

PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA



PROGETTO DEFINITIVO ALTERNATIVE AI SITI DI DEPOSITO

(Richieste CTVA del 22/12/2011 Prot. CTVA/2011/4534 e del 16/03/2012 Prot. CTVA/2012/1012)



FENICE S.p.A.
Capogruppo Mandataria
Responsabile di progetto
(Ing. M. Scarrone)

STRETTO DI MESSINA
Direttore Generale
Ing. G. Fiammenghi

STRETTO DI MESSINA
Amministratore Delegato
Dott. P. Ciucci

Firmato digitalmente ai sensi dell' "Art.21 del D.Lgs. 82/2005"

MONITORAGGIO AMBIENTALE GENERALE

MAV0139

AGGIORNAMENTO DELLO STUDIO DI SETTORE E DEL CONNESSO MONITORAGGIO
ANTE OPERAM RELATIVO AI FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI
ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)

CODICE

M A 0 0 0 0 P S D V G M A 0 1 3 9 F0

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	07/02/2012	EMISSIONE FINALE	F.Florio	L.Passaniti	M.Scarrone

NOME DEL FILE: MAV0139

revisione interna: __

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

Il presente documento è il risultato delle attività di studio e di analisi svolte sotto il coordinamento e la supervisione dei seguenti esperti:

Prof. Notarbartolo di Sciara (Supervisore)

Dott. Simone Panigada (Coordinatore)

Dott. Nino Pierantonio (Supervisore attività di campo)

Dott. Stefano Agazzi (Attività di Campo)

Dott. Arianna Azzellino (Elaborazione e restituzione dati)

Lo studio consta delle seguenti parti:

- Relazione Tecnica
- Allegato 1 – Catalogo Tursiopi
- Allegato 2 – Carte Tematiche
- Allegato 3 – Elenco Avvistamenti

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

Sommario

Avvertenza importante.....	5
1. Premessa.....	6
1.1. Cetacei costieri.....	8
1.2. Cetacei pelagici.....	10
2. Attività di campo 2010-2011.....	10
2.1. Area di studio.....	11
2.2. Metodi.....	13
2.2.1. Sforzo di osservazione pelagico.....	17
2.2.2. Sforzo di osservazione costiero.....	21
2.2.3. Monitoraggio visivo.....	24
2.2.4. Monitoraggio acustico.....	26
2.2.5. Analisi spaziale.....	31
2.3. Risultati.....	35
2.3.1. Considerazioni generali sugli avvistamenti.....	35
2.3.2. Analisi spaziale.....	46
2.3.3. Foto-identificazione individuale.....	62
3. Conclusioni e raccomandazioni.....	81
3.1. Considerazioni sull'ecologia dei cetacei della zona.....	82
3.1.1. Residenza.....	83
3.1.2. Transito.....	85
3.2. Raccomandazioni.....	89
3.2.1. Monitoraggio.....	89
3.2.2. Mitigazione degli impatti.....	91
4. Riferimenti bibliografici.....	96

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

Avvertenza importante

Questo rapporto aggiorna e integra il rapporto redatto al termine del primo semestre di campagne di ricerca sui cetacei della zona dello Stretto di Messina (Notarbartolo di Sciarra et al. 2011), che era stato presentato al termine della conclusione della prima fase del monitoraggio ante operam (MA0101). La base di dati su cui poggiano le conclusioni di questo rapporto è raddoppiata rispetto a quella che era disponibile agli autori del precedente rapporto; ove possibile, inoltre, i dati delle campagne 2010-2011 sono risultati cumulabili con quelli raccolti nel corso delle campagne del 2005-2006, il che ha ulteriormente e significativamente aumentato la robustezza tanto dei risultati quanto delle conclusioni. Infine, il presente rapporto rafforza e si avvale delle analisi in materia di ricerca bibliografica, e delle conclusioni e raccomandazioni che erano state pubblicate insieme ai risultati delle campagne del 2005-2006 (Notarbartolo di Sciarra et al. 2006), alle quali viene qui fatto ampio riferimento.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	MAV0139	Rev F0	Data 07/02/2012

1. Premessa

Il primo anno di monitoraggio *ante operam* (2005-2006) nelle acque dello Stretto di Messina ha consentito la raccolta di informazioni di base sulla presenza, abbondanza relativa, distribuzione e uso dell'habitat delle tre principali specie di cetacei presenti nell'area dello Stretto: stenella striata (*Stenella coeruleoalba*), capodoglio (*Physeter macrocephalus*) e tursiope (*Tursiops truncatus*) (Notarbartolo di Sciara et al. 2006). Di queste, le prime due si sono confermate come specie pelagiche e di scarpata nelle acque profonde immediatamente prospicienti lo Stretto, mentre è emersa la regolare frequentazione da parte di una comunità di tursiopi delle acque dello Stretto vero e proprio, nelle quali sono presumibilmente residenti.

Nel corso di quelle prime campagne di ricerca sono state anche occasionalmente avvistate tre altre specie di cetacei: il grampo *Grampus griseus*, lo zifio *Ziphius cavirostris*, e il delfino comune *Delphinus delphis*. La balenottera comune *Balaenoptera physalus*, di cui è nota la saltuaria presenza nelle acque dello Stretto, non venne mai osservata nel corso di quel primo monitoraggio.

Lo studio recentemente terminato si è proposto di rafforzare le conoscenze raccolte nel periodo giugno 2005 - maggio 2006 con supplementi di indagine sul campo volti a verificare l'esistenza di trend temporali e rendere più robuste le conclusioni tratte nel 2006, mediante l'acquisizione di nuovi dati. Durante questo secondo ciclo di campagne in mare – suddiviso in due tornate di 6 campagne ciascuna, la prima tra il 24 luglio 2010 e il 12 marzo 2011 (Notarbartolo di Sciara et al. 2011), la seconda tra il 17 aprile e il 17 ottobre 2011 (Tab. 1) - si sono registrati tre avvistamenti di balenottera comune, confermando la

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

frequentazione dell'area dello Stretto di Messina anche da parte di questa specie. Tali indagini permettono ora di fornire informazioni ecologiche e comportamentali più dettagliate sulle comunità dei cetacei presenti nello Stretto e nelle acque limitrofe, consentendo in tal modo una più accurata valutazione dell'entità dei potenziali effetti su questi animali dovuti alla costruzione ed al futuro esercizio del ponte.

Le attività portate a termine in questi 16 mesi di raccolta dati hanno previsto una ricerca focalizzata sui tursiopi nelle acque dello Stretto (Sezione 1.1), e una serie di *survey* di superficie - acustici e visivi - su un'area più ampia (Sezione 1.2), identica a quella oggetto dello studio precedente (2005-2006), dedicata soprattutto alla stenella striata, al capodoglio e ad altre specie pelagiche e di scarpata (e.g., balenottera comune, grampo, zifio, delfino comune).

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

1.1. Cetacei costieri

Il tursiopo si è confermato essere l'unica specie di cetaceo costiero regolarmente presente nelle acque dello Stretto. I dati sulla socio-ecologia della specie forniscono importanti indicazioni sul suo uso dell'habitat. Pertanto, lo studio proposto ha come scopo la descrizione in dettaglio (per quanto consentito dal tempo a disposizione, in un'area caratterizzata da condizioni meteorologiche spesso avverse) della situazione attuale, *ante operam*, della presenza ed ecologia del tursiopo nell'area di studio. Tali conoscenze, se basate su una quantità di dati sufficientemente robusta, consentiranno, in un secondo tempo, di valutare eventuali modifiche nell'ecologia degli animali studiati, sia nel corso dei lavori, sia nella fase di esercizio, fornendo allo stesso tempo le indicazioni necessarie a mettere in atto eventuali misure mitigative durante la fase di cantiere. Gli obiettivi della ricerca comprendono la descrizione delle caratteristiche ecologiche (individuazione spaziale su scala fine dell'habitat principale, del suo uso da parte degli animali, e del loro *home range*, distribuzione e dimensioni della popolazione), biologiche (riproduzione e alimentazione) e comportamentali (dimensioni e struttura dei gruppi, interazioni con attività antropiche) della comunità di tursiopi oggetto dello studio, e di eventuale stagionalità degli stessi.

Ogni mese sono stati organizzati *survey* visivi, effettuati mediante imbarcazione dedicata. Le tecniche utilizzate nel corso delle uscite in mare comprendono la foto-identificazione individuale, il campionamento comportamentale, e la raccolta di dati ambientali. Il protocollo di raccolta dei dati prevedeva un minimo di due giornate di *survey* al mese, eventualmente da raggruppare in due periodi di maggiore durata, così da aumentare la

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

consistenza del campione. Tuttavia, in considerazione della chiara rilevanza delle acque dello Stretto per l'ecologia del tursiopo, nel secondo ciclo di campagne è stata dedicata maggior attenzione allo sforzo di raccolta dati su questa specie, riconsiderando l'allocazione del tempo nave per le crociere costiere rispetto a quelle pelagiche. Per ogni gruppo di cetacei avvistati sono stati raccolti i seguenti elementi: data, ora, posizione, specie, fotografie atte al riconoscimento individuale e alla creazione di un catalogo, dimensioni e composizione del gruppo e comportamento. La ricerca ha prodotto una descrizione della distribuzione e dell'abbondanza dei tursiopi presenti nella zona mediante: a) costruzione di catalogo fotografico degli individui presenti (Allegato 1); b) predisposizione di carte tematiche (Allegato 2); c) identificazione di eventuali habitat critici in base alle variabili analizzate e selezionate dai modelli, e d) valutazione di eventuali trend stagionali. L'uso della tecnica della foto-identificazione ha, infine, consentito di applicare il metodo della cattura - ricattura (*mark-recapture*) per fornire una stima della consistenza numerica della popolazione in esame.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

1.2. Cetacei pelagici

Lo studio consiste nella descrizione degli aspetti rilevanti dell'ecologia dei cetacei pelagici della zona limitrofa allo Stretto, aumentando la significatività e la robustezza dei dati raccolti tra giugno 2005 e maggio 2006, e integrandoli con nuovi dati.

Gli obiettivi della ricerca prevedevano l'arricchimento dei dati di distribuzione, abbondanza relativa, ed uso dell'habitat delle specie che si trovano nelle acque dello Stretto e in una zona limitrofa, sia a nord che a sud dello Stretto stesso.

Il protocollo di raccolta dei dati prevedeva 12 giornate di *survey* al mese. La scelta dei transetti è avvenuta in base alle condizioni meteo-marine e allo sforzo di ricerca effettuato nelle uscite precedenti. Per ogni gruppo di cetacei avvistati sono stati raccolti i seguenti elementi: data, ora, posizione, specie, dimensioni e composizione del gruppo, e comportamento. La raccolta dei dati è stata eseguita in maniera semiautomatica, mediante l'utilizzo di software dedicato interfacciato con GPS.

La ricerca ha prodotto una descrizione della distribuzione e dell'abbondanza relativa dei cetacei pelagici avvistati durante le campagne mediante la predisposizione di carte tematiche (Allegato 2), oltre all'identificazione e descrizione di eventuali habitat critici in base alle variabili analizzate e selezionate dai modelli spaziali e alla valutazione di eventuali trend stagionali.

2. Attività di campo 2010-2011

Allo scopo di raccogliere dati originali sulla presenza, distribuzione, consistenza numerica e uso dell'habitat da parte dei cetacei nello Stretto di Messina, a partire dal mese di luglio

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

2010 è stato organizzato un regolare programma di crociere di ricerca, comprendente una serie di 11 campagne pelagiche e 7 campagne costiere, concluse nel mese di ottobre 2011.

2.1. Area di studio

L'area di studio (Fig. 1) è rappresentata da un rettangolo dalla superficie marina di circa 2.300 km². La zona è suddivisa in due sotto-aree (nord e sud) di superficie equivalente (circa 1.150 km² ciascuna). Le due sotto-aree sono divise da una linea congiungente Capo Peloro, sulla costa siciliana, con Scilla, sulla costa calabrese.

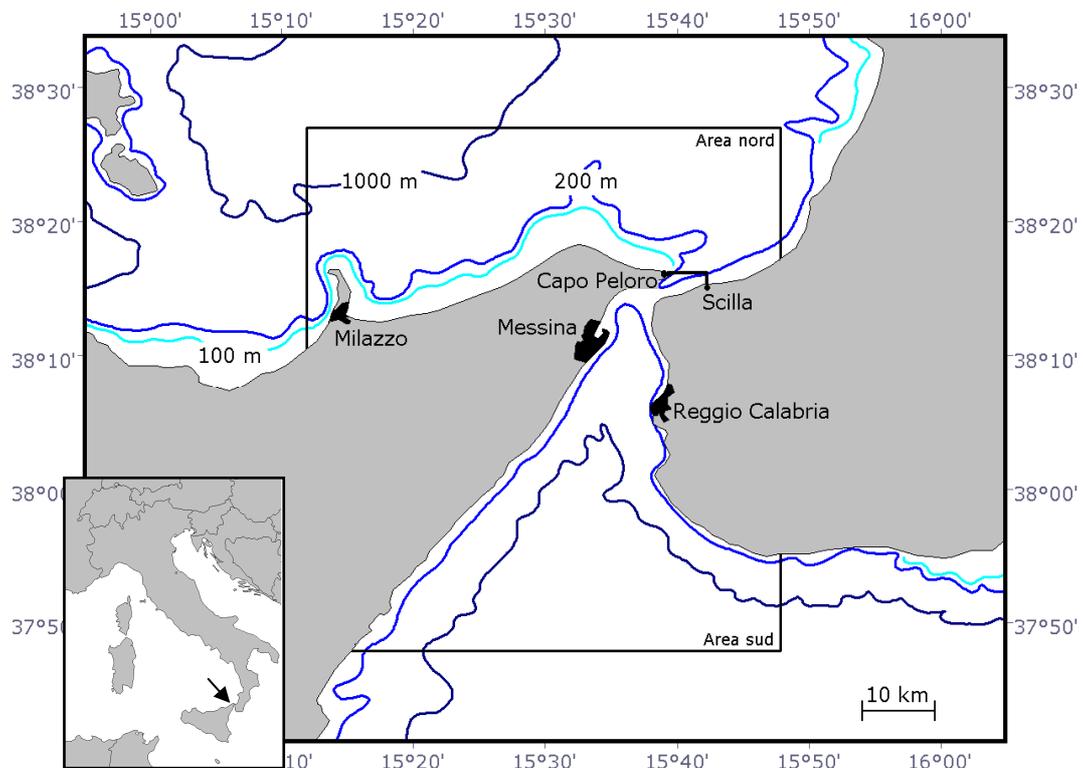


Fig. 1 - L'area di studio.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

Le due aree sono così delimitate:

- Settore Nord: delimitato a Nord dalla linea che virtualmente unisce i punti 38° 27' 0,00" - 15° 12' 0,00" e 38° 27' 0,00" - 15° 48' 0,00", ad O vest dal meridiano passante per il punto 38° 27' 0,00" - 15° 12' 0,00" ed ad Est in parte da l meridiano passante per il punto 38° 27' 0,00" - 15° 48' 0,00" e in parte dalla costa Calabrese. Il limite meridionale della suddetta area di studio è costituito dalle coste settentrionali di Calabria e Sicilia ed in parte dalla linea spezzata che unisce i punti 38° 15' 59,66" - 15° 45' 39,96" e 38° 15' 58,04" - 15° 39' 23,54".
- Settore Sud: confine meridionale è costituito dalla linea che virtualmente unisce il punto 37° 47' 60,00" - 15° 15' 17,94" al punto 37° 47' 60,00" - 15° 48' 0,00", il limite settentrionale è rappresentato dalla linea che unisce i punti 38° 15' 59,66" - 15° 45' 39,96" e 38° 15' 58,04" - 15° 39' 23,54", il limite occidentale è costituito o dalla costa Siciliana mentre quello orientale è rappresentato in parte dalla costa Calabrese e in parte dal meridiano passante per il punto 37° 47' 60,00" - 15° 48' 0,00".

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

2.2. Metodi

Le imbarcazioni utilizzate per questo studio comprendevano una barca a motore di 15 metri di lunghezza, di nome “The President” (Fig. 2a), di proprietà della Cooperativa Nautilus, utilizzata per le crociere pelagiche, ed un gommone a chiglia rigida di 5 metri di lunghezza (Fig. 2b), equipaggiato con un motore a 4 tempi da 60 hp, utilizzato per le crociere costiere. Ai fini dell’omogeneità dei metodi utilizzati nel corso degli anni, la “The President” può considerarsi un’imbarcazione dalle prestazioni identiche a quelle della “Simalù”, l’imbarcazione utilizzata nello studio del 2005-6, il che ha consentito, ove necessario, di combinare i dati del 2005-6 con quelli del 2010-11.



Fig. 2a - L'imbarcazione “The President” utilizzata per le crociere di ricerca pelagica.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	MAV0139	Rev F0	Data 07/02/2012



Fig. 2b – Il gommone “GEO I” utilizzato per le crociere di ricerca costiera.

Per la raccolta dei dati sono stati utilizzati due metodi differenti: (a) crociere giornaliere - in misura di 12 uscite al mese, lungo i nove transetti progettati per consentire la copertura omogenea dell'intera area di studio (Fig. 3) - finalizzate allo studio della diversità specifica, distribuzione, uso dell'habitat e movimenti (Cañadas *et al.*, 2005; Panigada *et al.*, 2005); e (b) crociere costiere per la foto-identificazione del tursiopo, nelle zone antistanti lo Stretto di Messina (Fig. 4). Nel primo caso di campionamento i cetacei venivano rilevati sia visivamente, sia acusticamente mediante l'uso di una cortina idrofonica trainata, nel secondo caso solo visivamente. La raccolta sistematica di dati quantitativi sui cetacei sulla base di osservazioni visive è resa possibile dalla necessità di queste specie di venire frequentemente in superficie per respirare. Il mezzo acustico offre un supporto complementare per quelle specie (in modo particolare il capodoglio) che sono in grado di immergersi per periodi prolungati (a volte superiori all'ora), il che rende più difficile la raccolta di dati quantitativi su base unicamente visiva.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

Per quanto concerne il monitoraggio pelagico, nell'area a sud dello stretto, nel Mar Ionio settentrionale, sono stati disegnati 5 transetti (A, B, C, D, E) mentre nell'area situata a nord dello stretto, nel Mar Tirreno meridionale, sono stati disegnati 4 transetti (F, G, H, I) (Figura 3).

Per quanto riguarda invece il monitoraggio costiero, sono stati disegnati un totale di 6 transetti di lunghezza variabile fino ad una distanza di 3 miglia nautiche dalla costa (Figura 4). Due di questi transetti (N1 e N2) sono situati nel settore settentrionale dell'area di studio, lungo la costa settentrionale della Sicilia e la costa occidentale della Calabria. I restanti quattro transetti sono situati nel settore meridionale dell'area di studio, due lungo la costa orientale della Sicilia (S1 ed S2) e due lungo la costa occidentale della Calabria (S3 ed S4).

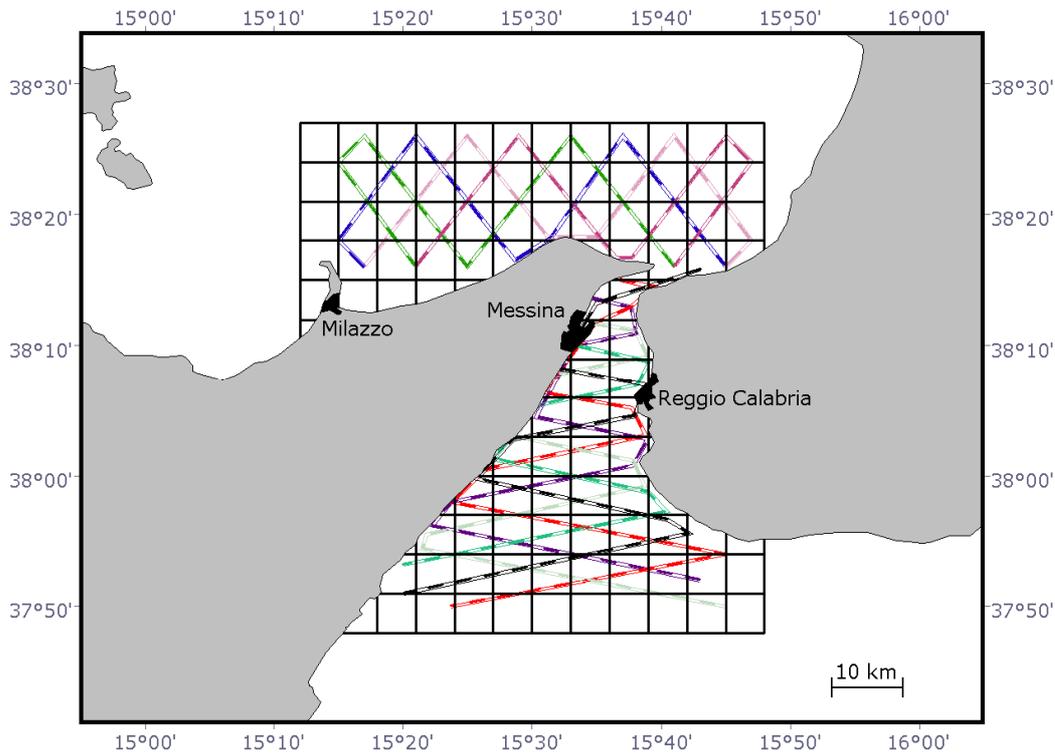


Fig. 3 - Transetti utilizzati nel corso delle crociere pelagiche. I differenti transetti utilizzati volta per volta sono rappresentati da differenti colori.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

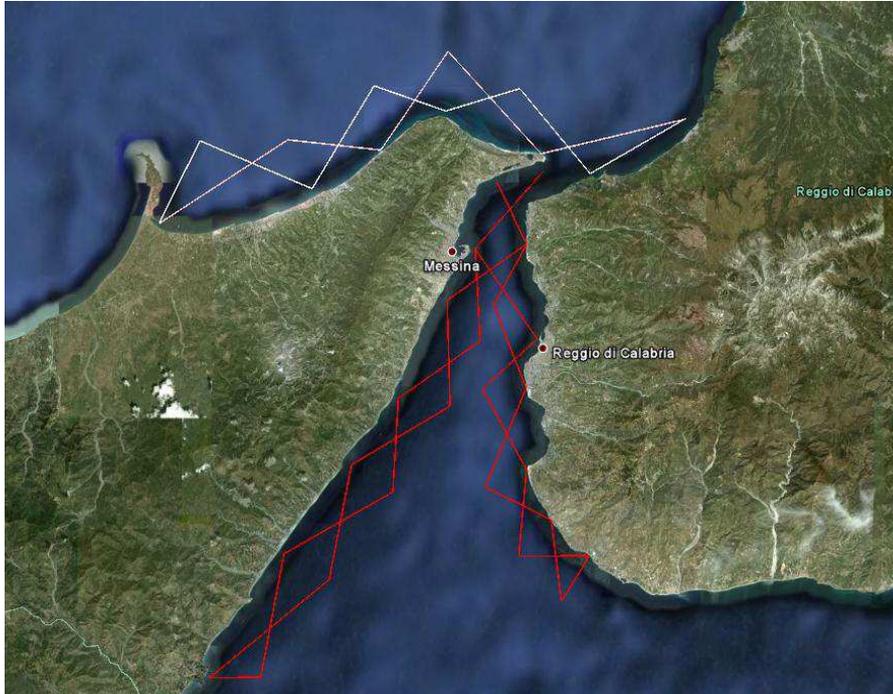


Fig. 4 – L'area di studio e i transesti costieri programmati (in rosso il settore sud e in bianco il settore nord).

La scelta dei transesti veniva determinata volta per volta in modo da garantire una copertura dell'area di studio tale da consentire l'analisi statistica dei dati e l'applicazione di modelli di analisi spaziale (Gregg e Trites, 2001; Redfern et al., 2006).

Per quanto concerne la raccolta dati di foto-identificazione a bordo di gommone dedicato, utilizzato per avvicinare gli animali ad una distanza utile per l'acquisizione di fotografie di qualità sufficiente, sono state utilizzate due macchine fotografiche reflex digitali, una Canon EOS 500D ed una Canon EOS Digital Rebel XTi dotate, rispettivamente, di teleobiettivo Canon EF 70-200mm f/2.8L IS USM e Canon EF 70-200mm f/4L USM.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

2.2.1. Sforzo di osservazione pelagico

Lo sforzo di ricerca è stato caratterizzato da condizioni meteo-marine spesso avverse, con un susseguirsi di situazioni di bassa pressione e fronti temporaleschi, che hanno portato a numerosi giorni caratterizzati da vento forte e mare mosso e agitato, rallentando di conseguenza il regolare svolgimento delle campagne in mare. Tuttavia, la sistematicità delle uscite in mare e il disegno di campionamento previsto hanno consentito una copertura omogenea dell'intera area di studio, come si evince dalla Figura 5.

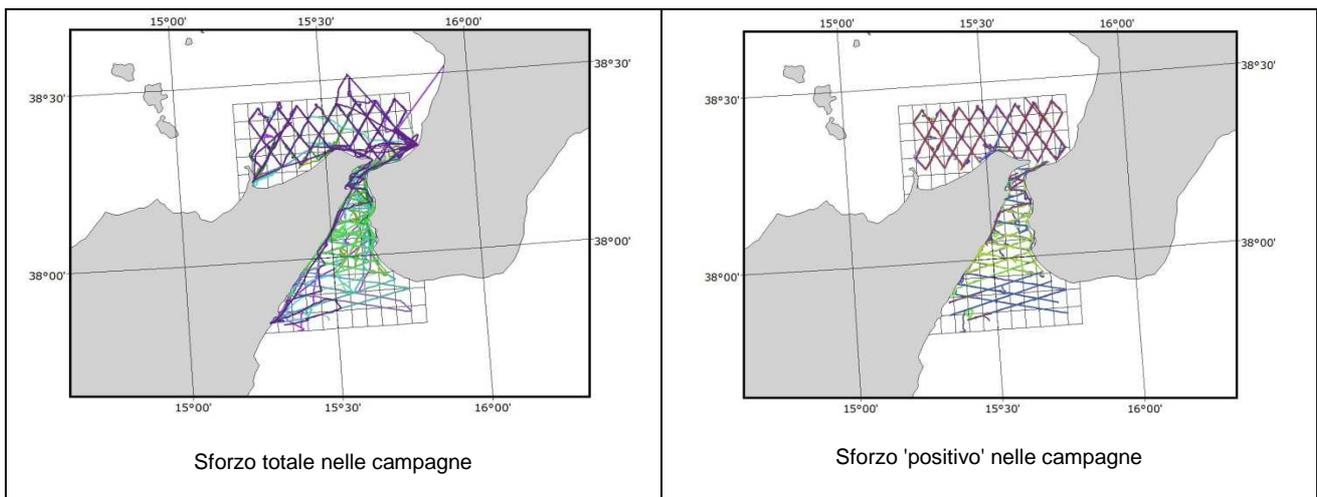


Fig. 5 - Rotte percorse nell'area di studio nel corso delle crociere pelagiche condotte tra luglio 2010 e settembre 2011 (per dettagli sulla definizione di sforzo 'positivo', v. Sez. 2.2.3).

La seguente Tabella (Tab. 1) mostra il riepilogo delle campagne effettuate:

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

	Periodo (gg)
1° campagna	24 luglio / 4 agosto (12)
2° campagna	6 – 16 settembre (11)
3° campagna	21 ottobre / 4 novembre (15)
4° campagna	18 novembre / 11 dicembre (24)
5° campagna	10 – 22 gennaio (13)
6° campagna	14 febbraio / 12 marzo (27)
7° campagna	17 aprile / 5 maggio (19)
8° campagna	15 – 26 giugno (12)
9° campagna	27 giugno / 10 luglio (14)
10° campagna	11 – 29 luglio (19)
11° campagna	22 agosto – 15 settembre (25)
12° campagna	26 settembre – 7 ottobre (12)

Tab. 1 – Dettaglio dei giorni di monitoraggio previsti/effettuati.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

La distribuzione complessiva dello sforzo di osservazione è rappresentata in Figura 6.

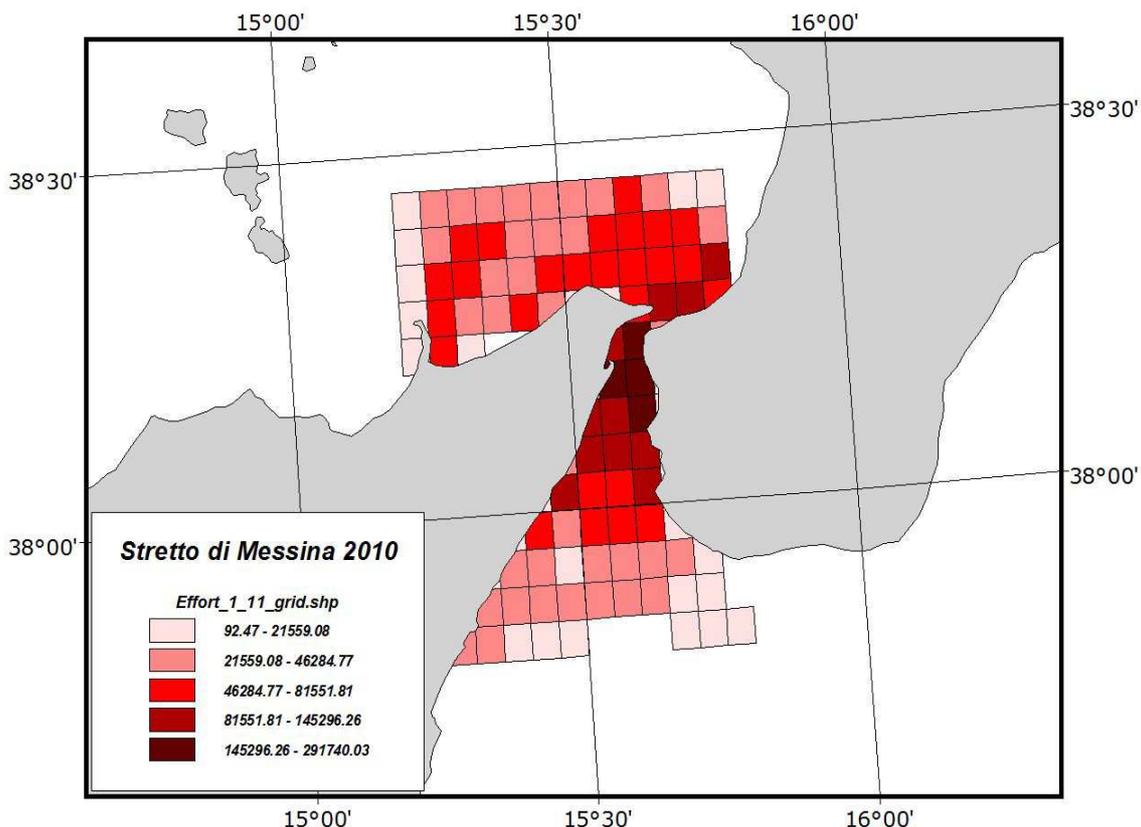


Fig. 6 – Distribuzione complessiva dello sforzo di osservazione nell'area di studio, luglio 2010 – settembre 2011. I valori delle celle rappresentano la lunghezza cumulativa del percorso per cella, espressa in metri.

La Tabella seguente (Tab. 2) riassume infine lo sforzo impegnato sul campo da luglio 2010 a settembre 2011 nella raccolta dei dati pelagici, suddivisi per tipologia di attività.

	Tipologia di attività	Miglia	Chilometri	Durata (h:m:s)
1° campagna	Navigazione/Trasferimento	211.3	391.3	34:54:06
	Ricerca Visiva e Acustica	178.6	330.8	23:15:49
	Ricerca solo Visiva	41.9	77.6	06:21:32
	Ricerca solo Acustica	4.2	7.8	42:06:00
	Osservazioni in presenza degli animali	17.6	32.6	03:19:27
	Totale	453.6	840.1	68:33:10

		Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)		<i>MAV0139</i>	Rev <i>F0</i>	Data <i>07/02/2012</i>

2° campagna	Navigazione/Trasferimento	159.8	295.9	27:40:44
	Ricerca Visiva e Acustica	141.1	261.4	20:36:20
	Ricerca solo Visiva	95.1	176.2	14:05:24
	Ricerca solo Acustica	6.1	11.3	01:39:18
	Osservazioni in presenza degli animali	5.8	10.7	02:20:24
	Totale	407.9	755.4	66:22:37
3° campagna	Navigazione/Trasferimento	100.3	185.8	15:21:41
	Ricerca Visiva e Acustica	0	0	0
	Ricerca solo Visiva	209.2	387.5	27:10:00
	Ricerca solo Acustica	0	0	0
	Osservazioni in presenza degli animali	14.07.00	27.2	04:51:02
	Totale	324.4	600.7	47:23:44
4° campagna	Navigazione/Trasferimento	17.7	32.78	2:49:00
	Ricerca Visiva e Acustica	10.3	19.07	1:43:17
	Ricerca solo Visiva	25.9	47.97	4:27:15
	Ricerca solo Acustica	0.0	0	0:00:00
	Osservazioni in presenza degli animali	1.6	2.96	1:17:00
	Totale	55.6	102.97	10:10:32
5° campagna	Navigazione/Trasferimento	83.6	154.8	13:32:25
	Ricerca Visiva e Acustica	223.8	414.4	28:48:24
	Ricerca solo Visiva	40.4	74.8	5:23:48
	Ricerca solo Acustica	14.7	27.2	2:03:02
	Osservazioni in presenza degli animali	11.9	23.1	4:03:39
	Totale	374.3	693.03	53:52:18
6° campagna	Navigazione/Trasferimento	60.9	112.6	9:58:10
	Ricerca Visiva e Acustica	116.9	216.5	14:55:38
	Ricerca solo Visiva	36.1	66.8	4:44:02
	Ricerca solo Acustica	1.9	3.5	15:54
	Osservazioni in presenza degli animali	4.2	7.9	47:23
	Totale	219.9	407.3	30:40:50
7° campagna	Ricerca Visiva e Acustica	107.70	199.40	14:00:01
	Ricerca solo Visiva	40.20	74.50	05:13:52
	Ricerca solo Acustica	0.00	0.00	00:00:00
	Osservazioni in presenza degli animali	5.90	10.90	01:03:58
	Totale	185.90	344.20	25:10:04
8° campagna	Ricerca Visiva e Acustica	0.00	0.00	00:00:00
	Ricerca solo Visiva	6.90	12.80	00:50:14
	Ricerca solo Acustica	0.00	0.00	00:00:00
	Osservazioni in presenza degli animali	0.00	0.00	00:00:00
	Totale	14.80	27.40	2:06:30
9° campagna	Ricerca Visiva e Acustica	94.70	175.50	11:45:08
	Ricerca solo Visiva	0.00	0.00	00:00:00
	Ricerca solo Acustica	0.00	0.00	00:00:00
	Osservazioni in presenza degli animali	2.20	4.00	21:29:00

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

		Totale	119.90	222.10	37:19:20
10° campagna	Ricerca Visiva e Acustica		189.00	350.00	23:41:39
	Ricerca solo Visiva		43.60	80.80	05:16:01
	Ricerca solo Acustica		0.00	0.00	00:00:00
	Osservazioni in presenza degli animali		7.80	14.40	01:18:43
	Totale		364.70	675.40	48:04:20
11° campagna	Ricerca Visiva e Acustica		258.90	479.40	33:00:33
	Ricerca solo Visiva		31.90	59.00	03:39:57
	Ricerca solo Acustica		5.20	9.70	39:19:00
	Osservazioni in presenza degli animali		11.80	21.80	03:12:30
	Totale		549.70	1017.80	116:58:01
totale	Navigazione/Trasferimento		1062.80	1967.88	170:03:45
	Ricerca Visiva e Acustica				
	Ricerca solo Visiva				
	Ricerca solo Acustica				
	Totale				

Tab. 2 – Dettaglio dello sforzo pelagico impegnato sul campo da giugno 2010 a settembre 2011.

2.2.2. Sforzo di osservazione costiero

In considerazione dell'importanza delle acque dello Stretto di Messina per l'ecologia del tursiopo, durante il secondo set di campagne in mare è stata dedicata maggior attenzione allo sforzo di raccolta dati su questa specie, riconsiderando l'allocazione del tempo nave per le crociere costiere rispetto a quelle pelagiche. La raccolta dati è stata effettuata durante 7 campagne di ricerca costiera. Nella Figura 7 vengono presentate le rotte effettuate durante questi monitoraggi costieri.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

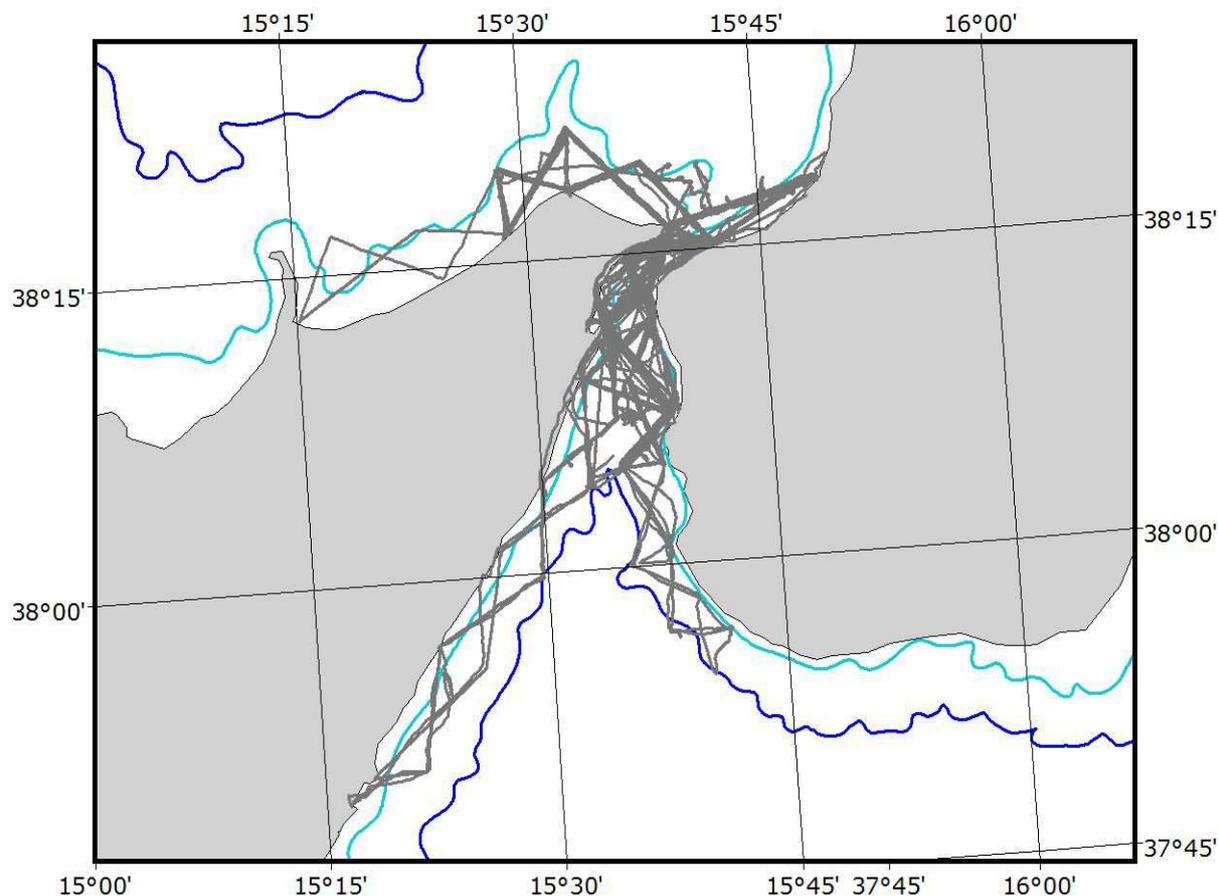


Fig. 7 - Rotte percorse nell'area di studio nel corso delle crociere costiere condotte tra novembre 2010 e ottobre 2011.

La seguente Tabella (Tab. 3) riassume lo sforzo impegnato sul campo nella raccolta dei dati costieri, suddivisi per tipologia di attività.

campagna	giorni	data	miglia nautiche	chilometri
4°	3	19/11/2010	50.38	93.30
		07/12/2010	60.48	112.00
		08/12/2010	67.76	125.50
Totale	-	-	178.62	330.80
5°	3	19/01/2011	65.87	121.99
		20/01/2011	104.65	193.82
		21/01/2011	30.44	56.38
Totale	-	-	200.96	372.19

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev F0</i>	<i>Data 07/02/2012</i>

campagna	giorni	data	miglia nautiche	chilometri
		18/02/2011	41.20	76.30
6°	4	22/02/2011	90.17	167.00
		04/03/2011	48.97	90.70
		09/03/2011	90.17	167.00
Totale	-	-	270.52	501.00
		15/06/2011	72.35	134.00
		16/06/2011	63.71	118.00
		17/06/2011	63.17	117.00
		18/06/2011	76.67	142.00
8°	10	19/06/2011	83.69	155.00
		20/06/2011	57.24	106.00
		21/06/2011	52.27	96.80
		22/06/2011	65.87	122.00
		23/06/2011	65.33	121.00
		25/06/2011	27.92	51.70
Totale	-	-	628.24	1163.50
		27/06/2011	40.87	75.70
		28/06/2011	49.41	91.50
		29/06/2011	53.29	98.70
		30/06/2011	66.95	124.00
		01/07/2011	62.63	116.00
9°	11	02/07/2011	66.95	124.00
		03/07/2011	52.86	97.90
		04/07/2011	53.29	98.70
		05/07/2011	55.62	103.00
		07/07/2011	34.40	63.70
		08/07/2011	19.49	36.10
Totale	-	-	555.78	1029.30
		18/07/2011	59.40	110.00
10°	2	19/07/2011	47.79	88.50
Totale	-	-	107.18	198.50
		27/09/2011	48.92	90.60
		28/09/2011	44.22	81.90
		29/09/2011	66.95	124.00
		30/09/2011	54.00	100.00
		01/10/2011	75.32	139.50
		02/10/2011	64.79	120.00
		03/10/2011	69.11	128.00
		04/10/2011	86.39	160.00
		05/10/2011	61.56	114.00

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

campagna	giorni	data	miglia nautiche	chilometri
		06/10/2011	66.95	124.00
		07/10/2011	57.78	107.00
Totale	-	-	696.00	1289.00
Totale complessivo	44	-	2637.30	4884.27

Tab. 3 – Dettaglio dello sforzo costiero impegnato sul campo da giugno 2010 a novembre 2011.

2.2.3. Monitoraggio visivo

Durante i turni di avvistamento due osservatori esperti erano posizionati sul ponte superiore a circa 4 metri di elevazione sul livello dell'acqua, con il compito di osservare il mare da ciascun lato dell'imbarcazione. Le condizioni nelle quali è possibile effettuare le osservazioni - complessivamente definite come "condizioni positive" - sono caratterizzate da una serie di parametri ambientali quali ad esempio la forza del vento, lo stato del mare, la velocità dell'imbarcazione, la visibilità e le condizioni meteorologiche (pioggia, nebbia), che devono necessariamente rimanere costanti durante le osservazioni al fine di poter confrontare i dati raccolti durante le diverse campagne di monitoraggio. Le osservazioni sono state effettuate con mare calmo e bel tempo, e sono state interrotte quando la forza del vento superava Beaufort 4 (velocità del vento = 7,9 m s⁻¹) o lo stato del mare superava Douglas 3 (altezza delle onde = 0,50 m, mare poco mosso), oppure in caso di insufficiente visibilità causata da pioggia o nebbia.

Le diverse tipologie dello sforzo di ricerca venivano determinate dalla partenza e dall'arrivo in porto, dall'inizio e dalla fine di un transetto, dall'alba e dal tramonto, e/o dal peggioramento delle condizioni atmosferiche.

I cetacei venivano avvistati a occhio nudo mentre la conferma dell'avvistamento e la determinazione della specie venivano effettuate con un binocolo. Gli animali erano quindi avvicinati a breve distanza per confermare la specie, le dimensioni e la composizione del gruppo, per valutare la presenza o assenza di piccoli/giovani, e – soprattutto per quanto concerne il tursiopo - per il riconoscimento individuale basato sul metodo della foto-identificazione.

Per ogni gruppo di cetacei avvistati sono state raccolte le seguenti informazioni: data, ora, posizione, specie, taglia e composizione del gruppo. La raccolta dei dati veniva eseguita in maniera semi-automatica, mediante l'utilizzo di un apposito software, Logger 2000, programmato

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

dall'International Fund for Animal Welfare (IFAW). Tale software, caricato su un computer portatile e interfacciato con GPS, consente la registrazione della posizione dell'imbarcazione a intervalli regolari, ogni 10 secondi, e l'archiviazione di tutti i dati, permettendo a posteriori il calcolo delle miglia percorse e la visualizzazione delle rotte e degli avvistamenti. I dati ambientali, quali la visibilità, la forza del vento (scala Beaufort) e lo stato del mare (scala Douglas), sono stati registrati a intervalli regolari, e ogni qualvolta si verificavano cambiamenti nelle condizioni meteo o modificazioni della rotta percorsa.

I dati raccolti sono stati quindi elaborati con il sistema geografico informativo (GIS) ArcView 3.2 per la generazione di carte tematiche.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	MAV0139	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 07/02/2012

2.2.4. Monitoraggio acustico

Specifiche tecniche. Il monitoraggio acustico passivo (PAM) della presenza di cetacei nell'area di studio è stato effettuato sia parallelamente al monitoraggio visivo sia indipendentemente da esso, in funzione delle condizioni meteo-marine e, soprattutto, in funzione del traffico navale nell'area monitorata. Quando venivano meno le “condizioni positive” per l'avvistabilità degli animali da parte degli osservatori, veniva comunque mantenuto il monitoraggio acustico, allo scopo di rilevare la presenza di cetacei ed eventualmente tracciarne acusticamente posizione e spostamenti. Per quanto riguarda quest'ultimo aspetto, particolare attenzione è stata fatta nel settore di mare compreso tra Faro e Tremestieri (costa orientale della Sicilia) e tra Pellaro e Cannitello (costa occidentale calabrese), in cui non sono mai stati effettuati monitoraggi acustici a causa dell'elevato traffico navale che avrebbe potuto causare problemi alla navigazione e all'idrofono trainato. L'utilizzo combinato di monitoraggio visivo ed acustico aumenta notevolmente la possibilità di trovare gli animali quando non sono in superficie, in condizioni meteo-marine sfavorevoli o in aree difficilmente accessibili (Watkins e Schevill, 1972; Mellinger *et al.*, 2007; Au e Hastings, 2008; Simard *et al.*, 2008; Zimmer, 2011).

Il PAM (e.g. Leaper *et al.*, 1992; McDonald *et al.*, 1995; Stafford *et al.*, 1998; Au *et al.*, 2000; VanParijs *et al.*, 2002) è stato effettuato per mezzo di una cortina idrofonica a trascinamento orizzontale costituita da due trasduttori piezoelettrici a banda larga del modello Benthos AQ-4, ognuno dotato di pre-amplificatore del modello “Magrec HP/ 02 High Quality Broadband Preamplifier”. I due idrofoni, insieme ai pre-amplificatori e ad un sensore di pressione, utilizzato per la misurazione della profondità della cortina idrofonica durante la navigazione, sono allocati all'interno di un tubo di poliuretano della lunghezza di 5 metri e riempito di olio minerale inerte. La distanza di 1 metro tra i due trasduttori all'interno del suddetto tubo viene utilizzata dal software dedicato RainbowClick (*International Fund for Animal Welfare* - IFAW) per valutare la posizione, rispetto alla barca, della sorgente sonora dei suoni che raggiungono l'idrofono grazie alla misurazione del cosiddetto “Time Difference of Arrival” (TOAD; Fig.8) (Johnson e DeGraaf, 1982; Leaper *et al.*, 1992; Gillespie, 1997; Barlow e Taylor, 2005), e quindi, in presenza di cetacei, in particolare del capodoglio, di effettuare il *tracking* passivo degli animali durante la loro immersione.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev F0</i>	<i>Data 07/02/2012</i>

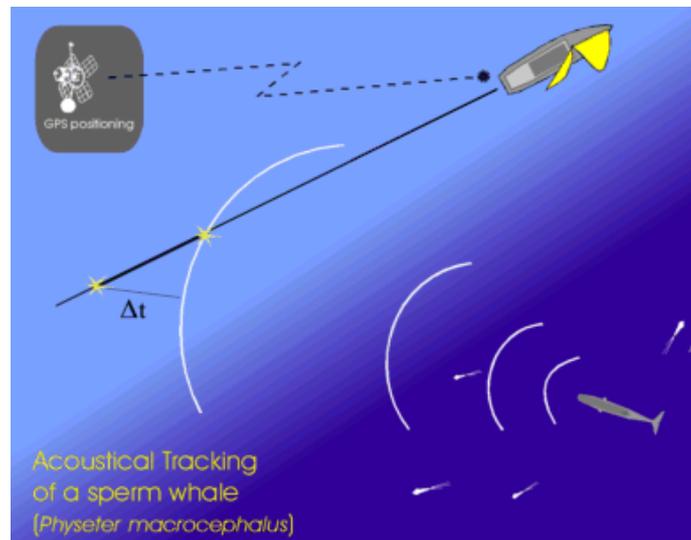


Fig.8- Rappresentazione schematica del funzionamento della cortina idrofonica.

La cortina idrofonica è completata da una cima piombata apicale per la stabilizzazione orizzontale della cortina stessa durante la navigazione e da un cavo della lunghezza di 200 m e dello spessore di 10,5 mm che collega i sensori all'imbarcazione. Questo cavo, oltre a contenere i conduttori elettrici, è dotato anche di una struttura in Kevlar della resistenza nominale di 530 kg. La cortina idrofonica così costituita e trascinata a poppa dell'imbarcazione, è collegata ad un finale di potenza stereo del modello *Magrec HP/27ST*, a sua volta connesso ad una scheda audio esterna *RME Fireface 400* con una frequenza di campionamento di 96 kHz ed una risultante frequenza di banda campionata di 48 kHz. La scheda audio era infine collegata al computer dedicato alla raccolta dati. Le specifiche tecniche della cortina idrofonica e dei singoli componenti e uno schema generale della cortina idrofonica vengono riportati rispettivamente in Tabella 4 e in Figura 9.

Cortina Idrofonica

Elements	2 x Benthos AQ4. -201 dBV re 1mPa (+/- 1.5 dB 10Hz-15kHz) effective sensitivity to >40kHz
Preamplifiers	2 x Custom built Magrec. 30dB gain. LF cut - 3dB @ 100Hz
Channels	2
Depth Sensor	Yes
Streamlined housing	10m 3 cm diameter polyurethane tube. Filled with Isopar M hydrophone oil. Hydrophone separation of 3m.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

Cable 200m screened 1twisted pair with strain member.

Connectors 19 pin Ceep IP68 waterproof

Sensori piezoelettrici

Acoustic Sensitivity dBV re 1 μ Pa \pm 1dB	201 dB
Acceleration Sensitivity dBV/G	-70 dB A; -60 dB T
Frequency Response \pm 1.5 dB	1 Hz - 15 kHz
Directivity \pm 1 d3 on axis	15 kHz
Sensitivity vs. Depth loss (a) 1,732 meters	0.8 dB
Depth – meters rated/destruct	3,300/6,600
Size – cm diameter/length	1.30/3.30
Weight – grams air/water	4.0/2.9
Capacitance – pF \pm 25%	2,400

Amplificatore di potenza

Supply Voltage	10-35 V DC
Supply current	200mA at 12 V
Input	Balanced input
Gain	0,10,20,30,40,50 dB
High Pass Filter	-6db/octave selectable 0, 40, 80, 400,1.6k, 3.2k
Output Tape	Balanced output via 3 pin XLR
Tans output	Isolated transformer output for computer via 3 pin XLR
Headphone	Dual output via ¼" jack

Tab.4– Specifiche tecniche della cortina idrofonica e dei singoli componenti.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	MAV0139	Rev F0	Data 07/02/2012

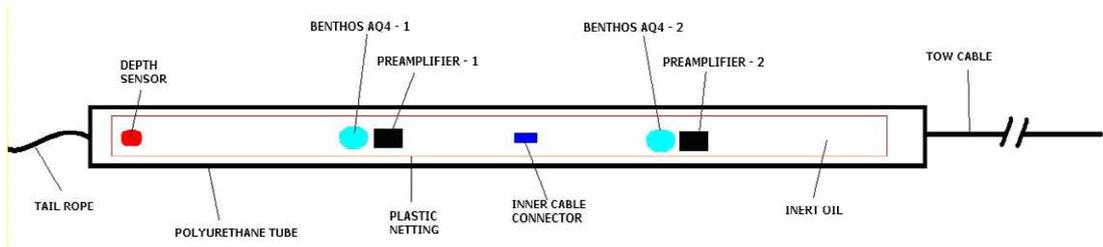


Fig.9 – Schema generale della cortina idrofonica.

Raccolta dati. La raccolta di dati acustici è stata effettuata sia durante la fase di ricerca degli animali, sia in presenza degli animali. Nel primo caso la visualizzazione in tempo reale e in continuo degli spettrogrammi dei suoni, sia di natura antropica che biologica, è stata ottenuta grazie all'utilizzo del software dedicato SeaPro, sviluppato dal Centro Interdisciplinare di Bioacustica e Ricerche Ambientali (CIBRA) dell'Università di Pavia e, contemporaneamente, registrazioni sistematiche della durata di 60 secondi ogni 10 minuti sono state effettuate utilizzando il software Tape Recorder (IFAW). In caso di rilevamento acustico di cetacei, è stato utilizzato il software dedicato RainbowClick (IFAW) (Kandia e Stylianou, 2006, 2008) per effettuare, quando possibile, il *tracking* passivo dei cetacei in fase di immersione. Durante le osservazioni in presenza degli animali, le registrazioni dei suoni prodotti e la loro visualizzazione grafica in tempo reale sono state effettuate con il software SeaPro (CIBRA).

Durante le campagne di monitoraggio nelle acque nello Stretto di Messina per le quali è stato possibile utilizzare la cortina idrofonica, sono state effettuate 967 registrazioni sistematiche della durata di 1 minuto per un totale di 16h7' e circa 26.1GB di dati.

Registrazioni specifiche in presenza dei cetacei sono state effettuate durante due avvistamenti di stenella striata ed un avvistamento di capodoglio. In quest'ultimo caso un gruppo di almeno 5 individui è stato registrato per circa 2h, 4' nelle vicinanze degli animali stessi e subito dopo l'immersione di due di loro; sono stati registrati esclusivamente cosiddetti "*click regolari*" (Fig.10). Non sono state registrate le tipiche vocalizzazioni denominate "*creacks*" prodotte durante la ricerca di cibo o suoni caratteristici dei gruppi sociali (Watkins e Schevill, 1977; Gordon, 1987, Weilgart e Whitehead, 1988, 1993; Møhl *et al.*, 2000, Pavan *et al.*, 2000; Teloni, 2000; Whitehead, 2003). È stata registrata però una serie di 7 "*coda 6R /////*" considerata non comune nel Mediterraneo (Pavan *et al.*, 2000; Whitehead, 2003).

La Figura 11 mostra invece lo spettrogramma di alcuni fischi e click registrati durante un

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

avvistamento di stenella striata (Ostwald *et al.*, 2003; Gitter, 2009).

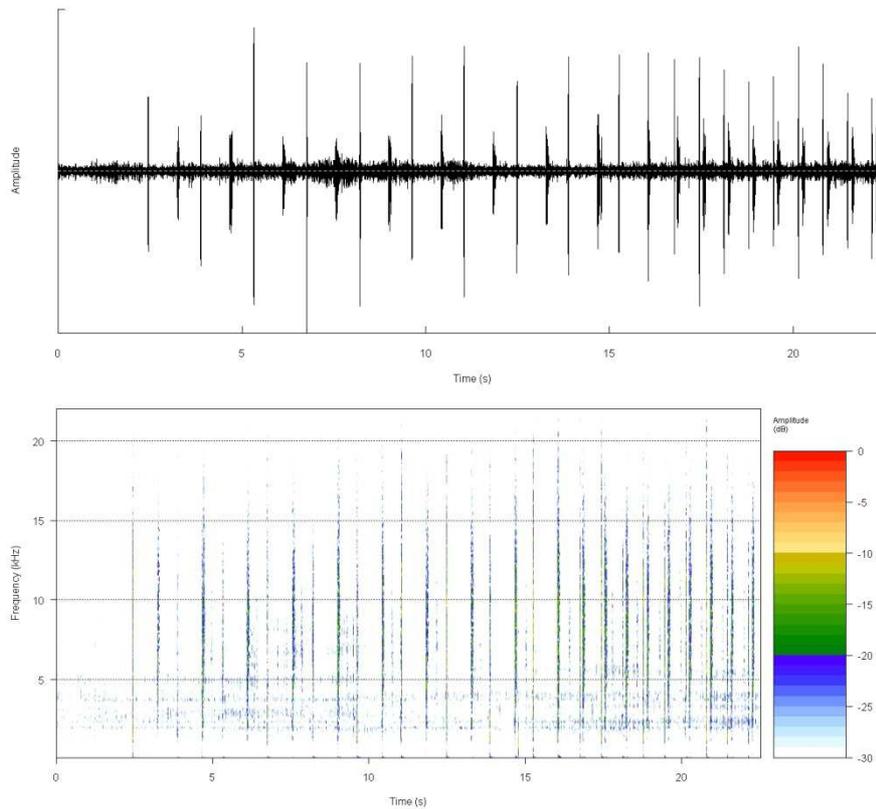


Fig. 10 – Click regolari prodotti da tre capodogli; il riquadro superiore mostra la forma d'onda, mentre il riquadro inferiore mostra lo spettrogramma.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

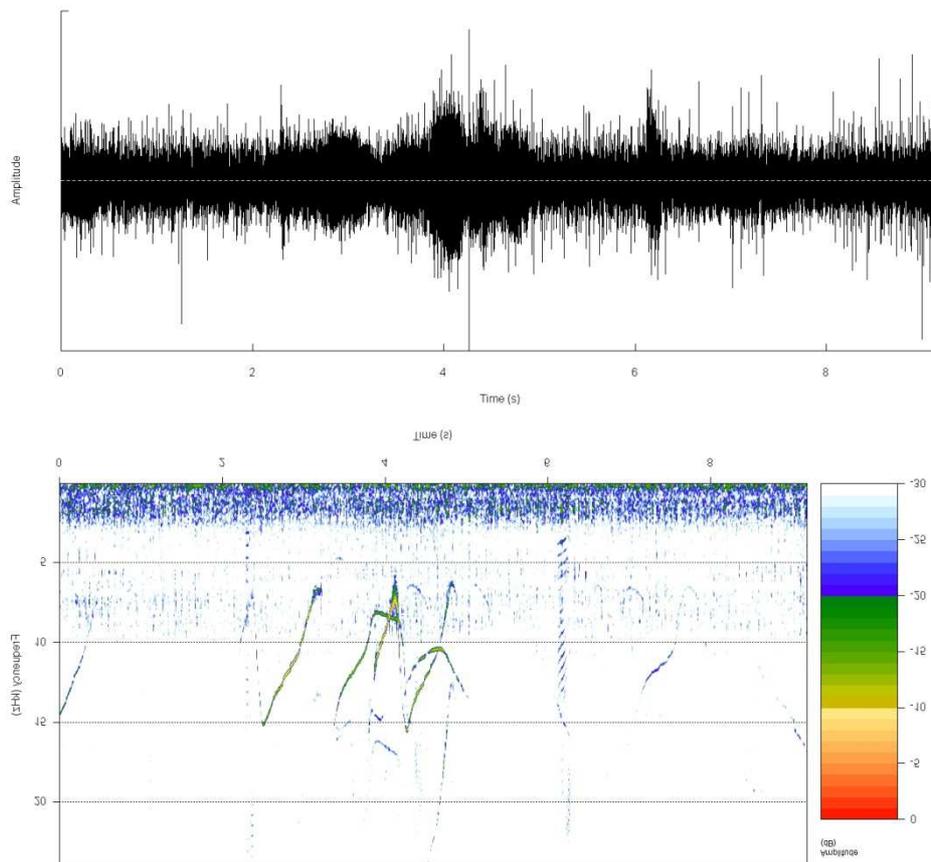


Fig. 11 – Click e fischi prodotti da un gruppo di stenelle striate; il riquadro superiore mostra la forma d'onda, mentre il riquadro inferiore mostra lo spettrogramma.

2.2.5. Analisi spaziale

Grazie a questo tipo di analisi, la distribuzione spaziale delle diverse specie viene analizzata e correlata alle variabili fisiografiche e ai parametri ambientali disponibili attraverso le reti di rilevamento remoto (*remote sensing*). I risultati di seguito presentati sono stati ottenuti attraverso un'analisi di regressione logistica (Afifi e Clark, 1996).

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

In questo particolare tipo di regressione la variabile dipendente y è di tipo dicotomico e assume i valori 0 (assenza della specie in una particolare cella) e 1 (presenza della specie in una particolare cella). Il modello logistico calcola la probabilità p che la variabile y assuma valore 1 correlandola con un set di variabili indipendenti (predittori) secondo la formula:

$$p = \frac{e^{X\beta}}{1 + e^{X\beta}}$$

Il modello logistico viene linearizzato attraverso la cosiddetta trasformazione *logit*.

$$\text{logit}(p) = \ln\left(\frac{p}{1-p}\right)$$

ovvero il rapporto logaritmico tra la probabilità di presenza p e la probabilità di assenza $1-p$. Questa trasformazione rende la regressione logistica un caso particolare di modello lineare generalizzato (GLM) avente come funzione link la funzione *logit*.

$$\text{logit}(p) = \beta_0 + \beta_1\chi_1 + \beta_2\chi_2 + \beta_3\chi_3 + \dots + \beta_k\chi_k = X\beta$$

La stima della probabilità di p avviene quindi effettuando la stima dei parametri del GLM (che si ottiene utilizzando il metodo di massima verosimiglianza) ed effettuando successivamente la trasformazione inversa dell'operatore *logit*. Per via della

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev F0</i>	<i>Data 07/02/2012</i>

trasformazione *logit*, l'interpretazione dei coefficienti β della regressione viene in genere presentata in base all'*odds ratio*, ovvero la loro trasformazione esponenziale $Exp(\beta)$. L'*odds ratio* rappresenta l'incremento, nella scala delle probabilità *logit*, determinato dall'incremento di ciascun predittore. Maggiore è il suo *odds ratio*, maggiore è l'importanza del predittore.

L'analisi spaziale della distribuzione delle diverse specie utilizza quale unità di analisi le celle della griglia 1.5 x 1.8 km. Una caratteristica di questo approccio analitico è la necessità di un bilanciamento delle celle 'assenza' (in genere molto più numerose) rispetto alle celle 'presenza' di modo che il gran numero di zeri presenti nell'analisi non "distorca" le stime dei modelli. Per questo studio le matrici di analisi di presenza/assenza sono state quindi bilanciate estraendo per ciascuna specie un campione casuale di zeri (celle di assenza) corrispondente al numero delle celle di presenza.

Le matrici di presenza/assenza così prodotte sono state analizzate in base a descrittori fisiografici (profondità e pendenza analizzati attraverso le statistiche descrittive di cella) e, in base a predittori ambientali ricavati da dati telerilevati (clorofilla-a e temperatura superficiale). La selezione del miglior set di predittori è stata effettuata attraverso una procedura di analisi *stepwise* basata sulla statistica di *Wald* (Hosmer e Lemeshow, 2000). La bontà di ciascun modello viene valutata mediante la matrice di confusione che incrocia le previsioni del modello con i dati osservati di presenza/assenza. In questo tipo di matrici le celle vengono classificate come presenza o assenza in base alla previsione di probabilità: se la probabilità è superiore a 0,5 la cella è classificata come 'presenza', viene

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

invece classifica come 'assenza' quando inferiore. I risultati dell'analisi spaziale vengono di seguito riportati specie per specie.

Per concludere, nelle sezioni seguenti del documento, i dati di avvistamento sono stati utilizzati per calibrare i modelli spaziali qui sopra descritti e generare delle previsioni sull'uso dell'habitat di stenella striata, tursiope e capodoglio. Tali modelli potranno successivamente servire nella pianificazione del monitoraggio in corso e post operam, e per comparare le attuali (= ante operam) distribuzioni e scelta dell'habitat da parte di queste specie con quelle delle fasi successive.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev F0</i>	<i>Data 07/02/2012</i>

2.3. Risultati

2.3.1. Considerazioni generali sugli avvistamenti

Dati 2010-2011

Nel corso delle undici campagne di ricerca pelagica e delle sette campagne di monitoraggio costiero sono stati complessivamente effettuati 71 avvistamenti di cetacei (Tab. 5), appartenenti a sei specie: balenottera comune, stenella striata, tursiope, capodoglio, grampo e zifio. Dai dati si evince che due specie di delfini (stenella striata e tursiope) predominano per frequenza di avvistamento, mentre le altre specie sono rare nell'area di studio.

specie	numero di avvistamenti	%	taglia media del gruppo	SE
stenella striata	37	52.2	15.0	2.1
tursiope	25	35.2	10.4	1.4
balenottera comune	3	4.2	1.0	0.0
capodoglio	2	2.8	3.0	2.0
zifio	2	2.8	1.0	0.0
grampo	2	2.8	7.5	5.5
Totale	71	100	-	-

Tab. 5 – Sommario degli avvistamenti di cetacei.

L'ubicazione degli avvistamenti è riportata nelle seguenti figure. Gli avvistamenti sono avvenuti sia durante le campagne pelagiche (Fig. 12), sia nelle campagne costiere (Fig. 13).

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

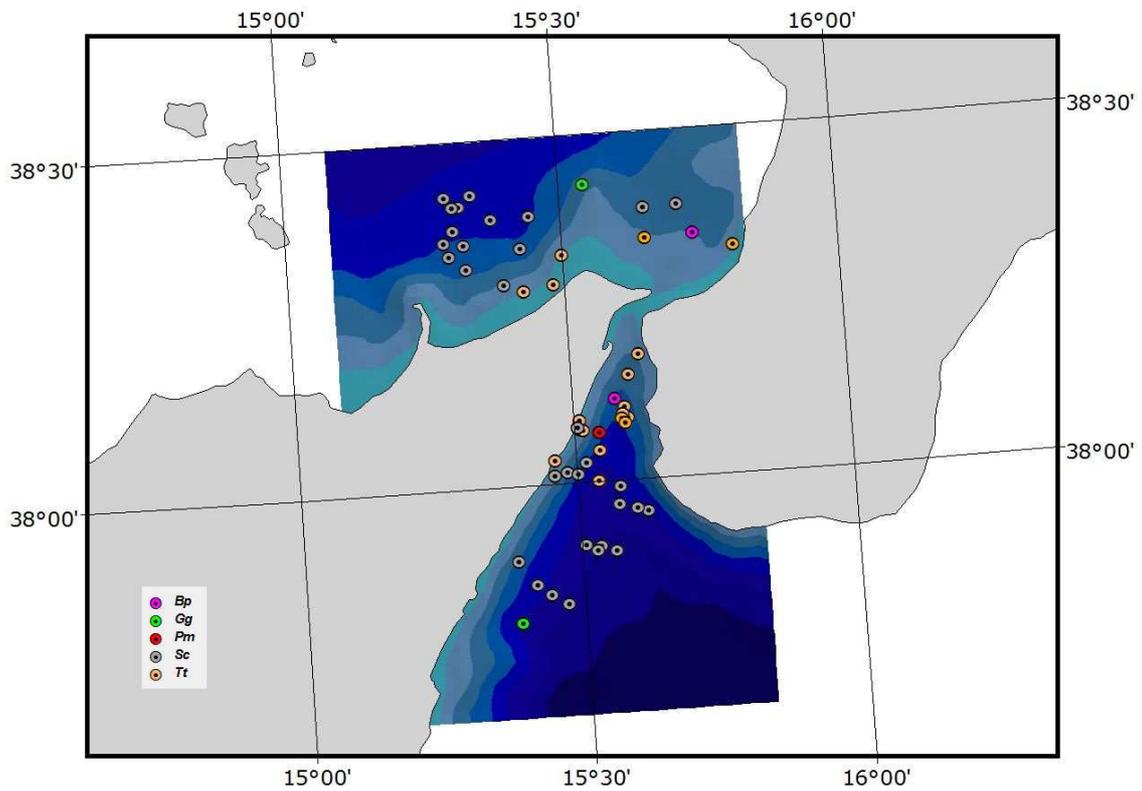


Fig. 12–Distribuzione geografica degli avvistamenti di cetacei durante le campagne pelagiche (Bp: balenottera comune; Gg: grampo; Pm: capodoglio; Sc: stenella striata; Tt: tursiope).

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

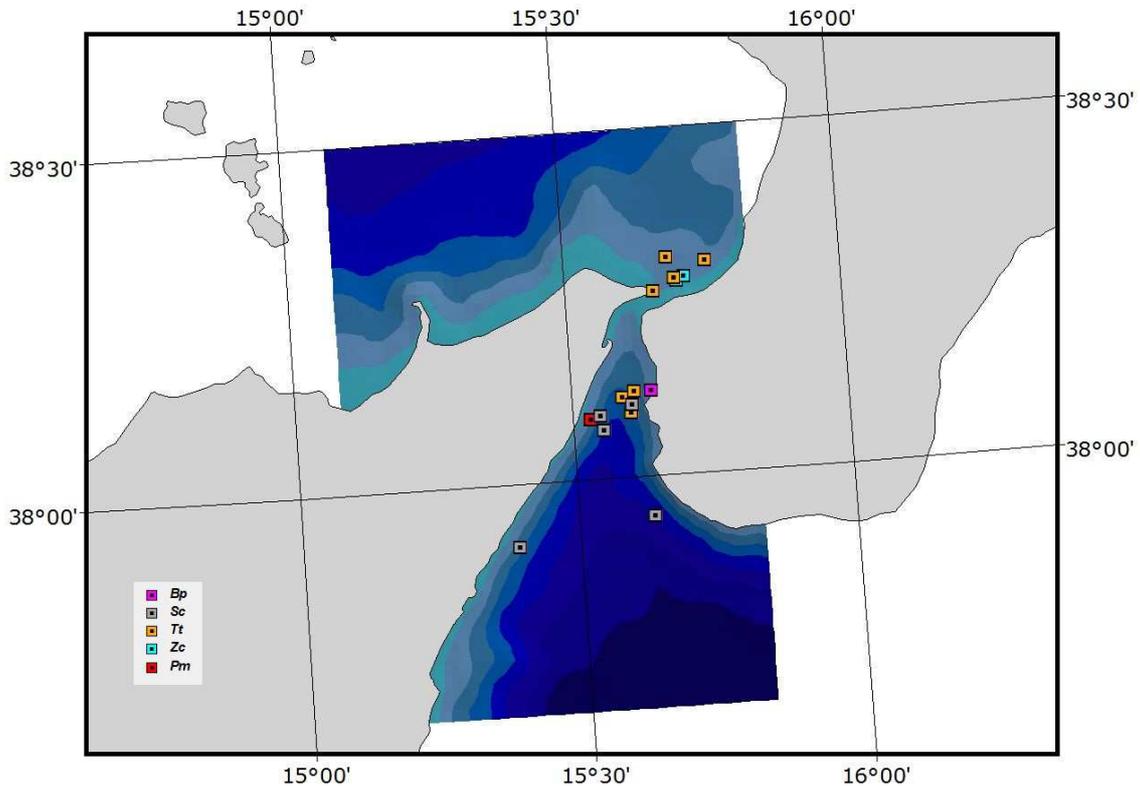


Fig. 13 – Distribuzione geografica degli avvistamenti di cetacei durante le campagne costiere (Bp: balenottera comune; Sc: stenella striata; Tf: tursiope; Zc: zifio; Pm: capodoglio).

Il 56.6% degli avvistamenti sono avvenuti nell'area sud (Mar Ionio) e il rimanente 43.4% nell'area nord (Mar Tirreno).

Gli avvistamenti sono elencati nella Tabella seguente (Tab. 6), suddivisi per specie, area (nord e sud) e data di osservazione; per un dettaglio delle posizioni dei singoli avvistamenti si rimanda all'Allegato 3 di questo rapporto.



**Ponte sullo Stretto di Messina
Progetto Definitivo**

**FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI
ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA
(Report conclusivo- Anno 2011)**

MAV0139

Rev
F0

Data
07/02/2012

Data	Settore	# Avvistamento	Specie	Monitoraggio
		Totale/Specie		
28/07/2010	N	001/Sc001	Stenella striata	Pelagico
28/07/2010	N	002/Sc002	Stenella striata	Pelagico
29/07/2010	S	003/Tt001	Tursiope	Pelagico
30/07/2010	S	004/Tt002	Tursiope	Pelagico
02/08/2010	S	005/Gg001	Grampo	Pelagico
03/08/2010	S	006/Tt003	Tursiope	Pelagico
06/09/2010	N	007/Sc003	Stenella striata	Pelagico
07/09/2010	N	008/Sc004	Stenella striata	Pelagico
10/09/2010	S	009/Tt004	Tursiope	Pelagico
11/09/2010	S	010/Tt005	Tursiope	Pelagico
13/09/2010	S	011/Sc005	Stenella striata	Pelagico
14/09/2010	S	012/Sc006	Stenella striata	Pelagico
21/10/2010	S	013/Tt006	Tursiope	Pelagico
22/10/2010	S	014/Tt007	Tursiope	Pelagico
27/10/2010	S	015/Tt008	Tursiope	Pelagico
29/10/2010	N	016/Tt009	Tursiope	Pelagico
02/12/2010	S	017/Pm001	Capodoglio	Pelagico
08/12/2010	S	018/Sc007	Stenella striata	Costiero
10/01/2011	S	019/Sc008	Stenella striata	Pelagico
17/01/2011	N	020/Tt010	Tursiope	Pelagico
18/01/2011	N	021/Sc009	Stenella striata	Pelagico
18/01/2011	N	022/Sc010	Stenella striata	Pelagico
18/01/2011	N	023/Tt011	Tursiope	Pelagico



**Ponte sullo Stretto di Messina
Progetto Definitivo**

**FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI
ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA
(Report conclusivo- Anno 2011)**

MAV0139

Rev
F0

Data
07/02/2012

		# Avvistamento		
19/01/2011	S	024/Pm002	Capodoglio	Costiero
19/01/2011	S	025/Sc011	Stenella striata	Pelagico
20/01/2011	S	026/Sc012	Stenella striata	Pelagico
20/01/2011	S	027/Sc013	Stenella striata	Pelagico
20/01/2011	S	028/Tt012	Tursiope	Pelagico
21/01/2011	S	029/Tt013	Tursiope	Costiero
14/02/2011	S	030/Tt014	Tursiope	Pelagico
18/02/2011	S	031/Sc014	Stenella striata	Costiero
03/03/2011	S	032/Tt015	Tursiope	Pelagico
10/03/2011	N	033/Sc015	Stenella striata	Pelagico
11/03/2011	N	034/Sc016	Stenella striata	Pelagico
20/04/2011	S	035/Sc017	Stenella striata	Pelagico
20/04/2011	S	036/Sc018	Stenella striata	Pelagico
20/04/2011	S	037/Sc019	Stenella striata	Pelagico
20/04/2011	S	038/Sc020	Stenella striata	Pelagico
20/04/2011	S	039/Sc021	Stenella striata	Pelagico
20/04/2011	S	040/Sc022	Stenella striata	Pelagico
29/04/2011	S	041/Sc023	Stenella striata	Pelagico
29/04/2011	S	042/Tt016	Tursiope	Pelagico
19/06/2011	N	043/Tt017	Tursiope	Costiero
25/06/2011	N	044/Tt018	Tursiope	Costiero
27/06/2011	S	045/Tt019	Tursiope	Costiero



**Ponte sullo Stretto di Messina
Progetto Definitivo**

**FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI
ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA
(Report conclusivo- Anno 2011)**

MAV0139

Rev
F0

Data
07/02/2012

		# Avvistamento		
01/07/2011	S	046/Tt020	Tursiope	Costiero
01/07/2011	N	047/Zc001	Zifio	Costiero
03/07/2011	S	048/Sc024	Stenella striata	Costiero
03/07/2011	S	049/Sc025	Stenella striata	Costiero
04/07/2011	S	050/Bp001	Balenottera comune	Costiero
08/07/2011	N	051/Tt021	Tursiope	Costiero
09/07/2011	N	052/Sc026	Stenella striata	Pelagico
10/07/2011	N	053/Sc027	Stenella striata	Pelagico
11/07/2011	N	054/Sc028	Stenella striata	Pelagico
14/07/2011	S	055/Bp002	Balenottera comune	Pelagico
14/07/2011	N	056/Tt022	Tursiope	Pelagico
26/07/2011	S	057/Tt023	Tursiope	Pelagico
26/07/2011	S	058/Sc029	Stenella striata	Pelagico
27/07/2011	S	059/Sc030	Stenella striata	Pelagico
27/07/2011	S	060/Sc031	Stenella striata	Pelagico
28/07/2011	S	061/Sc032	Stenella striata	Pelagico
23/08/2011	N	062/Gg002	Grampo	Pelagico
02/09/2011	N	063/Sc033	Stenella striata	Pelagico
02/09/2011	N	064/Sc034	Stenella striata	Pelagico
12/09/2011	N	065/Sc035	Stenella striata	Pelagico
13/09/2011	N	066/Sc036	Stenella striata	Pelagico
14/09/2011	N	067/Tt024	Tursiope	Pelagico
14/09/2011	N	068/Bp003	Balenottera comune	Pelagico
28/09/2011	S	069/Sc037	Stenella striata	Costiero

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

		# Avvistamento		
01/10/2011	N	070/Zc002	Zifio	Costiero
07/10/2011	N	071/Tt025	Tursiope	Costiero

Tab. 6 – Elenco dettagliato degli avvistamenti di cetacei.

La Tabella seguente (Tab. 7) riporta invece la dimensione e composizione dei gruppi dei cetacei avvistati. In alcuni casi non è stato possibile contare gli individui del gruppo a causa della distanza degli animali dall'imbarcazione e/o a causa delle condizioni del mare particolarmente avverse.

Avvistamento Totale/Specie	Specie	Totale animali	Adulti	Giovani	Piccoli	Neonati
001/Sc001	Stenella striata	30	25	0	5	0
002/Sc002	Stenella striata	-	-	-	-	-
003/Tt001	Tursiope	10	9	0	1	0
004/Tt002	Tursiope	2	2	0	0	0
005/Gg001	Grampo	13	7	2	3	1
006/Tt003	Tursiope	7	7	0	0	0
007/Sc003	Stenella striata	12	12	0	0	0
008/Sc004	Stenella striata	4	4	0	0	0
009/Tt004	Tursiope	25	20	0	5	0
010/Tt005	Tursiope	4	3	1	0	0
011/Sc005	Stenella striata	11	11	0	0	0
012/Sc006	Stenella striata	24	22	0	2	0
013/Tt006	Tursiope	12	10	0	2	0



Nautilus
Società Cooperativa
Servizi per l'Oceano e la
Gestione delle Risorse Ambientali

**Ponte sullo Stretto di Messina
Progetto Definitivo**

**FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI
ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA**
(Report conclusivo- Anno 2011)

MAV0139

Rev
F0

Data
07/02/2012

Avvistamento Totale/Specie	Specie	Totale animali	Adulti	Giovani	Piccoli	Neonati
014/Tt007	Tursiope	12	8	2	2	0
015/Tt008	Tursiope	-	-	-	-	-
016/Tt009	Tursiope	8	6	2	0	0
017/Pm001	Capodoglio	5	5	0	0	0
018/Sc007	Stenella striata	12	10	0	2	0
019/Sc008	Stenella striata	10	8	0	2	0
020/Tt010	Tursiope	15	15	0	0	0
021/Sc009	Stenella striata	4	4	0	0	0
022/Sc010	Stenella striata	4	4	0	0	0
023/Tt011	Tursiope	1	1	0	0	0
024/Pm002	Capodoglio	1	1	0	0	0
025/Sc011	Stenella striata	2	2	0	0	0
026/Sc012	Stenella striata	3	3	0	0	0
027/Sc013	Stenella striata	15	11	0	4	0
028/Tt012	Tursiope	7	7	0	0	0
029/Tt013	Tursiope	-	-	-	-	-
030/Tt014	Tursiope	-	-	-	-	-
031/Sc014	Stenella striata	15	13	0	2	0
032/Tt015	Tursiope	6	6	0	0	0
033/Sc015	Stenella striata	3	3	0	0	0
034/Sc016	Stenella striata	7	7	0	0	0
035/Sc017	Stenella striata	45	45	0	0	0
036/Sc018	Stenella striata	10	10	0	0	0



**Ponte sullo Stretto di Messina
Progetto Definitivo**

**FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI
ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA
(Report conclusivo- Anno 2011)**

MAV0139

Rev
F0

Data
07/02/2012

Avvistamento Totale/Specie	Specie	Totale animali	Adulti	Giovani	Piccoli	Neonati
037/Sc019	Stenella striata	15	15	0	0	0
038/Sc020	Stenella striata	30	30	0	0	0
039/Sc021	Stenella striata	15	15	0	0	0
040/Sc022	Stenella striata	10	10	0	0	0
041/Sc023	Stenella striata	5	5	0	0	0
042/Tt016	Tursiope	1	1	0	0	0
043/Tt017	Tursiope	12	10	0	2	0
044/Tt018	Tursiope	10	8	0	2	0
045/Tt019	Tursiope	12	10	0	2	0
046/Tt020	Tursiope	13	0	0	1	0
047/Zc001	Zifio	1	0	0	0	0
048/Sc024	Stenella striata	7	7	0	0	0
049/Sc025	Stenella striata	16	16	0	0	0
050/Bp001	Balenottera comune	1	1	0	0	0
051/Tt021	Tursiope	8	7	0	1	0
052/Sc026	Stenella striata	20	18	4	0	0
053/Sc027	Stenella striata	20	16	4	0	0
054/Sc028	Stenella striata	9	8	0	1	0
055/Bp002	Balenottera comune	1	1	0	0	0
056/Tt022	Tursiope	15	12	0	3	0
057/Tt023	Tursiope	10	8	0	2	0
058/Sc029	Stenella striata	10	8	0	2	0

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev F0</i>	<i>Data 07/02/2012</i>

Avvistamento Totale/Specie	Specie	Totale animali	Adulti	Giovani	Piccoli	Neonati
059/Sc030	Stenella striata	40	40	0	0	0
060/Sc031	Stenella striata	30	30	0	0	0
061/Sc032	Stenella striata	60	60	0	0	0
062/Gg002	Grampo	2	2	0	0	0
063/Sc033	Stenella striata	13	12	0	1	0
064/Sc034	Stenella striata	11	10	0	1	0
065/Sc035	Stenella striata	7	7	0	0	0
066/Sc036	Stenella striata	4	2	0	2	0
067/Tt024	Tursiope	8	6	1	1	0
068/Bp003	Balenottera comune	1	1	0	0	0
069/Sc037	Stenella striata	7	7	0	0	0
070/Zc002	Zifio	1	1	0	0	0
071/Tt025	Tursiope	30	27	0	2	1

Tab. 7 – Composizione dei gruppi di cetacei avvistati.

Gli avvistamenti registrati nel corso delle dodici campagne effettuate nel 2010-2011 evidenziano la presenza di tursiopi nelle acque dello Stretto e lungo la piattaforma continentale tirrenica e la presenza di stenelle striate in acque pelagiche e di scarpata, sia in Mar Tirreno, che in Mar Ionio; confermano inoltre la presenza del grampo e del capodoglio nelle acque di scarpata ioniche e per il grampo la presenza anche nella porzione tirrenica dell'area di studio.

Un elemento interessante emerso già dall'analisi delle prime sei campagne effettuate nel 2011 è stato l'ipotesi di una differenza stagionale nella composizione media dei gruppi di stenella striata e l'assenza di queste differenze per il tursiope (Fig. 14). Le campagne di monitoraggio aggiuntive effettuate nel corso del 2011 hanno permesso di confermare il fattore di stagionalità nella

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

composizione dei gruppi di stenella, che risultano di maggiori dimensioni durante la stagione estiva (Test Kruskal-Wallis: χ^2 : 8.126; df:3; P: 0.043; Tab.8).

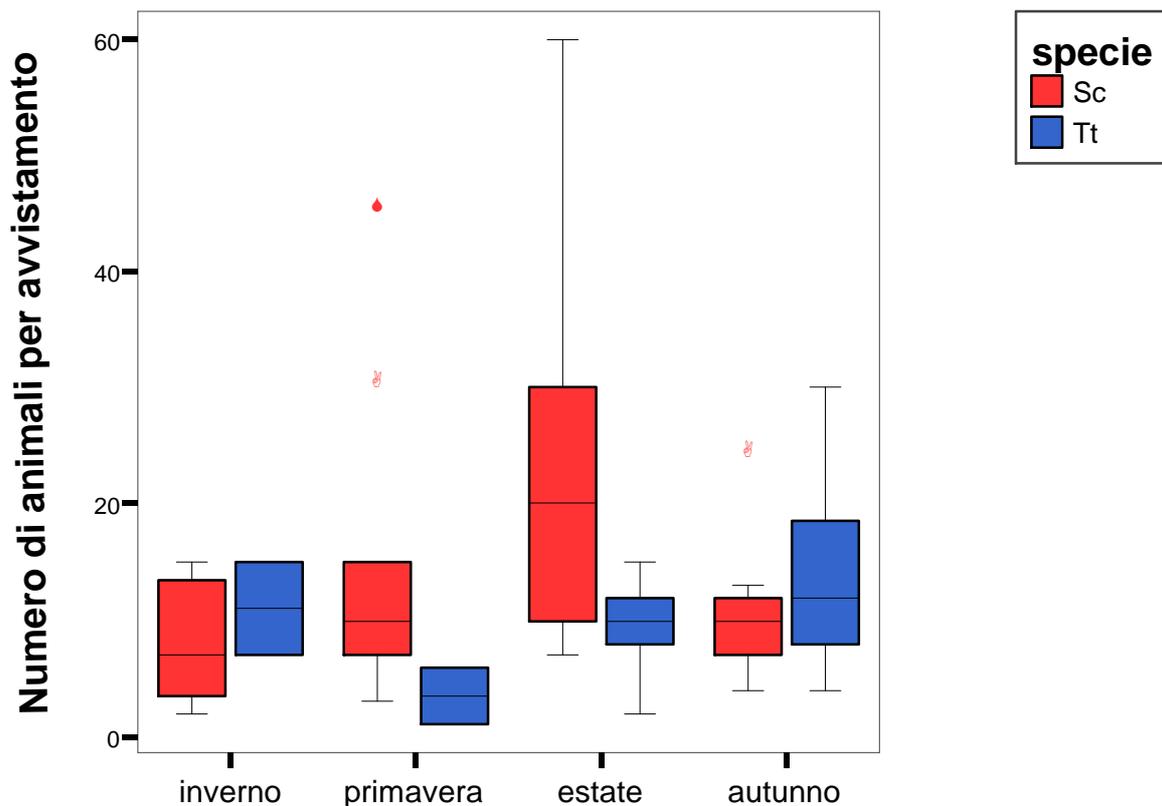


Fig. 14 – Confronto delle dimensioni medie dei gruppi nelle diverse stagioni per le specie tursiope (Tt) e stenella striata (Sc).

Nel caso del tursiope l'esiguità del campione (Tab. 8) non consente di verificare alcuna significatività della minore dimensione dei gruppi osservata nella stagione primaverile (Test Kruskal-Wallis: χ^2 : 4.42; df:3; P: 0.220). Questi risultati confermano di fatto quanto precedentemente ipotizzato in base alle analisi effettuate sul campione parziale del dataset 2010-11.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

Stagione	SPECIE	Media	Mediana	Deviazione Std.	Minimo	Massimo	N
Inverno	Sc	8.13	7.00	5.489	2	15	8
	Tt	11.00	11.00	5.657	7	15	2
Primavera	Sc	15.56	10.00	13.602	3	45	9
	Tt	3.50	3.50	3.536	1	6	2
Estate	Sc	24.20	20.00	16.430	7	60	10
	Tt	9.90	10.00	3.635	2	15	10
Autunno	Sc	10.22	10.00	6.119	4	24	9
	Tt	14.14	12.00	9.634	4	30	7
Totale	Sc	14.97	10.50	12.932	2	60	36
	Tt	10.81	10.00	6.757	1	30	21

Tab.8 - Statistiche sulla dimensione media dei gruppi (in termini di numero di esemplari presenti nei gruppi avvistati) delle specie stenella striata (Sc) e tursiope (Tt) nelle quattro stagioni.

Le carte tematiche della distribuzione dell'habitat delle due specie maggiormente influenzate dalla costruzione e presenza del ponte, la stenella striata e il tursiope, sono riportate in maggiore dettaglio nell'Allegato 2.

2.3.2. Analisi spaziale

2.3.2.1. Dataset 2010-2011

I risultati dell'analisi spaziale vengono di seguito riportati per tursiope e stenella, ovvero le uniche due specie la cui numerosità di avvistamenti ha consentito questo tipo di analisi.

Stenella striata

Questo piccolo delfinide pelagico rappresenta in genere la specie più frequentemente avvistata in Mediterraneo (Notarbartolo di Sciara e Demma, 2004).

L'ubicazione degli avvistamenti di stenella striata nell'area di studio, pur confermando le note abitudini pelagiche della specie, evidenzia la tendenza della specie in quest'area a frequentare anche acque poco profonde.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

I modelli applicati per l'analisi spaziale hanno selezionato la profondità media della cella (*profmed*) come miglior predittore della presenza di questa specie (Tab.9). La relazione con il predittore è diretta, il che evidenzia una maggiore presenza della specie nelle aree in cui la profondità del fondale è maggiore.

	B	S.E.	Wald	Df	Sig.	Exp(B)	95.0% C.I. per EXP(B)		
							Lower	Upper	
Step 1	profmed	.004	.001	18.929	1	.000	1.004	1.002	1.006
	Costante	-2.445	.634	14.879	1	.000	.087		

Tab. 9 – Modello predittivo di presenza della specie stenella striata. In tabella sono riportati i coefficienti del modello (B) e i rispettivi errori standard (S.E.), la statistica di riferimento (Wald) con i relativi gradi di libertà (df) e livello di significatività (P). In tabella è anche riportato l'*odds ratio* (Exp(B)) e il corrispondente intervallo di confidenza (95% C.I.).

Il modello presenta una buona capacità predittiva complessiva (78.9%) come testimoniato dalla matrice di confusione rappresentata in Tabella 10.

Osservati		Previsti		
		Stenella striata		Percentuali Corrette
		Assenza	Presenza	
Stenella striata	Assenza	28	7	80.0
	Presenza	8	28	77.8
Percentuale totale				78.9

Tab. 10 – Matrice di confusione per valutare la capacità predittiva del modello di presenza/assenza della stenella striata.

È bene peraltro sottolineare come i predittori fisiografici siano a loro volta correlati fra loro. La profondità massima risulta infatti correlata con la profondità media ($r: 0.411, P < 0.01$), con la

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

deviazione standard della profondità ($r: 0.700, P < 0.01$) e con le statistiche della pendenza ($r: 0.4-0.5; P < 0.01$). Pertanto questo modello, più robusto di quello sviluppato in base al dataset parziale del 2010-11 in ragione della maggior consistenza numerica dei dati, conferma di fatto il risultato precedente sia in termini di predittore, sia in termini di accuratezza.

Le caratteristiche dell'habitat riscontrate nelle acque dello Stretto sono in accordo con quanto precedentemente descritto per questa specie in altre zone.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev F0</i>	<i>Data 07/02/2012</i>

Tursiope

Si tratta della seconda specie di cetaceo più abbondante nei mari italiani dopo la stenella striata (Notarbartolo di Sciara e Demma, 2004), e l'unica specie regolarmente avvistata durante i campionamenti effettuati nelle acque più prossime allo Stretto vero e proprio.

Le preferenze dell'habitat del tursiope mostrano una predilezione per le acque costiere, già nota dalla letteratura. Malgrado ciò, i dati indicano una flessibilità ecologica del tursiope nella zona, con svariati avvistamenti effettuati in acque di profondità relativamente elevate. Questo fatto potrebbe dipendere dalle peculiarità batimetriche dello Stretto di Messina, dove acque relativamente profonde si trovano a breve distanza dalla costa.

I risultati dell'analisi spaziale e dei modelli predittivi applicati riflettono la sopra citata flessibilità di questa specie nelle acque dello Stretto. L'analisi *stepwise* infatti seleziona come prima scelta e unico predittore la variabile dello sforzo di ricerca (*effort*) – evidenziando come la presenza della specie in qualsiasi habitat in quest'area sia solo funzione dello sforzo di ricerca – e come seconda scelta, dopo aver eliminato *l'effort* dal set dei possibili predittori, la variabile deviazione standard delle pendenza di ogni singola cella (*slpstd*) (Tab. 11).

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95.0% C.I. per EXP(B)	
							Inferiore	Superiore
Step 1 slpstd	1.285	.692	3.444	1	.064	3.613	.930	14.034
Costante	-1.097	.588	3.478	1	.062	.334		

Tab. 11 – Modello predittivo di presenza della specie tursiope. In tabella sono riportati i coefficienti del modello (B) e i rispettivi errori standard (S.E.), la statistica di riferimento (Wald) con i relativi gradi di libertà (df) e livello di significatività (P). In tabella è anche riportato l'odds ratio (Exp(B)) e il corrispondente intervallo di confidenza (95% C.I.).

Il modello presenta complessivamente una capacità predittiva piuttosto scarsa (ca. 57%) anche se è caratterizzato da una discreta accuratezza per le previsioni di assenza (76%) e una capacità predittiva più scarsa sulle celle di presenza (36%), come testimoniato dalla matrice di confusione rappresentata in Tabella 12. La scarsa accuratezza sulle previsioni di presenza è un'ulteriore conferma della flessibilità nella scelta dell'habitat della specie in quest'area, per la quale le acque costiere non costituiscono l'unico habitat.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

Osservati		Previsti		
		Tursiope		Percentuali Corrette
		Assenza	Presenza	
Tursiope	Assenza	19	6	76.0
	Presenza	14	8	36.4
Percentuale totale				57.4

Tab. 12 – Matrice di confusione per valutare la capacità predittiva del modello di presenza/assenza del tursiope.

2.3.2.2. Dataset combinato 2005-2006 / 2010-2011

Gli avvistamenti effettuati nel 2010-11 non si discostano significativamente dai dati raccolti nel 2005-06 e non configurano un quadro differente da quello precedentemente riscontrato. Questo è sicuramente dovuto alla standardizzazione adottata nei metodi di campionamento e nella copertura omogenea dell'area di studio realizzata nelle diverse campagne.

Dal punto di vista della copertura stagionale dell'area di studio, la campagna 2010-11 vanta una maggior copertura della stagione invernale rispetto al 2005-06. Il 2005-06 presenta invece coperture maggiori per le rimanenti stagioni (Fig. 15a).

Dal punto di vista dello sforzo di ricerca, la campagna del 2005-06 è stata caratterizzata da valori più elevati, in tutte le zone e le fasce di profondità dell'area di studio (Tab.13, Fig. 15b), spiegabili con una minore incidenza del maltempo e di guasti meccanici sulle operazioni di tale campagna.

	Somma km	
	2010-11	2005-06
< 250 m	2331	3275
251-500 m	1230	1762
501-1000 m	1072	1578
> 1001 m	571	851
Totale	5205	7465

Tab. 13 - Suddivisione dello sforzo di ricerca nei due periodi di studio.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

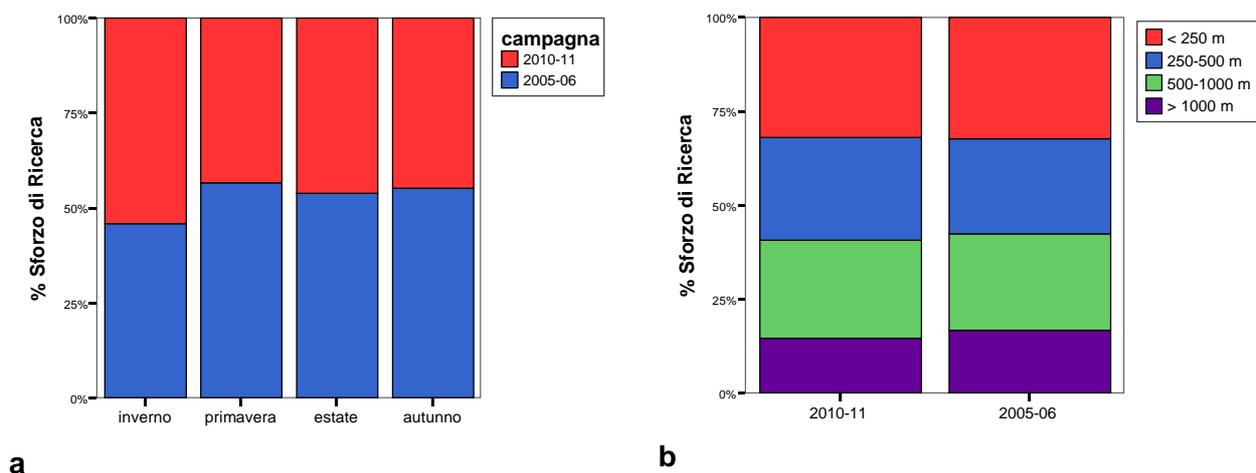


Fig. 15 - Copertura dell'area di studio nei due periodi di ricerca in esame (2010-11 e 2005-06); (a) confronto dello sforzo di nelle diverse stagioni, (b) confronto percentuale dello sforzo di ricerca relativamente alle fasce batimetriche.

Pur riscontrando queste differenze nello sforzo di ricerca, la sistematicità della raccolta dati ha garantito la proporzionalità della copertura spaziale e temporale e quindi la confrontabilità dello sforzo nei due periodi di ricerca. Si è potuto quindi combinare i dati del 2010-11 con quelli del 2005-06, offrendo in tal modo un quadro più completo, robusto e pluriennale della distribuzione delle varie specie. L'insieme degli avvistamenti è raffigurato in Figura 16.

Nel corso delle due campagne di ricerca sono stati complessivamente effettuati 143 avvistamenti di cetacei, appartenenti a sette specie: balenottera comune, stenella striata, tursiope, capodoglio, grampo, delfino comune e zifio (Tab. 14). L'unico esemplare di delfino comune osservato in agosto 2005 si trovava associato a un gruppo di quattro stenelle striate, avvistate nell'area sud.

Specie	numero di avvistamenti		Totale
	2005-2006	2010-2011	
stenella striata	41	37	78
tursiope	17	25	42
capodoglio	11	2	13

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

Specie	numero di avvistamenti		Totale
zifio	1	2	3
grampo	1	2	3
balenottera comune	0	3	3
delfino comune	1	0	1
Totale	72	71	143

Tab. 14 – Sommario degli avvistamenti di cetacei.

Il dataset combinato consente perciò di verificare la robustezza delle considerazioni elaborate sulla base dei dati provenienti delle due campagne separate.

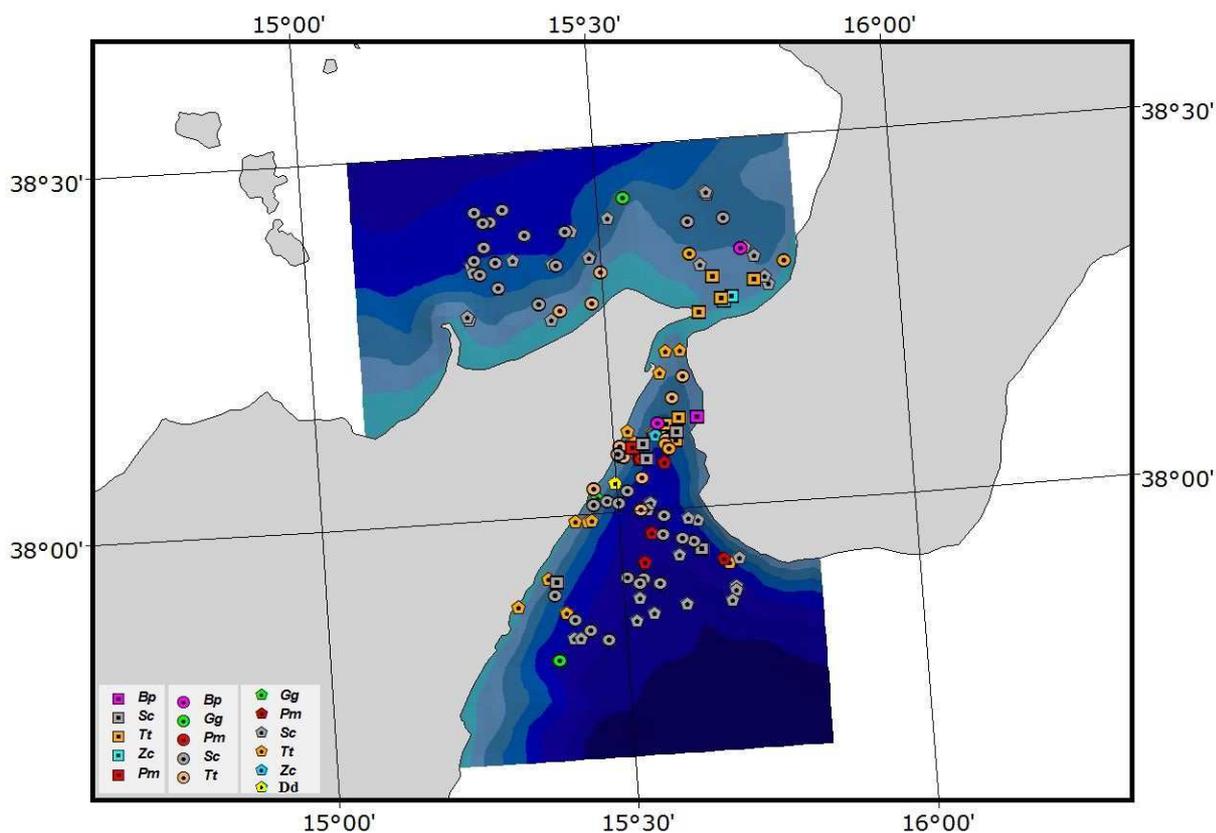


Fig. 16 - Avvistamenti di cetacei (tutte le specie) relativi alla campagna 2005-06 (pentagoni) e 2010-11 (quadrati [costiero] e cerchi [pelagico]).

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev F0</i>	<i>Data 07/02/2012</i>

Stagionalità della presenza delle specie e nella dimensione dei gruppi

L'unica specie che sembra presentare una stagionalità è la stenella striata con una maggior frequenza di incontro in primavera (χ^2 : 9.84; df:3; $P < 0.05$) e una minor frequenza di incontro in autunno (χ^2 : 4.93; df: 3; $P < 0.10$).

Nessuna stagionalità invece è stata riscontrata per tursiope e capodoglio, anche se per quest'ultimo l'esiguità degli avvistamenti è tale da suggerire cautela nel trarre qualsiasi tipo di conclusione (due soli avvistamenti nel periodo 2010-2011). Altrettanto dicasi per la balenottera comune, avvistata solo tre volte.

Sempre nel caso della stenella striata risulta confermata anche la maggiore dimensione dei gruppi nella stagione estiva (test Kruskal-Wallis χ^2 : 14.4; df: 3; $P < 0.01$; Fig.17)

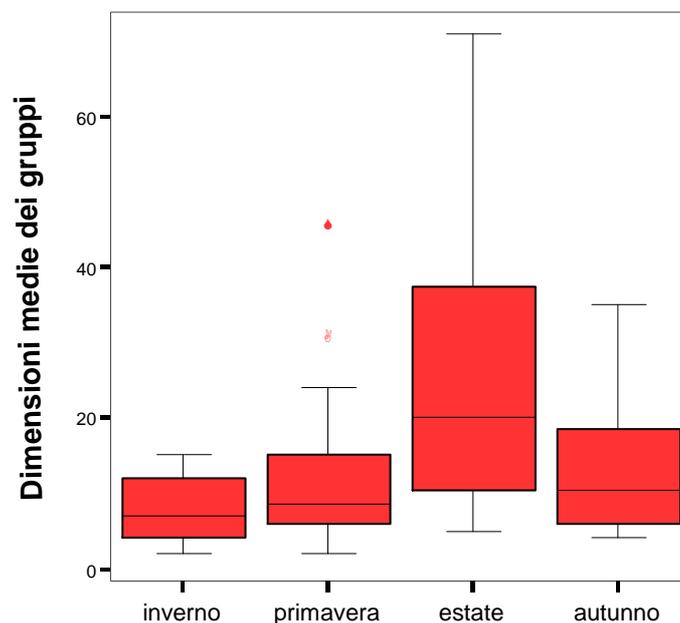


Fig. 17 - Dimensione dei gruppi di stenella striata nelle varie stagioni.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

Stenella striata

Anche utilizzando il database combinato 2005-06/2010-11, i modelli logistici continuano a selezionare la profondità media della cella (*profmed*) come miglior predittore della presenza di questa specie (Tab.15). La relazione con il predittore è anche in questo caso diretta (maggiore presenza della specie nelle aree in cui la profondità del fondale è maggiore).

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95.0% C.I. di EXP(B)	
							Inferiore	Superiore
Step 1								
Profmed	.002	.001	19.438	1	.000	1.002	1.001	1.003
Costante	-1.526	.391	15.272	1	.000	.217		

Tab. 15 – Modello predittivo di presenza della specie stenella striata. In tabella sono riportati i coefficienti del modello (B) e i rispettivi errori standard (S.E.), la statistica di riferimento (Wald) con i relativi gradi di libertà (df) e livello di significatività (P). In tabella è anche riportato l'*odds ratio* (Exp(B)) e il corrispondente intervallo di confidenza (95% C.I.).

Il modello presenta una buona capacità predittiva complessiva (69.9%), anche se inferiore a quella del modello ottenuto utilizzando i dati del solo dataste 2010-11, come evidenziato nella matrice di confusione rappresentata in Tabella 16.

Osservati		Previsti		
		Stenella striata		Percentuali Corrette
		Assenza	Presenza	
Stenella striata	Assenza	48	19	71.6
	Presenza	21	45	68.2
Percentuale totale				69.9

Tab. 16 – Matrice di confusione per valutare la capacità predittiva del modello di presenza/assenza della stenella striata.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

Questo modello, pertanto, più robusto di quello sviluppato in base al dataset del 2010-11 in ragione della maggior consistenza numerica dei dati, conferma di fatto il risultato precedente, anche se la minore accuratezza suggerisce una componente di variabilità “temporale” nell’uso dell’habitat da parte delle stenelle striate. Inserendo infatti anche la variabile *stagione* tra i possibili predittori, la procedura *stepwise* la seleziona insieme al predittore *profmed*, generando un modello caratterizzato da una migliore accuratezza (74.4%, Tabella 17 e 18).

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95.0% C.I. per EXP(B)	
								Inferiore	Superiore
Step 2	Profmed	.003	.001	21.206	1	.000	1.003	1.001	1.004
	Stagione			11.905	3	.008			
	Stagione (inverno vs autunno)	.861	.634	1.843	1	.175	2.365	.683	8.195
	Stagione (primavera vs autunno)	2.140	.620	11.904	1	.001	8.496	2.520	28.646
	Stagione (estate vs autunno)	.820	.504	2.647	1	.104	2.270	.846	6.095
	Costante	-2.632	.578	20.751	1	.000	.072		

Tab. 17 – Modello predittivo di presenza della specie stenella striata. In tabella sono riportati i coefficienti del modello (B) e i rispettivi errori standard (S.E.), la statistica di riferimento (Wald) con i relativi gradi di libertà (df) e livello di significatività (P). In tabella è anche riportato l’odds ratio (Exp(B)) e il corrispondente intervallo di confidenza (95% C.I.).

Il modello conferma la maggiore presenza primaverile di stenelle striate nello Stretto di Messina.

Osservati		Previsti		
		Stenella striata		Percentuali Corrette
		Assenza	Presenza	
Stenella striata	Assenza	49	18	73.1
	Presenza	16	50	75.8
Percentuale totale				74.4

Tab. 18 – Matrice di confusione per valutare la capacità predittiva del modello di presenza/assenza della stenella striata (predittori: *profmed* e *stagione*).

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

La mappa della probabilità di presenza della specie stenella striata ricavata in base al predittore batimetrico (*profmed*) è riportata in Fig.18.

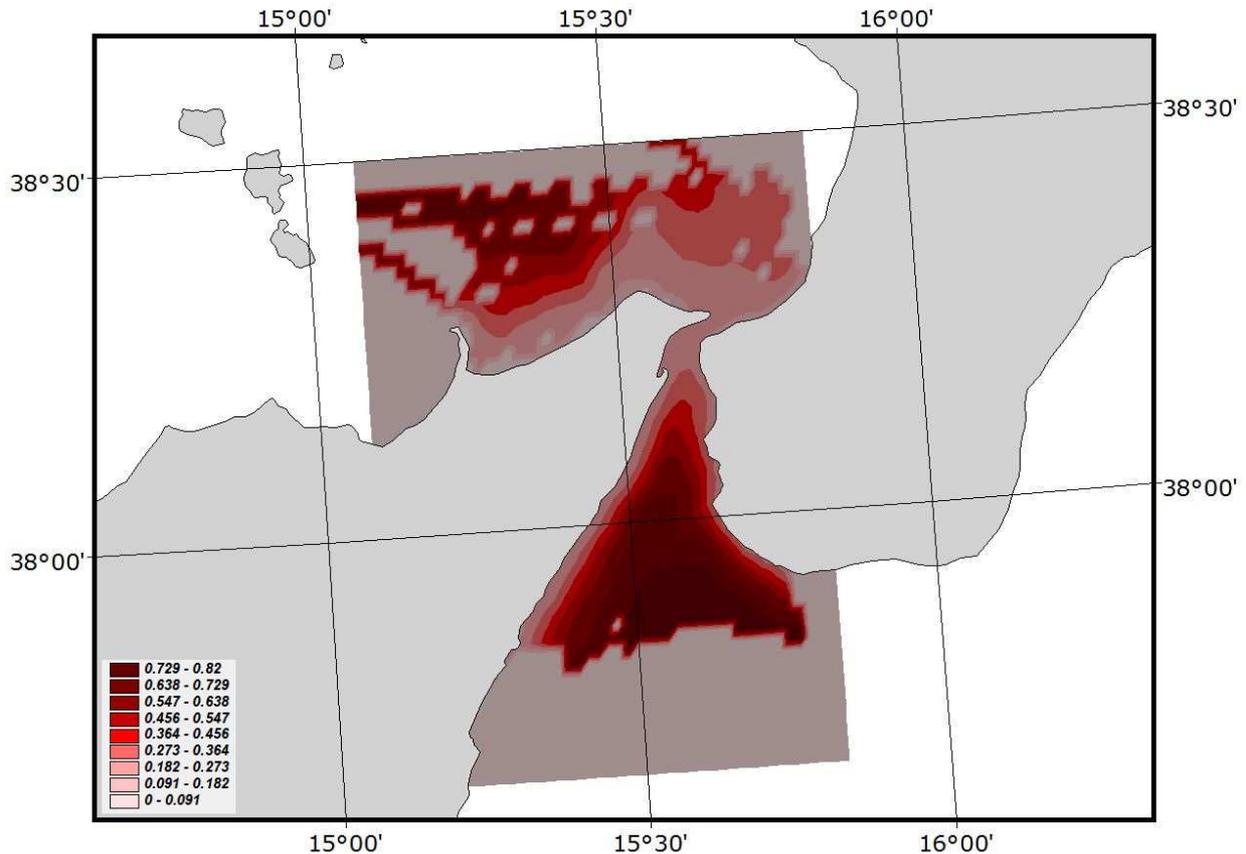


Fig. 18. - Previsione della distribuzione di stenella striata sulla base dei modelli applicati. I valori numerici corrispondenti ai diversi colori rappresentano una misura della probabilità di presenza della specie nella zona corrispondente.

Tursiope

Anche nel caso del tursiope il modello sviluppato sul dataset combinato 2005-06/2010-11 conferma il risultato ottenuto in precedenza, evidenziando la flessibilità dei tursiopi nello Stretto di Messina nell'uso dei diversi habitat batimetrici. Anche in questo caso infatti la procedura *stepwise* seleziona lo sforzo di ricerca come miglior predittore e, in assenza di questo (ovvero eliminandolo dalla lista dei possibili predittori) la variabile *depth_classes*, classi di profondità (Tab.19 e 20).

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev F0</i>	<i>Data 07/02/2012</i>

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95.0% C.I. per EXP(B)	
							Inferiore	Superiore
Step 1			8.313	3	.040			
depth_classes								
depth_classes (prof < 250m vs prof > 1000m)	-2.405	1.118	4.625	1	.032	.090	.010	.808
depth_classes (prof < 250m vs prof > 500-1000m)	.486	.595	.666	1	.414	1.625	.507	5.213
depth_classes (prof < 250m vs prof > 250-500m)	-.814	.630	1.668	1	.197	.443	.129	1.524
Constant	.208	.373	.309	1	.578	1.231		

Tab. 19 – Modello predittivo di presenza della specie tursiope. In tabella sono riportati i coefficienti del modello (B) e i rispettivi errori standard (S.E.), la statistica di riferimento (Wald) con i relativi gradi di libertà (df) e livello di significatività (P). In tabella è anche riportato l'*odds ratio* (Exp(B)) e il corrispondente intervallo di confidenza (95% C.I.).

Pur migliorando l'accuratezza di questo modello (64.9% vs 57.4% del modello calibrato sul dataset 2010-11) rimane molto elevato l'errore sulle celle di assenza (50%) e l'unico predittore significativo della presenza dei tursiopi ($P < 0.05$) risulta la maggior probabilità di presenza nella classe di profondità inferiore rispetto a quella superiore (*depth_classes* (prof < 250m vs prof > 1000m)).

Osservati		Previsti		
		Tursiope		Percentuali Corrette
		Assenza	Presenza	
Tursiope	Assenza	20	20	50.0
	Presenza	7	30	81.1
Percentuale totale				64.9

Tab. 20 – Matrice di confusione per valutare la capacità predittiva del modello di presenza/assenza del tursiope.

La mappa della probabilità di presenza della specie tursiope ricavata in base al predittore batimetrico (*depth_classes*) è riportata in Fig.19.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	Rev <i>F0</i>	Data <i>07/02/2012</i>

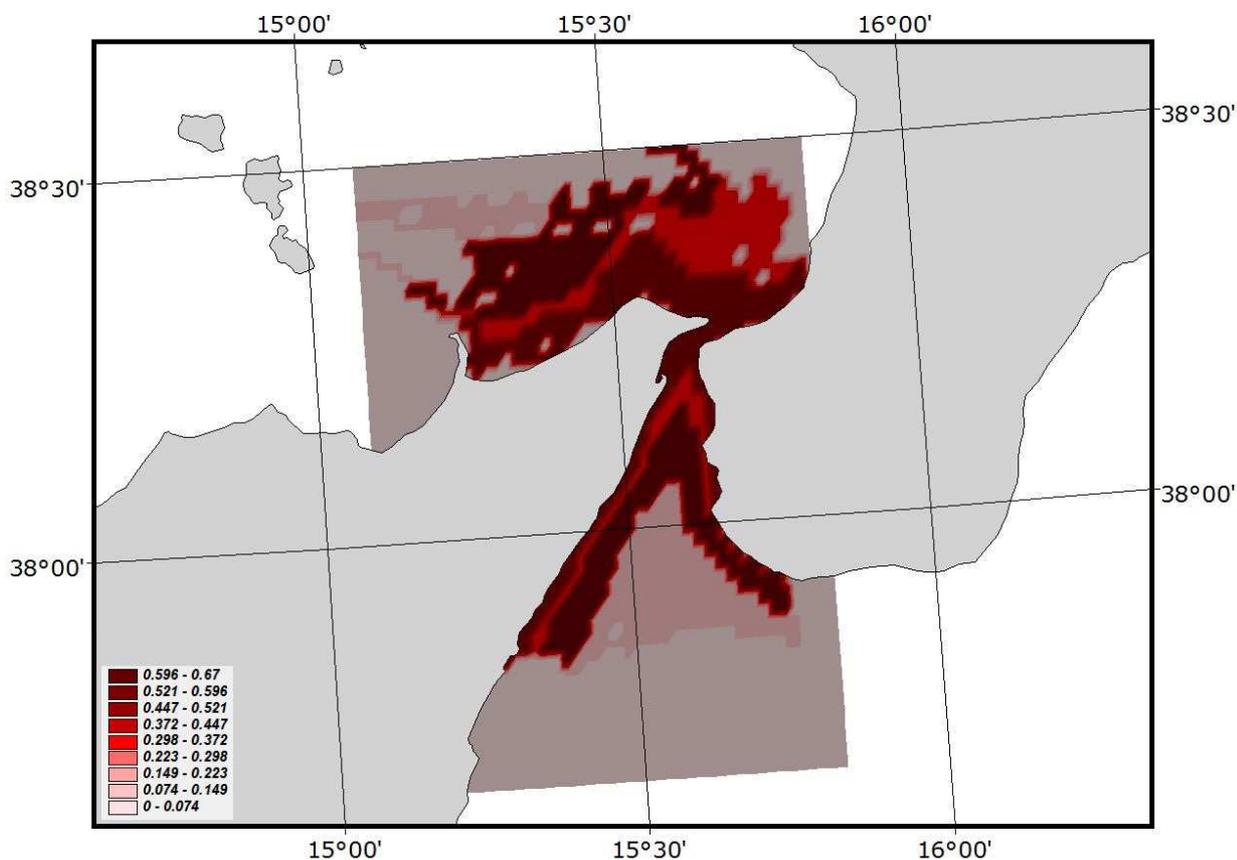


Fig. 19. - Previsione della distribuzione di tursiope sulla base dei modelli applicati.

Condivisione dell'habitat tra le specie tursiope e stenella striata

I risultati appena riportati evidenziano un notevole grado di “simpatria” nell’area dello Stretto delle specie stenella striata e tursiope. Per meglio valutare la sovrapposizione degli habitat delle due specie è stata effettuata un’analisi approfondita per valutare la separazione delle nicchie ecologiche delle due specie in termini di predittori batimetrici. L’Analisi del Discriminante, DA (Afifi e Clark, 1996), ha permesso di evidenziare la caratteristica di habitat che meglio separa l’habitat delle due specie. Non sorprendentemente, e come del resto già evidenziato dall’analisi del dataset parziale 2010-11, l’analisi DA seleziona la profondità media come caratteristica che meglio discrimina le nicchie delle due specie. La matrice di confusione (Tab.21) relativa alla funzione discriminante mostra come sia possibile ottenere un’ottima classificazione degli avvistamenti delle due specie (78% Sc; 75% Tt) utilizzando appunto la sola profondità media. Come la Tabella 21 mostra chiaramente, la capacità di classificazione in base alla profondità è piuttosto efficace,

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

consentendo di classificare correttamente 47 (ovvero il 71.2 %) delle 66 celle con presenza di stenella striata e 27 (ovvero il 73%) su 37 celle con presenza di tursiope. La tabella riporta anche i risultati della cross-validazione rispetto alla quale ciascun avvistamento viene classificato in base a un modello DA calibrato sui medesimi dati, con l'esclusione volta per volta dell'avvistamento classificato. Complessivamente, la funzione che usa la profondità come discriminante consente di classificare correttamente il 71.8% del set di dati originale e il 69.9% del set di cross-validazione. Il fatto che le percentuali di correttezza rimangano circa le stesse tra il set originale e il set di cross-validazione conferma la bontà del potere discriminante della profondità.

			Previsioni da DA		Totale
			Sc	Tt	
Originale	Freq.	Sc	47	19	66
		Tt	10	27	37
	%	Sc	71.2	28.8	100.0
		Tt	27.0	73.0	100.0
Cross-validazione	Freq.	Sc	47	19	66
		Tt	12	25	37
	%	Sc	71.2	28.8	100.0
		Tt	32.4	67.6	100.0

Tab. 21 – Matrice di confusione relativa alla Funzione Discriminante che utilizza la profondità media per discriminare l'habitat di stenella striata e tursiope. In grassetto sono evidenziate le % di previsione corretta per il set di dati originale e per la cross-validazione.

La Figura 20 mostra chiaramente come gli *encounter rate* di stenella striata (*enrate Sc*: num di celle con avvistamenti di stenelle/km di sforzo di ricerca) abbiano un andamento monotono crescente e crescano all'aumentare della classe di profondità mentre gli *encounter rate* di tursiope (*enrate Tt*: num di celle con avvistamenti di tursiope/km di sforzo di ricerca) mostrino una distribuzione bimodale con diversi picchi su diverse classi di profondità.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

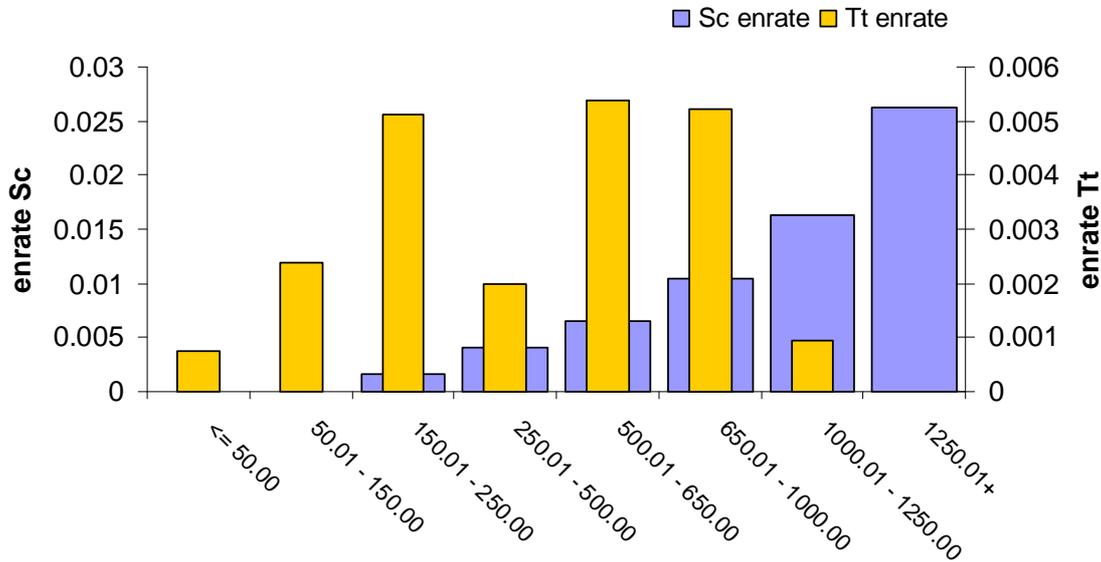


Fig.20 - Andamento monotono crescente degli *encounter rate* di stenella striata (*enrate Sc*) confrontato con la distribuzione bimodale degli *encounter rate* di tursiope (*enrate Tt*).

Capodoglio

Le preferenze dell'habitat del capodoglio confermano la predilezione di questa specie per le acque di scarpata profonda, a profondità comprese in genere tra i 500 e i 1000 m. Gran parte degli avvistamenti si sono verificati a breve distanza dalla costa (per lo più inferiore ai 5 km), probabilmente per via della particolare batimetria della porzione ionica dell'area di studio, con fondali profondi fin quasi dentro lo Stretto vero e proprio. Nel caso del capodoglio la procedura *stepwise* della regressione logistica seleziona la profondità minima (*dpthmin*) di cella come miglior predittore. La relazione, essendo *dpthmin* definita su una scala negativa, è diretta: al diminuire di *dpthmin* (e quindi all'aumentare della profondità minima) aumenta la probabilità di presenza del capodoglio (Tab. 22)

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95.0% C.I.per EXP(B)	
								Inferiore	Superiore
Step 1	Dpthmin	-.003	.002	4.231	1	.040	.997	.994	1.000
	Constant	-2.281	1.198	3.625	1	.057	.102		

Tab. 22 – Modello predittivo di presenza della specie tursiope. In tabella sono riportati i coefficienti del modello (B) e i rispettivi errori standard (S.E.), la statistica di riferimento (Wald) con i relativi gradi di libertà (df) e livello di significatività (P). In tabella è anche riportato l'*odds ratio* (Exp(B)) e il corrispondente intervallo di confidenza (95% C.I.).

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

Il modello presenta una discreta capacità predittiva complessiva (69.7%) e una maggior accuratezza sulle celle di presenza come testimoniato dalla matrice di confusione rappresentata in Tabella 23.

Osservati		Previsti		
		Capodoglio		Percentuali Corrette
		Assenza	Presenza	
Capodoglio	Assenza	8	4	66,7
	Presenza	3	8	72,7
Percentuale totale				69,7

Tab. 23 – Matrice di confusione per valutare la capacità predittiva del modello di presenza/assenza del capodoglio.

La mappa della probabilità di presenza della specie capodoglio ricavata in base al predittore batimetrico (*dpthmin*) è riportata in Figura21. Come si può vedere l'area di maggior presenza della specie in base al modello risulta la porzione ionica e più meridionale dello Stretto. È poi evidenziabile una seconda area di potenziale presenza della specie nell'area tirrenica più occidentale, ai confini dell'area di studio. La maggior parte dell'area tirrenica dello Stretto risulta invece poco gradita alla specie come sembrerebbe confermato dall'assenza degli avvistamenti di capodoglio riscontrati in quest'area durante le campagne di ricerca.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

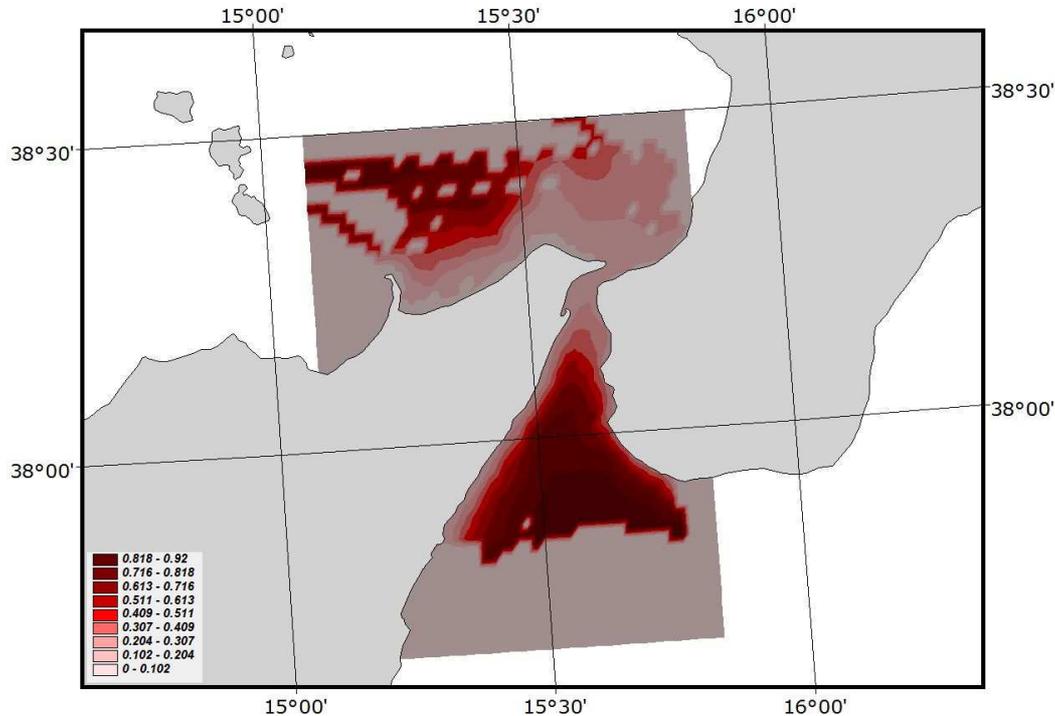


Fig. 21 - Previsione della probabilità di presenza di capodoglio.

2.3.3. Foto-identificazione individuale

2.3.3.1. Foto-identificazione del capodoglio

Nel corso del monitoraggio tra luglio 2010 e ottobre 2011 sono stati effettuati 2 avvistamenti di capodoglio, entrambi nel settore meridionale (ionico) dell'area di studio. È stato possibile applicare la tecnica della foto-identificazione a 3 dei circa 7 animali individuati acusticamente. Da un'analisi delle immagini risultano identificati 2 esemplari, uno dei quali è stato riavvistato a distanza di circa un mese dal precedente avvistamento. La Figura 22 mostra le foto relative al capodoglio riavvistato nel settore meridionale dell'area di studio durante il presente monitoraggio. Un confronto con le immagini dei capodogli ottenute durante il precedente monitoraggio (2005-06) non ha evidenziato nessuna 'ricattura' fotografica. Le immagini ottenute durante il presente monitoraggio sono state inoltre confrontate con la porzione mediterranea del database del progetto

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev F0</i>	<i>Data 07/02/2012</i>

NAMSC (North Atlantic and Mediterranean Sperm Whale Catalogue)¹ e non si sono riscontrate 'ricatture' fotografiche con il settore orientale del bacino Mediterraneo, aspetto già evidenziato nel precedente progetto di monitoraggio. Il confronto effettuato tra le immagini degli individui avvistati durante la campagna del 2005 e 2006 e quelle presenti nel catalogo dell'Istituto Tethys ha prodotto un riavvistamento tra un individuo incontrato nelle acque dello Stretto di Messina il 24/3/2006 e in Mar Ligure il 24/9/2011 (Sabina Airoidi, Istituto Tethys, comunicazione personale).



Individuo: Pm001
Settore: Sud
Avvistamento: 017/Pm001
Data: 21/12/2010

Individuo: Pm001
Settore: Sud
Avvistamento: 024/Pm002
Data: 19/01/2011

Fig. 22 – Capodoglio identificato e riavvistato nel settore meridionale dell'area di studio nel corso del monitoraggio tra luglio 2010 e marzo 2011.

2.3.3.2. Foto-identificazione del tursiope

Nel corso del monitoraggio 2010-2011 sono stati effettuati 25 avvistamenti di tursiope. Durante 19 di questi è stato possibile applicare la tecnica della foto-identificazione (Würsig e Würsig, 1977) che permette il riconoscimento individuale dei singoli animali, grazie alla presenza sul corpo - principalmente sulla pinna dorsale - di caratteri e segni distintivi permanenti. Per 6 dei 25

¹ http://www.ifaw.org/ifaw_southern_africa/join_campaigns/protecting_whales_around_the_world/come_around_the_song_of_the_whale/download_cetacean_research_software/namsc_home_page/index.php

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

avvistamenti di tursiope non è stato invece possibile utilizzare questa tecnica, a causa del cospicuo traffico marittimo (traghetti, navi petroliere e navi porta container) che spingeva i tursiopi ad allontanarsi dall'area e ad immergersi per tempi prolungati, non permettendo agli osservatori di seguirli in superficie.

Le fotografie ottenute sono state 'edite' e rinominate seguendo uno specifico protocollo, al fine di facilitare la catalogazione dei singoli individui avvistati, in modo da poterli confrontare con individui avvistati durante le campagne precedenti. Successivamente al lavoro di 'editing' delle immagini digitali ottenute, al fine di utilizzare i dati raccolti per ottenere stime di abbondanza tramite il metodo della cattura e ricattura (*mark-recapture*), le diverse pinne dorsali sono state suddivise in sette categorie, in funzione del numero e dimensione delle tacche e dei segni di riconoscimento sulla pinna dorsale, e di conseguenza in funzione della loro "riconoscibilità" nel tempo (Read et al. 2003; Bearzi et al. 2011a). Le categorie utilizzate sono (Bearzi et al. 2011a):

- D1: deformità della pinna dorsale;
- D2: una o più grandi tacche sulla pinna dorsale;
- D3: intaccature multiple sulla pinna dorsale;
- D4: una singola intaccatura sulla pinna dorsale;
- D5: intaccature leggere multiple o profilo irregolare della pinna dorsale;
- D6: una piccola intaccatura sulla pinna dorsale;
- U: nessuna intaccatura o tacca.

La riconoscibilità degli animali diminuisce all'aumentare della categoria di appartenenza. Come di consueto in questo genere di studi, al fine di procedere alle analisi di cattura e ricattura, solamente gli animali classificati con il più alto grado di riconoscimento (categorie D1, D2 e D3) sono stati considerati come "animali marcati", mentre tutti gli animali appartenenti alle categorie (D4, D5, D6 e U) sono stati considerati come "non marcati". Per una spiegazione completa del metodo di cattura e ricattura si rimanda al paragrafo 3.3.3.

E' stato creato un database con le fotografie digitali della pinna dorsale degli animali foto-identificati (Allegato 1); questo è stato successivamente confrontato e unito al catalogo ottenuto durante il precedente monitoraggio svoltosi tra il 2005 e il 2006. Alcune delle immagini relative ai delfini foto-identificati vengono mostrate a titolo esemplificativo in Figura 23.



Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo

FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI
ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA
(Report conclusivo- Anno 2011)

MAV0139

Rev
F0

Data
07/02/2012



	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>



Fig. 23 – Alcuni degli individui di tursiope identificati nel corso del presente monitoraggio.

L'analisi delle immagini relative al presente monitoraggio ha permesso di riconoscere un totale di 35 individui diversi considerati come "marcati" (pinna dorsale D1, D2, D3); 22 animali sono stati invece catalogati come "non marcati". Un confronto delle immagini ottenute tra luglio 2010 e ottobre 2011 ha permesso di riscontrare la presenza di numerosi individui che sono stati osservati più volte nell'area di studio interessata dal monitoraggio; alcuni tursiopi sono stati avvistati in giorni diversi e 'ricatturati' fotograficamente sia nel settore meridionale che nel settore settentrionale dell'area di studio, evidenziando movimenti attraverso lo Stretto di Messina, effettuati nell'arco di 4-5 giorni. La Tabella 24 mostra in dettaglio le catture e ricatture fotografiche dei diversi animali marcati nell'intera area di studio; nello specifico, 16 dei 35 animali foto-identificati (evidenziati in tabella) sono stati osservati più volte sia a nord che a sud dell'area interessata dal monitoraggio. La Figura 24 mostra invece, a scopo esemplificativo, le informazioni relative agli avvistamenti di due individui (Tt012 e Tt013) incontrati in giorni diversi in entrambi i settori dell'area di studio. Le mappe in Figura 25 mostrano le posizioni degli avvistamenti di 4 individui registrate sia a nord che

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

a sud dell'area di studio; gli animali selezionati per la figura sono stati avvistati un minimo di 6 volte nell'arco della campagna di ricerca (Tab. 24). La Tabella 25 mostra in sintesi le informazioni relative a tutti gli avvistamenti e ai riavvistamenti effettuati durante il monitoraggio.

Animal_ID	Sight_#	Area	Animal_ID	Sight_#	Area
Tt002	009/Tt004	S	Tt014	009/Tt004	S
	013/Tt006	S		014/Tt007	S
	016/Tt009	N		043/Tt017	N
	051/Tt021	N		056/Tt022	N
Tt005	016/Tt009	N	Tt015	003/Tt001	S
	046/Tt020	S		043/Tt017	N
	051/Tt021	N	Tt019	009/Tt004	S
	056/Tt022	N		013/Tt006	S
	072/Tt025	N		028/Tt012	S
Tt007	013/Tt006	S	Tt023	044/Tt018	N
	014/Tt007	S		045/Tt019	S
	016/Tt009	N		014/Tt007	S
	046/Tt020	S	044/Tt018	N	
	057/Tt023	S	051/Tt021	N	
	072/Tt025	N	056/Tt022	N	
Tt009	013/Tt006	S	Tt032	043/Tt017	N
	014/Tt007	S		045/Tt019	S
	016/Tt009	N		046/Tt020	S
		046/Tt020		S	
Tt010	013/Tt006	S	Tt033	043/Tt017	N
	014/Tt007	S		046/Tt020	S
	016/Tt009	N	Tt035	044/Tt018	N
	044/Tt018	N		045/Tt019	S
Tt012	009/Tt004	S	Tt036	072/Tt025	N
	016/Tt009	N		045/Tt019	S
	044/Tt018	N			

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

	046/Tt020	S		051/Tt021	N
	057/Tt023	S		056/Tt022	N
	072/Tt025	N		068/Tt024	N
Tt013	003/Tt001	S	Tt037	045/Tt019	S
	009/Tt004	S		051/Tt021	N
	013/Tt006	S		056/Tt022	N
	014/Tt007	S		057/Tt023	S
	016/Tt009	N		068/Tt024	N
	032/Tt015	S		072/Tt025	N
	044/Tt018	N			
	045/Tt019	S			
	051/Tt021	N			
	056/Tt022	N			
	072/Tt025	N			

Tab.24 – Dettaglio delle catture e ricatture degli animali marcati tra luglio 2010 e ottobre 2012, osservati sia a nord che a sud dello Stretto di Messina (per il dettaglio delle posizioni geografiche degli avvistamenti si rimanda all'Allegato 3 al presente rapporto).



Individuo Tt012

Avvistamento	Posizione	Area	Avvistamento	Posizione	Area
009/Tt004	38,07466 15,51552	S	046/Tt020	38,09318 15,60638	S
016/Tt009	38,27934 15,42676	N	057/Tt023	38,08214 15,59383	S
044/Tt018	38,30454 15,75699	N	072/Tt025	38,28223 15,70041	N

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev F0</i>	<i>Data 07/02/2012</i>



Individuo Tt013

Avvistamento	Posizione	Area	Avvistamento	Posizione	Area
003/Tt001	38.07646 15.50914	S	044/Tt018	38.30454 15.75699	N
009/Tt004	38.07466 15.51552	S	045/Tt019	38.12365 15.61368	S
013/Tt006	38.09522 15.58975	S	051/Tt021	38.26484 15.66086	N
014/Tt007	38.17923 15.62507	S	056/Tt022	38.34568 15.65131	N
016/Tt009	38.27934 15.42676	N	072/Tt025	38.28223 15.70041	N
032/Tt015	38.15133 15.60412	S			

Fig.24 – Due individui di tursiopo (Tt012 e Tt013) osservati sia nel settore meridionale che in quello settentrionale dell'area di studio.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

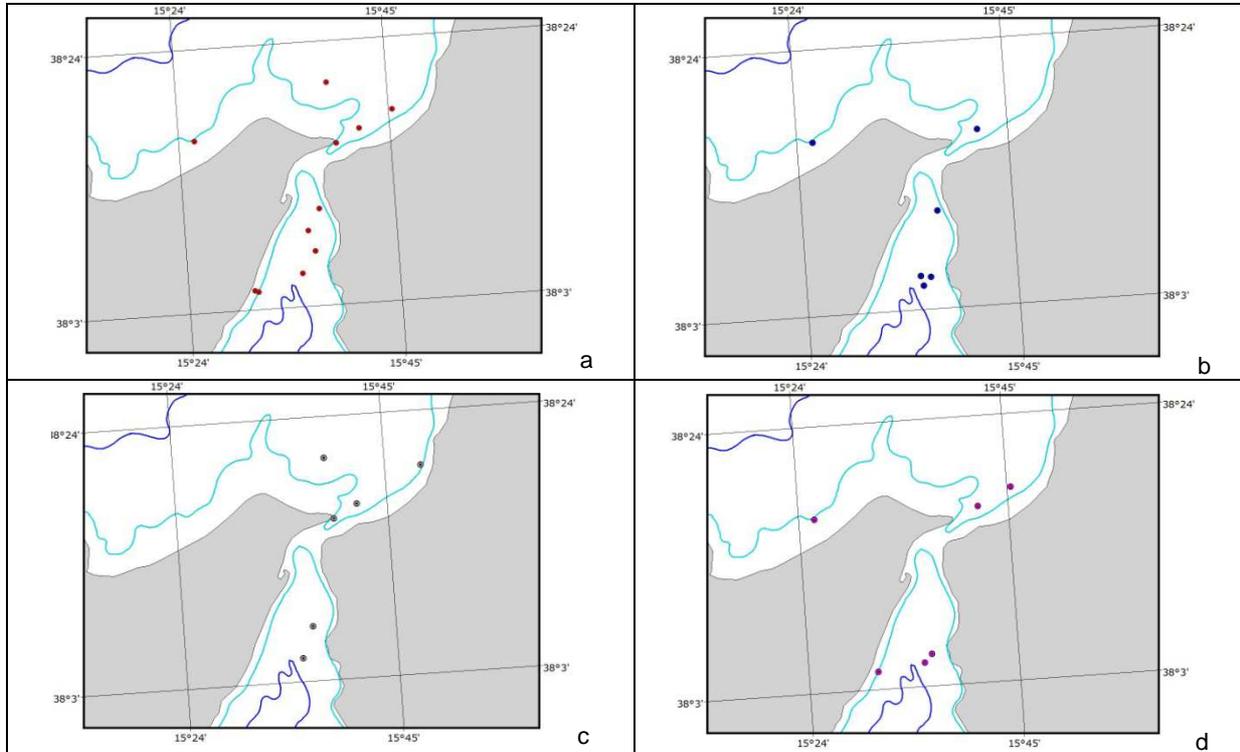


Fig.25 – Le posizioni di alcuni tursiopi avvistati sia nella porzione nord che sud dell'area di studio (a. tursiopo # 13, b. tursiopo # 07, c. tursiopo # 12, d. tursiopo # 37).



**Ponte sullo Stretto di Messina
Progetto Definitivo**

**FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI
ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA**
(Report conclusivo- Anno 2011)

MAV0139

Rev
F0

Data
07/02/2012

Codice individuale	Categoria pinna dorsale	Numero avvistamento																								
		003/Tt001	004/Tt002	006/Tt003	009/Tt004	010/Tt005	013/Tt006	014/Tt007	015/Tt008	016/Tt009	020/Tt010	023/Tt011	028/Tt012	029/Tt013	030/Tt014	032/Tt015	042/Tt016	043/Tt017	044/Tt018	045/Tt019	046/Tt020	051/Tt021	056/Tt022	057/Tt023	068/Tt024	072/Tt025
Tt002	D2	-	-	-	x	-	●	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tt005	D2	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	●	●	-	-	-	●
Tt007	D2	-	-	-	-	-	x	●	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	●	●	-	-
Tt009	D2	-	-	-	-	-	x	●	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tt010	D2	-	-	-	-	-	x	●	-	●	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-
Tt012	D2	-	-	-	x	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	●	-	●
Tt013	D2	x	-	-	●	-	●	●	-	●	-	-	-	-	●	-	-	●	●	-	●	●	-	-	-	●
Tt014	D2	-	-	-	x	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	●	-	-	-	-
Tt015	D2	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tt019	D2	-	-	-	x	-	●	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	●	●	-	-	-	-	-	-	-
Tt020	D3	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-
Tt021	D2	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-
Tt022	D2	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tt023	D2	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	●	●	-	-	-	-
Tt024	D2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tt025	D2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tt026	D2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tt027	D2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-
Tt032	D3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	●	●	-	-	-	-	-
Tt033	D2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	●	-	-	-	-	-
Tt034	D2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-
Tt035	D2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	●	-	-	-	-	-	●
Tt036	D2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	●	●	-	●	-
Tt037	D2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	●	●	●	●	●
Tt041	D2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-
Tt042	D2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-
Tt044	D2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-
Tt046	D3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-
Tt050	D2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x
Tt051	D3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x
Tt052	D3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x
Tt053	D2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x
Tt054	D3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x
Tt056	D2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x
Tt057	D2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x

Tab.25 - Avvistamenti e riavvistamenti dei singoli individui foto-identificati ("X" = prima cattura fotografica; "●" =

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

successive ricatture fotografiche; “-“ = animale non avvistato).

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

Un confronto effettuato invece tra gli animali osservati nel corso del presente monitoraggio con gli individui già foto-identificati e presenti nel precedente catalogo, ha permesso di riscontrare la presenza di individui ricatturati fotograficamente a distanza di 5 anni, e di evidenziare la residenza di tali individui nell'area di studio. La Figura 26 mostra due esempi di animali 'ricatturati' nei due monitoraggi; come si può vedere, per esempio, l'individuo Tt013 (Fig.26b) oltre ad essere stato riavvistato più volte nel corso del presente monitoraggio, era già stato avvistato nel precedente monitoraggio effettuato tra il 2005 e il 2006.

Nell'Allegato 1 è riportato il catalogo completo dei tursiopi foto-identificati appartenenti alle categorie (D1, D2, D3), contenente le informazioni relative a ciascun avvistamento, nonché la denominazione dell'individuo fotografato. L'indicazione della probabilità di avvistamento in una determinata area, specificando se sia da considerarsi individuo stanziale o di passaggio, non è possibile sulla base dei dati disponibili.



Data: 08/07/2005



Data: 10/09/2010
(26a)

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>



Data: 13/09/2005



Data: 22/10/2010
(26b)

Fig.26 – Due esempi di animali (26a: Tt014; 26b: Tt013) incontrati a distanza di 5 anni.

2.3.3.3. Stime di abbondanza tramite il metodo cattura-ricattura

Tra i metodi indiretti per la stima di popolazioni in ambiente terrestre e acquatico assume particolare rilievo il metodo di cattura-marcatura-ricattura, che consiste nel catturare un campione della popolazione, marcarlo opportunamente, rilasciarlo e successivamente ricattare, in una o più occasioni, nuovi campioni, contando gli animali precedentemente marcati.

La marcatura-ricattura è una delle principali tecniche per la stima della densità e del tasso di mortalità delle popolazioni. I metodi sviluppati sono numerosi, ma altrettanto numerose sono le condizioni che, se non soddisfatte, li possono invalidare. La principale condizione riguarda la marcatura in sé, che può alterare il comportamento dell'animale, il suo tasso di crescita, la probabilità di sopravvivenza e di conseguenza la probabilità di ricattura.

Tutti i metodi, anche i più sofisticati, discendono direttamente dal primo, messo a punto da Petersen nel 1896 e usato da Lincoln nel 1930 e perciò spesso chiamato "Indice di Lincoln-Petersen". Si immagini di voler stimare le dimensioni di una popolazione in cui si sia certi che non si verifichino nascite o immigrazioni. In una prima fase si raccoglie un campione di m individui, si marcano in modo da poterli in seguito riconoscere, e si rilasciano nuovamente. Gli individui rilasciati dovrebbero 'mischinarsi' perfettamente con gli individui non marcati. In questo caso la proporzione di animali marcati rimane la stessa di quando i marcati furono rilasciati. In una seconda circostanza si raccoglie nuovamente un campione casuale, di dimensione n , in cui r individui risulteranno precedentemente marcati. Se la dimensione della popolazione

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

immediatamente prima del primo campionamento era N, allora dovrebbe essere valida la seguente proporzione

$$r : n = m : N$$

Da cui, se indichiamo con N_s la stima di N si ha

$$N_s = n \cdot m / r$$

che è appunto la stima di Petersen (o indice di Lincoln). Questa stima è la più semplice tra quelle che impiegano la marcatura, ma è anche quella meno direttamente utilizzabile, a causa delle numerose restrizioni che essa implica. La principale è che la popolazione deve considerarsi "chiusa", cioè non devono verificarsi nascite o immigrazione, né morti o emigrazione. Per ovviare a questo problema, sono stati sviluppati altri metodi, ricorrendo soprattutto a marcature-ricatture multiple.

Nel caso del campionamento di popolazioni di cetacei vengono utilizzate le catture fotografiche (foto-identificazione) che sfruttano marcature naturali e permanenti presenti sugli animali stessi (tacche presenti sulle pinne dorsali degli animali).

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

Metodi

Per le analisi degli individui foto-identificati nelle acque dello Stretto di Messina i dati sono stati raggruppati in cinque intervalli stagionali nel periodo luglio 2010 – luglio 2011 (se un individuo è stato catturato fotograficamente almeno una volta durante ogni stagione lo si è ritenuto “catturato” per il periodo in oggetto). La scelta del modello più adatto per le analisi di “cattura-ricattura” è spesso difficoltosa, a causa del gran numero di modelli disponibili (Burnham et al. 1995). Il primo quesito cui rispondere è se si sta analizzando una popolazione “chiusa” o “aperta”, cioè se durante il periodo di studio vi sono degli ingressi (nascite e/o immigrazioni) o delle uscite (morti e/o emigrazioni) nella popolazione.

Per verificare la chiusura della popolazione è stato utilizzato il programma “CloseTest” (Stanley e Richards 2005) e in particolare sono stati eseguiti due differenti test per la chiusura: (1) il test di Stanley e Burnham (1999), e (2) il test di Otis e colleghi (1978) (Stanley e Richards 2005). L'ipotesi di chiusura è stata respinta da entrambi i test (Stanley e Burnham test $\chi^2=62.60$; $df = 23$; $P=0.00002$; test di Otis $z = -2.08$; $P=0.01872$). I risultati di questi due test ci suggeriscono che i modelli di “cattura-ricattura” sviluppati per le popolazioni chiuse non sono adatti per la stima abbondanza dei tursiopi nello Stretto di Messina nel periodo di studio. Conseguentemente, le stime sono state effettuate utilizzando la parametrizzazione di Schwarz e di Arnason del modello Jolly-Seber, modello sviluppato per lo studio di popolazioni aperte (Schwarz e Arnason 1996, 2006). Tale modello include il parametro N, che indica le dimensioni di un super-popolazione. N può essere considerato sia come il numero totale di animali oggetto di cattura in qualsiasi momento durante lo studio o, in alternativa, come il numero totale di animali presenti nella zona di studio tra il primo e l'ultimo evento di campionamento (Nichols 2005; Reisinger e Karczmarski 2009).

Questo modello fornisce stime di abbondanza consentendo ingressi (nascita, immigrazione) e perdite (morte, emigrazione permanente) nella popolazione oggetto di indagine durante il periodo di studio.

Anche i modelli per popolazioni aperte devono comunque sottostare a diverse assunzioni: (1) la marcatura dell'animale deve permanere ed essere riconoscibile almeno sino alla fine del periodo di studio, (2) gli individui sono immediatamente rilasciati dopo essere stati campionati ed il campionamento è istantaneo, (3) tutti gli individui marcati presenti in una sessione di campionamento devono avere la stessa probabilità di cattura, (4) tutti gli individui marcati nella popolazione in una sessione di campionamento devono avere la stessa probabilità di sopravvivere fino alla successiva sessione di campionamento, e (5) non devono esserci reazioni

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	MAV0139	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 07/02/2012

comportamentali da parte degli animali alla sessione di campionamento e alla marcatura.

Ai fini del presente studio, le suddette ipotesi sono state così verificate:

per l'assunzione (1) sono state usate solo fotografie di alta qualità per identificare gli individui, e sono stati utilizzati solo segni identificativi visibili da entrambi i lati della pinna (tacche e non graffi) e solo segni persistenti per tutta la durata dello studio; per l'assunzione (2), sono stati selezionati periodi di campionamento relativamente brevi rispetto alla vita media degli animali studiati (Parra et al 2006); per le ipotesi (3) e (4) il χ^2 del test statistico "test 2 + 3" (Burnham e Anderson 1998) ha indicato che le ipotesi di omogeneità nella cattura e della probabilità di sopravvivenza non sono stati violati ($\chi^2=4.3484$; $df=5$; $P=0.5004$). La probabilità di cattura media in questo studio è stata, inoltre, dello 0.64, cioè superiore a 0.5, ad indicare che l'eventuale eterogeneità nella probabilità di cattura risulti essere ininfluenza (Pollock et al 1990.); per l'assunzione (5) l'uso del metodo della cattura fotografica implica che gli animali non siano soggetti a stress indotto dalla cattura, manipolazione, o marcatura fisica (Parra et al. 2006).

Il "Test 2 + 3" per l'omogeneità nelle probabilità di cattura è stato effettuato usando il programma "U-Care" (Choquet et al. 2009), mentre le stime di abbondanza sono state ottenute tramite il programma MARK 5.1 (White e Burnham 1999)².

Un altro aspetto da considerare negli studi finalizzati alla "cattura-ricattura" dei cetacei è l'effetto "sovra-dispersione dei dati", ovvero che la probabilità di ogni individuo all'interno di un gruppo di essere catturato possa non essere indipendente dalla probabilità degli altri individui di essere catturati (Anderson et al. 1994, Silva et al. 2009). Come ad esempio potrebbe succedere nel caso in cui "coppie" di individui passassero più tempo assieme rispetto ad altri all'interno del gruppo.

Per la valutazione dell'effetto "sovra-dispersione" è stato calcolato il valore \hat{c} ottenuto dividendo il chi-quadrato ottenuto dal test per la bontà dell'adattamento (*goodness of fit*) del modello per il numero di gradi di libertà (Lebreton et al. 1992, Silva et al. 2009). Il valore \hat{c} del modello scelto è risultato essere 0.87 (i.e. <3 e quindi sostanzialmente non diverso da 1, e di conseguenza ininfluenza; Lebreton et al 1992).

Il miglior modello è stato selezionato mediante il test di verifica delle informazioni di Akaike, modificato per campioni di piccola entità (*Akaike Information Criterion corrected for small-sample sizes* - AICC, Burnham e Anderson, 1998).

Bisogna tuttavia ricordare che le stime effettuate con il metodo della "cattura-ricattura" si basano

² Per un maggior approfondimento della metodologia applicata v. Cooch e White 2012.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

solo su animali “marcati” e di conseguenza restituiscono valori solo per popolazioni composte da individui marcati. Per includere anche gli individui non marcati (che comprendono anche i giovani) è stata effettuata una selezione casuale di 300 fotografie (di buona-ottima qualità) ed all’interno di quel campione è stata stimata la percentuale di individui non marcati. Tale percentuale è stata in seguito aggiunta alla stima ottenuta con il modello selezionato (come in Parra et al. 2006).

La varianza delle stime di abbondanza è stata calcolata seguendo la formula utilizzata da Wilson e colleghi (1999):

$$\text{Var}(N_{\text{tot}}) = N_{\text{tot}}^2 \left(\frac{\text{var } N}{N^2} + \frac{1 - \theta}{n\theta} \right)$$

dove:

n = numero di animali catturati,

N = stima del numero di animali marcati,

θ = percentuale di animali identificabili,

N_{tot} = stima della dimensione della popolazione totale dopo l'aggiunta della percentuale di individui non marcati,

var N = varianza degli animali marcati.

Risultati

Durante il periodo di studio un totale di 35 individui “marcati” sono stati individuati fotograficamente.

La Figura 27 mostra il tasso di scoperta (*discovery curve*) di foto-identificazione dei tursiopi nello Stretto di Messina. La curva di scoperta viene costruita inserendo sull'asse delle ordinate ogni nuovo individuo identificato (rispetto ai giorni di sforzo di foto-identificazione), nel caso specifico si può notare come il grafico non abbia raggiunto un asintoto, cioè come ad ogni sessione di foto-identificazione vengano aggiunti nuovi individui in catalogo. Questo grafico fornisce un'indicazione del fatto che la popolazione non sia chiusa rispetto ad immigrazioni (i.e. nuovi individui si aggiungono alla popolazione in esame), e conseguentemente giustifica la scelta del modello selezionato.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

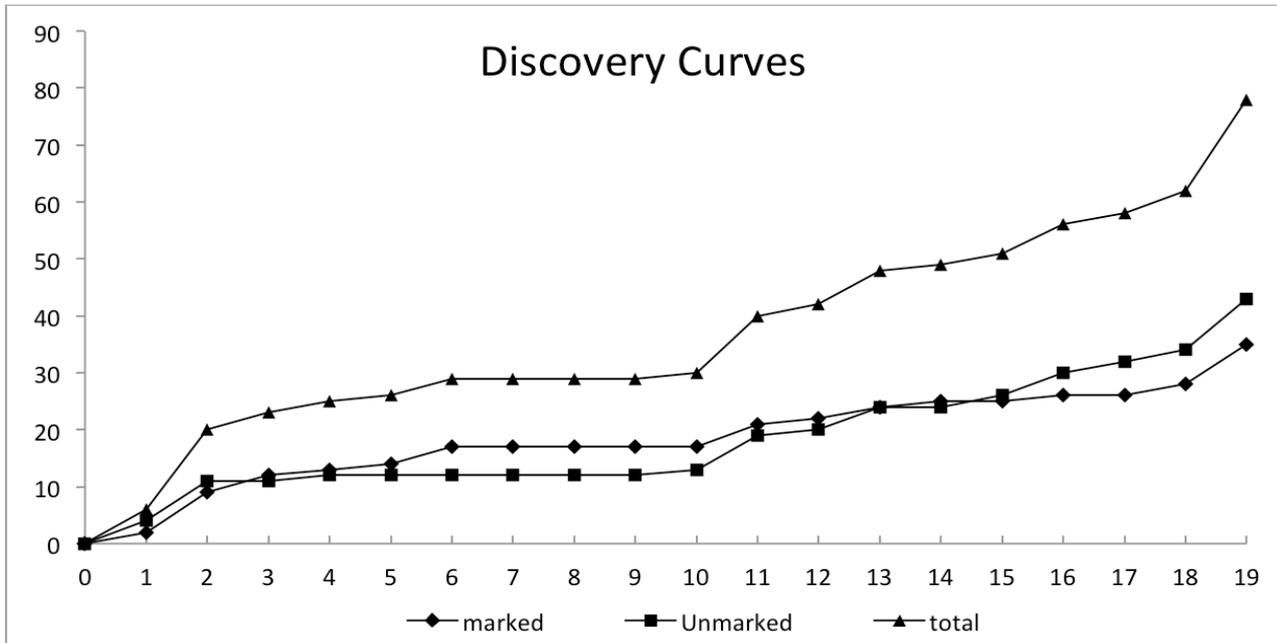


Fig. 27 - Curva di scoperta (*discovery curve*) per i tursiopi nello Stretto di Messina.

Il modello più robusto per i dati analizzati è stato selezionato tra i 4 presentati in Tabella 26, utilizzando il valore AICC più basso. Il modello scelto, definito come il modello $p(t)\phi(t)\text{pent}(t)$, è quello in cui le probabilità di cattura e le probabilità di sopravvivenza variano nel tempo.

		Delta	Model			
Model	AICc	AICc	Weight	Likelihood	#Par	Deviance
$\phi(t)p(t)\text{pent}(t)$	97,278	0	0,97532	1	8	0
$\phi(.)p(t)\text{pent}(t)$	104,934	7,66	0,02121	0,0217	9	0
$\phi(.)p(.)\text{pent}(t)$	109,794	12,52	0,00187	0,0019	6	0
$\phi(t)p(.)\text{pent}(t)$	110,102	12,82	0,0016	0,0016	7	0

Tab. 26 - Selezione del modello in base ai valori AICC.

La stima di animali marcati ottenuta con il suddetto modello risulta essere di 39 individui (95%

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

IC=36-52). Dalle analisi di 300 foto selezionate casualmente tra tutte quelle scattate durante il periodo di studio si è ottenuta una percentuale di animali non marcati di 0.32. Applicando questa proporzione alla stima ottenuta precedentemente, otteniamo una stima di abbondanza assoluta di 57 animali (95% IC=43-76; Tab.27).

Model	D1-D3	Pop est (marked)	SE	CV	"C"	L 95% limit	U 95% limit	Total Pop (mark+unmark)	Var (N)	SE (tot pop)	CV(tot pop)	"C"	L 95% limit	U 95% limit
phi(t)p(t) pent(t)	35	39	3.40	0.09	1.19	36	52	57	72.1	8.49	0.15	1.34	14	19

Tab. 27 - Risultati della stima di popolazione includendo sia gli individui marcati che la proporzione di quelli non marcati.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

3. Conclusioni e raccomandazioni

Riprendendo le conclusioni e raccomandazioni esposte in precedenza (Notarbartolo di Sciara et al. 2006), e in ottemperanza della prescrizione n. 10 del CIPE³, si ritiene che la massima attenzione dovrà essere rivolta al contenimento degli impatti che potranno essere esercitati sui cetacei soprattutto durante la fase di cantiere del ponte. Malgrado il degrado di cui già soffre lo Stretto di Messina per via dell'intensissimo traffico marittimo (notoriamente una fonte di disturbo per i cetacei, v. Sez. 3.2.2), sia di attraversamento trasversale che longitudinale, la fase di cantiere è quella in cui gli impatti prevedibili sono maggiori; tuttavia, è anche quella in cui maggiori sono le possibilità di intervento mitigativo.

Per quanto concerne la fase di esercizio, si ritiene che le possibilità di intervento mitigativo siano, al contrario, assai più limitate. Malgrado si possa presumere che la riduzione del traffico marittimo di attraversamento derivante dall'operatività del ponte costituirà una diminuzione degli attuali livelli di disturbo per i cetacei, occorre tenere presente che allo stato attuale non esiste certezza circa possibili risultanti positive che potrebbero derivare ai cetacei della zona dalla fase di esercizio del ponte.

³“Per le interferenze con aree di interesse naturalistico, sia terrestri che marine nell'ambito della progettazione definitiva dovrà prevedersi che: a) le previste interferenze con gli habitat di specie animali protette provocate nella fase di cantiere del Ponte e delle opere connesse, dovranno essere ridotte ai minimi livelli o comunque compensate in maniera adeguata e sufficiente a salvaguardare le specie dandone riscontro nell'ambito della progettazione definitiva: dovrà essere altresì approfondita la problematica relativa all'eventuale interferenza del Ponte con i flussi migratori di cetacei e di volatili risultanti sia dallo SIA che dalle osservazioni”.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

3.1. Considerazioni sull'ecologia dei cetacei della zona

Le ricerche di campo compiute nella zona dello Stretto di Messina da giugno 2005 a maggio 2006 e successivamente da luglio 2010 a ottobre 2011 – descritte, rispettivamente, in Notarbartolo di Sciara et al. 2006 e in questo documento - hanno fornito conferma quantitativa del fatto, peraltro noto tanto nella tradizione locale, quanto nella limitata letteratura scientifica disponibile, che la zona è una località mediterranea di particolare importanza per diverse specie di cetacei. Tra le specie osservate, l'area risulta frequentata sia da odontoceti che da mysticeti. In entrambi i periodi di studio è stato possibile avvistare i cetacei con maggiore frequenza nell'area meridionale ionica che in quella settentrionale tirrenica.

Due specie, la **stenella striata** e il **tursiope**, sono nettamente più frequenti delle altre nella zona. La prima viene osservata con frequenza nelle acque pelagiche sia a nord che a sud dello Stretto, mentre il secondo è residente lungo la piattaforma continentale calabrese e siciliana, e pertanto anche nelle acque dello Stretto vero e proprio. Le altre specie osservate – **capodoglio**, **balenottera comune**, **grampo**, **zifio** e **delfino comune** – sono risultate decisamente meno frequenti.

Allo stato delle conoscenze oggi disponibili, le acque dello Stretto di Messina rivestono importanza per le specie di cetacei sopra menzionate per due distinte condizioni: residenza e transito. Nel considerare le azioni da intraprendere per mitigare o, qualora fattibile, evitare possibili impatti del ponte sui cetacei della zona converrà distinguere tra tali differenti condizioni.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

3.1.1. Residenza

Se un gruppo di animali risiede regolarmente in una data area significa che quell'area contiene habitat critico per tali animali, ove questi vi svolgono le funzioni di base della loro esistenza, tra cui la ricerca del cibo, la riproduzione, il riposo, la protezione dai predatori, e le interazioni sociali. L'unica specie di cetaceo che si può ritenere residente nell'area dello Stretto è il tursiope, più volte osservato in prossimità delle coste (sia siciliana che calabrese) nel corso delle ricerche sopra descritte; tale area, pertanto, va considerata come facente parte dell'habitat critico del tursiope. Su questa specie dovranno concentrarsi le maggiori attenzioni sui possibili impatti derivanti dalla costruzione del ponte, considerando l'importanza che effetti prolungati di tali impatti possono avere su animali costantemente presenti nella zona.

Occorre inoltre ricordare che il tursiope è specie elencata dell'Allegato II ("Specie animali e vegetali d'interesse comunitario la cui conservazione richiede la designazione di zone speciali di conservazione") della Direttiva Habitat (92/43/CEE, recepita dalla normativa italiana con DPR 357/1997 e seguenti), e che quindi la conservazione sua e del suo habitat riveste anche una questione di particolare rilievo giuridico. La Direttiva, infatti, prevede l'istituzione di una rete ecologica europea coerente di zone speciali di conservazione, anche in mare, denominata *Natura 2000*, devoluta alla tutela delle specie elencate nell'Allegato II. Nella zona dello Stretto, lato calabrese, è stato designato un Sito di Interesse Comunitario (SIC) marino, denominato "Fondali da Punta Pezzo a Capo dell'Armi" (IT9350172), per un'estensione totale di 1.789 Ha, contenente habitat di tursiope (Fig. 28). Inoltre, a breve distanza dallo Stretto e comunque all'interno dell'area di studio considerata in questo documento, sono compresi altre due piccoli SIC marini, anch'essi contenenti habitat di tursiope: "Fondali di Scilla" (IT9350173) di 31 ha, lungo la costa calabrese tirrenica, e "Fondali di Taormina – Isola Bella" (ITA030040) di 142 ha, lungo la costa siciliana ionica.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

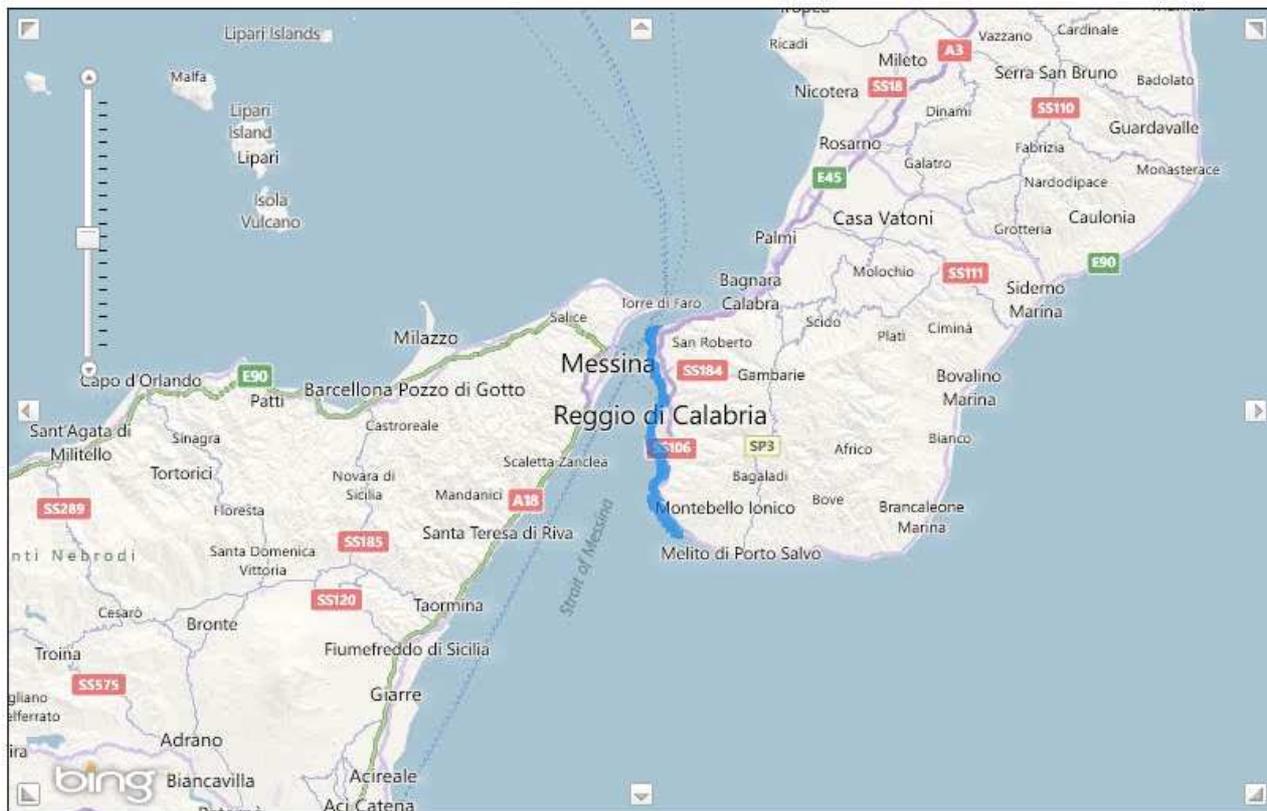


Fig. 28 – In azzurro il SIC marino “Fondali da Punta Pezzo a Capo dell’Armi” (IT9350172).

Dai dati della fotoidentificazione raccolti sui tursiopi (v. Sez. 2.3.3.3) è stimabile la presenza nell’area di studio di una sessantina di individui (valore centrale = 57, intervallo di confidenza al 95% = 43-76; Tab. 27). Il valore relativamente basso del coefficiente di variazione di questa stima (CV = 0,15) conferma la robustezza del dato. Da tali dati risulta inoltre evidente la permanenza nel lungo periodo (5 anni) di alcuni individui (e quindi, verosimilmente, della popolazione allargata) nelle acque comprese tra Messina e Villa San Giovanni. Avvistamenti degli stessi esemplari sia nell’area nord che in quella sud, a distanze lineari anche di decine di km uno dall’altro, indicano la presenza di estesi spostamenti di questi animali nella zona, e del fatto che la stessa popolazione copra per lo meno l’intera area di studio, pertanto presumibilmente transitando con continuità nella zona dello Stretto. L’andamento della curva di scoperta (Fig. 27), che non accenna a raggiungere l’asintoto, indica come la popolazione studiata non sia chiusa, ma sotto-insieme di una popolazione più grande e più vastamente distribuita lungo le piattaforme continentali tirrenica e ionica, rispettivamente a nord e a sud dell’area di studio; i componenti di tale più vasta popolazione, nei loro continui spostamenti all’interno del loro habitat, sono stati “catturati”

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

fotograficamente dai ricercatori attraverso la finestra relativamente ristretta dell'area di studio. I dati consentono infine di concludere che la densità (n° di individui/km²) dei tursiopi nell'area di studio, risultata essere di 0,025 ind./km², sia inferiore a quella di altre località mediterranee, quali il mare compreso tra costa valenciana e Baleari (0.041 ind./km²: Gomez de Segura et al. 2006), alto Adriatico (0.069 ind./km²: Genov et al. 2008), o Golfo Amvrakikos nella Grecia ionica (0.37 ind./km²: Bearzi et al. 2008). Al momento non è possibile fornire indicazioni sui motivi di questa bassa densità di tursiopi in un'area marina peraltro caratterizzata da alta produttività, anche se l'elevatissimo livello di traffico navale concentrato nelle acque limitate dello Stretto può essere considerato come una causa probabile di tale condizione.

Degna di nota per quanto concerne l'ecologia del tursiope nell'area dello Stretto è la sua grande flessibilità nell'uso dei diversi habitat batimetrici, con una notevole disponibilità (indubbiamente indotta dalla particolare configurazione dei fondali dell'area) allo sconfinamento dalle acque soprastanti la piattaforma continentale (fino a circa 200-300 m di profondità), verso quelle di scarpata e più profonde (Fig. 20). Tale proprietà, emersa in particolare nel corso della campagna 2010-2011, evidenzia la condivisione dell'habitat tra tursiope e stenella striata, con una separazione virtuale tra le nicchie delle due specie intorno ai 650 m, cioè in acque ben più profonde di quanto avviene in gran parte del Mediterraneo.

Nel corso dello studio sono stati osservati gruppi di tursiopi con neonati o piccoli, il che consente di trarre delle indicazioni sulla stagionalità della riproduzione; malgrado la scarsità dei dati in proposito, si può affermare che la presenza dei piccoli coincide con la stagione estiva e l'inizio dell'autunno, cioè il periodo dell'anno in cui la temperatura delle acque superficiali è più alta. Questo concorda perfettamente con le informazioni presenti in letteratura per *T. truncatus*, sia in Mediterraneo (Bearzi et al. 1997), sia altrove (Thayer et al. 2003, Rowe et al. 2010).

3.1.2. Transito

Nella precedente relazione relativa al campionamento 2005-2006 (Notarbartolo di Sciara et al. 2006: pp. 10-72) era stato ampiamente discusso, sulla base di una estesa ricerca bibliografica (pp. 64-72), quanto noto in letteratura riguardo alla presenza di cetacei nella zona dello Stretto di Messina e acque limitrofe. Pertanto (come del resto in Notarbartolo di Sciara et al. 2011), si ritiene più opportuno fare riferimento alla citata rassegna anziché qui ripeterla. In quella prima relazione si

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

era affermato come l'analisi della letteratura dimostri l'importanza che la zona dello Stretto di Messina, pure essendo relativamente circoscritta, riveste per diverse specie di cetacei. Lo Stretto viene infatti ritenuto comunemente un corridoio utilizzato, oltre che da molte specie di pesci pelagici, anche da numerosi cetacei pelagici per transitare da Tirreno a Ionio o viceversa.

Riguardo alla questione se lo Stretto di Messina costituisca o meno un corridoio di passaggio per cetacei pelagici o di scarpata - quali il capodoglio, la balenottera comune, la stenella striata, il grampo e lo zifio - tra le acque profonde del Tirreno e quelle dello Ionio (o viceversa), riteniamo che l'ipotesi "corridoio" vada appoggiata sia su base circostanziale, sia precauzionale, pur non essendo stati in grado di reperire in materia informazioni decisive e incontrovertibili sull'uso abituale dello Stretto come corridoio di migrazione delle specie sopra menzionate. Ad esempio, ricostruendo le dettagliate osservazioni compiute verso la metà del secolo XX da Arturo Bolognari (Bolognari 1949, 1950, 1951, 1957), il quale ha proposto un complesso schema migratorio di capodoglio nel Mediterraneo su basi prevalentemente congetturali e tuttora non verificate, si può notare come di tutti i numerosi eventi da lui riferiti, solo uno riguardasse la presenza di capodogli nelle acque dello Stretto vero e proprio (Fig. 29). Anche per quanto concerne gli avvistamenti compiuti nel corso di 24 mesi di campagne dedicate (2005-2006 e 2010-2011; v. Fig. 16), descritte in questo documento e nelle precedenti relazioni, si può notare come numerose specie di cetacei siano state osservate in prossimità dello Stretto, sia a nord che a sud, ma che l'unico cetaceo ripetutamente osservato nelle acque dello Stretto vero e proprio sia stato il tursiope, il quale, come precedentemente argomentato, trova in tali acque il proprio habitat critico.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

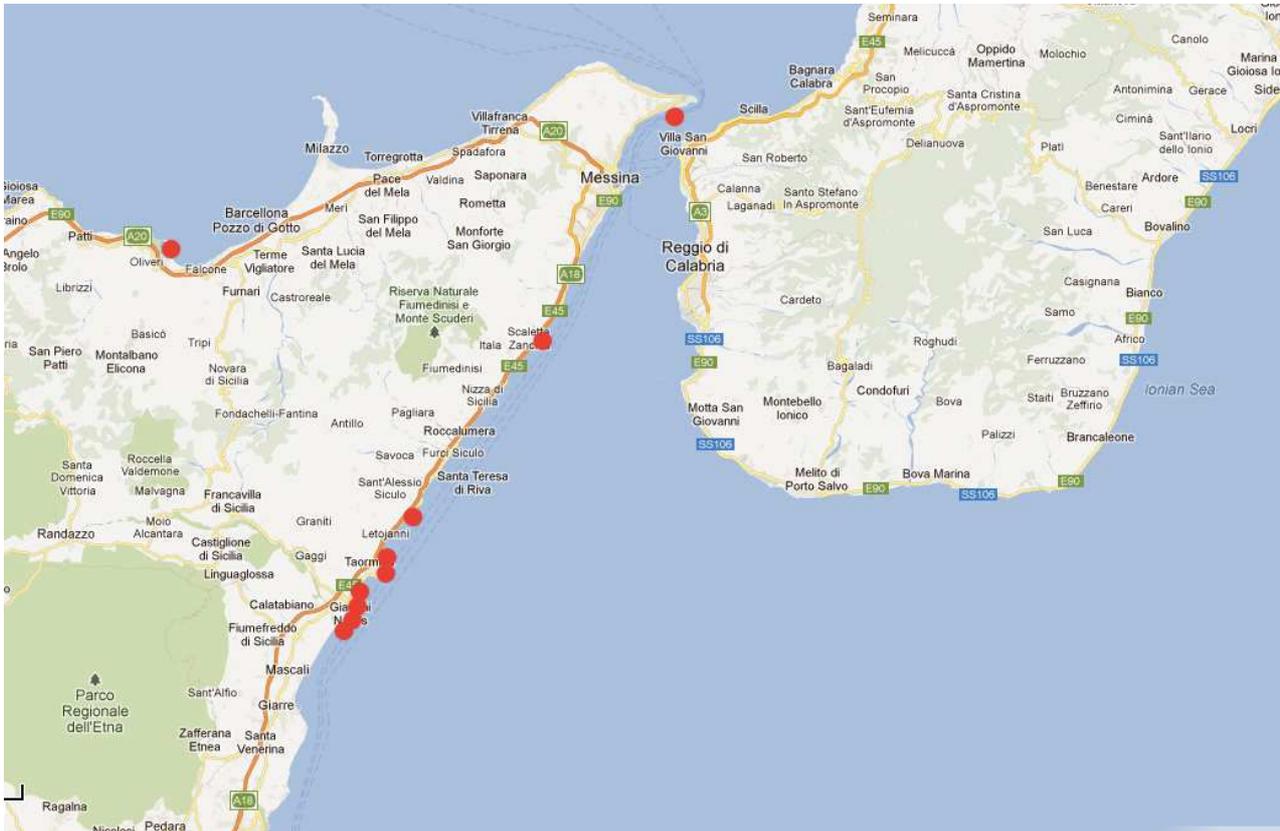


Fig. 29 – Ubicazioni degli eventi riguardanti capodoglio riferiti da Bolognari (1949, 1950, 1951, 1957).

Le basi circostanziali per accreditare l'ipotesi "corridoio", soprattutto per quanto concerne il capodoglio, poggiano su varie considerazioni. La prima è che il capodoglio, che sappiamo compiere cospicui spostamenti all'interno del Mediterraneo, anche dal bacino occidentale a quello orientale e viceversa (e.g., Frantzis et al. 2011; questo documento), in tali spostamenti è assai più probabile che utilizzi lo Stretto di Messina che non lo Stretto di Sicilia (detto anche "Canale di Sicilia"). Infatti, mentre l'uso di quest'ultimo comporterebbe l'attraversamento di un ampio tratto di mare su piattaforma continentale con acque a bassa profondità, nelle quali il capodoglio in condizioni normali evita di avventurarsi, il primo mette in comunicazione due bacini profondi, collegati da un breve percorso su piattaforma, più facilmente superabile. Tale ipotesi è rafforzata dai risultati di un recente *survey* visivo e acustico compiuto nello Stretto di Sicilia da Lewis et al. (2006), nel quale non fu possibile reperire alcun capodoglio. La seconda considerazione in favore dell'ipotesi "corridoio" dello Stretto di Messina è che non si può escludere che cetacei pelagici,

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

soprattutto quelli di grandi dimensioni come capodoglio e balenottera comune, possano decidere, all'occorrenza, di percorrerlo prevalentemente in immersione, e/o preferibilmente nelle ore notturne (quando i livelli di traffico marittimo sono ai minimi nell'arco della giornata), divenendo in tal modo più difficilmente osservabili. Del resto, considerando il trattamento correntemente riservato dai pescatori ai capodogli nella zona, che come riferito da Bolognari nei citati lavori consisteva in aggressioni devastanti a base di "bombe al tritolo" e fucilate, l'adozione di un basso profilo da parte dei capodogli in prossimità delle coste e nello Stretto appare molto giustificato.

L'ipotesi "corridoio" può essere egualmente applicata alla balenottera comune, malgrado questa specie non condivida con il capodoglio l'avversione per l'attraversamento di estesi tratti di bassifondi quali quelli presenti nello Stretto di Sicilia. In aggiunta ai dati originali presenti in questo documento (Fig. 12 e 13), esistono numerose descrizioni della presenza di balenottera comune in prossimità delle coste ioniche della Sicilia (e.g., Tringali et al. 1999, Catalano et al. 2001, Romeo et al. 2003); Puzzolo e Tringali (2001) fanno specifico riferimento alla presenza della specie nello Stretto, anche se da quel lavoro non è possibile ricostruire le precise località degli avvistamenti, e verificare se si trattasse di acque limitrofe allo Stretto, oppure all'interno dello Stretto vero e proprio.

In conclusione, e in attesa che studi basati sulla telemetria satellitare dimostrino in maniera oggettiva che i cetacei pelagici utilizzano regolarmente lo Stretto di Messina come corridoio di migrazione, si ritiene che l'ipotesi "corridoio" vada per il momento appoggiata non solo su base circostanziale, ma anche precauzionale.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	MAV0139	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 07/02/2012

3.2. Raccomandazioni

Queste raccomandazioni, riprese in gran parte da Notarbartolo di Sciara et al. (2006) e, ove necessario, aggiornate, contemplano due categorie di azioni: (a) la continuazione del **monitoraggio** in tutte le fasi (*ante operam*, cantiere ed esercizio) per disporre di informazioni sempre aggiornate sull'evolversi della situazione, e (b) specifici accorgimenti di **mitigazione degli impatti**.

3.2.1 Monitoraggio

3.2.1.1 Monitoraggio in fase *ante operam*

Qualora vi fosse sufficiente disponibilità di tempo e risorse per effettuare monitoraggio supplementare *ante operam*, le seguenti attività potrebbero contribuire significativamente all'acquisizione di informazioni rilevanti:

- Studio del comportamento migratorio dei grandi cetacei (capodoglio e balenottera comune) in prossimità dello Stretto di Messina, mediante applicazione di telemetria satellitare.
- Monitoraggio su scala fine della presenza e distribuzione stagionale di tursiopi su entrambe le parti dello Stretto in corrispondenza dei due siti nei quali è prevista la costruzione dei moli di servizio, all'interno di un raggio opportunamente calcolato sulla base delle caratteristiche dei fattori di disturbo prodotti, attraverso a) l'uso di boe acustiche fisse, e b) osservazioni dirette.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

3.2.1.2 Monitoraggio in fase di cantiere

Questa fase del monitoraggio servirà sia a rilevare eventuali modifiche dell'ecologia e del comportamento dei cetacei nella zona dello Stretto in epoca successiva all'inizio dei lavori, da raffrontarsi con la condizione originaria, sia a fornire indicazioni operative al Contraente Generale necessarie al contenimento e alla mitigazione di attività legate alla costruzione potenzialmente pericolose per i cetacei. In particolare, in fasi costruttive ritenute particolarmente rischiose, si potrà prevedere la creazione di "zone di esclusione" di delfini intorno alle aree dei lavori, all'interno di un raggio opportunamente calcolato sulla base delle caratteristiche dei fattori di disturbo prodotti, sorvegliate da personale specializzato in grado di segnalare la presenza di cetacei nella zona e fornire indicazioni per la sospensione dei lavori fino a quando i cetacei non l'avranno abbandonata.

Si raccomanda in particolare che lo studio di dettaglio dell'ecologia e comportamento dei tursiopi presenti nelle acque dello Stretto interessate dalla costruzione del ponte venga continuato nel corso della fase di cantiere, per un continuo monitoraggio della presenza di questi animali nella zona interessata dai lavori, e di loro eventuali reazioni a nuove condizioni.

Si raccomanda inoltre che il monitoraggio dei livelli di rumore ambientale subacqueo nella zona dello Stretto continui con metodologie comparabili con quelle della fase *ante operam*, onde poter fornire un raffronto con le precedenti condizioni e consentire la possibilità di intervenire per mantenere i livelli di rumore ambientale subacqueo entro limiti accettabili.

Per quanto concerne il rischio di degrado ambientale, il monitoraggio delle acque già previsto dalle procedure generali legate alla costruzione dell'opera sarà sufficiente per controllare la qualità dell'habitat dei cetacei, e non sembrano al momento necessarie particolari attenzioni aggiuntive.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

3.2.1.3 Monitoraggio in fase di esercizio

Si raccomanda che il regolare monitoraggio della presenza e comportamento dei cetacei dell'area venga continuato anche negli anni successivi all'entrata del ponte nella fase di esercizio, per generare dati raffrontabili con quelli raccolti sia *ante operam* sia in fase di costruzione, e consentire in tal modo l'individuazione di eventuali ulteriori opere e misure mitigatrici e compensative dell'impatto residuo, ove questo permanga.

3.2.2 Mitigazione degli impatti

3.2.2.1 Mitigazione in fase di cantiere

Considerazioni generali. Come già esposto in una precedente relazione (Notarbartolo di Sciarra et al. 2006), dettagliate misure di mitigazione dovranno essere delineate e pianificate sulla base di uno stretto coordinamento tra il Contraente Generale - in grado di fornire tutti i necessari dettagli sulle attività da porre in essere – e il Monitore Ambientale, coadiuvato da esperti di ecologia dei cetacei, che potrà raccomandare di evitare o limitare la presenza umana e di natanti negli habitat critici in stagioni o circostanze particolarmente delicate.

La fase di cantiere vedrà una rilevante incidenza di attività umane nella zona di costruzione per un periodo minimo di sette anni. Queste attività comporteranno, tra le altre cose, la generazione di rumore ambientale causato dai seguenti fattori: (a) la costruzione in mare dei moli di servizio e loro successiva demolizione al termine dei lavori; (b) le attività di scavo e consolidamento del terreno nella zona costiera, in corrispondenza delle torri, dei blocchi di ancoraggio dei cavi e dei viadotti di accesso; (c) il trasporto via mare del materiale inerte derivante dagli scavi; (d) il temporaneo aumento del traffico marittimo attraverso lo Stretto lungo entrambe le direttrici, e in particolar modo la presenza in mare di natanti legata alla costruzione delle strutture aeree del ponte; infine (e) occorre considerare quali conseguenze potrebbero avere i lavori di costruzione del ponte sulla qualità delle acque.

Per quanto riguarda le questioni riguardanti i punti sopraelencati: (b) attività di scavo e consolidamento del terreno; (c) smaltimento del materiale inerte; ed (e) qualità delle acque, si

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

rimanda integralmente a Notarbartolo di Sciarra et al. (2006), in quanto non risultano essere intervenuti nel frattempo elementi per modificare o aggiornare le raccomandazioni contenute in quella relazione.

Al contrario, in considerazione della speciale sensibilità dei cetacei agli stimoli uditivi e alle vibrazioni (ad esempio: Croll et al. 2001, Foote et al. 2004, Fristrup et al. 2003, Southall et al. 2007, Bailey et al. 2010), così come al disturbo causato dalla presenza di traffico marittimo (ad esempio: Constantine et al. 2004, Evans 2003, Jahoda et al. 2003, Leung Ng e Leung 2003, Lusseau 2003a, Lusseau 2003b, Mattson et al. 2005, Ribeiro et al. 2005, Trites et al. 2002, Timmel et al. 2008, Noren et al. 2009), si ritiene che gli aspetti del rumore e del disturbo vadano qui ribaditi in quanto meritevoli della più alta attenzione.

Gli aspetti più rilevanti che riguardano il disturbo acustico nella fase di cantiere sono quelli concernenti: (a) la costruzione e la demolizione dei moli di servizio e (b) il traffico marittimo.

(a) Costruzione e demolizione dei moli. Per quanto di durata limitata⁴ in paragone ai tempi totali previsti per il cantiere, la costruzione dei moli di servizio e la loro successiva demolizione va seguita con grande attenzione. Il rumore provocato dall'infissione di pali nel fondo può causare impatti negativi sui cetacei che si trovano nella zona interessata, e in particolare sui tursiopi, essendo i cetacei mammiferi acusticamente molto dotati e sensibili (Madsen et al. 2006, Gedamke e Scholik-Schlomer 2011). Vengono purtroppo intraprese frequentemente numerosissime attività di costruzione a mare mediante pali battuti in molte località costiere del Mediterraneo, condotte senza alcuna valutazione di impatto o attenzione nei riguardi dell'ambiente marino e in particolare dei cetacei. Riteniamo che la speciale attenzione a questo problema nel caso del ponte sullo Stretto possa costituire un precedente significativo, e utile alla conservazione dei cetacei nella regione mediterranea.

Sulla base delle informazioni ricevute (M. Jamiolkowski, com. pers.), le metodologie costruttive sono due: il metodo dei **pali battuti** nel fondale, che pur essendo più rapido e meno costoso è anche quello che genera i più alti livelli di rumore; e il metodo dei **pali trivellati**, che ha il vantaggio di provocare livelli trascurabili di rumore ambientale.

Malgrado l'impatto del mascheramento uditivo possa essere mitigato dalla natura intermittente del rumore, dalla direzionalità uditiva dei delfini, e dalla loro abilità di adattare l'ampiezza e frequenza delle loro vocalizzazioni alle condizioni di rumore ambientale, David (2006) ha dimostrato che il

⁴ La durata prevedibile della costruzione dei moli è stata calcolata nel 2006 in misura di una media di 1-2 pali al giorno per macchina (M. Jamiolkowski, com. pers.). A titolo di esempio, nell'ipotesi che i pali richiesti per la costruzione di entrambi i moli siano in totale 160, e che le macchine utilizzate per la costruzione siano almeno tre, la massima durata prevista per la costruzione si aggirerebbe sui tre mesi.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

rumore generato dalla battitura di pali, nel caso in cui non venga opportunamente mitigato, può causare effetti negativi sui tursiopi fino a 40 km dalla fonte. Con un picco di energia intorno ai 9 kHz tale rumore è in grado di coprire forti vocalizzazioni da parte dei delfini in un raggio di 10 -15 km, mentre il limite di 40 km riguarda le vocalizzazioni più deboli. Nel corso di lavori di costruzione nella zona di Hong-Kong, che utilizzavano pali battuti, malgrado l'uso di cortine di bolle, il monitoraggio dalla costa del comportamento di gruppi di delfini (*Sousa chinensis*) avvistati nella zona ha rivelato chiare modifiche comportamentali, il che suggerisce la presenza di disturbo malgrado gli accorgimenti mitigativi utilizzati (Jefferson 2000, Würsig *et al.* 2000). Simili, evidenti segnali di disturbo sono stati registrati per le focene comuni, *Phocoena phocoena*, nel Mare del Nord da Tougaard *et al.* (2009) e Brandt *et al.* (2011), con risposte comportamentali osservate anche ad alcune decine di km dalla fonte.

Sulla base delle precedenti considerazioni si raccomanda di ricorrere al metodo dei pali trivellati. Si consiglia inoltre di programmare le operazioni di costruzione dei moli tenendo conto delle caratteristiche stagionali delle specie interessate, in particolar modo il tursiope, con una speciale attenzione alla stagione riproduttiva di questa specie, che in Mediterraneo avviene generalmente tra giugno e ottobre.

Per quanto concerne la demolizione dei moli alla chiusura del cantiere, l'impalcato superiore metallico verrà tagliato mediante fiamma ossidrica e pertanto non genererà livelli preoccupanti di rumore subacqueo. I pali in calcestruzzo verranno invece tagliati sott'acqua, a quota fondale, e pertanto saranno necessarie particolari attenzioni. Per tale operazione si sconsiglia vivamente l'uso di martelli demolitori, con impatto acustico significativo, da sostituirsi con il taglio mediante filo diamantato.

(d) Traffico marittimo. Il rumore prodotto dai natanti a motore è una fonte di disturbo per i cetacei. Il disturbo maggiore è arrecato soprattutto dai natanti piccoli e veloci, in larga misura con motori fuoribordo (Richardson *et al.* 1995, Richardson e Würsig 1997). Le imbarcazioni più grandi e più lente, come quelle che verranno utilizzate nella realizzazione del ponte, producono rumore a frequenze più basse e pertanto non sono comunemente considerate come elementi importanti di disturbo acustico per i piccoli cetacei, anche se hanno il potenziale di mascherare con il rumore prodotto dalle eliche le vocalizzazioni a bassa frequenza tipiche di alcune specie di mysticeti, tra cui la balenottera comune.

In aggiunta al disturbo da rumore, occorre tener presente che i cetacei possono essere costretti a

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

modificare il loro comportamento di nuoto e immersione per evitare di essere investiti dai natanti; ne consegue che in zone ad elevatissimo traffico marittimo, come appunto lo Stretto di Messina, via sia un alto potenziale aggiuntivo, non solo di disturbo, ma anche di danno fisico anche letale (Laist et al. 2001, ACCOBAMS 2006, Panigada et al. 2006, Bechdel et al. 2009). Occorre però rilevare che, sulla base delle informazioni ricevute, il traffico indotto dalla realizzazione del ponte consisterà in un numero limitato di chiatte al giorno: un incremento modesto rispetto al traffico marittimo esistente. Occorrerà comunque valutare attentamente l'impatto aggiuntivo da parte del traffico dei mezzi in servizio al cantiere, in un'area sotto questo aspetto già fortemente compromessa.

Per quanto riguarda il traffico marittimo si raccomanda: (a) di limitare al massimo (<10 nodi) la velocità dei mezzi navali utilizzati dal cantiere nelle acque dello Stretto; (b) di organizzare corsi di aggiornamento, formazione e sensibilizzazione dei comandanti dei mezzi navali utilizzati; e (c) di promuovere più puntuali valutazioni del problema compiendo, durante la fase di elaborazione del progetto definitivo, un'analisi quantitativa di previsione del volume di traffico marittimo derivante dai lavori di costruzione del ponte da raffrontare con il volume medio attuale del traffico ordinario; tali valutazioni serviranno a suggerire eventuali misure mitigative in corso d'opera.

3.2.2.2 Mitigazione in fase di esercizio

Per quanto riguarda possibili accorgimenti mitigativi legati alla fase di esercizio del ponte, per i quali vi saranno ampie possibilità di approfondimento nei prossimi anni, si raccomanda per il momento che: (a) vengano previsti accorgimenti e misure per evitare che il dilavamento stradale vada a finire in mare, per evitare di contribuire con il ponte al peggioramento della qualità delle acque dello Stretto; (b) venga creato un piano di contingenza per far fronte a incidenti comportanti il rischio di sversamento in mare di sostanze tossico-nocive da veicoli o convogli ferroviari transitanti sul ponte; e (c) vengano studiati accorgimenti tecnici per ridurre la quantità di rumore generata dal traffico ferroviario e automobilistico in attraversamento sul ponte.

Una precisazione è qui dovuta riguardo a supposti effetti provocati nel comportamento dei cetacei da parte dell'ombra proiettata dal ponte sul mare durante le ore diurne, o della luce proiettata dall'impianto di illuminazione nelle ore notturne. Per esempio, è stato detto e scritto che un ponte sospeso abbia il potere di creare nei cetacei sottostanti una sorta di "ostacolo psicologico" che inibirebbe il passaggio attraverso lo Stretto da parte di questi mammiferi. Di tali supposti effetti, di cui si è parlato spesso su certi mezzi di informazione, e per i quali viene portato a titolo di esempio

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

il comportamento di delfini in cattività che dimostrano riluttanza a nuotare sotto strutture sospese, non vi è traccia nella letteratura scientifica che abbiamo potuto reperire riguardante popolazioni di cetacei in libertà. Del resto è risaputo come non sia etologicamente corretto applicare acriticamente a una situazione naturale comportamenti osservati nelle condizioni fortemente snaturate della cattività, dove gli animali sono costretti a vivere in spazi angusti e in condizioni di stress, sia fisico che sociale. Al contrario, come del resto profusamente documentato e discusso in Notarbartolo di Sciara et al. (2006: pp. 91-112: “Effetti di manufatti e infrastrutture costiere (compresi i ponti) sul comportamento e sull’ecologia dei cetacei”), esiste una ricca casistica di cetacei di varie specie che hanno dimostrato di essere in grado di passare sotto ponti sospesi senza difficoltà. Alla casistica riportata del documento sopra citato possiamo ora aggiungere le osservazioni recentemente riportate in Bearzi et al. (2011b), in cui si riferisce che un minimo di 7 esemplari foto-identificati di tursiope hanno compiuto spostamenti lungo le coste della Grecia ionica passando (alcuni ripetutamente) sotto il ponte sul Golfo di Corinto tra Rion e Antirion, inaugurato nel 2004.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

4. Riferimenti bibliografici

- ACCOBAMS. 2006. Report of the workshop on large whale ship strikes in the Mediterranean Sea. M. Weinrich, S. Panigada, C. Guinet (eds.). Monaco, 14-15 November 2005.
- Afifi A., Clark V. 1996. Computer-Aided Multivariate Analysis. Texts in Statistical Science. Chapman and Hall.
- Anderson, D. R., K. P. Burnham and G. C. White. 1994. AIC model selection in overdispersed capture-recapture data. Ecology 75:1780–1793.
- Au W.W.L., Mobley J., Burgess W.C., Lammers M.O. 2000. Seasonal and diurnal trends of chorusing humpback whales wintering in waters off western Maui. Mar. Mamm. Sci. 16(3):530-544.
- Au W.W.L., Hastings M.C. 2008. Principles of marine bioacoustics. Springer.
- Bailey H., Senior B., Simmons D., Rusin J., Picken G., Thompson P.M. 2010. Assessing underwater noise levels during pile-driving at an offshore windfarm and its potential effects on marine mammals. Marine Pollution Bulletin 60:888-897. doi:10.1016/j.marpolbul.2010.01.003
- Barlow J., Taylor B.L. 2005. Estimates of sperm whale abundance in the northeastern temperate Pacific from a combined acoustic and visual survey. Mar. Mamm. Sci. 21(3):429-445.
- Bearzi G., Agazzi S., Bonizzoni S., Costa M., Azzellino A. 2008. Dolphins in a bottle: abundance, residency patterns and conservation of bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* in the semi-closed eutrophic Amvrakikos Gulf, Greece. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 18:130-146. DOI: 10.1002/aqc.843
- Bearzi G., Bonizzoni S., Agazzi S., Gonzalvo J., Currey R.J.C. 2011a. Striped dolphins and short-beaked common dolphins in the Gulf of Corinth, Greece: abundance estimates from dorsal fin photographs. Marine Mammal Science 27(3):165–184.
- Bearzi G., Bonizzoni S., Gonzalvo J. 2011b. Mid-distance movements of common bottlenose dolphins in the coastal waters of Greece. Journal of Ethology 29(2):369-374. DOI 10.1007/s10164-010-0245-x
- Bearzi G., Notarbartolo di Sciara G., Politi E. 1997. Social ecology of bottlenose dolphins in the Kvarneric (northern Adriatic Sea). Marine Mammal Science 13(4):650-668.
- Bechdel S.E., Mazzoil M.S., Murdoch M.E., Howells E.M., Reif J.S., McCulloch S.D., Schaefer A.M., Bossart G.D. 2009. Prevalence and impacts of motorized vessels on bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Indian River Lagoon, Florida. Aquatic Mammals 35(3):367-377. DOI 10.1578/AM.35.3.2009.367
- Bolognari A. 1949. A proposito della recente cattura di alcuni esemplari di capodoglio (*Physeter macrocephalus* L.) nel

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	MAV0139	Rev F0	Data 07/02/2012

Mediterraneo. Bulletin de l'Institut Océanographique (Fondation Albert 1er. Prince de Monaco) 949:1-43.

Bognari A. 1950. Ancora sulla comparsa del capodoglio (*Physeter macrocephalus* L.) nel Mediterraneo. Bollettino di Zoologia 17:29-37.

Bognari A. 1951. La migrazione del capodoglio nel Mediterraneo. Bollettino di Zoologia 18:253-256.

Bognari A. 1957. Sulla biologia del capodoglio. Atti della Società Peloritana di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali 3(2):143-156.

Brandt M.J., Diederichs A., Betke K., Nehls G. 2011. Responses of harbour porpoises to pile driving at the Horns Rev II offshore wind farm in the Danish North Sea. Marine Ecology Progress Series 421:205-216. doi:10.3354/meps08888

Burnham, K. P., and D. R. Anderson. 1998. Model selection and inference: A practical information-theoretic approach. Springer Verlag, New York. NY.

Burnham, K. P., G. C. White and D. R. Anderson. 1995. Model selection strategy in the analysis of capture-recapture data. Biometrics 51:888–898.

Cañadas A., Sagarminaga R., de Stephanis R., Urquiola E., Hammond P.S. 2005. Habitat preference modelling as a conservation tool: proposals for marine protected areas for cetaceans in southern Spanish waters. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 15:495-521.

Catalano D., Tringali L.M., Petralia R., Caltavuturo G. 2001. Mediterranean fin whales, *Balaenoptera physalus*, foraging off the eastern coast of Sicily, Ionian Sea. European Research on Cetaceans 15:56-58.

Choquet R., J.-D. Lebreton, O. Gimenez, A. M. Reboulet and R. Pradel. 2009. U-CARE: Utilities for performing goodness of fit tests and manipulating CAPTURE-RECAPTURE data. Ecology 32:1071–1074.

Constantine R., Brunton D.H., Dennis T. 2004. Dolphin-watching tour boats change bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) behaviour. Biological Conservation 117(3):299-307.

Cooch E., White G. 2012. Program MARK: a gentle introduction, 11th edition. <http://www.phidot.org/software/mark/docs/book/pdf/chap0.pdf>

Croll, D.A., Clark C.P., Calambokidis J., Ellison W.T., Tershy B.R. 2001. Effect of anthropogenic low-frequency noise on the foraging ecology of *Balaenoptera* whales. Animal Conservation 4:13-27.

David J.A. 2006. Likely sensitivity of bottlenose dolphins to pile-driving noise. Water and Environment Journal 20:48–54.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	MAV0139	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 07/02/2012

Evans, P.G.H. 2003. Shipping as a possible source of disturbance to cetaceans in the ASCOBANS region. Report to the ASCOBANS Secretariat.

Foot A.D., Osborne R.W., Hoelzel A.R. 2004. Whale-call response to masking boat noise., Nature 428:910.

Frantzis A., Airoidi S., Notarbartolo di Sciarra G., Johnson C., Mazzariol S. 2011. Inter-basin movements of Mediterranean sperm whales provide insight into their population structure and conservation. Deep Sea Research Part I 58:454-459. doi:10.1016/j.dsr.2011.02.005

Fristrup K.M., Hatch L.T., Clark C.W. 2003. Variation in humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) song length in relation to low-frequency sound broadcasts. Journal of the Acoustical Society of America 113(6):3411-3424.

Gedamke J., Scholik-Schlomer A.R. 2011. Overview and summary of recent research into the potential effects of pile driving on cetaceans. IWC Scientific Committee Meeting, Tromso, Norway, Doc. SC/63/E11. 5 p.

Genov T., Kotnjek P., Lesjak J., Hace A., Fortuna M.C. 2008. Bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Slovenian and adjacent waters (Northern Adriatic Sea). Annales 18(2):227-244.

Gillespie D. 1997. An acoustic survey for sperm whales in the Southern Ocean Sanctuary conducted from the RSV Aurora Australis. Rep. Int. Whal. Comm. 47:897-907.

Gitter S.J. 2009. Whistle repertoire and geographic variation of striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*) in the Ligurian Sea of the Mediterranean. M.S., Western Illinois University, 2009, 50 pp.

Gómez de Segura A., Crespo E.A., Pedraza S.N., Hammond P.S., Raga J.A. 2006. Abundance of small cetaceans in waters of the central Spanish Mediterranean. Marine Biology 150:149–160. DOI 10.1007/s00227-006-0334-0

Gregg E.J., Trites A.W. 2001. Predictions of critical habitat for five whale species in the waters of coastal British Columbia, Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 58:1265–1285.

Gordon J. C. 1987. The behaviour and ecology of sperm whales off Sri Lanka. PhD thesis, Darwin College, Cambridge, UK.

Hosmer D.W., Lemeshow S. 2000. Applied logistic regression, 2nd Ed. John Wiley & Sons, New York: 280 pp.

Jahoda, M., Lafortuna C.L., Biassoni N., Almirante C., Azzellino A., Panigada S., Zanardelli M., Notarbartolo di Sciarra G. 2003. Mediterranean fin whale's response to small vessel and biopsy sampling assessed through passive tracking and timing of respiration. Marine Mammal Science 19(1):96–110.

Jefferson, T. A. 2000. Population biology of the Indo-Pacific hump-backed dolphin in Hong Kong waters. Wildlife Monographs 144, 65 pp.

Johnson H.J., DeGraaf S.R. 1982. Improving the resolution of bearing in passive sonar arrays by eigenvector analysis.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev F0</i>	<i>Data 07/02/2012</i>

IEEE Trans. Acoust. Speech Sig. Process. 30:638-647.

Kandia V., Stylianou Y. 2006. Detection of sperm whale clicks based on the Teager-Kaiser energy operator. *Applied Acoustics*, 67(11-12):1144–1163.

Kandia V., Stylianou Y. 2008. Detection of clicks based on group delay. *Canadian Acoust.* 36(1).48–54.

Laist D.W., Knowlton A.R., Mead J.G., Collet A.S., Podestà M. 2001. Collisions between ships and whales. *Marine Mammal Science* 17(1):35-75.

Leaper R., Chappell O., and Gordon J. 1992. The development of practical techniques for surveying sperm whale populations acoustically. *Rep. Int. Whal. Comm.* 42, 549–560.

Lebreton, J.-D., K. P. Burnham, J. Clobert and D. R. Anderson. 1992. Modeling survival and testing biological hypotheses using marked animals: A unified approach with case studies. *Ecological Monographs* 62:67–118.

Leung Ng S., Leung S. 2003. Behavioral response of Indo-Pacific humpback dolphin (*Sousa chinensis*) to vessel traffic. *Marine Environmental Research* 56:555–567.

Lewis T., Gillespie D., Lacey C., Matthews J., Danbolt M., Leaper R., McLanaghan R., Moscrop A. 2006. Sperm whale abundance estimates from acoustic surveys of the Ionian Sea and Straits of Sicily in 2003. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 86(5489):1-5.

Lusseau D. 2003a. Effects of tour boats on the behavior of bottlenose dolphins: using Markov chains to model anthropogenic impacts. *Conservation Biology* 17(6):1785-1793.

Lusseau D. 2003b. Male and female bottlenose dolphins *Tursiops* spp. have different strategies to avoid interactions with tour boats in Doubtful Sound, New Zealand. *Marine Ecology Progress Series* 257:267-274.

Madsen P.T., Wahlberg M., Tougaard J., Lucke K., Tyack P. 2006. Wind turbine underwater noise and marine mammals: implications of current knowledge and data needs. *Marine Ecology Progress Series* 309:279-295.

McDonald M.A., Hildebrand J.A., Webb S.C. 1995. Blue and fin whales observed on a seafloor array in the Northeast Pacific. *J. Acoust. Soc. Am.* 98:712-721.

Mattson M.C., Thomas J.A., St. Aubin D. 2005. Effects of boat activity on the behavior of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in waters surrounding Hilton Head Island, South Carolina. *Aquatic Mammals* 31(1):133-140.

Mellinger, D.K., Stafford, K.M., Moore, S.E., Dziak, R.P., Matsumoto, H., 2007. An overview of fixed passive acoustic observation methods for cetaceans. *Oceanography* 20 (4), 36–45.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

- Nichols, J. D. 2005. Modern open-population capture-recapture models. Pages 88–123 in S.C. Amstrup, T. L. McDonald and B. F. J. Manly, eds. Handbook of capture-recapture analysis. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Noren D.P., Johnson A.H., Rehder D., Larson A. 2009. Close approaches by vessels elicit surface active behaviors by southern resident killer whales. *Endangered Species Research* 8(3):179-192. DOI 10.3354/esr00205
- Notarbartolo di Sciarra G., Demma M. 1994. Guida dei mammiferi marini del Mediterraneo. Franco Muzzio Editore, Padova.
- Notarbartolo di Sciarra G., Panigada S., Zanardelli M. 2006. Studio di settore e del connesso monitoraggio ante operam relative ai flussi migratori dei cetacei attraverso lo Stretto di Messina. Rapporto finale. Commissionato da Stretto di Messina S.p.A. 174 p.
- Notarbartolo di Sciarra G., Panigada S., Pierantonio N., Azzellino A. 2011. Attività *ante operam* finalizzate all'approfondimento delle attuali conoscenze sulla cetofauna dello Stretto di Messina. Rapporto finale commissionato da Nautilus Società Cooperativa, 27 aprile 2011. 53 p.
- Møhl B., Wahlberg M., Madsen P.T., Miller L.A., Surlykke A. 2000. Sperm whale clicks: Directionality and source level revisited. *J. Acoust. Soc. Am.* 107:638–648.
- Otis, D. L., K. P. Burnham, G. C. White and D. R. Anderson. 1978. Statistical inference from capture data on closed animal populations. *Wildlife Monographs* 62:1–135.
- Panigada S., Notarbartolo di Sciarra G., Zanardelli Panigada M., Airoidi S., Borsani J.F., Jahoda M. 2005. Fin whales (*Balaenoptera physalus*) summering in the Ligurian Sea: distribution, encounter rate, mean group size and relation to physiographic variables. *Journal of Cetacean Research and Management* 7(2):137-145.
- Panigada S., Pesante G., Zanardelli M., Capoulade F., Gannier A., Weinrich M.T. 2006. Mediterranean fin whales at risk from fatal ship strikes. *Marine Pollution Bulletin* 52:1287–1298.
- Parra, G. J., P. J. Corkeron and H. Marsh. 2006. Population sizes, site fidelity and residence patterns of Australian snubfin and Indo-Pacific humpback dolphins: Implications for conservation. *Biological Conservation* 129:167–180.
- Pavan G., Hayward T., Borsani J.F.B., Priano M., Manghi M., Fossati C., Gordon G. 2000. Time Pattern of Sperm Whale Cods Recorded in the Mediterranean Sea 1985–1996. *J. Acoust.Soc.Am.* 107(6):3487-3495.
- Pollock, K. H., J. D. Nichols, C. Brownie and J. E. Hines. 1990. Statistical Inference for capture-recapture experiments. *Wildlife Monographs* 107:1–98.
- Puzzolo V., Tringali L.M. 2001. Monitoring the seasonal Mediterranean fin whales, *Balaenoptera physalus*, passage through the Strait of Messina (Ionian Sea) using GIS techniques. *European Research on Cetaceans* 15:458-460.
- Read, A.J., K.W. Urian, B. Wilson and D.M. Waples 2003. Abundance of bottlenose dolphins in the bays, sounds, and

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

estuaries of North Carolina. *Mar. Mamm. Sci.* 19(1): 59-73.

Redfern J.V., Ferguson M.C., Becker E.A., Hyrenbach K.D., Good C., Barlow J., Kaschner K., Baumgartner M.F., Forney K.A., Ballance L.T., Fauchald P., Halpin P., Hamazaki T., Pershing A.J., Qian S.S., Read A., Reilly S.B., Torres L., Werner F. 2006. Techniques for cetacean-habitat modeling. *Marine Ecology Progress Series* 310:271-295.

Reisinger, R. R., and L. Karczmarski. 2009. Population size estimate of Indo-Pacific bottlenose dolphins in the Algoa Bay region, South Africa. *Marine Mammal Science* 26:86–97.

Ribeiro S., Viddi F.A., Freitas T.R. 2005. Behavioural responses of chilean dolphins (*Cephalorhynchus eutropia*) to boats in Yaldad Bay, southern Chile. *Aquatic Mammals* 31(2):234-242.

Richardson W.J., Würsig B., Greene C.R., Malme C.I., Thomson D.H. 1995. *Marine Mammals and Noise*. Academic Press, San Diego.

Richardson W.J., Würsig B. 1997. Influences of man-made noise and other human actions on cetacean behaviour. *Marine and Freshwater Behavior and Physiology* 29:183-209.

Romeo T., Consoli P., Florio G., Andaloro F., Fortuna C.M., Fossi M.C., Lauriano G., Notarbartolo di Sciarra G. 2003. The feluca boat of the Strait of Messina: a platform of opportunity for cetacean sightings. *European Research on Cetaceans 17*. Proceedings of the 17th Annual Conference of the European Cetacean Society, Las Palmas de Gran Canaria, Spain, 9-13 March 2003.

Rowe L.E., Currey R.J.C., Dawson S.M., Johnson D. 2010. Assessment of epidermal condition and calf size of Fiordland bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* populations using dorsal fin photographs and photogrammetry. *Endangered Species Research* 11:83-89. doi: 10.3354/esr00256

Schwarz, C. J., and A. N. Arnason. 1996. A general methodology for the analysis of open model capture recapture experiments. *Biometrics* 52:860–873.

Schwarz, C. J., and A. N. Arnason. 2006. Jolly-Seber models in MARK. Pages 401–452 in E. Cooch and G. White, eds. *Program MARK: A gentle introduction*. Fifth edition. Available at <http://www.phidot.org/software/mark/docs/book> (accessed 28 September 2010).

Silva M. A., S. Magalhães, R. Prieto, R. S. Santos and P. S. Hammond. 2009. Estimating survival and abundance in a bottlenose dolphin population taking into account transience and temporary emigration. *Marine Ecology Progress Series* 392:263–276.

Simard, Y., Roy, N., Gervaise, C., 2008. Passive acoustic detection and localization of whales: effects of shipping noise

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	MAV0139	Rev F0	Data 07/02/2012

in Saguenay–St. Lawrence Marine Park. J. Acoust. Soc. Am. 123, 4109–4117.

Southall B.L., Bowles A.E., Ellison W.T., Finneran J.J., Gentry R.L., Greene C.R., Kastak D., Ketten D.R., Miller J.H., Nachtigall P.E., Richardson J.W., Thomas J.A., Tyack, P.L. 2007. Marine Mammal Noise Special Issue: Exposure Criteria: Initial Scientific Recommendations. Aquatic Mammals 33(4):411-521. DOI 10.1578/AM.33.4.2007.411

Stafford K.M., Fox C.G., Clark D.S. 1998. Long-range acoustic detection and localization of blue whale calls in the northeast Pacific Ocean. J. Acoust. Soc. Am. 104:3616-3625.

Stanley, T. R., and K. P. Burnham. 1999. A closure test for time-specific capture-recapture data. Environmental and Ecological Statistics 6:197–209.

Stanley, T. R., and J. D. Richards. 2005. Software review: A program for testing capture recapture data for closure. Wildlife Society Bulletin 33:782–785.

Teloni V. 2000. Patterns of sound production in diving sperm whales in the northwestern Mediterranean. Marine Mammal Science 21(3):446–457.

Thayer V.G., Read A.J., Friedlaender A.S., Colby D.R., Hohn A.A., McLellan W.A., Pabst D.A., Dearolf J.L., Bowles N.I., Russel J.R., Rittmaster K.A. 2003. Reproductive seasonality of western Atlantic bottlenose dolphins off North Carolina, U.S.A.. Marine Mammal Science 19(4):617-629.

Timmel G., Courbis S., Sargeant-Green H., Markowitz H. 2008. Effects of human traffic on the movement patterns of Hawaiian spinner dolphins (*Stenella longirostris*) in Kealakekua Bay, Hawaii. Aquatic Mammals 34(4):402-411. DOI 10.1578/AM.34.4.2008.402

Tougaard J., Carstensen J., Teilmann J., Skov H., Rasmussen P. 2009. Pile driving zone of responsiveness extends beyond 20 km for harbor porpoises (*Phocoena phocoena* (L.)). Journal of the Acoustical Society of America 126(1):11-14. 2009. DOI 10.1121/1.3132523

Tringali L.M., Caltavuturo G., Gurrieri G., Di Martino V. 1999. Osservazioni preliminari sulla presenza estiva di balenottera comune (*Balaenoptera physalus*) e tursiope (*Tursiops truncatus*) nelle acque dello Stretto di Messina. Biologia Marina Mediterranea 6(1):619-622.

Trites, A.W., Bain D.E., Williams R.M., Ford J.K.B. 2002. A review of short- and long-term effects of whale watching on killer whales in British Columbia. 4th Intl. Orca Symposium and Workshops, 23-28 Sept. 2002, CEBC-CNRS, France:165-167.

VanParijs S.M., Smith J., Corkeron P.J. 2002. Using calls to estimate the abundance of inshore dolphins: A case study with Pacific humpback dolphins *Sousa chinensis*. J. Appl. Scol. 39:853-864.

Watkins, W.A., Schevill, W.E., 1972. Sound location by arrival times on a non-rigid three dimensional hydrophone array.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	MAV0139	Rev F0	Data 07/02/2012

Deep-Sea Res. 19, 691–706.

Watkins W.A., Schevill W.E. 1977. Sperm whale codas. J. Acoust. Soc. Am. 62:1485–1490.

Weilgart L., Whitehead H. 1988. Distinctive vocalizations from mature male sperm whales (*Physeter macrocephalus*).
Can. J. Zool. 66:1931–1937.

Weilgart L., Whitehead H. 1993. Coda vocalizations in sperm whales off the Galapagos Islands. Can. J. Zool. 71, 744–752.

White, G. C., and K. P. Burnham. 1999. Program MARK: Survival estimation from populations of marked animals. Bird Study 46:S120–S138.

Whitehead H. 2003. Sperm whale societies; social evolution in the ocean. University of Chicago Press. 431pp.

Wilson, B., P. H. Hammond and P.M. Thompson. 1999. Estimating size and assessing trends in a coastal bottlenose dolphin population. Ecological Applications 9:288–300.

Würsig B., Greene C. R., Jefferson T.A.. 2000. Development of an air bubble curtain to reduce underwater noise of percussive piling. Marine Environmental Research 49:79-93.

Wursig B., Wursig M. 1977. The photographic determination of group size, composition, and stability of coastal porpoises (*Tursiops truncatus*). Science 198:755–756.

Zimmer W.M.X. 2011. Passive acoustic monitoring of cetaceans. Cambridge University Press.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

Allegato 1

Catalogo Tursiopi



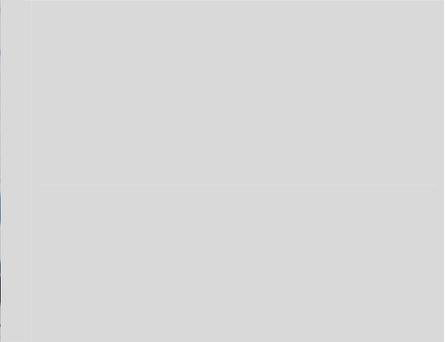
**Ponte sullo Stretto di Messina
Progetto Definitivo**

**FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI
ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA**
(Report conclusivo- Anno 2011)

MAV0139

Rev
F0

Data
07/02/2012

Individuo	Avvistamento		Immagine individuale	
	Tot/Specie	Posizione	Lato destro	Lato sinistro
Tt002	009/Tt004	38,0746610 15,5155150		
	013/Tt006	38,0952187 15,5897541		
	016/Tt009	38,2793350 15,4267635		
	051/Tt021	38,2648444 15,6608605		
Tt005	016/Tt009	38,2793350 15,4267635		
	046/Tt020	38,0931830 15,6063795		
	051/Tt021	38,2648444 15,6608605		
	056/Tt022	38,3456800 15,6513100		
	072/Tt025	38,2822251 15,7004070		
Tt007	013/Tt006	38,0952187 15,5897541		
	014/Tt007	38,1792336 15,6250668		
	016/Tt009	38,2793350 15,4267635		
	046/Tt020	38,0931830 15,6063795		
	057/Tt023	38,0821400 15,5938300		
	072/Tt025	38,2822251 15,7004070		
Tt009	013/Tt006	38,0952187 15,5897541		
	014/Tt007	38,1792336 15,6250668		



**Ponte sullo Stretto di Messina
Progetto Definitivo**

**FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI
ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA
(Report conclusivo- Anno 2011)**

MAV0139

Rev
F0

Data
07/02/2012

016/Tt009 38,2793350
15,4267635

Tt010	013/Tt006	38,0952187 15,5897541	
	014/Tt007	38,1792336 15,6250668	
	016/Tt009	38,2793350 15,4267635	
	044/Tt018	38,3045411 15,7569909	

Tt012	009/Tt004	38,0746610 15,5155150	
	016/Tt009	38,2793350 15,4267635	
	044/Tt018	38,3045411 15,7569909	
	046/Tt020	38,0931830 15,6063795	
	057/Tt023	38,0821400 15,5938300	
	072/Tt025	38,2822251 15,7004070	

Tt013	003/Tt001	38,0764580 15,5091410	
	009/Tt004	38,0746610 15,5155150	
	013/Tt006	38,0952187 15,5897541	
	014/Tt007	38,1792336 15,6250668	
	016/Tt009	38,2793350 15,4267635	
	032/Tt015	38,1513250 15,6041220	
	044/Tt018	38,3045411 15,7569909	
	045/Tt019	38,1236529 15,6136751	
	051/Tt021	38,2648444 15,6608605	
	056/Tt022	38,3456800 15,6513100	
	072/Tt025	38,2822251 15,7004070	

Tt014 009/Tt004 38,0746610
15,5155150



	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	MAV0139	Rev F0	Data 07/02/2012

014/Tt007	38,1792336 15,6250668
043/Tt017	38,3133602 15,6880260
056/Tt022	38,3456800 15,6513100

Tt015	003/Tt001	38,0764580 15,5091410		
	043/Tt017	38,3133602 15,6880260		
Tt019	009/Tt004	38,0746610 15,5155150		
	013/Tt006	38,0952187 15,5897541		
	028/Tt012	38,0893364 15,5113831		
	044/Tt018	38,3045411 15,7569909		
	045/Tt019	38,1236529 15,6136751		
Tt020	009/Tt004	38,0746610 15,5155150		



**Ponte sullo Stretto di Messina
Progetto Definitivo**

**FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI
ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA
(Report conclusivo- Anno 2011)**

MAV0139

Rev
F0

Data
07/02/2012

009/Tt004 38,0746610
15,5155150

Tt021

045/Tt019 38,1236529
15,6136751



Tt022 009/Tt004 38,0746610
15,5155150



014/Tt007 38,1792336
15,6250668

Tt023

044/Tt018 38,3045411
15,7569909

051/Tt021 38,2648444
15,6608605

056/Tt022 38,3456800
15,6513100



Tt024 020/Tt010 38,3279953
15,4992456



	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev F0</i>	<i>Data 07/02/2012</i>

Tt025	020/Tt010	38,3279953 15,4992456		
	020/Tt010	38,3279953 15,4992456		

Tt026	023/Tt011	38,2867317 15,4805727		
-------	-----------	--------------------------	--	--

Tt027	043/Tt017	38,3133602 15,6880260		
-------	-----------	--------------------------	--	---

Tt032	043/Tt017	38,3133602 15,6880260		
	045/Tt019	38,1236529 15,6136751		
	046/Tt020	38,0931830 15,6063795		
	046/Tt020	38,0931830 15,6063795		



**Ponte sullo Stretto di Messina
Progetto Definitivo**

**FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI
ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA
(Report conclusivo- Anno 2011)**

MAV0139

Rev
F0

Data
07/02/2012

043/Tt017 38,3133602
15,6880260

Tt033

046/Tt020 38,0931830
15,6063795



Tt034 043/Tt017 38,3133602
15,6880260



044/Tt018 38,3045411
15,7569909

Tt035 045/Tt019 38,1236529
15,6136751

072/Tt025 38,2822251
15,7004070



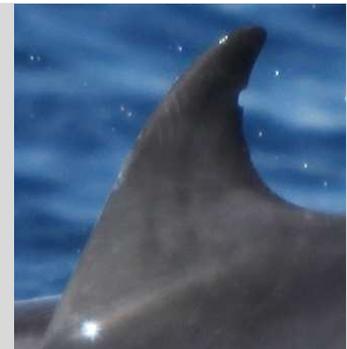
045/Tt019 38,1236529
15,6136751

Tt036

051/Tt021 38,2648444
15,6608605

056/Tt022 38,3456800
15,6513100

068/Tt024 38,3275600
15,8099500



Tt037 045/Tt019 38,1236529
15,6136751

051/Tt021 38,2648444
15,6608605





**Ponte sullo Stretto di Messina
Progetto Definitivo**

**FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI
ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA
(Report conclusivo- Anno 2011)**

MAV0139

Rev
F0

Data
07/02/2012

056/Tt022	38,3456800 15,6513100
057/Tt023	38,0821400 15,5938300
068/Tt024	38,3275600 15,8099500
072/Tt025	38,2822251 15,7004070

Tt041	046/Tt020	38,0931830 15,6063795
-------	-----------	--------------------------



Tt042	056/Tt022	38,3456800 15,6513100
-------	-----------	--------------------------



Tt044	068/Tt024	38,3275600 15,8099500
-------	-----------	--------------------------



Tt046	068/Tt024	38,3275600 15,8099500
-------	-----------	--------------------------





**Ponte sullo Stretto di Messina
Progetto Definitivo**

**FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI
ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA
(Report conclusivo- Anno 2011)**

MAV0139

Rev
F0

Data
07/02/2012

Tt050 072/Tt025 38,2822251
15,7004070



Tt051 072/Tt025 38,2822251
15,7004070



Tt052 072/Tt025 38,2822251
15,7004070



Tt053 072/Tt025 38,2822251
15,7004070



Tt054 072/Tt025 38,2822251
15,7004070



	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 07/02/2012

Tt056 072/Tt025 38,2822251
15,7004070



Tt057 072/Tt025 38,2822251
15,7004070



	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

Allegato 2

Carte tematiche

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

Questo allegato presenta carte tematiche relative alle tre specie di cetaceo più frequentemente avvistate durante le campagne di ricerca condotte nel 2005-2006 e nel 2010-2011. Come dettagliatamente approfondito nel testo del rapporto, la distribuzione spaziale delle diverse specie è stata analizzata e correlata sia a variabili fisiografiche che a parametri ambientali, resi disponibili attraverso le reti di rilevamento remoto (*remote sensing*). Le analisi sono state effettuate attraverso un'analisi di regressione logistica.

Stenella striata. I modelli logistici applicati per l'analisi hanno selezionato la profondità media della cella (profmed) come miglior 'predittore' della presenza di questa specie. La relazione con il predittore è diretta, ad indicare una maggiore presenza della specie nelle aree in cui la profondità del fondale è maggiore

Alla luce di queste considerazioni, viene presentata nella figura 1-1 la previsione della presenza di *Stenella striata* con riferimento alle linee batimetriche dell'area di studio, onde meglio caratterizzare il previsto areale di questa specie. Dalla mappa si evince chiaramente la marcata preferenza da parte della *Stenella striata* per le acque di alta profondità, anche se il modello evidenzia alcune zone più costiere con elevata probabilità di presenza. Queste aree sono con buona probabilità caratterizzate da minime pendenze del fondale, come infatti selezionato dal modello logistico.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

Tursiope. I risultati dell'analisi spaziale e dei modelli predittivi applicati riflettono la flessibilità dei tursiopi nello Stretto di Messina nell'uso dei diversi habitat batimetrici. La procedura di selezione evidenzia come lo sforzo di ricerca sia il miglior 'predittore' e, in assenza di questo (ovvero eliminandolo dalla lista dei possibili predittori) la variabile *depth_classes*, classi di profondità viene selezionata.

La figura 1-2 mostra la previsione della presenza di tursiope con riferimento alle linee batimetriche dell'area di studio. Dalla mappa si evince chiaramente la marcata preferenza del tursiope per le acque costiere e dello Stretto di Messina vero e proprio, anche se durante le uscite in mare sono stati avvistati tursiopi in acque più profonde, in particolare nella zona a sud dello Stretto, sottolineando la maggiore flessibilità di habitat riscontrata.

Capodoglio. Le preferenze dell'habitat del capodoglio confermano la predilezione di questa specie per le acque di scarpata profonda, a profondità comprese in genere tra i 500 e i 1000 m. La procedura di selezione della regressione logistica ha selezionato la profondità minima (*dpthmin*) di cella come miglior 'predittore': all'aumentare della profondità, aumenta la probabilità di presenza del capodoglio.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

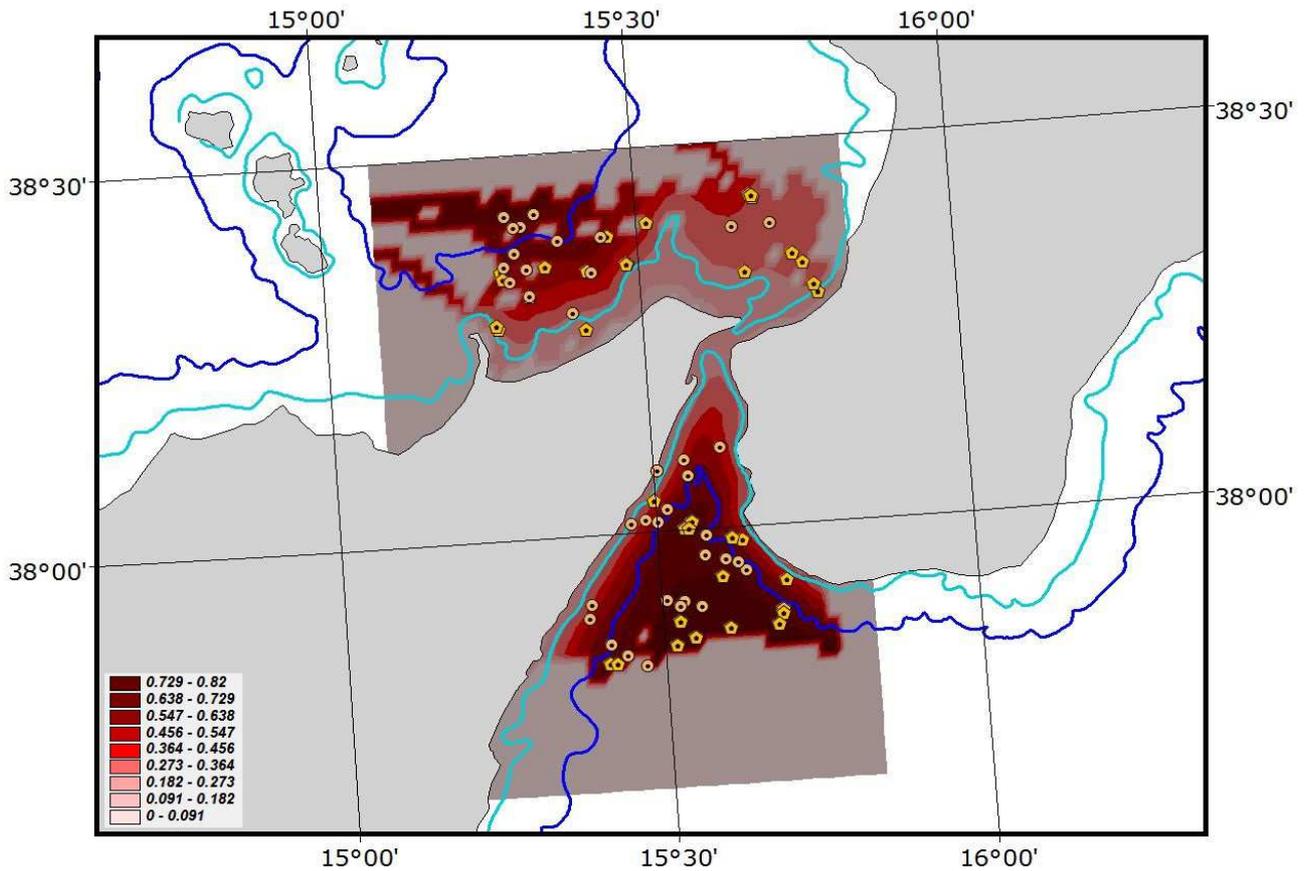


Fig. 1-1 - Mappa predittiva della distribuzione della stenella striata in relazione alla profondità dell'area di studio. In giallo sono marcati gli avvistamenti effettuati.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

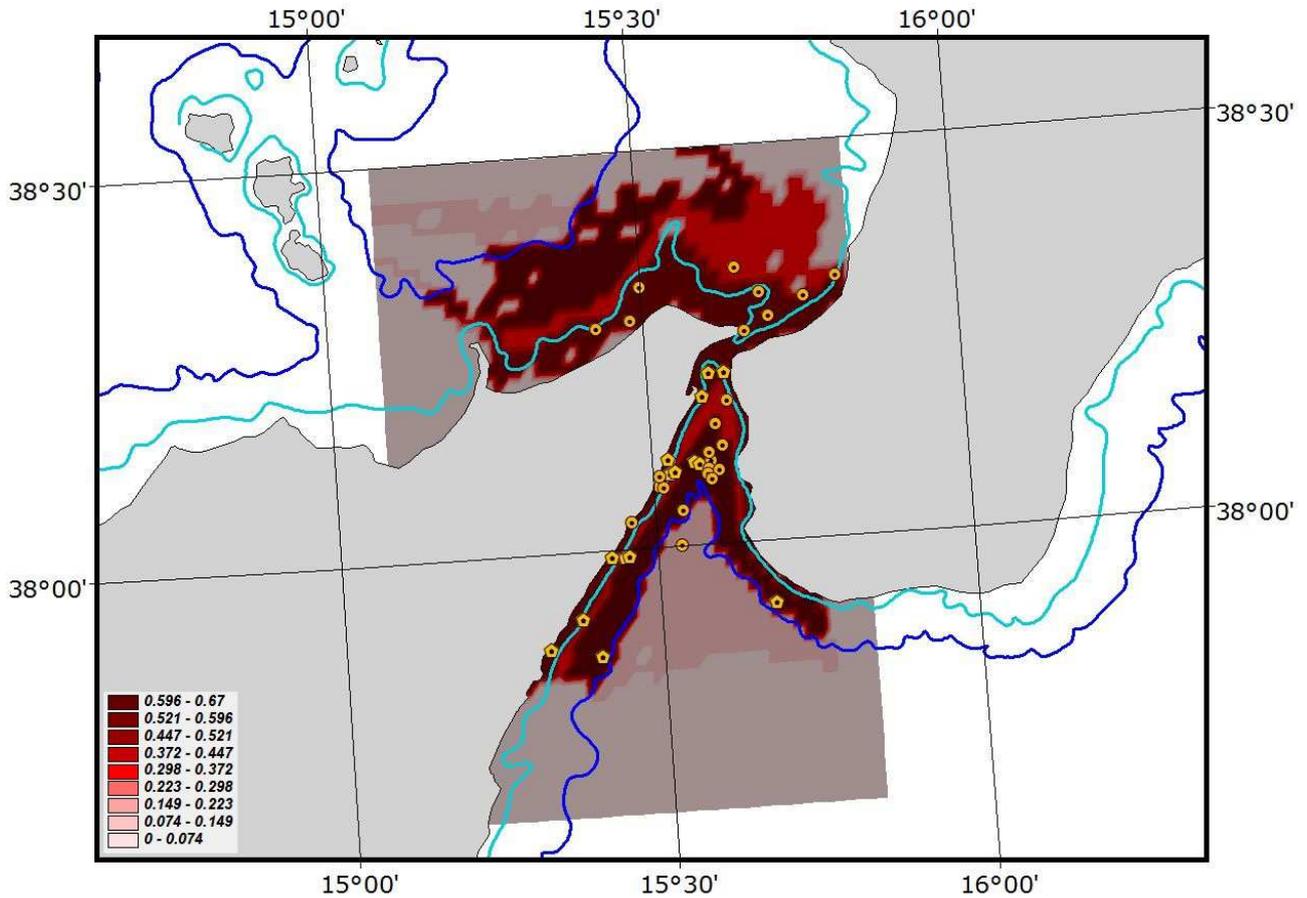


Fig. 1-2 - Mappa predittiva della distribuzione del tursiopo in relazione alla profondità dell'area di studio.
 In giallo sono marcati gli avvistamenti effettuati.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

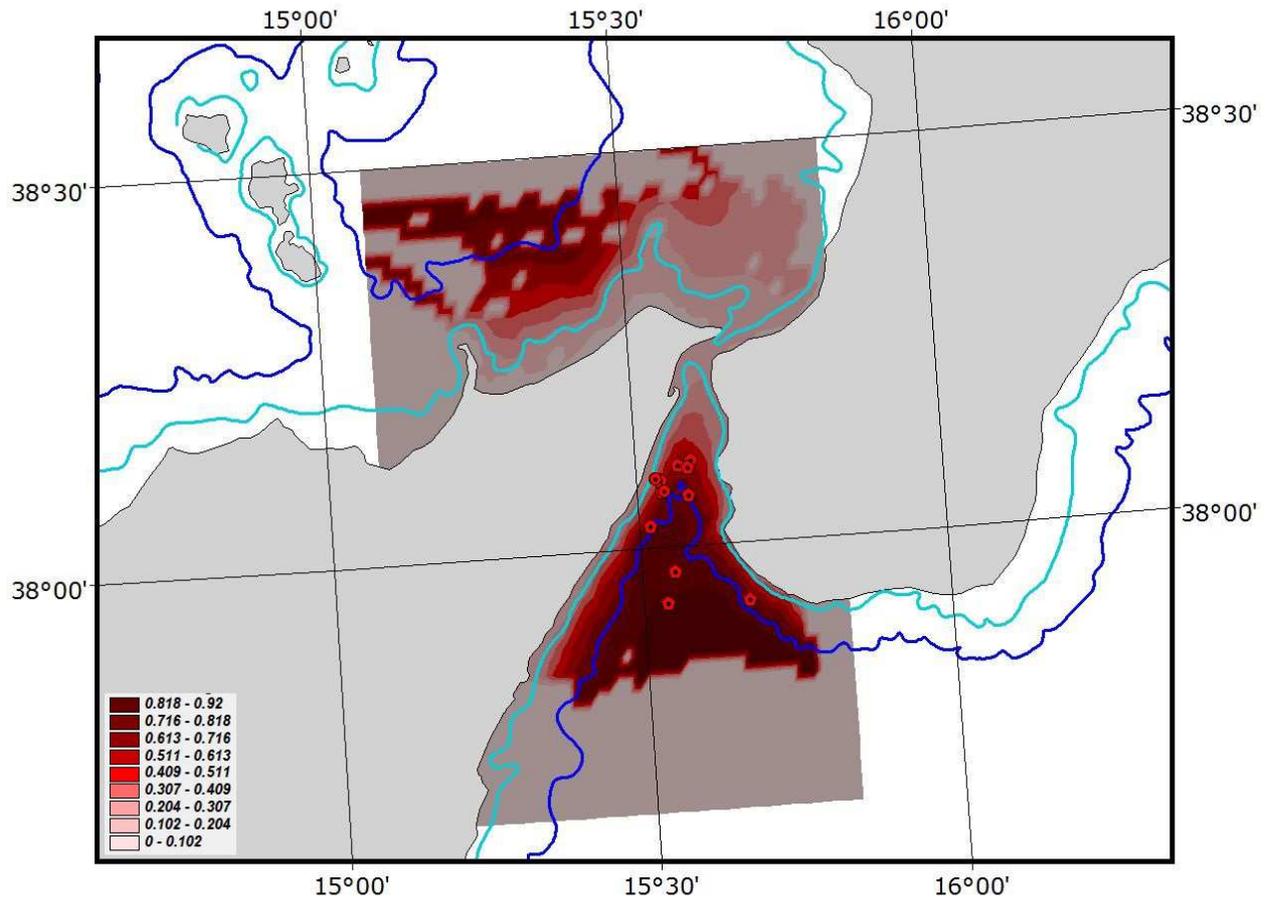


Fig. 1-3 - Mappa predittiva della distribuzione del capodoglio in relazione alla profondità dell'area di studio. In rosso sono marcati gli avvistamenti effettuati.

	Ponte sullo Stretto di Messina Progetto Definitivo		
FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA (Report conclusivo- Anno 2011)	<i>MAV0139</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>07/02/2012</i>

Allegato 3

Elenco Avvistamenti



**Ponte sullo Stretto di Messina
Progetto Definitivo**

**FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI
ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA
(Report conclusivo- Anno 2011)**

MAV0139

Rev
F0

Data
07/02/2012

Data	Avvistamento	Specie	Posizione		Monitoraggio
			Latitude	Longitude	
28/07/2010	001/Sc001	Stenella striata	38.3514481	15.3238773	Pelagico
28/07/2010	002/Sc002	Stenella striata	38.4206276	15.2929440	Pelagico
29/07/2010	003/Tt001	Tursiope	38.0764580	15.5091410	Pelagico
30/07/2010	004/Tt002	Tursiope	38.0447502	15.5449724	Pelagico
02/08/2010	005/Gg001	Grampo	37.8034897	15.3843298	Pelagico
03/08/2010	006/Tt003	Tursiope	38.1049919	15.5939760	Pelagico
06/09/2010	007/Sc003	Stenella striata	38.3916210	15.7140090	Pelagico
07/09/2010	008/Sc004	Stenella striata	38.4073070	15.3185240	Pelagico
10/09/2010	009/Tt004	Tursiope	38.0746610	15.5155150	Pelagico
11/09/2010	010/Tt005	Tursiope	38.0896800	15.5986530	Pelagico
13/09/2010	011/Sc005	Stenella striata	37.8927120	15.3849430	Pelagico
14/09/2010	012/Sc006	Stenella striata	37.8574830	15.4157730	Pelagico
21/10/2010	013/Tt006	Tursiope	38.0952187	15.5897541	Pelagico
22/10/2010	014/Tt007	Tursiope	38.1792336	15.6250668	Pelagico
27/10/2010	015/Tt008	Tursiope	38.0019913	15.5388880	Pelagico
29/10/2010	016/Tt009	Tursiope	38.2793350	15.4267635	Pelagico
02/12/2010	017/Pm001	Capodoglio	38.0714460	15.5447530	Pelagico
08/12/2010	018/Sc007	Stenella striata	37.9107070	15.3889704	Costiero
10/01/2011	019/Sc008	Stenella striata	38.0163841	15.4838829	Pelagico
17/01/2011	020/Tt010	Tursiope	38.3279953	15.4992456	Pelagico
18/01/2011	021/Sc009	Stenella striata	38.3552742	15.2868347	Pelagico
18/01/2011	022/Sc010	Stenella striata	38.4226913	15.3407450	Pelagico
18/01/2011	023/Tt011	Tursiope	38.2867317	15.4805727	Pelagico
19/01/2011	024/Pm002	Capodoglio	38.0873300	15.5312100	Costiero
19/01/2011	025/Sc011	Stenella striata	37.8417778	15.4398985	Pelagico
20/01/2011	026/Sc012	Stenella striata	37.8992386	15.5619974	Pelagico
20/01/2011	027/Sc013	Stenella striata	37.9104996	15.5076742	Pelagico
20/01/2011	028/Tt012	Tursiope	38.0893364	15.5113831	Pelagico
21/01/2011	029/Tt013	Tursiope	38.1156509	15.5918312	Costiero
14/02/2011	030/Tt014	Tursiope	38.0341610	15.4614580	Pelagico
18/02/2011	031/Sc014	Stenella striata	37.9435587	15.6366563	Costiero
03/03/2011	032/Tt015	Tursiope	38.1513250	15.6041220	Pelagico
10/03/2011	033/Sc015	Stenella striata	38.2904620	15.3920090	Pelagico
11/03/2011	034/Sc016	Stenella striata	38.3892140	15.6532750	Pelagico
20/04/2011	035/Sc017	Stenella striata	38.0119600	15.4594000	Pelagico
20/04/2011	036/Sc018	Stenella striata	38.0124300	15.5024100	Pelagico
20/04/2011	037/Sc019	Stenella striata	37.9912100	15.5766000	Pelagico
20/04/2011	038/Sc020	Stenella striata	37.9546600	15.6246900	Pelagico
20/04/2011	039/Sc021	Stenella striata	37.9595800	15.6051800	Pelagico
20/04/2011	040/Sc022	Stenella striata	37.9658800	15.5732200	Pelagico
29/04/2011	041/Sc023	Stenella striata	38.0793800	15.5061300	Pelagico
29/04/2011	042/Tt016	Tursiope	38.0884200	15.5881200	Pelagico
19/06/2011	043/Tt017	Tursiope	38.3133602	15.6880260	Costiero
25/06/2011	044/Tt018	Tursiope	38.3045411	15.7569909	Costiero
27/06/2011	045/Tt019	Tursiope	38.1236529	15.6136751	Costiero
01/07/2011	046/Tt020	Tursiope	38.0931830	15.6063795	Costiero
01/07/2011	047/Zc001	Zifio	38.2789421	15.7045698	Costiero
03/07/2011	048/Sc024	Stenella striata	38.0909944	15.5510187	Costiero
03/07/2011	049/Sc025	Stenella striata	38.0702877	15.5547738	Costiero
04/07/2011	050/Bp001	Balenottera comune	38.1232238	15.6448531	Costiero
08/07/2011	051/Tt021	Tursiope	38.2648444	15.6608605	Costiero
09/07/2011	052/Sc026	Stenella striata	38.3854400	15.3753100	Pelagico
10/07/2011	053/Sc027	Stenella striata	38.3733400	15.3048200	Pelagico
11/07/2011	054/Sc028	Stenella striata	38.3872300	15.4451600	Pelagico
14/07/2011	055/Bp002	Balenottera comune	38.1185700	15.5767800	Pelagico



**Ponte sullo Stretto di Messina
Progetto Definitivo**

**FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI
ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA**
(Report conclusivo- Anno 2011)

MAV0139

Rev
F0

Data
07/02/2012

Data	Avvistamento	Specie	Posizione		Monitoraggio
			Latitude	Longitude	
14/07/2011	056/Tt022	Tursiope	38.3456800	15.6513100	Pelagico
26/07/2011	057/Tt023	Tursiope	38.0821400	15.5938300	Pelagico
26/07/2011	058/Sc029	Stenella striata	38.0280000	15.5178100	Pelagico
27/07/2011	059/Sc030	Stenella striata	37.9077500	15.5348300	Pelagico
27/07/2011	060/Sc031	Stenella striata	37.8273400	15.4698600	Pelagico
28/07/2011	061/Sc032	Stenella striata	37.9022900	15.5278100	Pelagico
23/08/2011	062/Gg002	Grampo	38.4277100	15.5466900	Pelagico
02/09/2011	063/Sc033	Stenella striata	38.3356600	15.2964600	Pelagico
02/09/2011	064/Sc034	Stenella striata	38.4056800	15.3064800	Pelagico
12/09/2011	065/Sc035	Stenella striata	38.3158600	15.3251600	Pelagico
13/09/2011	066/Sc036	Stenella striata	38.3419800	15.4248600	Pelagico
14/09/2011	067/Tt024	Tursiope	38.3275600	15.8099500	Pelagico
14/09/2011	068/Bp003	Balenottera comune	38.3484700	15.7391600	Pelagico
28/09/2011	069/Sc037	Stenella striata	38.1044698	15.6091475	Costiero
01/10/2011	070/Zc002	Zifio	38.2840705	15.7188392	Costiero
07/10/2011	071/Tt025	Tursiope	38.2822251	15.7004070	Costiero