113.5	228.0	157.1	41.1	29.8	89.8	61.9	16.2	11.7
2057	CE045.S09	GIU	TTA	26/05/2009	22:04	01:00	13:26	43°21.80'	14°59.10'	100.3	337.0	126.9	64.0	146.1	131.6	49.6	25.0	57.1
2058	CE046.S09	DAV	TRA	26/05/2009	22:06	01:00	12:57	43°22.74'	14°58.79'	113.5	110.0	64.0	27.8	18.2	43.3	25.2	10.9	7.2
2059	CE047.S09	GIU	TTA	27/05/2009	04:55	08:10	03:15	43°27.20'	15°18.10'	182.0	367.0	226.2	86.9	53.9	116.5	71.8	27.6	17.1
2060	CE048.S09	DAV	TRA	27/05/2009	04:59	08:10	03:11	43°28.14'	15°17.79'	197.0	303.5	213.5	51.5	38.5	97.6	68.6	16.6	12.4
2061	CE049.S09	GIU	TTA	27/05/2009	08:44	11:48	03:04	43°17.20'	15°15.20'	208.0	255.2	137.0	73.6	44.6	83.9	45.1	24.2	14.7
2062	CE050.S09	DAV	TRA	27/05/2009	08:48	11:48	03:00	43°17.95'	15°14.16'	225.5	269.2	159.2	71.0	39.0	89.7	53.1	23.7	13.0
2063	CE051.S09	GIU	TTA	27/05/2009	12:22	15:15	02:53	43°24.20'	15°22.80'	202.5	295.0	187.0	88.1	19.9	116.6	73.9	34.8	7.9
2064	CE052.S09	DAV	TRA	27/05/2009	12:21	15:25	03:04	43°25.68'	15°22.81'	233.5	366.7	186.7	146.3	33.7	120.6	61.4	48.1	11.1
2065	CE053.S09	GIU	TTA	27/05/2009	15:54	18:57	03:03	43°18.20'	15°15.20'	197.0	270.5	116.7	120.6	33.2	67.1	29.0	29.9	8.2
2066	CE054.S09	DAV	TRA	27/05/2009	16:02	18:57	02:55	43°19.05'	15°14.64'	216.0	254.0	138.4	89.4	26.3	99.6	54.3	35.0	10.3
2067	CE055.S09	GIU	TTA	27/05/2009	19:37	22:37	03:00	43°28.20'	15°15.80'	114.5	226.0	126.0	77.6	22.4	75.3	42.0	25.9	7.5
2068	CE056.S09	DAV	TRA	27/05/2009	19:39	22:37	02:58	43°29.77'	15°15.51'	133.0	226.0	157.5	54.3	15.7	87.6	61.0	21.1	6.1
2069	CE057.S09	GIU	TTA	28/05/2009	03:15	06:30	03:15	43°25.20'	15°11.80'	114.0	224.0	114.0	80.2	29.8	71.1	36.2	25.5	9.4
2070	CE058.S09	DAV	TRA	28/05/2009	03:15	06:30	03:15	43°25.01'	15°10.02'	114.0	139.2	94.2	33.3	11.7	44.2	29.9	10.6	3.7
2071	CE059.S09	GIU	TTA	28/05/2009	07:00	10:00	03:00	43°15.76'	15°03.36'	106.0	280.8	168.8	86.9	25.1	93.6	56.3	29.0	8.4
2072	CE060.S09	DAV	TRA	28/05/2009	07:15	10:15	03:00	43°13.94'	15°00.98'	70.5	179.1	125.1	21.7	32.3	59.7	41.7	7.2	10.8
2073	CE061.S09	GIU	TTA	28/05/2009	10:55	13:30	02:35	43°13.19'	14°45.59'	97.0	196.3	102.2	69.9	20.1	83.5	43.5	29.7	8.6
2074	CE062.S09	DAV	TRA	28/05/2009	10:30	15:21	04:51	43°11.03'	14°44.38'	110.0	243.0	153.0	62.9	27.2	53.9	33.9	13.9	6.0

Tabella 2. Logbook delle cale effettuate durante la seconda campagna in mare a Marano Lagunare (3-4 Giugno 2009). Prove comparative fra reti a strascico tradizionali (TRA) e reti gemelle tradizionali (TTT). Per ciascuna cala sono riportate le catture totali e CPUE suddivise in Totali (Tot), Commerciali (Com), Scarto (Sca) e Debris (Deb). MP: Nuovo S. Martino (NSM), Karen (KAR).

ID	File	MP	Rete	Data	Time			Latitudine	Longitudine	Prof. [m]	Cattura [kg]				CPUE [kg / hr]			
					Start	End	Durata				Tot	Com	Sca	Deb	Tot	Com	Sca	Deb
2075	CE063.S09	NSM	TTT	04/06/2009	01:00	03:17	02:17	45°33.44'	13°09.38'	12.2	107.6	28.6	60.5	18.5	49.6	13.2	27.9	8.5
2076	CE064.S09	KAR	TRA	04/06/2009	01:12	03:20	02:08	Cala non valida per problemi al motore			-	-	-	-	-	-	-	-
2077	CE065.S09	NSM	TTT	04/06/2009	03:43	06:00	02:17	45°39.49'	13°10.41'	9.3	177.5	27.5	97.9	52.1	81.8	12.7	45.1	24.0
-	CE066.S09	KAR	TRA	04/06/2009	06:22	06:32	00:10	Cala interrotta per problemi al motore			-	-	-	-	-	-	-	-
2078	CE067.S09	NSM	TTT	04/06/2009	06:24	07:24	01:00	45°40.96'	13°16.16'	8.3	58.3	18.3	22.5	17.5	58.3	18.3	22.5	17.5
2079	CE068.S09	NSM	TRA	04/06/2009	07:45	08:55	01:10	45°39.92'	13°19.74'	8.9	74.5	14.5	32.7	27.3	67.7	13.2	29.7	24.8
2080	CE069.S09	NSM	TRA	04/06/2009	09:53	11:00	01:07	45°40.71'	13°11.86'	10.3	78.0	17.8	43.9	16.3	72.9	16.6	41.1	15.2
2081	CE070.S09	NSM	TTT	04/06/2009	11:20	12:15	00:55	45°40.45'	13°16.23'	10.8	76.0	36.0	24.8	15.2	138.2	65.5	45.1	27.6

Tabella 3. Principali parametri rilevati durante la prima campagna in mare (SB) a San Benedetto del Tronto (26-28 Maggio 2009) e seconda campagna (ML) a Marano Lagunare (3-4 Giugno 2009). Parametri misurati alle diverse profondità (Prof), lunghezza del cavo di traino (Cavo) e velocità di traino (TS). Forza di traino sul cavo di tribordo (TFD), forza di traino sul cavo di babordo (TFS), forza di traino sul cavo centrale (TFC) e forza di traino totale (TTF). Distanza fra i divergenti (HDS); apertura orizzontale della rete (HNO); apertura verticale della rete (VNO); beccheggio del divergente (DPA) e rollio del divergente (DRA).

FC	ID	Rete	File	Giri	Prof. [m]	Cavo [m]	TFD [kg]	TFS [kg]	TFC [kg]	TTF [kg]	TS [kn]	HDS [m]	VNO [m]	HNO [m]	DPA [°]	DRA [°]
SB																
	2054	TRA	CE042.S09	527	111.7	600	2872	2871	-	5743	3.73	97.4	1.49	26.09	-	-
	2056	TRA	CE044.S09	546	114.7	650	3083	3187	-	6270	3.75	105.4	1.46	28.51	-	-
	2058	TRA	CE046.S09	539	108.5	650	2976	3021	-	5997	3.80	111.5	1.24	28.05	-	-
	2060	TRA	CE048.S09	544	197.4	950	3149	3089	-	6238	3.74	102.7	1.47	26.56	-	-
	2062	TRA	CE050.S09	555	231.5	950	3204	3148	-	6352	3.71	101.8	1.66	26.24	-	-
	2064	TRA	CE052.S09	550	233.7	950	2937	3075	-	6012	3.75	96.7	1.73	21.80	-	-
	2066	TRA	CE054.S09	561	213.6	950	2833	2896	-	5716	3.77	93.1	1.72	23.34	-	-
	2068	TRA	CE056.S09	553	133.0	650	2765	2837	-	5580	3.70	97.7	1.79	25.40	-	-
	2070	TRA	CE058.S09	545	116.0	750	2700	2780	-	5448	3.75	103.8	1.48	27.18	-	-
	2072	TRA	CE060.S09	528	116.6	650	2572	2668	-	5177	3.75	103.8	1.48	27.16	-	-
	2074	TRA	CE062.S09	545	110.0	650	2700	2780	-	5448	3.75	104.1	1.47	27.34	-	-
	2053	TTA	CE041.S09	573	101.0	650	3291	3447	-	6738	3.63	53.1	1.79	17.64	-	-
	2055	TTA	CE043.S09	575	105.3	650	3348	3678	-	7027	3.72	52.4	1.91	16.23	-	-
	2057	TTA	CE045.S09	575	99.6	650	3367	3408	-	6774	3.88	53.6	1.93	15.79	-	-
	2059	TTA	CE047.S09	580	180.5	950	3650	3778	-	7428	3.63	51.0	1.82	15.79	-	-
	2061	TTA	CE049.S09	589	209.3	1000	4033	3896	-	7929	3.63	51.1	2.84	15.94	-	-
	2063	TTA	CE051.S09	581	203.3	1000	3829	3863	-	7691	3.65	50.6	2.43	15.37	-	-
	2065	TTA	CE053.S09	589	194.3	1000	3852	3813	-	7665	3.58	49.7	2.55	15.21	-	-
	2067	TTA	CE055.S09	571	113.3	650	3414	3521	-	6935	3.70	52.6	1.94	16.60	-	-
	2069	TTA	CE057.S09	575	116.0	800	3429	3530	-	6960	3.80	53.0	2.10	15.97	-	-
	2071	TTA	CE059.S09	574	107.5	700	3383	3500	-	6883	3.80	53.1	2.06	16.12	-	-
	2073	TTA	CE061.S09	571	97.0	650	3326	3462	-	6788	3.75	53.1	1.92	16.58	-	-
ML																
	2079	TRA	CE068.S09	1000	9.3	120	776	771	-	1547	2.85	-	1.38	18.50	-	-
	2080	TRA	CE069.S09	1000	11.7	120	783	832	-	1615	2.89	-	1.60	19.07	0.06	-13.88
	2076	TRA	CE064.S09	1150	13.23	110	443	443	-	887	2.6	46.5	1.02	-	-	-
	2075	TTT	CE063.S09	1000	14.2	120	675	677	820	2172	2.68	56.6	1.94	15.96	-	-
					14.5		665	705	768	2138	2.70	55.0	1.93	16.02	-	-
	2077	TTT	CE065.S09	1000	10.1	120	691	692	788	2171	2.68	56.3	1.91	16.14	-	-
	2078	TTT	CE067.S09	1000	8.9	120	692	673	824	2189	2.70	56.8	1.97	15.76	-	-
	2081	TTT	CE070.S09	1000	11.8	120	665	705	768	2138	2.70	56.3	1.93	15.99	0.26	-12.68

Note: 2076 Cala non valida.
In neretto italico parametri stimati.

5.2. Confronto delle catture (Efficienza di pesca).

5.2.1. Prima campagna in mare: marineria di San Benedetto del Tronto – Prova comparativa fra la rete a strascico tradizionale e le reti a strascico gemelle americane.

A banco le reti gemelle americane sono più efficienti della rete tradizionale. Mentre a fondale l'efficienza nei confronti delle principali specie commerciali sembra ribaltarsi a favore della rete tradizionale.

Nella Tabella 4 sono indicati per ciascuna rete i rendimenti complessivi medi orari (kg/hr) ed i rendimenti per area campionata (g/1000m²) delle principali specie commerciali catturate.

E' possibile osservare che generalmente le reti gemelle hanno ottenuto un rendimento medio orario superiore alla rete tradizionale per cinque specie commerciali, sebbene le differenze tra le due reti non siano risultate mai significative.

Al contrario la rete a strascico tradizionale ha mostrato generalmente rendimenti orari maggiori per sei specie. Anche in questo caso però le differenze tra le due reti non sono mai risultate significative.

I rendimenti delle reti gemelle, relativi alla cattura totale, sono risultati significativamente superiori ($p < 0.05$) rispetto alla rete tradizionale come evidenziato in Tabella 5. Mentre dall'analisi del complesso delle catture delle specie commerciali sembra evidente che le reti gemelle sono appena più efficienti della rete tradizionale fino ad una profondità di circa 200 m, oltre la quale l'efficienza nei confronti delle principali specie commerciali sembra ribaltarsi a favore della rete tradizionale (Tabella 5).

Per quanto riguarda lo scarto, nelle cale realizzate entro i 200 m di fondale, le reti gemelle hanno riportato una media statisticamente maggiore ($p < 0.001$) della rete tradizionale, con scarti superiori di oltre l'80% (Tabella 5).

In Tabella 4 sono stati riportati anche i rendimenti in termini di catture per area esplorata. Dall'analisi di questi valori è possibile effettuare un'analisi comparativa tenendo conto di eventuali differenze nelle catture causate dalla maggiore area esplorata da parte delle reti gemelle.

In questo caso le differenze fra le due reti, soprattutto a fondale, sono ulteriormente diminuite. Ad esempio il moscardino (*E. cirrhosa*), che nell'analisi dei rendimenti orari era risultato superiore del 56% nelle reti gemelle, è in questo caso mediamente del 15% superiore nella rete tradizionale (Tabella 4).

Tuttavia è bene precisare che l'esiguità delle prove effettuate ed il periodo di campionamento, non favorevole ad evidenziare la maggiore efficienza delle reti gemelle nella cattura di specie bersaglio quali mazzancolle (*Melicertus kerathurus*), gamberi (i.e. *Parapenaeus longirostris*) e code di rospo (*Lophius* spp), non permettono un'analisi comparativa precisa. Per questi motivi il confronto delle catture ha un valore puramente indicativo.

Tabella 4. Confronto delle catture delle principali specie commerciali (senza considerare la parte dovuta allo scarto) ottenute durante la prima campagna in mare a San Benedetto del Tronto (26-28 Maggio 2009) con le reti gemelle americane (TTA) e la rete a strascico tradizionale (TRA) ai due strati batimetrici (Area) 70-150 m (BD1) e 150-250 m (BD2). Media geometrica dei rendimenti per area campionata (g/1000m²) e per ora di pesca (kg/hr). Student's t-test; *=significativo, 0.01<Sig.<0.05; **= altamente significativo, Sig.<0.01; EC: coefficiente di efficienza TTA/TRA, rapporto fra le catture delle reti gemelle americane e la rete a strascico tradizionale.

GENERE	SPECIE	Area	g / 1000m ²					kg / hr				
			Media		Test	Sig. p	EC	Media		Test	Sig. p	EC
			TTA	TRA				TTA	TRA			
Cepola	macrophthalma	BD1	2.96	4.82	S	0.512	0.68	0.73	1.39	S	0.354	0.53
		BD2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chelidonichthys	lucernus	BD1	3.02	4.28	A	0.421	0.76	0.84	0.90	A	0.807	0.94
		BD2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eledone	cirrhusa	BD1	16.25	12.48	S	0.388	1.74	3.96	2.53	S	0.127	1.56
		BD2	38.92	56.62		0.122	0.69	8.57	10.05		0.438	0.85
Illex	coindetii	BD1	14.21	41.00	S	0.014 *	0.36	3.47	8.35	S	0.025 *	0.42
		BD2	6.69	6.63		0.992	1.01	1.56	1.54		0.986	1.02
Lepidorhombus	whiffiagonis	BD1	1.05	1.71	A	0.226	0.63	0.55	0.70	A	0.197	0.78
		BD2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lophius	spp	BD1	10.90	6.84	A	0.620	1.52	2.95	1.59	A	0.339	1.85
		BD2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Merluccius	merluccius	BD1	81.97	94.80	A	0.300	0.87	19.21	18.19	A	0.970	1.06
		BD2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Micromesistius	poutassou	BD1	-	-	S	-	-	-	-	S	-	-
		BD2	25.38	16.45		0.423	1.51	5.71	2.98		0.231	1.92
Mullus	barbatus	BD1	14.43	14.63	S	0.955	0.99	3.50	2.93	S	0.460	1.20
		BD2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nephrops	norvegicus	BD1	-	-	S	-	-	-	-	S	-	-
		BD2	31.32	48.68		0.321	0.65	6.98	8.70		0.629	0.80
Parapenaeus	longirostris	BD1	-	-	S	-	-	-	-	S	-	-
		BD2	4.21	5.40		0.485	0.81	0.94	0.99		0.866	0.94
Phycis	blennoides	BD1	-	-	S	-	-	-	-	S	-	-
		BD2	10.82	18.40		0.034 *	0.61	2.38	3.28		0.086	0.72
Scomber	spp	BD1	3.84	4.64	A	0.998	0.86	1.16	1.15	A	0.786	1.01
		BD2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trachurus	spp	BD1	0.64	0.91	S	0.748	0.86	0.21	0.29	S	0.759	0.73
		BD2	9.25	5.90		0.679	1.48	2.37	1.40		0.625	1.69

Tabella 5. Prima campagna in mare a San Benedetto del Tronto (26-28 Maggio 2009). Catture [kg] e rendimenti medi orari (CPUE[kg/hr]) delle principali categorie di pescato ottenute ai due strati batimetrici (BD) 70-150 m e 150-250 m: Totale (Tot), Commerciale (Com), Scarto (Sca), Debris (Deb) catturate con le reti gemelle americane (TTA) e la rete a strascico tradizionale (TRA). A = ANOVA test; S = Student's *t*-test; *=significativo, $0.01 < \text{Sig.} < 0.05$; **= altamente significativo, $\text{Sig.} < 0.01$; coefficiente di efficienza TTA/TRA: rapporto fra le catture delle reti gemelle americane e la rete a strascico tradizionale.

CDC	BD	TTA		TRA		Coeff.		
		Mean	Mean	Test	Sig. <i>p</i>	TTA/TRA		
Catture	Tot	70-150	247.2	181.5	S	0.032 *	1.36	
		150-250	296.9	298.4		0.969	1.00	
	Com	70-150	123.8	119.1	S	0.797	1.04	
		150-250	166.7	174.4		0.803	0.96	
	Sca	70-150	74.8	39.9	S	0.000 **	1.87	
		150-250	92.3	89.5		0.908	1.03	
	Deb	70-250	44.4	26.9	A	0.133	1.65	
	CPUE	Tot	70-150	88.9	64.1		0.045 *	1.39
			150-250	96.0	101.9		0.690	0.94
		Com	70-250	48.2	48.3	A	0.990	1.00
Sca		70-150	26.7	14.1	S	0.000 **	1.89	
		150-250	29.1	30.9		0.821	0.94	
Deb		70-250	15.6	9.4	A	0.176	1.66	

5.2.2. Seconda campagna in mare: marineria di Marano Lagunare (UD) – Prova comparativa fra la rete a strascico tradizionale e le reti a strascico gemelle tradizionali.

Le reti gemelle tradizionali sono più efficienti della rete tradizionale nei confronti di seppie, canocchie, sogliole, orate e passere.

In questo caso l'esiguità delle prove effettuate permette un confronto delle catture puramente indicativo. L'analisi statistica, infatti, a causa del ridotto numero di cale non è mai riuscita a trovare differenze statisticamente significative tra le due reti.

Nonostante in Tabella 6 siano stati calcolati anche i rendimenti orari (kg/hr), essendo le reti gemelle monitorate costituite da due reti tradizionali trainate contemporaneamente, risulta più indicativo analizzare solamente i rendimenti standardizzati per area campionata.

Dall'analisi comparativa effettuata è emerso che le reti gemelle sono state più efficienti della rete tradizionale nei confronti di due principali specie commerciali della zona quali canocchie (*Squilla mantis*) e sogliole (*Solea solea*).

Al contrario la rete a strascico nella configurazione tradizionale ha mostrato rendimenti considerevolmente maggiori per quattro specie che tuttavia hanno una minore importanza in termini ponderali come ad esempio le testole (*Chelidonichthys lucernus*), i calamaretti (*Alloteuthis media*), le passere (*Platichthys flesus*) e le orate (*Sparus aurata*). Anche in questo caso però le differenze tra le due reti non sono mai risultate significative (Tabella 6).

La bassa incidenza di queste quattro specie sul totale è testimoniata dal fatto che i rendimenti medi delle reti gemelle, relativi al complesso delle specie commerciali ed alla cattura totale, sono risultati superiori alla rete tradizionale anche se non in maniera significativa come evidenziato dai Coefficienti riportati in Tabella 7.

Infine, date le caratteristiche del fondale, particolarmente ricco di alghe e di residui conchigliari, le differenze nella percentuale di "sporco" (*Debris*) nelle due reti sono state meno marcate rispetto a quelle osservate nei test condotti a San Benedetto del Tronto.

5.3. Apertura della maglia del sacco.

Le aperture di maglia del sacco sono state riscontrate con il misuratore OMEGA.

Durante le prove in mare, si è proceduto con la misurazione sistematica dell'apertura della maglia dei sacchi, utilizzando il misuratore EC-OMEGA. L'apertura si riferisce alla distanza interna tra due opposte giunzioni (nodi) con la maglia bagnata.

A San Benedetto del Tronto, i valori dell'apertura della maglia del sacco sono risultati pari a 40.7 mm per la rete tradizionale e di 39 e 41.1 mm per i sacchi delle due reti gemelle.

A Marano Lagunare, i valori dell'apertura della maglia del sacco sono stati invece di 43.0 mm per la rete tradizionale e di 42.4 e 43.0 mm per i sacchi delle due reti gemelle.

Tabella 6. Confronto delle catture delle principali specie commerciali ottenute durante la Seconda campagna in mare a Marano Lagunare (3-4 Giugno 2009) con le reti gemelle tradizionali (TTT) e la rete a strascico tradizionale (TRA). Media geometrica dei rendimenti per area campionata ($g/1000m^2$) e per ora di pesca (kg/hr). Student's *t*-test: *=significativo, $0.01 < Sig. < 0.05$; **= altamente significativo, $Sig. < 0.01$; coefficiente di efficienza TTT/TRA: rapporto fra le catture delle reti gemelle tradizionali e la rete a strascico tradizionale.

GENERE	SPECIE	g / 1000m ²				kg / hr			
		Media		Sig. p	Coeff. TTT/TRA	Media		Sig. p	Coeff. TTT/TRA
		TTT	TRA			TTT	TRA		
<i>Alloteuthis</i>	<i>media</i>	3.26	9.40	0.095	0.41	0.57	1.02	0.283	0.78
<i>Chelidonichthys</i>	<i>lucernus</i>	6.16	28.90	0.247	0.24	1.36	3.15	0.343	0.57
<i>Platichthys</i>	<i>flesus</i>	3.18	6.79	0.413	0.54	0.64	0.74	0.854	0.94
<i>Sepia</i>	<i>officinalis</i>	45.15	64.21	0.471	0.71	7.64	6.76	0.793	1.11
<i>Solea</i>	<i>solea</i>	45.15	64.21	0.376	1.72	7.64	6.76	0.274	1.25
<i>Sparus</i>	<i>aurata</i>	3.79	9.11	0.433	0.47	0.81	1.01	0.789	0.90
<i>Squilla</i>	<i>mantis</i>	11.15	6.27	0.613	1.67	2.17	0.68	0.413	1.89
<i>Trachurus</i>	<i>spp</i>	3.43	3.43	1.000	1.00	1.12	0.73	0.829	1.23

Tabella 7. Seconda campagna in mare a Marano Lagunare (3-4 Giugno 2009). Catture [kg] e rendimenti medi orari (CPUE[kg/hr]) delle principali categorie di pescato: Totale (Tot), Commerciale (Com), Scarto (Sca), Debris (Deb) catturate con le reti gemelle tradizionali (TTT) e la rete a strascico tradizionale (TRA). Student's *t*-test; *=significativo, $0.01 < Sig. < 0.05$; **= altamente significativo, $Sig. < 0.01$; coefficiente di efficienza TTT/TRA: rapporto fra le catture delle reti gemelle tradizionali e la rete a strascico tradizionale.

CDC		TTT	TRA		Coeff.
		Mean	Mean	Sig. <i>p</i>	TTT/TRA
Catture	Tot	104.8	76.2	0.508	1.38
	Com	27.6	16.1	0.107	1.71
	Sca	51.4	38.3	0.651	1.34
	Deb	25.8	21.8	0.781	1.19
<hr/>					
CPUE	Tot	82.0	70.3	0.717	1.17
	Com	27.4	14.9	0.549	1.84
	Sca	35.1	35.4	0.98	0.99
	Deb	19.4	20.0	0.936	0.97
<hr/>					

5.4. Impatto fisico dell'attrezzatura sul fondale marino attraverso l'utilizzo del *Sidescan sonar*.

5.4.1. Prima campagna in mare: marineria di San Benedetto del Tronto – Prova comparativa fra la rete a strascico tradizionale e le reti a strascico gemelle americane.

Il solco provocato dai divergenti della rete tradizionale è profondo all'incirca 10-20 cm mentre quello determinato dai divergenti delle reti gemelle è di circa 20-30 cm.

In Appendice IV vengono riportate alcune immagini ottenute con il *Sidescan Sonar* (sonogrammi) sia nella campagna di San Benedetto del Tronto che a Marano Lagunare. Successivamente, a bordo della Nave da Ricerca "G. Dallaporta" sono stati effettuati due ulteriori rilievi per monitorare attraverso il *Sidescan Sonar* altri due pescherecci commerciali. Il primo (MP *Sergente Pepper*) operante nella marineria di Ancona con una rete a strascico tradizionale ed il secondo (MP *Galileo Padre*) della marineria di Civitanova con una rete americana singola. Le caratteristiche tecniche principali delle due imbarcazioni vengono riportate in Appendice I.

Ancorché preliminare e sperimentale (una tale tecnologia era stata in passato usata solo per monitorare vaste aree impattate e non per verificare l'impatto dello strascico in tempo reale), il sonar ha evidenziato che il solco provocato dai divergenti della rete tradizionale è profondo in media all'incirca 10-20 cm mentre quello determinato dai divergenti delle reti gemelle è di circa 20-30 cm.

Sembra, inoltre, possibile affermare che il bilanciere posto al centro delle due reti gemelle sia a contatto con il fondo durante il traino (come del resto appare evidente dal fatto che lo stesso si presenti "lucidato" al termine di ogni cala) e che il solco provocato da questo sia paragonabile a quello determinato dai divergenti (vd. Appendice IV).

I sonogrammi ottenuti con il *Sidescan Sonar* (vd. Appendice IV) sembrano inoltre indicare che vi è un maggiore sollevamento di fango causato dal diverso armamento delle reti gemelle rispetto a quello utilizzato per la rete tradizionale.

E' stata inoltre condotta una prova sperimentale con telecamera subacquea trainata sul fondo subito dopo il passaggio delle due reti. Le immagini registrate non hanno consentito di trarre conclusioni definitive a causa della scarsa visibilità dovuta al fango sollevato dalle reti durante il traino.

La prova ha tuttavia evidenziato la necessità di condurre l'esperimento su un periodo più lungo, in quanto la nuvola di fango sollevata dalle reti durante il traino necessita di diverse ore per depositarsi, ma, visti i tempi ristretti per condurre l'esperimento, non è stato possibile proseguire questo tipo di indagine.

5.4.2. Seconda campagna in mare: marineria di Marano Lagunare – Prova comparativa fra la rete a strascico tradizionale e le reti a strascico gemelle tradizionali.

Le due mazzette centrali non provocano un solco comparabile a quello del bilanciare delle reti gemelle americane.

Per quanto riguarda la profondità dei solchi determinati dalle reti e dai divergenti, lo studio dei sonogrammi ottenuti con il *Sidescan Sonar* (vd. Appendice IV) sembra confermare quanto conseguito a San Benedetto del Tronto, anche se in questo caso le differenze sembrano meno evidenti in quanto le due mazzette centrali non provocano un solco comparabile a quello del bilanciare delle reti gemelle americane.

I risultati ottenuti, sebbene non definitivi, sono tuttavia indicativi della situazione e andrebbero approfonditi per un periodo di tempo più lungo con analisi che prevedano monitoraggi in diverse aree ed in diverse stagioni.

6. DISCUSSIONE

L'argomento necessita un ulteriore approfondimento, le reti gemelle andrebbero monitorate per un'intera stagione di pesca al fine di avere una quantificazione esaustiva sia dei rendimenti di pesca che dell'impatto ambientale.

Si ritiene che l'obiettivo principale, che ci si era posto all'inizio del presente lavoro, sia stato raggiunto. L'utilizzo di moderne tecnologie e strumentazioni scientifiche, a bordo dei pescherecci; quali *SCANMAR*, *Strain-gauges* e *Sidescan Sonar*, ha permesso di mettersi nella condizione tecnico-scientifica e di fattibilità operativa, capace di dare una risposta preliminare ai quesiti posti all'Amministrazione Centrale dagli operatori del settore.

Complessivamente tutti i parametri geometrici previsti sono stati misurati. In quei casi in cui alcuni problemi tecnici hanno impedito la misura, si è ricorso a stime che si ritiene siano accurate.

E' stato possibile stimare preliminarmente i rendimenti ottenuti sulle principali specie di importanza commerciale. Tali stime contribuiscono ad ampliare il quadro conoscitivo delle reti gemelle e degli attrezzi tradizionali in uso nelle marinerie e a fornire nuovi elementi di valutazione. Poiché queste stime sono basate su un esiguo numero di cale hanno un valore puramente indicativo.

Per quanto riguarda i rilevamenti effettuati con il *Sidescan Sonar*, si ritiene che lo strumento possa fornire un accurato e preciso quadro di riferimento, al fine di stimare quali-quantitativamente l'impatto fisico di tutte le attrezzature da pesca.

Tuttavia, si ritiene che il presente lavoro sia un uno studio preliminare con poche cale effettuate a causa della necessità di fornire quanto prima indicazioni gestionali e quindi i risultati non possono considerarsi definitivi.

Sarebbe utile proseguire la sperimentazione sia sui rendimenti comparativi tra la rete a strascico tradizionale e le due tipologie di reti gemelle, sia sull'impatto che tali reti causano.

A questo proposito si suggerisce di monitorare con la stessa tecnologia acustica del *Sidescan Sonar* anche altri tipi di pesca attualmente utilizzati in Adriatico quali ad esempio i rapidi o i nuovi *Light beam trawls*, recentemente

introdotti nella pesca commerciale a seguito del progetto Europeo EU-DEGREE (vd brevetto Grilli et al., 2007), oppure i solchi lasciati dal peso utilizzato nelle volanti.

Avendo la presente ricerca una indubbia valenza gestionale sulla pesca, tra i fruitori della divulgazione dei risultati conseguiti, oltre al mondo scientifico, indubbiamente interessato all'argomento, vi sono soprattutto i pescatori che è opportuno conoscano bene questa nuova attrezzatura di pesca che ha una forte conseguenza sulla redditività ed in generale sulla attività di pesca.

La presente ricerca ha dei risvolti pratici molto forti e con conseguenze che possono essere decisive sulla pesca professionale. Ben poco oggi si sa di questa tecnica e delle conseguenze che essa causa. Anche a livello internazionale le opinioni sono spesso discordanti.

Per tutti questi motivi si ritiene che l'argomento necessiti di un ulteriore approfondimento, nel senso che le reti gemelle andrebbero monitorate per un'intera stagione di pesca al fine di avere una quantificazione esaustiva dei rendimenti di pesca.

La presente indagine ha consentito di colmare obiettivamente alcune lacune esistenti circa l'impiego di reti gemelle in Adriatico evidenziando svantaggi e vantaggi di entrambe le tipologie di pesca.

Non è semplice fare valutazioni definitive considerando anche le opinioni spesso opposte provenienti dagli operatori del settore. Tuttavia la presente indagine ha consentito di colmare obiettivamente alcune lacune esistenti circa l'impiego di reti gemelle in Adriatico.

Attualmente esistono pochi studi in Mediterraneo sull'argomento per cui è difficile una valutazione razionale delle effettive potenzialità di una rete al traino di questo tipo. Tuttavia l'indagine condotta permette di elencare vantaggi e svantaggi:

Vantaggi delle reti gemelle

- In zone di secca/banco e profondità inferiori a 200 m, le reti gemelle dimostrano complessivamente una maggiore efficienza rispetto alla rete tradizionale. Al contrario quest'ultima risulta "vincente" a fondale (ad esempio nella depressione meso-Adriatica, cosiddetta dai pescatori *Fossa di Pomo*). Bisogna a questo punto precisare che le aree di fondale non sono accessibili e praticabili tutto l'anno è quindi questo uno dei motivi che ha spinto i pescatori a passare alle reti gemelle;
- per nostra esperienza (Sala et al., 2005) le reti gemelle sembrano evidenziare una migliore selettività specie-specifica, nel senso che si ha una minore cattura di specie accessorie come palamite (*Sarda sarda*), moli (*Merlangius merlangus*), sciabole (*Lepidopus caudatus*); con l'assenza quasi totale di alici (*Engraulis encrasicolus*) e totanetti (*Ommastrephidae*). Possiamo anche aggiungere che in presenza di una cattura considerevole di sciabole e/o potassoli, con la rete tradizionale non si ha più aderenza della rete con il fondo con la conseguente parziale perdita della cala di pesca;
- le reti gemelle sono molto efficienti nella cattura di specie ad alto valore economico come mazzancolle (*Melicerthus kerathurus*), gamberi (i.e. *Parapenaeus longirostris*), code di rospo (*Lophius spp*) con a volte il raddoppio della cattura;
- le reti gemelle hanno evidenziato anche una migliore selettività per taglia. Questo fatto potrebbe essere dovuto al differente piano della rete: a parità di maglia del sacco, la rete tradizionale finisce con l'ultima pezza

prima del sacco con una maglia nominale da 40 mm mentre le reti gemelle hanno una maglia nominale da 52 mm (Sala et al., 2005);

- nel caso di rottura della rete, come ad esempio avvenuto in una delle cale effettuate nella prima campagna di pesca, con la rete tradizionale si ha l'intera perdita della cattura. Con le reti gemelle si potrebbe avere soltanto la perdita di una metà di essa.

Svantaggi delle reti gemelle

- La messa a punto delle reti gemelle americane può essere molto complicata. Le problematiche più evidenti riguardano il complesso armamento che, se non ben dimensionato, può portare ad un comportamento anomalo delle reti in fase di pesca. Nonostante tutto, l'uso delle reti gemelle americane in Adriatico è aumentato durante gli ultimi anni. Molti pescatori hanno venduto il "mestiere" tradizionale (rete, divergenti, armamento della rete, etc.) per passare a questa nuova tecnica di pesca e sono restii a ritornare al mestiere tradizionale per non compiere un altro investimento nel periodo attuale di crisi economica internazionale;
- a causa del complesso armamento le spese di manutenzione delle reti gemelle sono generalmente più elevate rispetto ad una rete tradizionale;
- come evidenziato già da Sala et al. (2005), emerge che le reti gemelle, alle varie velocità di pesca, riportano uno sforzo di traino significativamente superiore rispetto alla rete tradizionale e di conseguenza anche il consumo di carburante aumenta;
- per quanto riguarda l'impatto delle reti gemelle sul fondale marino, da un'analisi preliminare ci sembra evidente che i sonogrammi ottenuti con il *Sidescan Sonar* dimostrano la presenza di solchi più profondi causati dai divergenti delle reti gemelle. Probabilmente sia l'armamento della rete che il sistema di armamento del divergente forzano i divergenti ad un angolo di attacco superiore e quindi a lavorare sfruttando maggiormente un cosiddetto effetto "binario" (*shearing effect*) e in maniera minore la loro idrodinamicità (*lift effect*). Inoltre, c'è da considerare che sia l'oscillatore che la doppia mazzetta centrale causano un solco aggiuntivo, spesso della stessa intensità di quello dei divergenti, che non si ha con la rete tradizionale;
- dai sonogrammi ottenuti con il *Sidescan Sonar* è evidente come le reti gemelle (soprattutto quelle americane) causino un sollevamento di fango superiore. Cosa che potrebbe causare problemi alle imbarcazioni che operano nelle immediate vicinanze.

Una eccessiva pressione sulle risorse si potrebbe riequilibrare riducendo le giornate di pesca con vantaggio sia per il riposo dei pescatori sia per il consumo di carburante.

In generale, non si condivide totalmente quanto affermato nell'indagine condotta da UNIMAR nel 2008 (UNIMAR, 2008) e cioè che la questione ha puramente una portata politica e sociale.

Le reti gemelle hanno dimostrato, in alcune aree di pesca, di avere un'efficienza di cattura superiore complessivamente del 30% rispetto alla rete tradizionale, e per alcune specie ad elevato valore commerciale rendimenti considerevolmente superiori. Tuttavia, in questo lavoro, si è osservata anche una differenza seppur limitata per quanto riguarda i solchi lasciati sul fondo dai divergenti e dall'oscillatore delle reti gemelle americane, superiore di circa 10 cm rispetto alla rete tradizionale.

Quanto questo impatto però sia paragonabile a quello di altre tipologie di pesca ammesse, come i rapidi ad esempio, non è stato possibile verificarlo in quanto non rientrava negli obiettivi di questa ricerca.

Sembra invece confermato quanto detto nel rapporto Unimar (2008) sulla maggiore efficienza delle reti gemelle che provoca un aumento della pressione di pesca sulle risorse. Tuttavia si ritiene che questo non deve causare la proibizione di sistemi di pesca più efficienti. Se vi dovesse essere una eccessiva pressione sulle risorse questo si potrebbe riequilibrare riducendo le giornate di pesca con vantaggio sia per il riposo dei pescatori sia per il consumo di carburante.

Ad integrazione di questo, in base all'indagine svolta, si può affermare che esiste la possibilità di intervenire tecnicamente sulle due tipologie di reti gemelle (sia americane che tradizionali) per ottenere una significativa diminuzione dell'impatto fisico dell'attrezzatura da pesca sul fondale marino, con ad esempio: l'utilizzo di divergenti più performanti, a maggiore idrodinamicità e possibilmente con un armamento adeguato; la sostituzione dell'oscillatore con un dispositivo più leggero ed altrettanto efficace, etc.

Per quanto riguarda, infine, il consumo energetico, problematica attualmente molto sentita a livello internazionale, anche in questo caso con l'inserimento di maglie dimensionalmente maggiori nella parte anteriore delle reti gemelle ed una diminuzione del diametro del filo delle maglie si potrebbe ottenere una significativa diminuzione degli sforzi di traino complessivi durante la fase di pesca e quindi del consumo di carburante.

Per tutti questi motivi si ritiene che anche questo argomento necessiti di un ulteriore approfondimento, nel senso che le reti gemelle, così come commercialmente utilizzate, andrebbero riconsiderate e modificate dal punto di vista tecnologico al fine di ottenere attraverso modifiche sostanziali una riduzione del loro impatto ambientale cercando di mantenere al tempo stesso la stessa efficienza di pesca.

7. CONCLUSIONI

L'argomento necessita un ulteriore approfondimento, le reti gemelle andrebbero monitorate per un'intera stagione di pesca al fine di avere una quantificazione esaustiva sia dei rendimenti di pesca che dell'impatto ambientale.

Le reti gemelle hanno sempre un'apertura verticale superiore, mentre se per apertura orizzontale si intende la distanza tra le due mazzette, anche questa è nettamente superiore. Se invece si intende la distanza tra i due divergenti questa è superiore nelle reti tradizionali. Queste differenze spiegano le differenze di cattura riscontrate.

I carichi necessari per il traino sono in media superiori del 23% nel caso delle reti gemelle. Questo naturalmente fa supporre che il consumo di carburante durante le fasi di pesca sia superiore nella stessa proporzione.

Per l'efficienza di pesca le cose sono ancora più complicate. Da una parte con le poche cale effettuate ed in un'unica stagione non si possono avere risultati statisticamente validi, dall'altra a seconda della zona di lavoro prevale ora una rete ora l'altra. Nel caso delle reti gemelle americane infatti si nota una maggiore cattura rispetto alla rete tradizionale nella zona a profondità inferiore ai 200 m, mentre a profondità superiore le cose si invertono.

La selettività per taglia e tra le specie delle reti gemelle sembra essere superiore, pure nell'esiguità delle cale fatte, e questo può essere dovuto al tipo di armamento della rete (piano della rete).

L'impatto fisico dell'attrezzatura sul fondo invece è, anche se di poco, superiore nelle reti gemelle americane. I solchi lasciati dai divergenti sono più profondi (una decina di centimetri in più) ed inoltre vi è un ulteriore solco lasciato dall'oscillatore centrale.

Una valutazione sulla dannosità dell'impatto fisico sul fondo non è facile. Vi sono altri attrezzi regolarmente in uso che hanno impatti fisici sul fondo forse in alcuni casi anche superiori, però mai quantizzati con precisione come in questo caso; basti pensare ai rapidi o ai pesi della volante quando queste reti vengono usate in prossimità del fondo.

Sembra infine che l'impatto fisico dell'attrezzatura sul fondo nel caso delle reti gemelle tradizionali sia meno evidente.

Le reti gemelle rispetto alle reti tradizionali quindi sembrano avere:

- a) un consumo di carburante percentualmente maggiore, confermato però da una cattura anche percentualmente superiore almeno in alcune zone ed in certe stagioni;
- b) un impatto sul fondo, da una parte inferiore dovuto alla migliore selettività per taglia e specie-specifica e dall'altra superiore per la maggiore sospensione di sedimento che non impedisce la pesca a strascico con le reti tradizionali dietro alle reti gemelle, ma disturba il pesce anche se per tempi limitati;
- c) un impatto fisico sul fondo superiore determinato da solchi prodotti dai divergenti che sono più profondi ed un solco supplementare prodotto dall'oscillatore.

8. REFERENCES / BIBLIOGRAFIA

1. Finney DJ, 1971. Statistical method in biological assay. Griffin, London: 669 pp.
2. Fiorentini L, Cosimi G, Sala A, Palumbo V, 1993. Misura dei parametri idrodinamici delle attrezzature a strascico, utilizzate dalle UU.OO. di valutazione delle risorse demersali, al fine di renderne confrontabili i risultati. Rapporto finale al Ministero della Marina Mercantile (Direzione Generale della Pesca Marittima): 151pp.
3. Fiorentini L, Cosimi G, Sala A, Palumbo V, 1994. Characteristic and performance of the fishing gears used for demersal stock assessment in Italy. *Biol. Mar. Medit.*, 1(2): 115-134.
4. Fiorentini L, Cosimi G, Leonori I, Sala A, Palumbo V, 1998a. Comparison of the performances of some Italian bottom trawls. *Biol. Mar. Medit.*, V(3): 802-812.
5. Fiorentini L, Cosimi G, Sala A, Leonori I, Palumbo V, 1998b. Further observations on the performance of the fishing gears used for demersal stock assessment in Italy. *Biol. Mar. Medit.*, V(3): 156-165.
6. Folch A, Prat J, Antonijuan J, Manuel A, Sala A, Sardà F, 2008. Simulation of bottom trawl fishing gears. A simplified physical model. In Guedes Soares & Kolev (eds) Ocean Engineering and Coastal Resources. Taylor & Francis Group, London, ISBN 978-0-415-45523-7: 921-927.
7. Grilli R, Lucchetti A, Palumbo V, Sala A, 2007. Light beam trawl with a rigid frame and tickler chains used for demersal fishing. *Patent Deposit nr. MC2007U000024*.
8. McConnaughey RA, Conquest L, 1993. Trawl survey estimation using a comparative approach based on lognormal theory. *Fish. Bull.* 91 (1): 107-118 pp.
9. Prat J, Antonijuan J, Folch A, Sala A, Lucchetti A, Sardà F, Manuel A, 2008. A simplified model of the interaction of the trawl warps, the otterboards and netting drag. *Fisheries Research*, 94: 109-117.
10. Sala A, Buglioni G, Lucchetti A, Cosimi G, Palumbo V, 2005. Environmental impact reduction of the Italian bottom trawling: twin trawls experiment. *Final Report to the Marche Regional Authority, Fishery and Hunt directorate, (Project SFOP n. 03 MI 210604 Bis)*: 97 pp.
11. Sala A, Lucchetti A, Buglioni G, 2007. The influence of twine thickness on the size selectivity of polyamide codends in a Mediterranean bottom trawl. *Fisheries Research*, 83: 192-203.
12. Sala A, Hansen K, Lucchetti A, Palumbo V, 2008a. Energy saving trawl in Mediterranean demersal fisheries. In Guedes Soares & Kolev (eds) Ocean Engineering and Coastal Resources. Taylor & Francis Group, London, ISBN 978-0-415-45523-7: 961-964.
13. Sala A, Lucchetti A, Palumbo V, Giuliani G, 2008b. Technological innovations for the Energy saving in fishery. *The Fishery News Sheet*, 05: 6-7 (in Italian).
14. UNIMAR, 2008. Indagine sulla pesca con reti a strascico gemelle, e loro importanza nel panorama alieutico nazionale. pp. 20.

9. APPENDICE I. CARATTERISTICHE TECNICHE DEI PESCHERECCI MONITORATI.

9.1. Prima campagna in mare: marineria di San Benedetto del Tronto (AP).

MP Giulio I e Davide		
Caratteristiche tecniche del peschereccio		
Lunghezza fuori tutto [m]	27.00	Loa
Lunghezza perpendicolari [m]	21.00	Lpp
Larghezza [m]	7.00	B
Altezza di costruzione [m]	3.35	D
Dislocamento [t]	193	Displ
Immersione (baseline)[m]	2.65	T
Stazza Lorda Nazionale	67.71	TSL
Gross Tonnage Internat.	134	GT
Velocità [kn]	12	V
Caratteristiche principali del motore principale		
Costruttore	Yanmar	
Potenza propulsione [kW]	380	P[kW]
Engine power [HP]	523	P[HP]
Propeller design	Fixed pitch	
Equipaggio	7	E

9.2. Seconda campagna in mare: marineria di Marano Lagunare (UD).

MP Nuovo S. Martino		
Caratteristiche tecniche del peschereccio		
Lunghezza fuori tutto [m]	15.10	Loa
Larghezza [m]	3.60	B
Gross Tonnage Internat.	14.90	GT
Caratteristiche principali del motore principale		
Costruttore	Scania	
Potenza propulsione [kW]	102	P[kW]
Engine power [HP]	140	P[HP]
Propeller design	Fixed pitch	
Equipaggio	2	E

9.3. Terza campagna in mare monitoraggio di due pescherecci commerciali a bordo della NR “G. Dallaporta”.

MP Sergente Pepper (marineria di Ancona)		
Caratteristiche tecniche del peschereccio		
Lunghezza fuori tutto [m]	16.70	Loa
Stazza Lorda Nazionale	31.0	TSL
Caratteristiche principali del motore principale		
Costruttore	Aifo	
Potenza propulsione [kW]	240	P[kW]
Engine power [HP]	330	P[HP]
Propeller design	Fixed pitch	

MP Galileo Padre (marineria Civitanova)		
Caratteristiche tecniche del peschereccio		
Lunghezza fuori tutto [m]	19.80	Loa
Stazza Lorda Nazionale	21.0	TSL
Caratteristiche principali del motore principale		
Costruttore	Scania	
Potenza propulsione [kW]	327	P[kW]
Engine power [HP]	450	P[HP]
Propeller design	Fixed pitch	
Equipaggio	2	E

10. APPENDICE II. CARATTERISTICHE TECNICHE DEL SIDESCAN SONAR.

La profondità dei solchi determinata dagli attrezzi al traino, è stata determinata in base all'entità dell'ombra generata dal fascio acustico del Sidescan sonar.

Il *Sidescan Sonar* è uno strumento che permette l'esplorazione di larghe aree di fondale marino in un tempo ristretto e viene comunemente trainato con una velocità di crociera di 2 nodi (Figura 9). Il *Sidescan Sonar* fornisce come prodotto finale un'immagine risultante dalla "mosaicatura" di tante strisce corrispondenti a successivi segnali ricevuti dal fondale in seguito all'invio di un impulso.

Il Sonar a scansione laterale, infatti, invia verso il fondo marino un segnale acustico da ciascuno dei suoi lati, a 90° rispetto alla rotta dell'imbarcazione di supporto. Le onde si propagano attraverso l'acqua e una volta giunte sul fondo del mare vengono riflesse dalle irregolarità della superficie marina e da qualsiasi oggetto giacente su essa tornando al ricevitore che registra il corpo come massimo riflettente.

Il sonar riceve i segnali di ritorno, li amplifica e li invia ad un sistema di processione dati e ad un display. Le tipiche applicazioni del sonar danno luogo a registrazioni in scala di grigio, dove i forti riflettori sono mostrati nella registrazione come aree chiare, mentre la totale mancanza di segnale di ritorno da luogo ad un'area scura.

Ovviamente l'oggetto interrompe il percorso del segnale acustico verso il fondale, provocando delle zone d'ombra (*acoustic shadow*), cioè zone in cui il segnale non arriva affatto o, se arriva, non viene rispedito al *towfish*. Tramite questo strumento è stato possibile valutare la profondità dei solchi lasciati dalle attrezzature al traino (cavi, calamanti, rete, divergenti, oscillatore o mazzette centrali, etc.) sul fondale marino.

Tuttavia, la valutazione in tempo reale dell'impatto fisico determinato dalle attrezzature al traino tramite *Sidescan Sonar* è del tutto innovativa. Fino ad ora infatti tale tecnologia è stata usata solo per monitorare vaste aree impattate e non per verificare l'impatto dello strascico in tempo reale.

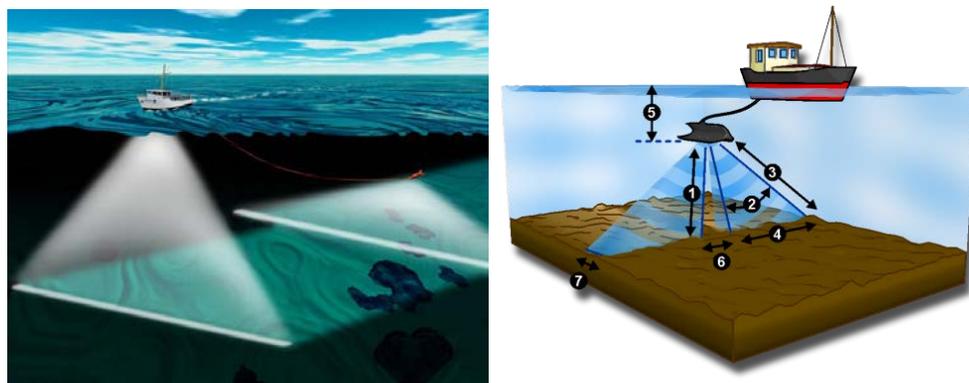
La metodologia più diffusa per monitorare i solchi generati sul fondo da un'attrezzatura al traino, consiste nel monitorare la situazione prima del passaggio dell'imbarcazione (bianco), fissare il tragitto compiuto durante il traino, attendere il depositarsi del sedimento sollevato, che altrimenti renderebbe impossibile una visione ottimale, e infine eseguire la scansione del fondo. Tuttavia, la risedimentazione del sedimento sospeso, soprattutto di quello fine (fango e *silt*), richiede diverse ore e anche più, per questo motivo, visti i tempi richiesti per la realizzazione dell'intervento, piuttosto ristretti, non è stato possibile attendere così a lungo. Pertanto, i primi tentativi si sono resi necessari per ottimizzare le procedure di investigazione ed ottenere informazioni valide.

La dimensione degli oggetti, come pure la profondità dei solchi determinata dagli attrezzi al traino sul fondo, viene determinata in base all'entità dell'ombra (*shadow*) generata dal fascio acustico del *Sidescan sonar*, come riassunto nella Figura 10.

Infine, è stata condotta una prova con telecamera subacquea, montata su una slitta trainata sul fondale, al fine di cercare di avere informazioni più dettagliate circa i solchi causati dalle due attrezzature.

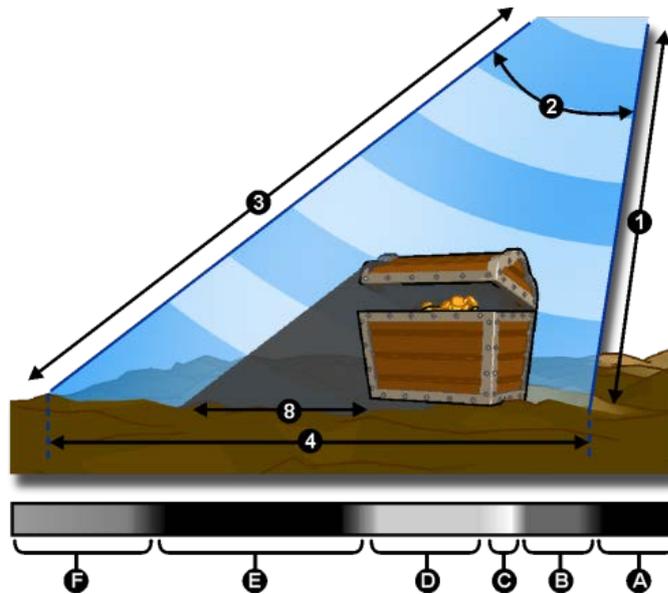
Tabella 8. Caratteristiche tecniche del *towfish* del sistema *Sidescan Sonar* (Mod. *DeepEye 340 della Deepvision AB*) utilizzato durante i monitoraggi.

Towfish DE340	
Frequenza	340 kHz
Ampiezza orizzontale del beam	0.9°
Ampiezza verticale del beam	60°
Massima profondità di azione	100 m
Lunghezza del cavo	200+ m
Interfaccia	RS485, GND, Supply, Fischer 103 DEE 4
Lunghezza	850 mm
Diametro	60 mm
Peso in aria	9 kg
Peso in acqua	6.7 kg
Materiale	Acciaio inossidabile, PVC and Poliuretano



1	Distanza interna del percorso acustico
2	Angolo verticale del <i>beam</i>
3	Range stabilito tramite software (range acustico massimo)
4	Ampiezza della scansione sul fondale
5	Profondità del towfish
6	Canale di separazione tra beam destro e sinistro
7	Ampiezza orizzontale del beam

Figura 9. Schema esemplificativo del funzionamento del *Sidescan sonar*.



1	Distanza interna del percorso acustico
2	Angolo verticale del <i>beam</i>
3	Range stabilito tramite software (range acustico massimo)
4	Ampiezza della scansione sul fondale
8	Lunghezza dell'ombra acustica, corrispondente all'altezza (profondità) dell'oggetto
A	Area prima del primo riflesso del fondale (<i>black</i>)
B	Fondale
C - D	<i>Target</i> , area ad alta riflessione (area chiara nel sonogramma)
E	Ombra acustica del target, assenza di riflessione (area scura nel sonogramma): consente di valutare le dimensioni dell'oggetto-solco
F	Fondale

Figura 10. Schema esemplificativo per la determinazione delle dimensioni degli oggetti e dei solchi tramite *Sidescan sonar*.

11. APPENDICE III. CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE ATTREZZATURE DA PESCA.

11.1. Prima campagna in mare: marineria di San Benedetto del Tronto (AP).

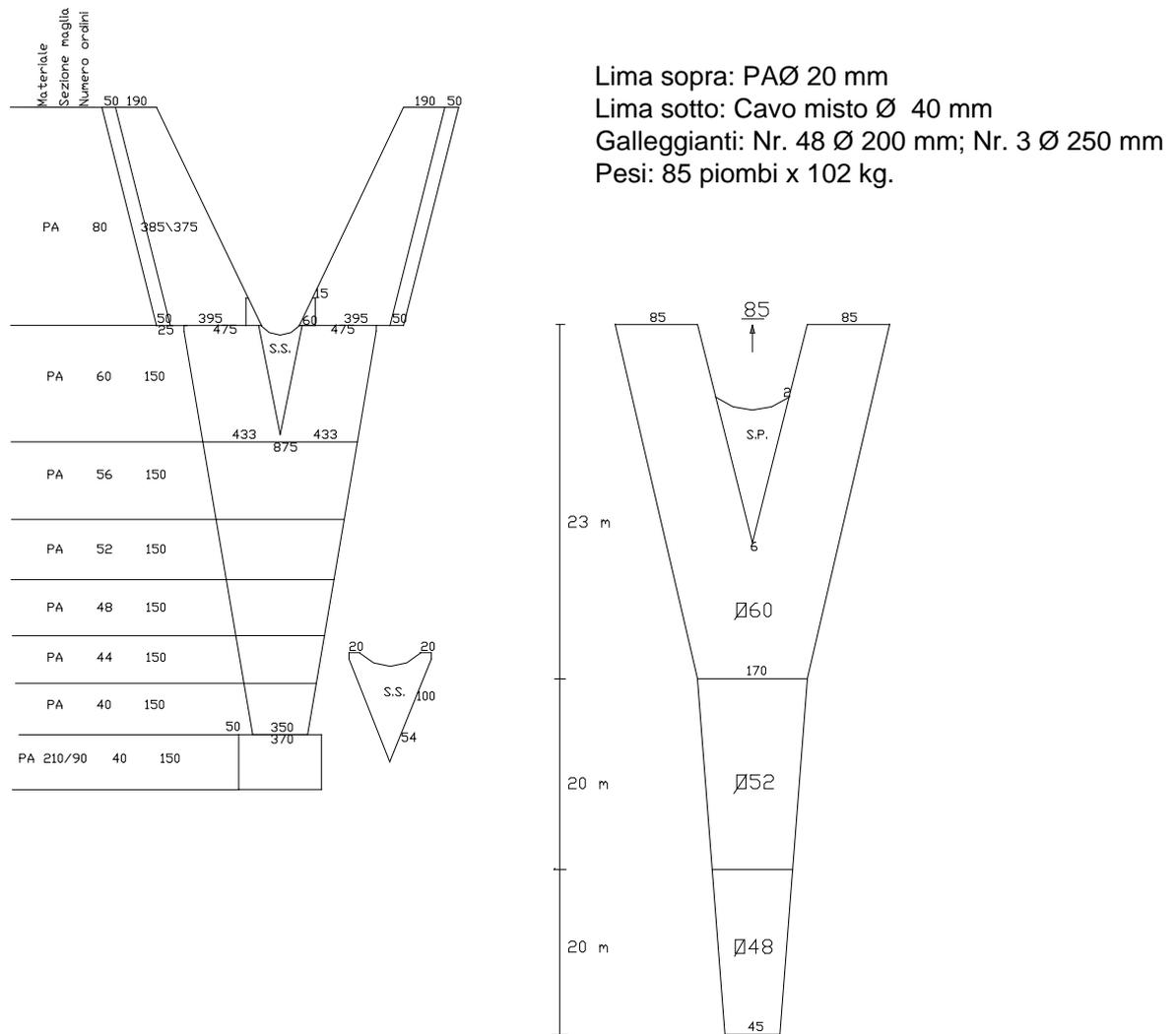


Figura 11. Piano della rete a strascico tradizionale utilizzata durante le prove in mare a bordo del MP "Davide" di San Benedetto del Tronto.

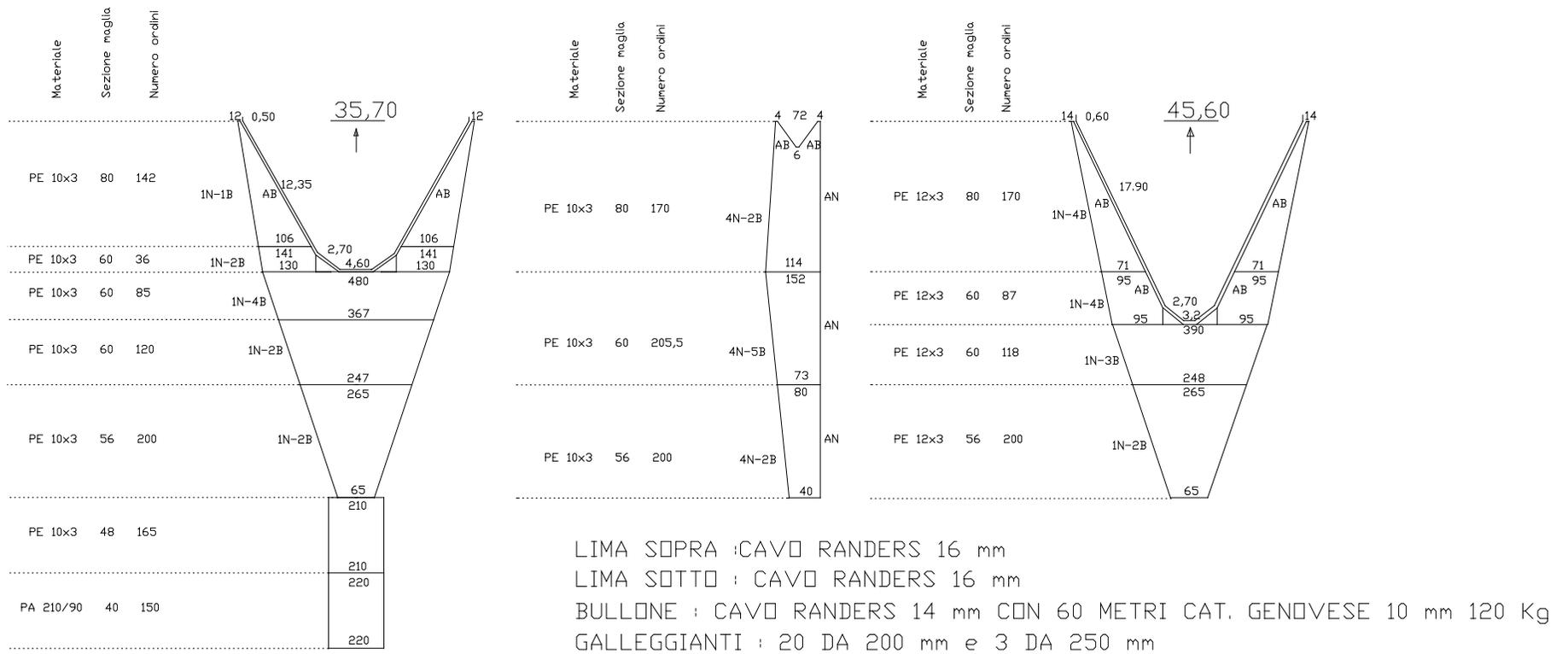
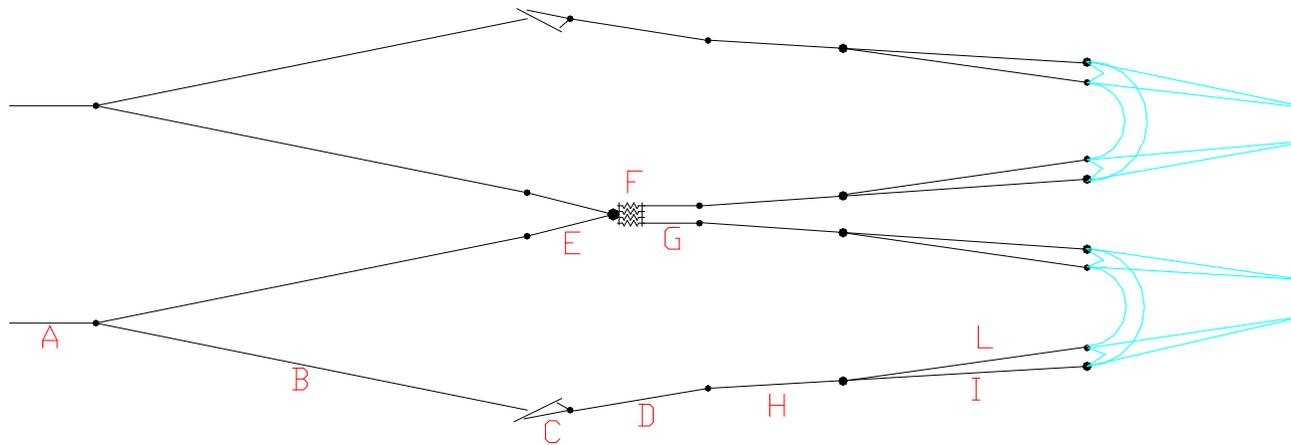


Figura 12. Piano delle reti a strascico gemelle americane utilizzate durante le prove in mare a bordo del MP "Giulio I" di San Benedetto del Tronto.



- A: FUNE ACCIAIO 114 FILI 20 mm 150 m
 B: FUNE ACCIAIO INOX 42 FILI 16 mm 70 m
 C: DIVERGENTI (MORI) TIPO Z 2,30x1,25 m; 485Kg LUNGHEZZA TRA B e D 2 m
 D: CATENA CALIBRATA 10 mm 5,90 m CON GANCI VIKING DA 5 ton.
 E: FUNE ACCIAIO 114 FILI 20 mm 4 m (LUNGHEZZA TOTALE 8 m)
 F: OSCILLATORE 170 Kg 4 FILE DA 5 MAGLIE 1,20 m
 G: CATENA CALIBRATA 10 mm 2,50 m CON GANCI VIKING DA 5 ton.
 H: CAVO MISTO 5 FILI 30 mm CON GANCI VIKING 5 T. E MAZZETTE PER VOLANTINA A 3 ATTACCHI
 I: CAVO MISTO 5 FILI 30 mm 13,50 METRI + 1,50 m CATENA CAL. 16 mm
 L: CAVO MISTO RANDERS 16 mm 15 m

Figura 13. Armamento delle reti gemelle americane utilizzate durante le prove in mare a bordo del MP "Giulio I" di San Benedetto del Tronto.

11.2. Seconda campagna in mare: marineria di Marano Lagunare (UD).

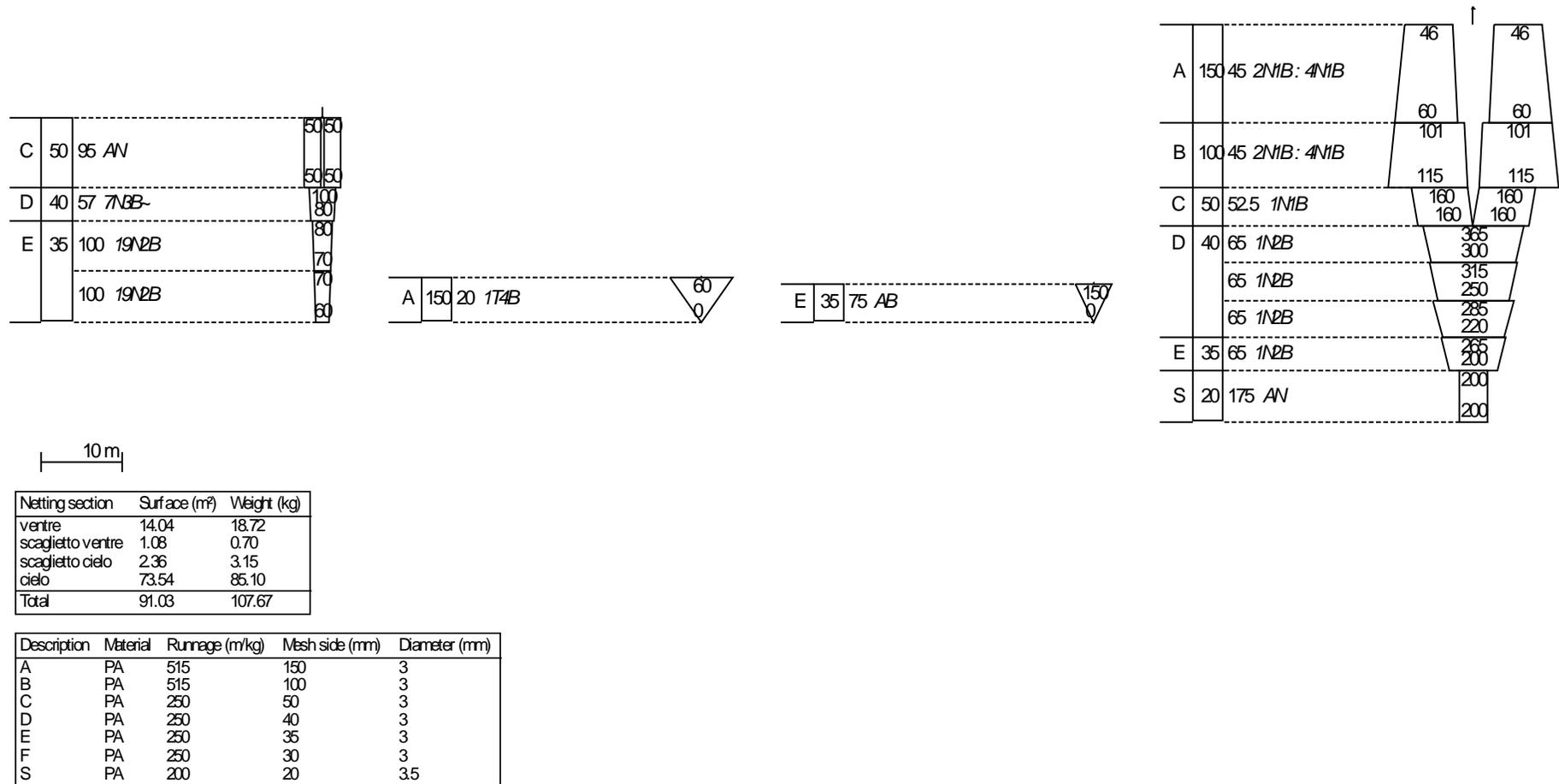
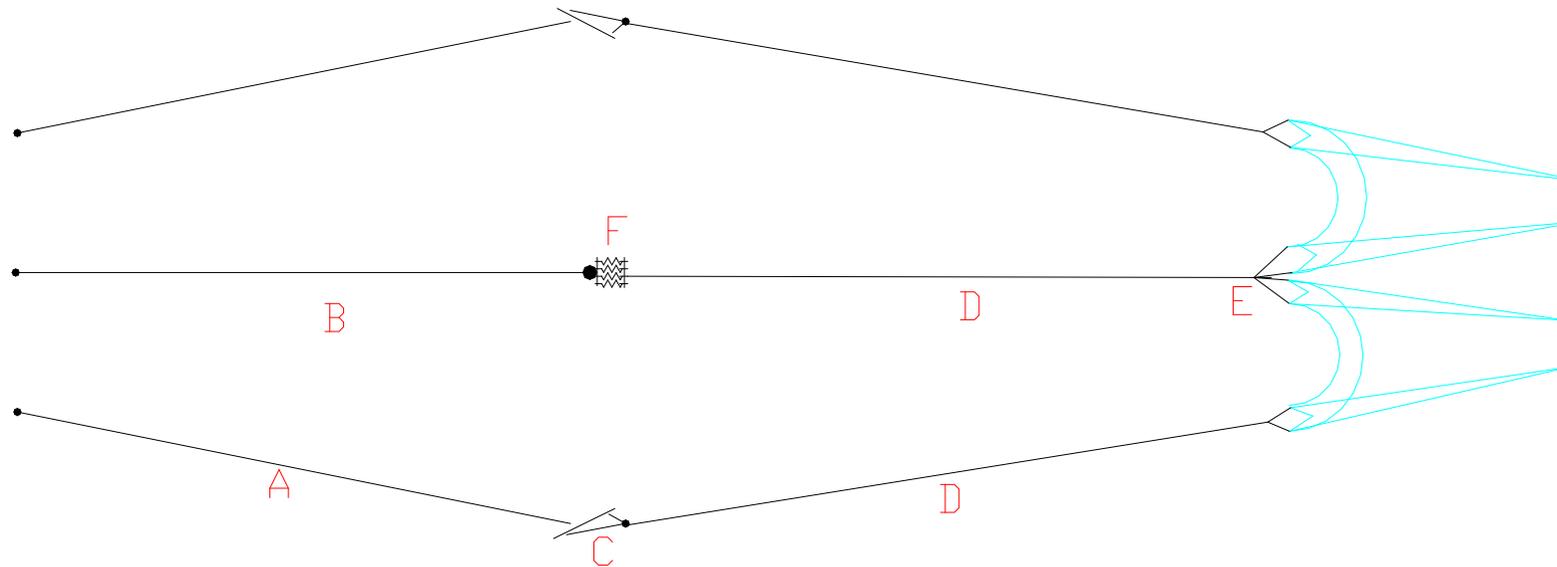


Figura 14. Piano della rete a strascico tradizionale e delle reti gemelle tradizionali utilizzate durante le prove in mare a bordo del MP "Nuovo San Martino" di Marano Lagunare (UD). Le reti gemelle tradizionali sono costituite da due reti tradizionali trainate contemporaneamente.



A: FUNE ACCIAIO 11 mm 120.0 m
 B: FUNE ACCIAIO 11 mm 118.6 m
 C: DIVERGENTI in legno 2.0x1.0 m; 90 Kg
 D: CALAMENTO MATERIALE MISTO 70 m.
 E: 2 MAZZETTE UNITE
 F: PESO 85 kg

Figura 15. Armamento delle reti gemelle tradizionali utilizzate durante le prove in mare a bordo del MP "Nuovo San Martino" di Marano Lagunare.

12. APPENDICE IV. ANALISI DEI SONOGRAMMI GENERATI DAL SIDESCAN SONAR.

Il solco provocato dai divergenti della rete tradizionale è profondo all'incirca 10-20 cm mentre quello determinato dai divergenti delle reti gemelle è di circa 20-30 cm.

Le misure dei solchi provocati dalle attrezzature a strascico tradizionale e dalle reti gemelle sono stati effettuati con il *Sidescan sonar* in due aree del Centro- e Nord-Adriatico, rispettivamente nella marineria di San Benedetto del Tronto (AP) e Marano Lagunare (UD) (Figura 16).

Successivamente, a bordo della Nave da Ricerca "*G. Dallaporta*" sono stati effettuati due ulteriori rilievi per monitorare attraverso il *Sidescan Sonar* altri due pescherecci commerciali. Il primo (MP *Sergente Pepper*) operante nella marineria di Ancona con una rete a strascico tradizionale ed il secondo (MP *Galileo Padre*) della marineria di Civitanova con una rete americana singola. Le caratteristiche tecniche principali delle due imbarcazioni vengono riportate in Appendice I.

E' stata inoltre condotta una prova sperimentale con telecamera subacquea trainata sul fondo subito dopo il passaggio delle due reti. Tuttavia, le immagini registrate non hanno consentito di trarre conclusioni definitive a causa della scarsa visibilità dovuta al fango sollevato dalle reti durante il traino.

Tutte le prove effettuate con il *Sidescan Sonar* hanno avuto esito positivo, in quanto tutte le misure previste sono state effettuate. Le successive analisi dei sonogrammi del *Sonar* hanno permesso una valutazione puntuale dei solchi causati dai divergenti, dagli oscillatori centrali e dalle reti.

Il *towfish* del sistema *Sidescan Sonar* è in grado di monitorare il fondale fino ad una profondità massima di 100 m, ed è stato quindi possibile verificare l'entità dei solchi esclusivamente entro questo limite batimetrico.

Pertanto, le reti dei due pescherecci operanti nella marineria di San Benedetto del Tronto, sono state monitorate solo nelle cale effettuate a bassa profondità, cale definite "*a banco*", mentre non è stato possibile valutare il loro impatto fisico sul fondo nelle cale effettuate all'interno della fossa di Pomo, vale a dire oltre i 200 m di profondità.

Nella condizione ottimale si dovrebbe monitorare la situazione esistente prima del passaggio dell'imbarcazione (bianco o riferimento), fissare il tragitto compiuto durante il traino, trainare l'attrezzo da pesca ed attendere il depositarsi del sedimento sollevato, che altrimenti renderebbe impossibile un rilievo ottimale, ed infine eseguire la scansione del fondo attraverso il sonar.

Tuttavia, nelle aree investigate, è stato estremamente difficile trovare aree del fondo non impattate da attività di pesca professionali che possano fungere da riferimento. Ad esempio, osservando uno dei sonogrammi rilevati a 70 m di profondità al largo di San Benedetto del Tronto si può evincere l'elevato livello di sfruttamento dell'area in questione (Figura 17).

Alcuni tentativi iniziali, quindi, si sono resi necessari per ottimizzare le procedure di investigazione ed ottenere informazioni valide.

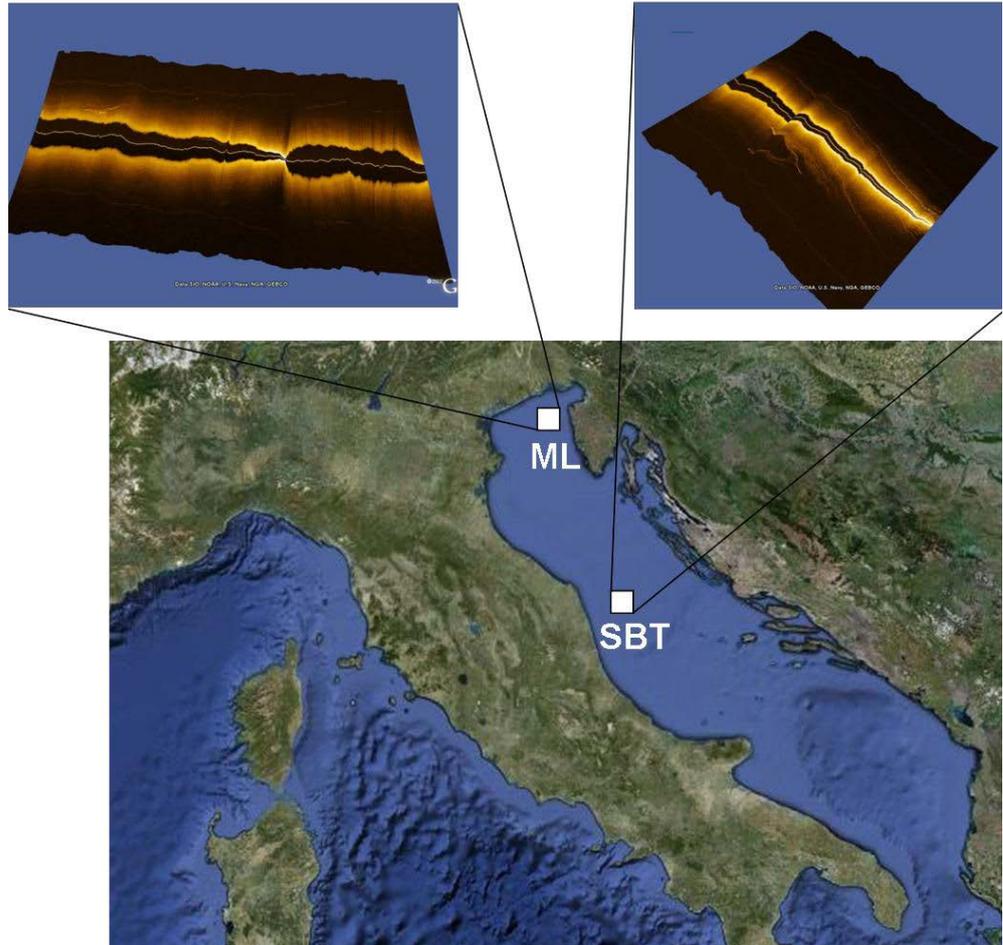


Figura 16. Localizzazione dei rilievi fatti al *Sidescan Sonar* nelle due aree investigate, San Benedetto del Tronto (SBT) e Marano Lagunare (ML).

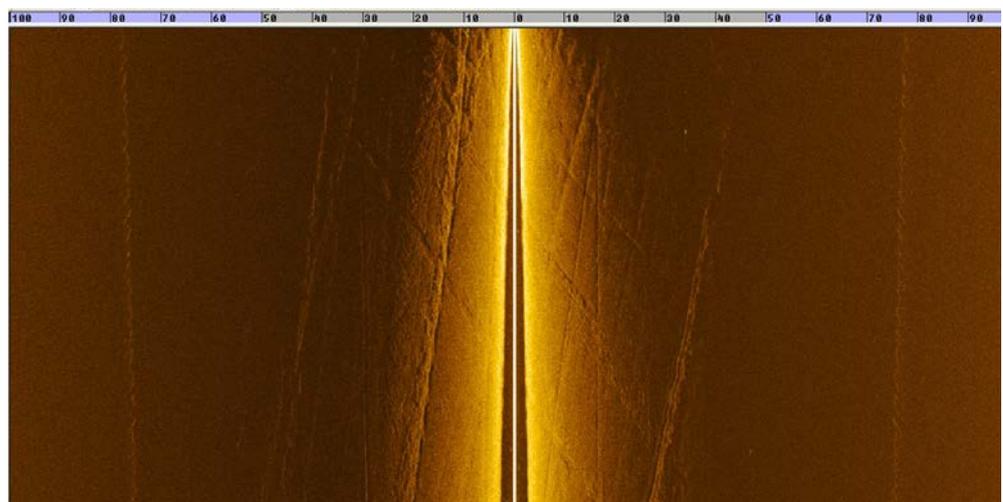


Figura 17. Scansione effettuata al largo di San Benedetto del Tronto su un fondale di circa 70 m da cui si evince l'impatto causato dagli attrezzi al treno.

I sonogrammi ottenuti in Centro Adriatico sono risultati di qualità nettamente superiore rispetto a quelli del Nord Adriatico. Infatti, i bassi fondali che caratterizzano l'area investigata a Marano Lagunare (UD), fondale in genere inferiore ai 13 m di profondità, hanno comportato che la nube di sedimento, sollevata durante il traino, rendesse di fatto estremamente difficile l'individuazione dei solchi (Figura 18).

Le analisi delle immagini ottenute al *Sidescan Sonar* a San Benedetto del Tronto sono invece risultate di buona qualità e hanno consentito di ottenere utili informazioni. Infatti sembra possibile affermare con relativa certezza, almeno per le cale realizzate a banco (entro i 100 m di fondale), che il bilanciere posto al centro delle due reti gemelle sia a contatto con il fondo durante il traino e che il solco provocato da questo ultimo sia paragonabile a quello dei due divergenti (Figura 21).

Bisogna inoltre rilevare che, a supporto dei rilievi effettuati, la distanza fra i due divergenti osservata attraverso il *Sidescan Sonar*, è risultata comparabile ai valori rilevati dai trasduttori acustici *Scanmar* (Figura 19).

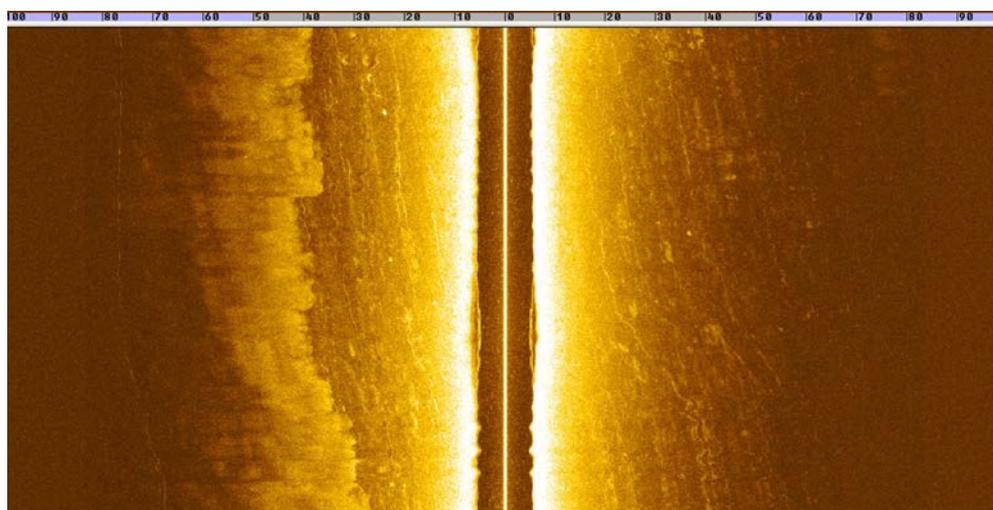


Figura 18. Sonogramma realizzato a Marano Lagunare dove risulta evidente la nube sollevata durante il traino.

La cosa era peraltro facilmente intuibile anche dal fatto che il bilanciere si presentava "lucidato" al termine di ogni cala. Non altrettanto si può dire invece per le cale effettuate oltre i 200 m di profondità, dove è presumibile che il bilanciere abbia un minore contatto con il fondo determinato dal fatto che i pescatori, per consuetudini consolidate a queste profondità, sono soliti diminuire il rapporto tra il cavo di traino e la profondità.

I solchi causati dai divergenti e dal bilanciere delle reti gemelle americane sono risultati molto evidenti (Figura 21). Il software di video-analisi ha consentito di valutare anche l'entità dei solchi, che sono risultati dell'ordine di 20-30 cm, sia per quanto riguarda i divergenti che il bilanciere (Figura 21).

L'analisi dei sonogrammi relativi delle reti a strascico tradizionali, ha evidenziato fin da subito un minor impatto sul fondo rispetto alle reti gemelle (Figura 20 e Figura 22). Dai sonogrammi emerge che i solchi determinati sia dai divergenti che dalla rete sono di minore entità.

In particolare, dalle analisi effettuate sia sulle scansioni realizzate a bordo del peschereccio commerciale di Marano Lagunare (Figura 20) che in quelle relative al MP *Sergente Pepper* di Ancona (Figura 22), è possibile osservare che il solco provocato dai divergenti della rete tradizionale è profondo in media circa 10-20 cm. In queste circostanze, dai sonogrammi ottenuti si è anche potuto misurare l'angolo di attacco dei divergenti che è risultato inferiore rispetto a quello rilevato nelle reti americane (Figura 23 e Figura 24).

Probabilmente la tipologia di rete a strascico cosiddetta "americana", sia nel caso delle reti gemelle che nel caso di reti singole, adottando dei calamenti più corti, un differente armamento della rete ed il cosiddetto paracadute, forzano i divergenti ad un angolo di attacco superiore e quindi a lavorare sfruttando maggiormente un cosiddetto effetto "binario" (*shearing effect*) e in maniera minore la loro idrodinamicità (*lift effect*). Il divergente viene così a disporsi in maniera trasversale rispetto alla direzione di traino, determinando un solco maggiore sul fondo (Figura 24).

In Figura 24 inoltre si possono riconoscere in dettaglio tutte le parti dell'attrezzatura da pesca (divergenti, calamenti, corpo della rete, sacco e perfino il cosiddetto "ciuccio" (corda legata al sacco per l'eventuale recupero posteriore della rete in caso di problemi). Il solco causato dal divergente in questo caso è di circa 20-30 cm.

Le nuvole di fango, causate dal divergente della rete americana (Figura 24), sono ben riconoscibili, tuttavia ben poco del fango sollevato entra nella rete. Ciononostante non si esclude che lo stesso fango possa causare problemi alle imbarcazioni in vicinanza di pesca.

Allo stesso tempo i sonogrammi sembrano indicare che vi è un maggiore sollevamento di fango causato dal diverso armamento delle reti americane rispetto a quello utilizzato per la rete tradizionale.

I risultati ottenuti, sebbene non definitivi, sono tuttavia indicativi della situazione e andrebbero approfonditi per un periodo di tempo più lungo con analisi che prevedano monitoraggi in diverse aree ed in diverse stagioni.

La prova ha tuttavia evidenziato la necessità di condurre l'esperimento su un periodo più lungo, in quanto la nuvola di fango sollevata dalle reti durante il traino necessita di diverse ore per depositarsi, ma, visti i tempi ristretti per condurre l'esperimento, non è stato possibile proseguire questo tipo di indagine.

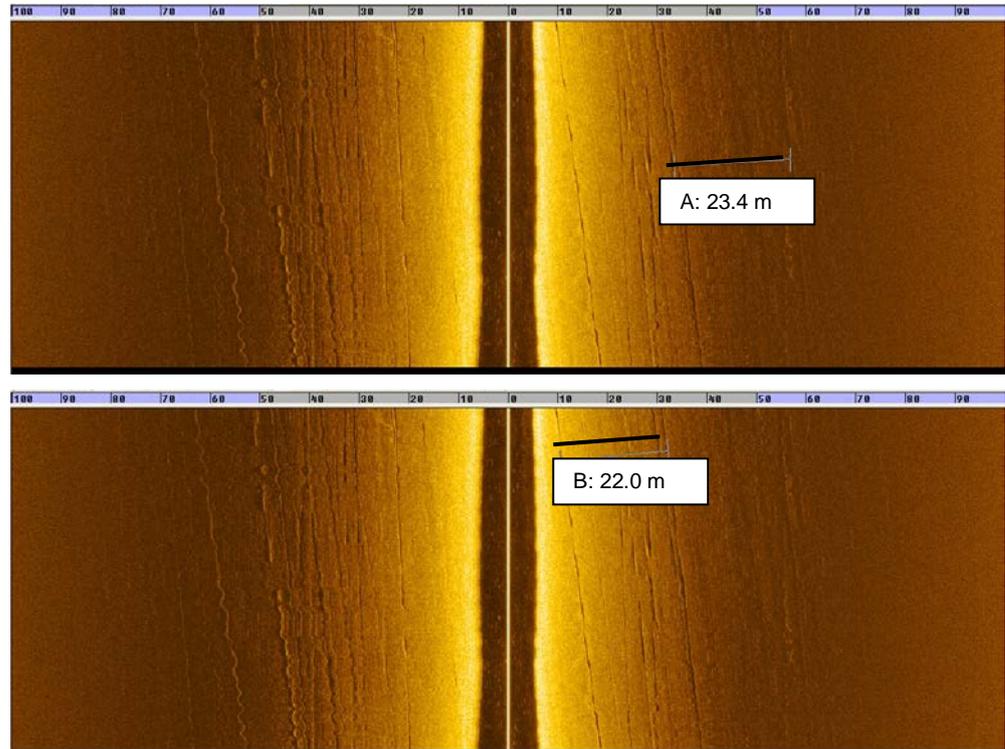


Figura 19. Sonogramma realizzato dopo il passaggio delle reti gemelle a San Benedetto del Tronto. Sono visibili i solchi causati dai divergenti, dal bilanciere e dalla rete. A (23.4 m): distanza fra il divergente di tribordo e l'oscillatore centrale; B (22.0 m): distanza fra il divergente di babordo e l'oscillatore.

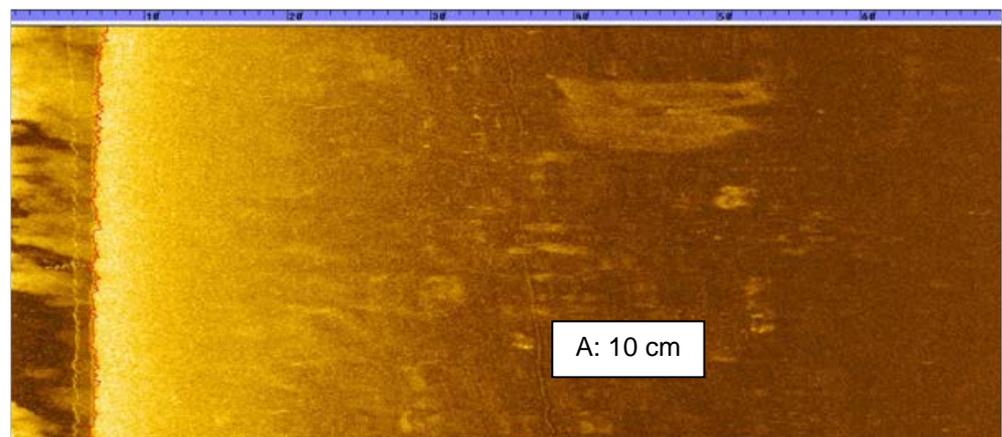


Figura 20. Profondità del solco (A: 10 cm) causato dalla rete a strascico tradizionale e rilevato nelle scansioni effettuate a Marano Lagunare.

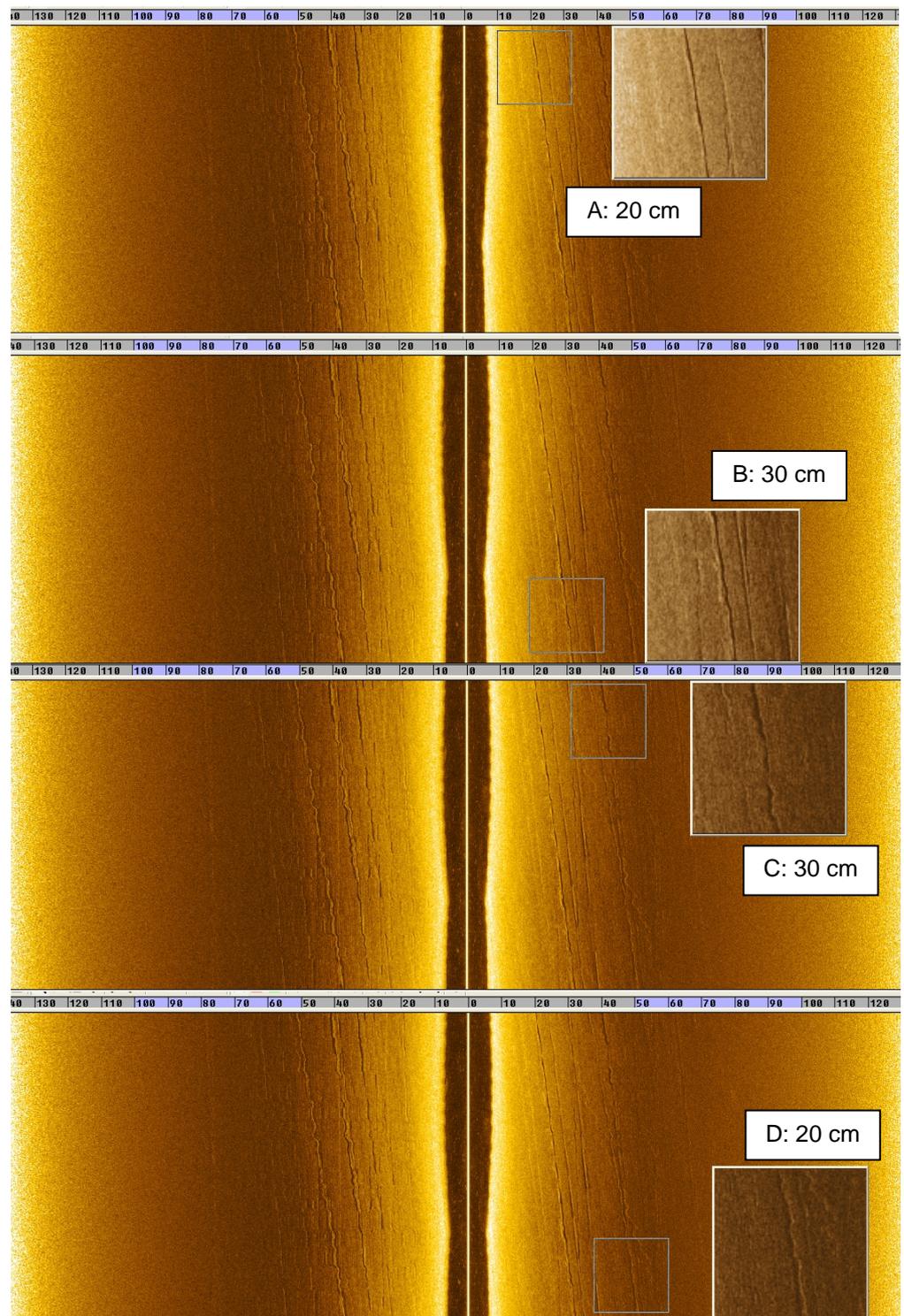


Figura 21. Profondità dei solchi causati dal divergente (A e B) e dall'oscillatore (C e D) delle reti gemelle americane a San Benedetto del Tronto.

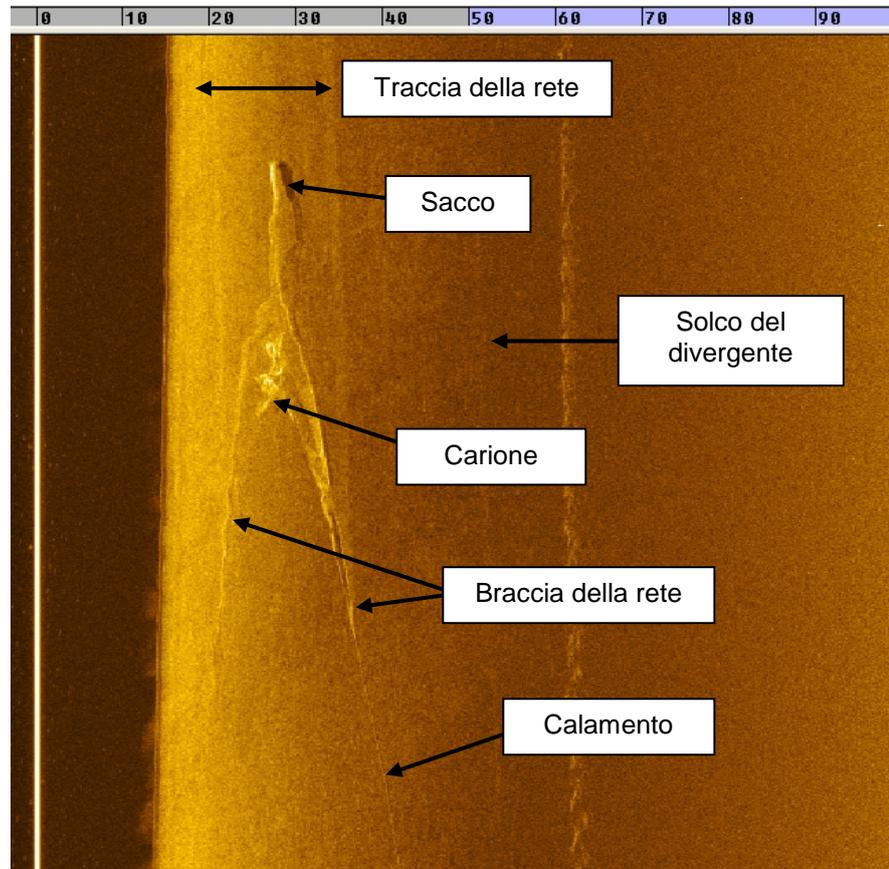


Figura 22. Impatto sul fondo esercitato dalla rete a strascico tradizionale nelle scansioni effettuate a bordo della NR "G. Dallaporta" nel monitoraggio del MP *Sergente Pepper* della marineria di Ancona.



Figura 23. Divergente della rete tradizionale del MP *Sergente Pepper* (marineria di Ancona) durante una cala effettuata in Centro Adriatico. E' possibile osservare come il divergente si disponga con basso angolo di attacco durante il traino.

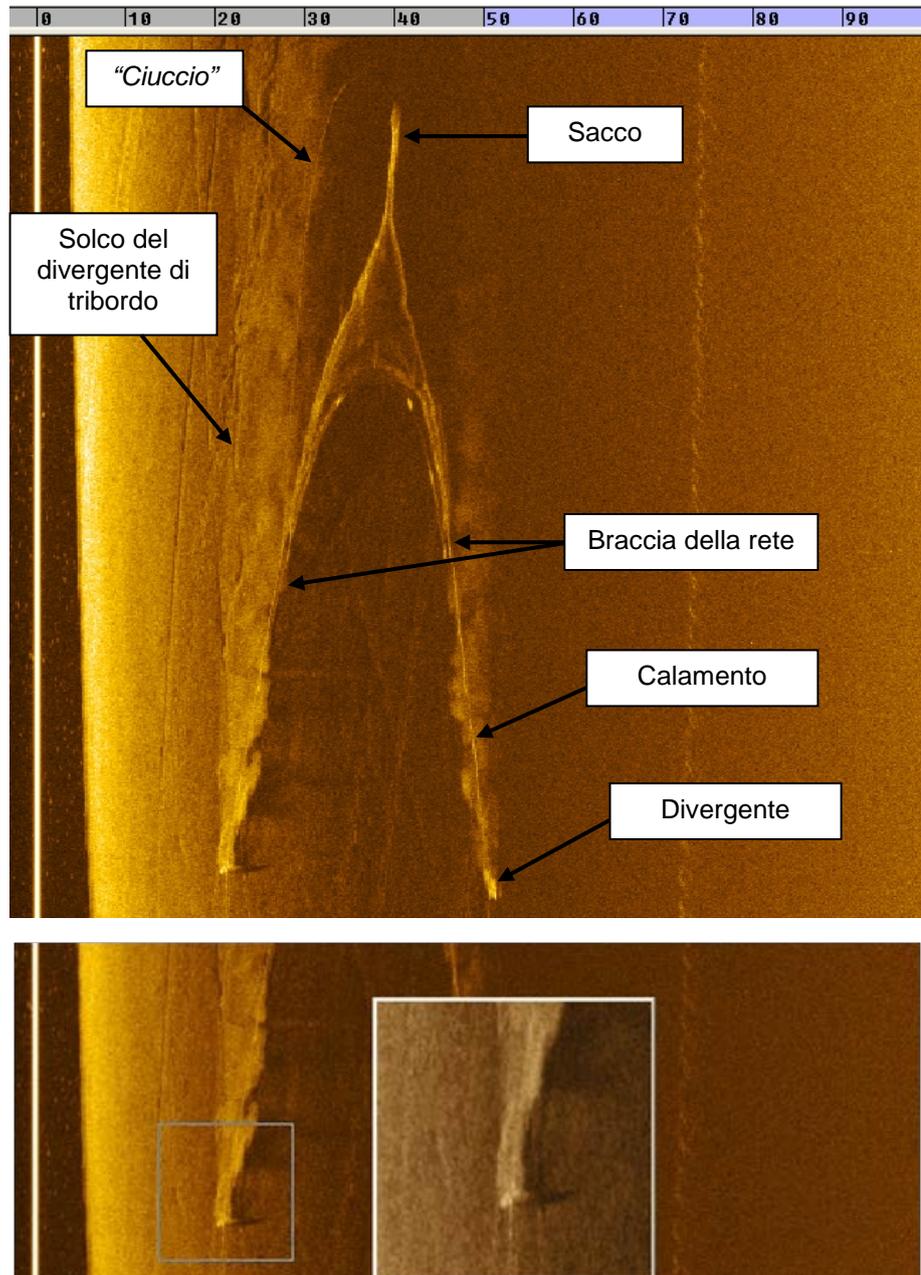


Figura 24. Rete a strascico tipo "americana" singola del MP *Galileo Padre* (marineria di Civitanova) scansionata in Centro Adriatico: è possibile osservare il maggiore angolo di attacco e l'evidente nube di sedimento sollevata durante il tratio.