



## REPORT

# ATTIVITÀ DI RICERCA E MONITORAGGIO NELL'ARCIPELAGO DELLE ISOLE PELAGIE

### Temi sviluppati

*Monitoraggio delle Specie di Cetacei presenti nelle Isole Pelagie*

*Monitoraggio della Prateria di Posidonia Oceanica nell'AMP "Isole Pelagie"*

*Monitoraggio della Fauna Ittica e dell'effetto Riserva nell'AMP "Isole Pelagie"*

### Autori

Filiciotto F.<sup>1</sup>, Giardina F.<sup>3</sup>, de Lucia G.A.<sup>2</sup>, Coppa S.<sup>2</sup>, Marra S.<sup>2</sup>, Camedda A.<sup>2</sup>,  
Maccarrone V.<sup>1</sup>, Corrias V.<sup>1</sup>, Papale E.<sup>1</sup>, Mazzola S.<sup>1</sup>, Buscaino G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>IAMC-CNR Capo Granitola

<sup>2</sup>IAMC-CNR Oristano

<sup>3</sup>AMP "Isole Pelagie"

# INDICE

<b>DESCRIZIONE DELL'AREA DI STUDIO: LEGISLAZIONE E CONSERVAZIONE DELLA BIODIVERSITÀ</b> .....	4
ISOLE PELAGIE .....	4
STATO DI CONSERVAZIONE E BIODIVERSITÀ.....	6
L'AREA MARINA PROTETTA "ISOLE PELAGIE" .....	7
BIBLIOGRAFIA .....	8
<b>MONITORAGGIO DELLE SPECIE DI CETACEI NELLE ISOLE PELAGIE</b> .....	10
INTRODUZIONE .....	10
OBIETTIVI .....	11
MATERIALI E METODI .....	12
<i>Protocollo di campionamento</i> .....	12
<i>Applicazione del metodo acustico</i> .....	13
<i>Creazione del catalogo foto-identificativo</i> .....	14
RISULTATI.....	15
BIBLIOGRAFIA .....	21
ALLEGATO 1. Riepilogo delle uscite di monitoraggio.....	22
<b>MONITORAGGIO DELLA PRATERIA DI POSIDONIA OCEANICA NELL'AREA MARINA PROTETTA "ISOLE PELAGIE"</b> .....	25
INTRODUZIONE .....	25
MATERIALI E METODI .....	27
RISULTATI.....	32
BIBLIOGRAFIA .....	38
<b>MONITORAGGIO DELLA FAUNA ITTICA E DELL'EFFETTO RISERVA NELL'AREA MARINA PROTETTA "ISOLE PELAGIE"</b> .....	40
INTRODUZIONE .....	40
<i>Effetti della pesca sugli ecosistemi marini</i> .....	40
<i>Le Aree Marine Protette</i> .....	41
<i>L'Effetto Riserva e l'Effetto Zonazione</i> .....	43
<i>La fauna ittica come indicatore delle misure di protezione</i> .....	44
<i>Metodi d'indagine della fauna ittica: Il visual census</i> .....	45
OBIETTIVI .....	45
MATERIALI E METODI .....	45
<i>Il disegno di campionamento</i> .....	45

<i>Raccolta ed Analisi dei dati</i> .....	46
<b>RISULTATI</b> .....	48
<i>Caratteristiche del Popolamento</i> .....	48
<i>Effetto riserva nell'AMP "Isole Pelagie": confronto preliminare dei popolamenti di Lampedusa e Linosa</i> .....	50
<i>Lampedusa: effetto riserva e zonazione</i> .....	52
<i>Linosa: effetto riserva e zonazione</i> .....	55
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	60

# DESCRIZIONE DELL'AREA DI STUDIO: LEGISLAZIONE E CONSERVAZIONE DELLA BIODIVERSITÀ

## ISOLE PELAGIE

Le isole Pelagie sono un arcipelago presente al centro del Mar Mediterraneo, nel braccio di mare compreso fra le coste tunisine e siciliane. L'arcipelago è composto dalle isole di Lampedusa, Linosa e Lampione. Delle tre isole, Lampedusa è la più estesa, con una superficie di 20 Km<sup>2</sup>. L'isola di Linosa occupa invece una superficie di poco più di 5 Km<sup>2</sup>, mentre Lampione è la meno estesa, con solo 0,12 km<sup>2</sup> di superficie.

L'isola di Lampedusa è situata nel Canale di Sicilia e si affaccia nel grande Golfo della Sirte, fra la costa tunisina e quella libica; si estende per 20,2 kmq tra 35° 29' 28'' e 35° 21' 39'' di latitudine Nord e 12° 30' 54'' e 12° 37' 55'' di longitudine Est; dista 105 miglia marine (195 km) dalle coste della Sicilia e 65 miglia marine (120 km) da quelle della Tunisia. Si allunga per 11 km in senso Est-Ovest, da Capo Ponente verso oriente, terminando con tre punte, Capo Grecale, Punta Parrino e Punta Sottile, presentando in questo settore la larghezza massima (oltre 3,5 km). Lo sviluppo costiero raggiunge 26 km. L'isola è un tavolato calcareo digradante da Nord-Ovest verso Sud-Est. La costa settentrionale è alta e scoscesa, caratterizzata da falesie ad andamento irregolare, mentre quella orientale e meridionale si presentano molto frastagliate con alternanza di falesie, ripe e piccole spiagge sabbiose in profonde insenature (cale). Il punto più alto dell'isola è costituito dalla località Albero sole (133 m s.l.m.) ubicata sul versante Nord occidentale.



**Figura 1.** Vista aerea dell'Isola di Lampedusa.

Linosa è per 5,3 kmq compresi nel perimetro di circa 11 km. L'isola dista circa 21 miglia marine (57,4 km) da Lampedusa in direzione Nord-Est; L'isola è di natura vulcanica e con una forma maggiormente circolare, presenta 3 monti costituiti da antichi coni vulcanici ora inattivi, e si erge a partire da millecinquecento metri di profondità con i fondali che sprofondano molto rapidamente.



**Figura 2.** Vista aerea dell'Isola di Linosa.

Lampione è un isolotto calcareo disabitato con litologia a carattere sedimentario e superficie di circa 1,2 kmq; dista da Lampedusa circa 10 miglia marine (18,5 km) in direzione Ovest.



**Figura 3.** Vista aerea dell'Isola di Lampione.

Lampedusa e Lampione sono ubicate sul bordo settentrionale della piattaforma continentale tunisina, 125 Km a NE delle Isole Kerkenna. Quest'area è caratterizzata da profondità medie intorno ai 100 metri presenti per lunghi tratti lungo l'offshore tunisino orientale. Immediatamente a NE delle Isole di Lampione e Lampedusa si ha l'isobata di -200 m che separa la piattaforma vera e propria da un'area posta più a Nord e Nord-Est dove la fisiografia del fondale assume un aspetto più complesso essendo caratterizzata da profonde depressioni strutturali, allungate generalmente in direzione NW-SE. Queste ultime sono separate da aree intermedie dove la profondità del fondale oscilla da -200 metri in corrispondenza di isolati seamounts, sino a -600/-800 metri. Lampedusa è costituita da una successione affiorante fino ad un massimo di 136 metri, misurabile sulla costa nord dell'isola, di carbonati di età miocenica superiore. Tutta la costasettentrionale è alta e a strapiombo. Rari scogli appuntiti, quali lo Scoglio del Sacramento, ormai isolati dalla terra ferma, testimoniano la forte azione erosiva del mare con arretramento morfologico della linea di costa. Lo stesso carattere presenta anche il 50% circa della costa meridionale, nel tratto compreso tra Capo Ponente e l'Isola dei Conigli.

Spiagge di limitata estensione sono presenti nelle calette lungo la costa meridionale dell'isola, da Cala Francese fino alla spiaggetta antistante all'Isola dei Conigli. In genere caratterizzano gli unici tratti di costa bassa presenti nell'isola, impostati su una morfologia costiera tipo rias dove le parti costiere delle incisioni vallive sono state invase dal mare.

## **STATO DI CONSERVAZIONE E BIODIVERSITÀ**

Le Pelagie presentano una vegetazione marina simile a quella presente nel settore centro-orientale del bacino del Mediterraneo (Scammacca *et al.*, 1993). La fauna a molluschi ha una caratterizzazione nettamente meridionale ben diversificata e ricca di elementi biogeografici notevoli, provenienti sia dai distretti orientali che occidentali (Chemello & Di Geronimo, 1992). Le biocenosi climax dell'infralitorale sono particolarmente importanti e ben rappresentate: la biocenosi delle Praterie a *Posidonia oceanica* e la biocenosi del coralligeno, quest'ultima in particolare è presente a Linosa.

Lungo il versante meridionale dell'isola di Lampedusa il limite superiore della prateria di *Posidonia* si colloca intorno a -3, -4 m e in molte località arriva sin quasi alla superficie, sia in formazione compatta che in *matte* isolate. Nel versante settentrionale è invece presente al di sotto di -12, -15 m. Nell'isola di Linosa il limite superiore è generalmente molto profondo (-20, -30 m), con l'unica eccezione di Pozzolana di Levante dove la *matte* di *Posidonia* è

riscontrabile ad una profondità minima di -8, -10 m lungo canali sabbiosi perpendicolari alla linea di costa. Elementi ad elevato pregio naturalistico sono le grotte sommerse e semisommerse che caratterizzano in particolare Lampedusa e Lampione. Le prime ospitano le comunità del circolitorale in enclave ridotte spazialmente a causa della conformazione delle stesse grotte (gallerie, grotte con aperture/sifoni lungo le volte) che permette la penetrazione di luce; le seconde presentano nella frangia infralitorale facies ad *Astroides calycularis* e biocostruzioni vegetali, facies a *Corallina elongata*, e animali, “trottoir” a vermeti: quest’ultime si trovano spesso in molte aree del perimetro costiero costituite dal mollusco *Dendropoma paetrum*.

Altro elemento caratteristico dell’area è dato dalla presenza di due importanti siti di ovodeposizione della tartaruga marina *Caretta caretta*, specie protetta ed inclusa nella lista rossa dell’ IUCN; questi siti sono rappresentati dalla Spiaggia dei Conigli a Lampedusa e dalla Pozzolana di ponente a Linosa. Nel periodo estivo le femmine risalgono le spiagge sabbiose durante la notte per deporre le uova che rimarranno “custodite” sotto la sabbia per 45-60 giorni prima della schiusa.

Si stima che la popolazione di *Tursiops truncatus* a Lampedusa consista circa 100 individui e che questa sia da considerare ad alto grado di “fedeltà al sito”; le acque di Lampedusa rappresentano parte dell’*home range* di molti individui della popolazione che probabilmente ha una distribuzione più ampia che comprende tutto l’Arcipelago delle Pelagie (Comparetto *et al.*, 2006). Altri mammiferi marini legati al sito stagionalmente sono la balenottera comune *Balaenoptera physalus* (Canese *et al.*, 2006), il delfino comune *Delphinus delphis* e la stenella *Stenella coeruleoalba*.

Negli ultimi anni, in cui grande interesse è stato rivolto alla problematica delle specie alloctone, in quest’area del Mediterraneo sono stati segnalati diversi ritrovamenti: Relini *et al.* (2000) segnalano una specie di grapside invasiva a Linosa successivamente trovata anche a Lampedusa (Puccio *et al.*, 2003). Azzurro *et al.* (2004) segnalano un Fistularidae nelle acque di Lampedusa mentre Azzurro & Andaloro (2004) segnalano un Siganidae sia a Linosa che a Lampedusa. Nel 2000 vengono rinvenute due specie di carangidi migranti dall’oceano Atlantico (Pizzicori *et al.*, 2000; Castriota *et al.*, 2000).

## **L’AREA MARINA PROTETTA “ISOLE PELAGIE”**

L’area marina protetta “Isole Pelagie” è stata istituita agli inizi degli anni duemila con D.M. del 21.10.2002 (G.U. n. 14 del 18.01.2003). L’ente gestore è rappresentato dal Comune di

Lampedusa e di Linosa. L'AMP copre una superficie totale di 4.136 ettari e comprende nei suoi confini le isole di Lampedusa, Linosa e Lampione. In linea con l'organizzazione della maggior parte delle aree marine protette italiane, anche l'AMP "Isole Pelagie" presenta una zonazione che comprende zone di tutela integrale (zone A), di tutela generale (zone B) ed una zona di tutela parziale (zone C). Mentre Lampione ricade completamente all'interno di una zona di tutela parziale, sia Lampedusa che Linosa presentano tutti e tre i livelli protezione.

L'area marina è stata istituita al fine di proteggere la flora, la vegetazione marina, la fauna, con particolare riguardo ai rettili e mammiferi, le risorse biologiche e geomorfologiche della zona. Tra gli obiettivi da raggiungere sono previsti la diffusione e la divulgazione della conoscenza dell'ecologia e della biologia degli ambienti marini e costieri dell'area marina, programmi di studio e ricerca scientifica per la conoscenza sistematica dell'area, la promozione di uno sviluppo socio-economico compatibile con la rilevanza naturalistico-paesaggistica delle isole.

## **BIBLIOGRAFIA**

Azzurro, E. e Andaloro, F. (2004). A new settled population of the lessepsian migrant *Siganus luridus* (Pisces: Siganidae) in Linosa Island – Sicily Strait. *J. Mar. Biol. Ass.*, 84, 819-821.

Azzurro, E., Pizzicori, P. e Andaloro, F. (2004). First record of *Fistularia commersonii* (Fistulariidae) from the Central Mediterranean. *Cybium*, 28 (1), 72-74.

Canese, S., Cardinali, A., Fortuna, C.M., Giusti, M., Lauriano, G., Salvati, E. e Greco, S. (2006). The first identified winter feeding ground of fin whales (*Balaenoptera physalus*) in the Mediterranean Sea. *J. Mar. Biol. Ass.* 86, 903-907.

Castriota, L., Greco, S., Marino, G. e Andaloro, F. (2002). First record of *Seriola rivoliana* Cuvier, 1833 in the Mediterranean. *Journal of Fish Biology* 60 (2), 486–488.

Chemello, R., Di Geronimo, G. (1992). Primi dati sulla malacofauna bentonica delle Isole Pelagie (AG) nell'ambito degli studi di fattibilità della riserva marina. *Oebalia*, suppl. 14, 479-484.

Comparetto G., Galante I., Poledri B., Giacomina C. and Azzolin M. (2006). Permanenza e composizione dei gruppi di tursiope (*Tursiops truncatus*) nelle acque circostanti Lampedusa. In

Proceedings of the XVI Congress of the Italian Ecology Society Cimmaruta R. e Bondanelli P. ed. (S.I.T.E.), p. 172.

Pizzicori, P., Castriota, C., Marino, G. e Andaloro, F. (2000). Seriolacarpenteri: a new immigrant in the Mediterranean from the Atlantic Ocean. *Journal of Fish Biology* 57 (5), 1335–1338.

Puccio V., Relini M. e Azzurro E. (2003). Osservazioni sulla riproduzione di *Percnon gibbesi* (H. Milne Edward, 1853) nelle Isole Pelagie (Sicilia). *Biol. Mar. Medit.* 10 (2), 267-272.

Relini M., Orsi L., Puccio V. e Azzurro E. (2000). The exotic crab *Percnon gibbesi* (H. Milne Edward, 1853) (Decapoda, Grapsidae) in the Central Mediterranean. *Sci. Mar.* 64 (3), 337-340.

Scammacca B., Giaccone G., Pizzuto A. e Alongi G. (1993). La vegetazione marina di substrato duro dell' Isola di Lampedusa (Isole Pelagie). *Boll. Acc. Gioiemia Sci. Nat., Catania* 26 (341), 85-126.

# MONITORAGGIO DELLE SPECIE DI CETACEI NELLE ISOLE PELAGIE

## INTRODUZIONE

L'area del Canale di Sicilia, caratterizzata dalla piattaforma africana, è particolarmente rilevante per le specie di cetacei a causa della sua conformazione geomorfologica e della sua posizione di collegamento tra il bacino occidentale e quello orientale del Mediterraneo. Nell'area la profondità massima raggiunge i 1.000 m (nelle vicinanze di Pantelleria), ma la profondità media è di circa 200 m. Il declivio batimetrico è poco netto rispetto al Mar Ionio e nella zona si registra un'intensa attività di pesca sia di tipo artigianale che industriale. L'area è, inoltre, uno dei principali corridoi di traffico marittimo all'interno del bacino mediterraneo.

Dati raccolti a partire dal 1996, tramite un programma di monitoraggio costante dei cetacei ed informazioni provenienti dalla popolazione locale, confermano la presenza di tursiope (*Tursiops truncatus*) come la specie di cetacei più frequentemente avvistata intorno alle isole Pelagie, seguita da *Balaenoptera physalus* e *Delphinus delphis*.

La specie *Tursiops truncatus*, regolarmente presente in Mediterraneo, è protetta da Accordi Regionali sottoscritti dall'Italia (ACCOBAMS - *Agreement on the Conservation of Cetaceans in the Black Sea, Mediterranean Sea and Atlantic area*) e da diverse Convenzioni Internazionali quali la Convenzione di Berna, di Bonn e di Barcellona. La sottopopolazione mediterranea è presente con distribuzione frammentata e suddivisa in piccole unità. Proprio per questi motivi è classificata dalla IUCN come VU (Vulnerabile) (Bearzi & Fortuna, 2006) a causa di una riduzione delle dimensioni della popolazione sulla base di uno dei seguenti casi:

- un'osservata, stimata, presunta o sospetta riduzione della dimensione della popolazione del 30% negli ultimi 10 anni o tre generazioni;
- un declino nell'area di occupazione, nell'estensione dell'area frequentata e / o della qualità del habitat;
- livelli attuali o potenziali di sfruttamento;
- effetti di taxa introdotti, ibridazione, agenti patogeni, inquinanti, parassiti, competitori.

Nell'area, i delfini sembrano frequentare le acque costiere delimitate da batimetrie non superiori agli 80-100 m. Tale zona risulta essere anche quella più intensamente sfruttata dal turismo stagionale e dalle attività di pesca con la quale alcuni individui hanno manifestato una tendenza ad interagire direttamente. Questa interazione ha portato a definire delle linee guida per la

protezione della specie nell'area. Esse sono state recepite dall'AMP con il Piano d'Azione stilato nel 2007 alla fine del progetto LIFE DEL.TA “Riduzione impatto attività umane su Caretta e Tursiope e loro conservazione in Sicilia” (LIFE03 NAT/IT/000163), sviluppato per formulare le necessarie indicazioni gestionali a livello delle isole Pelagie, tarandole sulle diverse situazioni presenti localmente.

Dal 2013 è stato nuovamente condotto da parte dell'Area Marina Protetta delle “Isole Pelagie” uno studio sulla popolazione per verificarne lo stato di conservazione negli anni così come richiesto dal Piano di Azione.

La raccolta dei dati era stata principalmente basata sull'identificazione degli esemplari, con lo scopo di verificare la residenzialità negli anni. Nei risultati di tale studio è stata confermata la regolare presenza di *Tursiops truncatus* e di *Delphinus delphis*, tramite la tecnica della foto-identificazione e l'analisi dei *markers* naturali presenti sulle loro livree. Inoltre, sono state verificate la presenza e l'utilizzo dell'area da parte di ulteriori specie di ambiente pelagico come corridoio di migrazione: *Grampus griseus* e *Balaenoptera physalus*.

## **OBIETTIVI**

L'intervento della campagna di monitoraggio prevista all'interno dell'accordo per la realizzazione di Attività di ricerca e monitoraggio nell'area marina protetta “isole Pelagie”, ha avuto come principale obiettivo quello di colmare le lacune sia a livello temporale che spaziale, che non permettevano la pianificazione e l'attuazione di idonee misure gestionali per la conservazione delle specie e del habitat in cui vivono. In generale quindi il primo passo fondamentale è stato quello di determinare dimensione e distribuzione delle popolazioni e il loro utilizzo del habitat (Canadas, 2006). Il presente studio ha quindi come scopo primario quello di contribuire ad aumentare le conoscenze delle specie in oggetto nell'area e di fornire indicazioni per la tutela della diversità biologica e della conservazione dei mammiferi marini nel Mediterraneo.

Il monitoraggio permette quindi di ampliare il catalogo foto-identificativo delle specie presenti affiancando un piano di raccolta dati preliminare di tipo acustico ed eco-etologico. L'approccio multidisciplinare a diversi livelli d'informazione applicato per la raccolta dei dati consente di individuare la presenza di eventuali habitat critici (ad esempio zone di nursery o di foraggiamento), stimare la numerosità delle popolazioni e le strutture dei gruppi (distribuzioni in classi di età), stimare il grado di residenzialità, valutare l'impatto delle attività antropiche,

approfondire la relazione tra comportamento visivo ed acustico, al fine di comprendere meglio l'utilizzo di determinati segnali acustici nei diversi contesti sociali e ambientali.

## **MATERIALI E METODI**

### ***Protocollo di campionamento***

Durante la campagna, a partire da luglio 2014, sono stati effettuati monitoraggi seguendo transetti random scelti con lo scopo di coprire in modo equivalente tutta la superficie, suddivisa in quattro quadranti predeterminati (nord-est, nord-ovest, sud-est e sud-ovest) tra la costa e 6 miglia nautiche. Per il monitoraggio delle balenottere comune, l'area di studio è stata estesa fino alle 12 miglia.

Il materiale utilizzato durante il monitoraggio è consistito in:

- GPS
- Macchina fotografica digitale reflex Nikon D300 con teleobiettivo 18-200
- Videocamera digitale
- Schede cartacee di monitoraggio e di avvistamento
- Idrofono (vedere 2.1.2)

Sulla scheda di monitoraggio sono stati registrati:

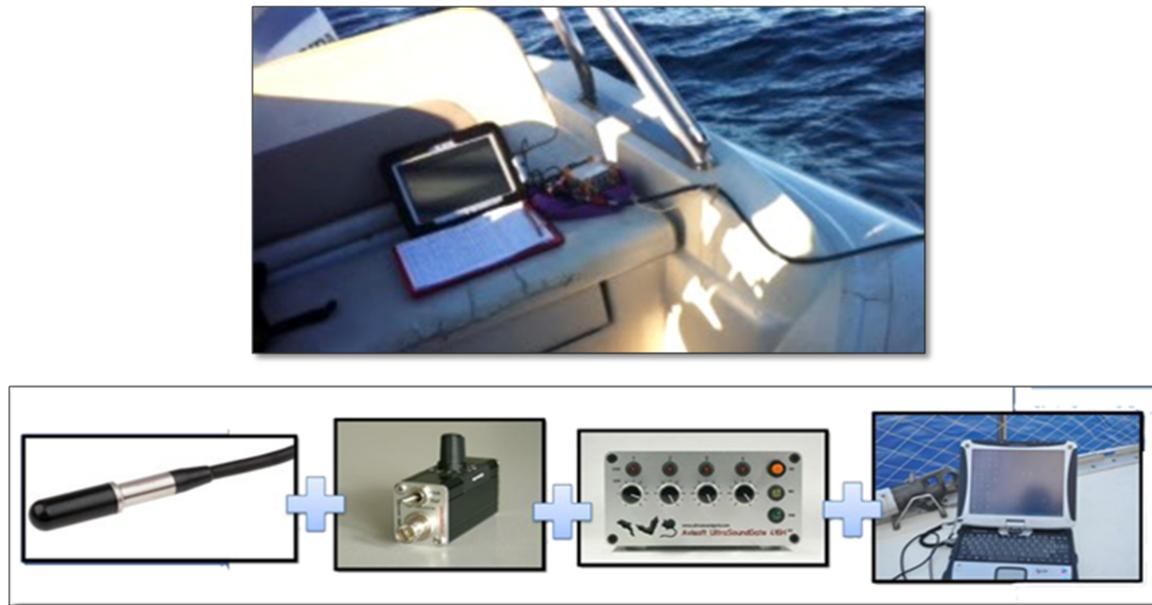
- Ora
- Coordinate geografiche (WGS84):  
Latitudine Nord  
Longitudine Est
- Stato del mare (scala Douglas):
  - 0: calmo
  - 1: quasi calmo
  - 2: poco mosso
  - 3: mosso
- Copertura nuvolosa
- Vento: indicate direzione e intensità utilizzando la scala Beaufort:
  - 0: calmo
  - 1: bava di vento
  - 2: brezza leggera
  - 3: brezza tesa

- 4: vento moderato (poca schiuma bianca sulle onde)
- 5: vento teso (molta schiuma bianca sulle onde)
- Barche: numero delle imbarcazioni e tipologia
- V: vela
- VM: vela che sta procedendo con il motore acceso
- N: nave
- M: motore
- P: peschereccio
- A: aliscafo
- T: traghetto
- Numero dell'avvistamento
- Waypoint: progressivo dall'inizio della stagione di raccolta dati
- Specie
- Numero animali avvistati
- Composizione del gruppo: numero di adulti, giovani, piccoli secondo le definizioni seguenti:
  - adulti: tutti i delfini lunghi approssimativamente 2.5-3.5 metri
  - giovani: delfini lunghi circa 2/3 di un adulto, spesso nuotano in chiara associazione con un adulto, talvolta in modo indipendente, di colorazione leggermente più chiara
  - piccoli: delfini lunghi circa 1/2 adulto o meno (neonati), in chiara associazione con un adulto, di colorazione grigio chiaro, occasionalmente marrone, di solito con pieghe fetale verticali più chiare (newborn)
- Incontro: specie incontrata differente dai cetacei
- Note
- Interazioni sociali tra gli individui
- Distanza ed interazioni degli animali con eventuali barche
- Comportamento: raccolto utilizzando la metodologia del *focal group sampling*

### ***Applicazione del metodo acustico***

I dati acustici sono stati registrati utilizzando un idrofono omnidirezionale (modello 8104, Bruel&Kjer, Nærum, Danimarca), con una sensibilità di  $-205.6 \text{ dB re } 1 \text{ V/l } \mu\text{Pa} \pm 4.0 \text{ dB}$  nel range di frequenza di 0.1 Hz-80 kHz. L'idrofono è stato collegato ad un preamplificatore (Ultra sound Gate con filtro passa alto) e ad una scheda di acquisizione digitale USGH 116 HB (Avisoft Bioacoustics, Berlino, Germania) (Figura 4). Il segnale è stato acquisito a una

frequenza di 300 kHz a 16 bit, per le specie di tursiope e grampo. Per la balenottera comune il segnale è stato acquisito a una frequenza di 50 KHz a 16 bit. Successivamente il materiale acustico è stato sotto-campionato in frequenza a 0.25 kHz e filtrato con un filtro passa basso a 0.04 KHz ed un filtro passa alto a 0.01 kHz.



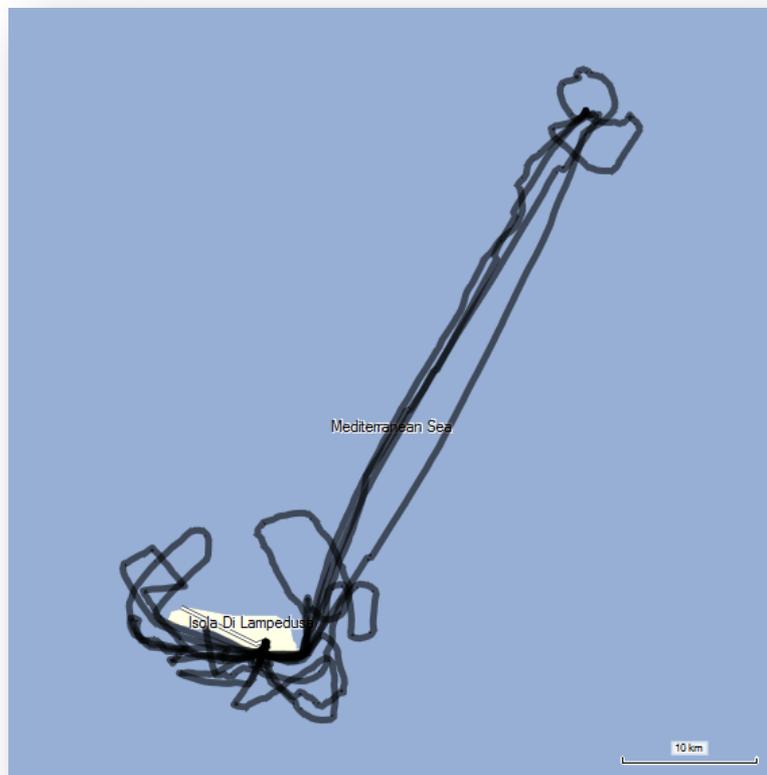
**Figura 4:** Sistema acustico utilizzato durante la raccolta dati

### ***Creazione del catalogo foto-identificativo***

Una volta avvistati gli animali, si è provveduto alla raccolta sistematica d'immagini fotografiche della conformazione, del contorno e di eventuali cicatrici o segni permanenti della pinna dorsale dei singoli individui per poter successivamente procedere con la foto-identificazione. Gli esemplari quindi sono stati univocamente identificati tramite la tecnica della foto-identificazione (utilizzando una fotocamera Nikon D300 con teleobiettivo 18-200). Le fotografie raccolte nel corso dei singoli avvistamenti sono state analizzate per l'elaborazione di un catalogo, in grado di documentare la residenzialità d'ogni singolo esemplare di tursiope nell'area di studio e le evoluzioni della popolazione nel tempo e nello spazio. Ogni individuo foto-identificato e provvisto di un codice distintivo è stato progressivamente inserito all'interno di un catalogo (ALLEGATO 1). Le fotografie scattate in ciascun avvistamento successivo sono state soggette ad operazione di matching per verificare la presenza pregressa dell'animale all'interno del catalogo. Grazie al catalogo sarà possibile in un secondo momento, identificare l'*encounter history* personale di ogni animale, stimare la dimensione della popolazione presente, la residenzialità e la struttura sociale.

## RISULTATI

L'attività del periodo di ricerca 2014-2015 è stata rivolta alla raccolta dati riguardanti la presenza e distribuzione dei cetacei per una estensione di circa 100-150 Km<sup>2</sup> nell'area delle Isole Pelagie. Sono state percorse circa 270 miglia nautiche (Figura 5 - Tracciato 1) nel 2014 e 413 nel 2015 (Figura 6 - Tracciato 2). Sono state effettuate 27 uscite, corrispondenti a 84.87 ore di monitoraggio e 31 avvistamenti di cui 17 di *Tursiops truncatus* durante lo sforzo di campionamento, 7 fuori sforzo, 1 di *Grampus griseus* e 6 di *Balaenoptera comune* (tabella 1). La frequenza media di avvistamento di tursiope è stata di 0.52 (avvistamenti/ore di sforzo di campionamento), di grampo di 0.02, mentre di balenottera comune di 0.25 (Tabella 2).



**Figura 5:** Tracciato 1 - Rotte percorse intorno all'isola di Lampedusa e Linosa nell'anno 2014.



**Figura 6:** Tracciato 2 - Rotte percorse intorno all'isola di Lampedusa nell'anno 2015.

<b>On Effort <i>Delphinidae</i></b>					
<b>Data</b>	<b>Durata totale (h.mindec)</b>	<b>Tempo con gli animali (h.mindec)</b>	<b># avvistamenti</b>	<b>Freq Avv <i>Tursiops</i></b>	<b>Freq Avv <i>Grampus</i></b>
20/07/2014	2.83	1.32	1	0.66	0.00
20/07/2014	2.16	0.2	2	1.02	0.00
21/07/2014	2.26	0.25	1	0.50	0.00
24/07/2014	2.25	0	0	0.00	0.00
23/08/2014	1.62	0.48	1	0.88	0.00
26/08/2014	2.30	0.23	1	0.48	0.00
31/08/2014	3.02	0.52	1	0.40	0.00
01/09/2014	1.83	0.9	2	2.15	0.00
04/09/2014	2.80	0.55	1	0.44	0.00
08/09/2014	1.72	0.13	2	1.26	0.00
09/09/2014	2.66	0	0	0.00	0.00
09/09/2014	2.83	0.66	0	0.00	0.46
17/09/2014	2.11	0	0	0.00	0.00
17/09/2014	1.21	0	0	0.00	0.00
24/05/2015	1.97	0	0	0.00	0.00
24/05/2015	1.23	0	0	0.00	0.00
25/05/2015	2.50	0.53	2	1.02	0.00

29/05/2015	1.02	0	0	0.00	0.00
31/05/2015	2.28	0.83	1	0.69	0.00
01/06/2015	1.70	0.9	1	1.25	0.00
02/06/2015	2.65	0.98	1	0.60	0.00
02/06/2015	3.45	0	0	0.00	0.00
somma	48.40	8.48	17.00		
media	2.20	0.39	0.77	0.52	0.02

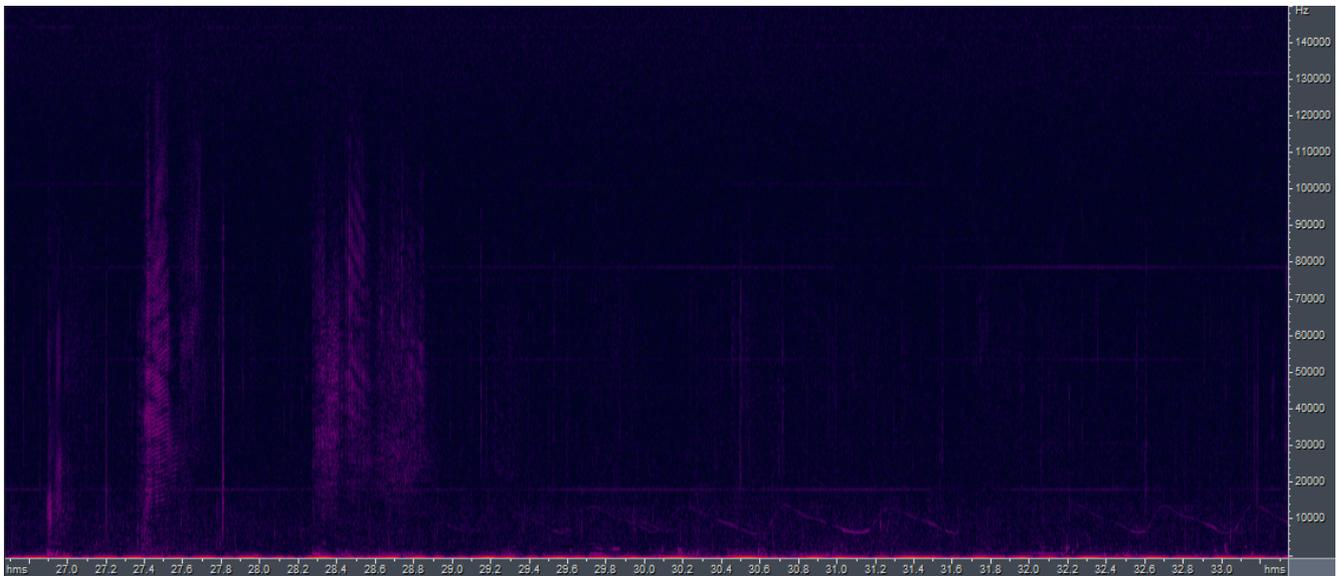
<b>Off Effort <i>Tursiops</i></b>				
<b>Data</b>	<b>Durata totale (h.mindec)</b>	<b>Tempo con gli animali (h.mindec)</b>	<b># avvistamenti</b>	<b>Freq Avv <i>Tursiops</i></b>
13/03/2015			2	
14/03/2015			3	
18/03/2015			2	
somma			7.00	
<b><i>Balaenoptera physalus</i></b>				
<b>Data</b>	<b>Durata totale (h.mindec)</b>	<b>Tempo con gli animali (h.mindec)</b>	<b># avvistamenti</b>	<b>Freq Avv <i>Balaenoptera</i></b>
10/03/2015	4.50	0.47	1	0.25
13/03/2015	4.63	1.03	1	0.28
14/03/2015	10.02	3.68	1	0.16
18/03/2015	8.32	3.38	2	0.40
19/03/2015	9.00	2.93	1	0.16
somma	36.47	11.49	6.00	
media	7.29	2.30	1.20	0.25

**Tabella 2:** Dettaglio riassuntivo delle uscite, degli avvistamenti e delle frequenze di avvistamento durante lo sforzo di campionamento effettuato per delfinidi e balenottera comune nelle acque delle Isole Pelagie.

L'encounter rate (avvistamenti/Km percorsi) è risultato essere 0.028 per tursiope, 0.001 per grampo e 0.012 per balenottera.

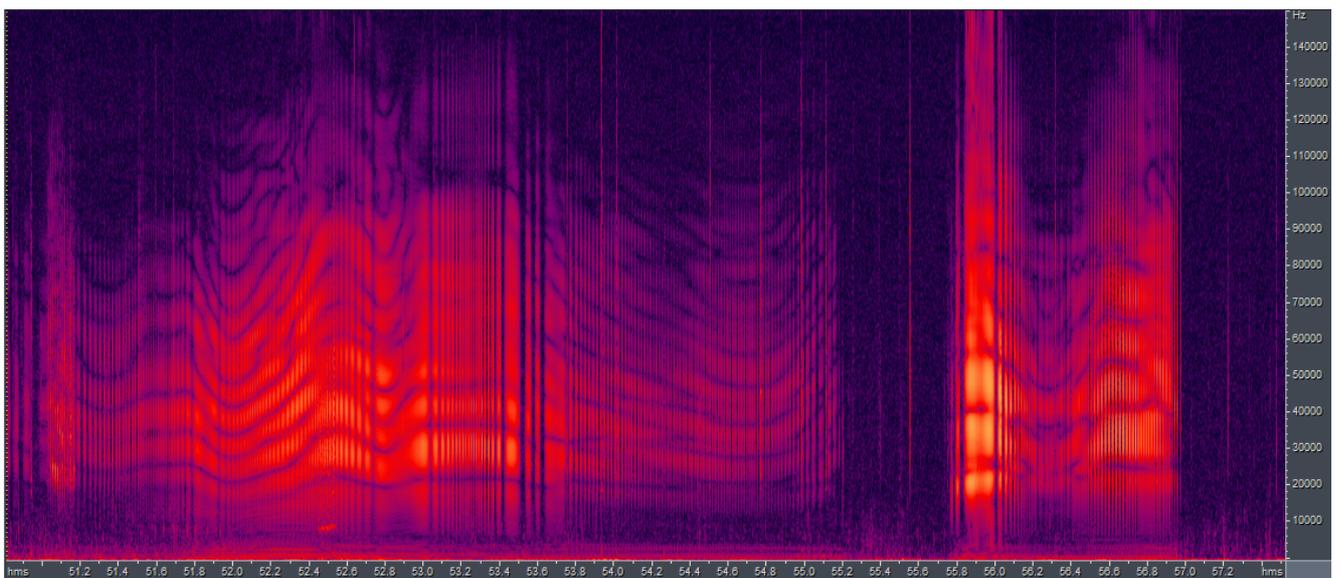
Per tursiope sono state raccolte 7.82 ore di comportamento e 2.53 ore di registrazione acustica. Nelle registrazioni sono stati individuati 95 fischi, 389 suoni pulsati e, durante tutti gli avvistamenti, sono sempre presenti click di ecolocalizzazione. Il valore medio di tasso di

emissione dei fischi (definito come numero di fischi/minuti di registrazione/numero di animali avvistati) è risultato essere 0.61 (SD=1.55) mentre di suoni pulsati 0.74 (SD=1.03). Durante tutti gli avvistamenti è stato registrato il rumore proveniente dal motore di imbarcazioni e in 3 avvistamenti su 11 anche la presenza di almeno un peschereccio in attività (Figura 7).



**Figura 7:** Spettrogramma (fino a 150 kHz) di suoni pulsati e fischi di tursiope registrati il 31/08/2014 alle ore 19.05

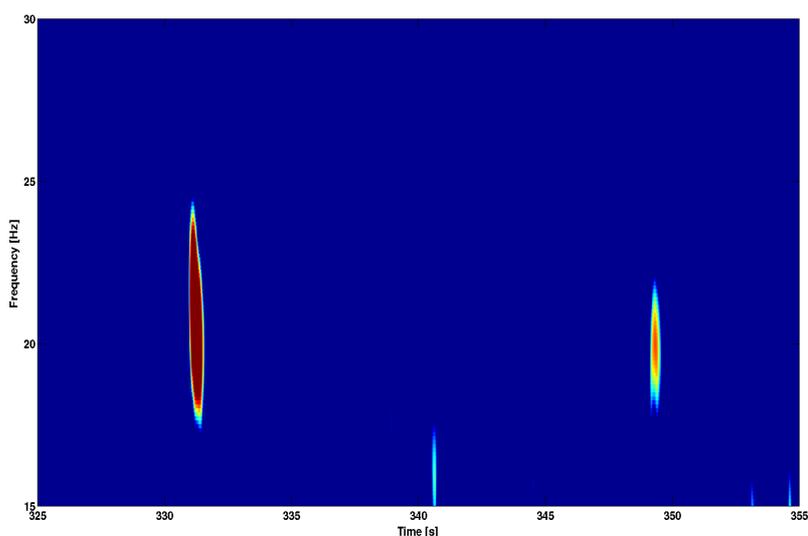
Per grampo invece sono state registrate 0.38 ore di comportamento acustico. Per l'unico avvistamento registrato il valore di tasso di emissione dei fischi (definito come numero di fischi/minuti di registrazione/numero di animali avvistati) è risultato essere 0.19 mentre di suoni pulsati 0.85 (Figura 8).



**Figura 8:** Spettrogramma (fino a 150 kHz) di suoni pulsati di grampo registrati il 09/09/2014 alle ore 16.49

Infine, per balenottera comune sono state registrate 2.16 ore di comportamento acustico in cui sono stati identificati sia i suoni di tipo A che di tipo B tipici della specie in Mediterraneo (Figura 9).

In occasione della campagna di monitoraggio acustico dedicata ai mysticeti si è stretta la collaborazione con il gruppo Thetys Research Institute impegnato da diversi anni nel progetto di telerilevamento satellitare con impiego di tag, applicati alla balenottera comune, durante il periodo invernale.



**Figura 9:** Spettrogramma (da 15 a 30 Hz) di vocalizzazioni di balenottera di tipologia A e B registrati il 10/03/2015 alle ore 18.10

Sono stati creati cataloghi di foto -identificazione per tursiope, grampo e balenottera.

Sono stati catalogati 12 individui di cui un esemplare giovane di grampo sulla base della forma, della presenza di tacche sulla pinna dorsale, da graffi e depigmentazione sulla livrea (Figura 5).

Immagine di riferimento

NOME: "Luce"		PRIMO AVVISTAMENTO		
		Linoso	Anno 2014	
DATA:	09.09.2014			
ORA:	11:53			
COORDINATE GEOGRAFICHE:	Lat.35°49'126"	Long.12°51'689"		
LATO FOTO ID:	DESTRA	SINISTRA		
FOTO DI RIFERIMENTO n.1	DSC_11			
FOTO DI RIFERIMENTO n.2	DSC_12			
FOTO DI RIFERIMENTO n.3	DSC_1269			
SESSO	/			
CLASSE DI ETA'	adulto			
CODICE DI RIFERIMENTO	Gg08ds_Li			





AVVISTAMENTI					REG. ACUSTICA	CARATTERISTICHE DELLA PINNA DORSALE				DEPIGMENTAZIONE DELLA LIVREA		SEGNI PARTICOLARI			
N. AVVISTAMENTO	DATA	LATTUDINE	LONGITUDINE	ASSOCIATO CON:	PRESENTE - ASSENTE	Forma "C"	Forma "Trinagliare"	Forma "Tagliata"	Forma "allungata"	DORSO	PINNA DORSALE	GRAFFI DORSO	GRAFFI PINNA DORSALE	CICATRICI	TACCHE
1	09.09.2014	35°49'126"	12°51'689"	Gg 01-02-03-18-06-07-04-09-10-13-11-12	presente		x					x	x		3

**Figura 10:** Immagine del catalogo di grampo, scheda dell'individuo con il codice di riferimento Gg.08sd\_Li, denominato "Luce".

Per quello che riguarda *Tursiops truncatus* sono stati identificati 37 animali, di cui 35 adulti 3 giovani ed 1 cucciolo. Gli animali riavvistati durante tutta la campagna di monitoraggio (2014 - 2015) sono stati 6 di cui, 5 esemplari riavvistati due volte e 1 tre volte (Figura 11).

Gli esemplari foto - identificati di tursiope e grampo non hanno evidenziato contaminazione da parassiti esterni, né segni particolari sulla livrea riconducibili all'interazione con l'attività di pesca.

Immagine di riferimento															
NOME: "Emso"															
PRIMO AVVISTAMENTO Lampedusa Anno 2014															
DATA: 20.07.14															
ORA: 12:03															
COORDINATE GEOGRAFICHE: Lat. 35°28'48"1" Long. 12°34'358"															
LATO FOTO ID: DESTRO															
FOTO DI RIFERIMENTO n.1: DSC_0404															
FOTO DI RIFERIMENTO n.2: DSC_0423															
CODICE DI RIFERIMENTO: Tt01d_Lam															
SESSO: /															
CLASSE DI ETA': adulto															
AVVISTAMENTI				REG. ACUSTICA		CARATTERISTICHE DELLA PINNA DORSALE				DEPIGMENTAZIONE DELLA LIVREA		SEGNI PARTICOLARI			
N. AVVISTAMENTO	DATA	LATITUDINE	LONGITUDINE	ASSOCIATO CON:	RESENTE - ASSENTI	Forma "C"	Forma "allungata"	Forma "triangolo"	Forma "tagliata"	DORSO	PINNA DORSALE	GRAFFI DORSI	GRAFFI PINNA DORSALE	CICATRICI	TACCHE
1	20.07.14	35°28'48"1"	12°34'358"	Tt.02,03,04,05,06,07,08,09,10	/	x				/	leggera macchia grigia	x	2	/	2

**Figura 11:** Immagine del catalogo di *Tursiops Truncatus*, scheda dell'individuo con il codice di riferimento Tt01d\_Lam, denominato "Emso".

Per balenottera sono stati catalogati 5 animali di cui un esemplare giovane, durante la campagna effettuata nel 2015, non è stato riavvistato nessuno individuo. (Figura 12) Due esemplari di cui uno giovane presentavano una estesa contaminazione di parassiti esterni, in prossimità della base della pinna dorsale. In nessun esemplare foto - indetificato si sono osservati particolare segni sulla livrea riconducibili a collisioni con imbarcazioni o con strumenti da pesca.

Immagine di riferimento															
NOME: "Fiore"															
PRIMO AVVISTAMENTO Lampedusa Anno 2015															
DATA: 14.03.15															
ORA: 15:49															
COORDINATE GEOGRAFICHE: Lat. 35°30'988" Long. 12°24'966"															
LATO FOTO ID: SINISTRA DESTRA															
FOTO DI RIFERIMENTO n.1: DSC_2324															
FOTO DI RIFERIMENTO n.2: DSC_2160															
FOTO DI RIFERIMENTO n.3: DSC_2131															
SESSO: /															
CLASSE DI ETA': giovane															
CODICE DI RIFERIMENTO: Bc02s_Lam															
AVVISTAMENTI				REG. ACUSTICA		CARATTERISTICHE DELLA PINNA DORSALE				DEPIGMENTAZIONE DELLA LIVREA		SEGNI PARTICOLARI			
N. AVVISTAMENTO	DATA	LATITUDINE	LONGITUDINE	ASSOCIATO CON:	PRESENTE - ASSENTE	Forma "C"	Forma "triangolare"	Forma "tagliata"	Forma "allungata"	PINNA DORSALE	DORSO	GRAFFI DORSO	GRAFFI PINNA DORSALE	CICATRICI	NOTE
1	14.03.15	35°30'988"	12°24'966"	Bc03d_Lam	presente			x							presenza di parassiti (retamodi), sul dorso e sulla pinna dorsale. Macchia scura sulla

**Figura 12:** Immagine del catalogo di balenottera comune. Scheda dell'individuo con il codice di riferimento Bc02s\_Lam, denominato "Fiore".

## BIBLIOGRAFIA

Bearzi G., Fortuna C., 2006 Common bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* (Mediterranean subpopulation). Pp. 64-73 in Reeves R.R., Notarbartolo di Sciara G. (compilers and editors). The status and distribution of cetaceans in the Black Sea and Mediterranean Sea. IUCN Centre for Mediterranean Cooperation, Malaga, Spain.

Bourret VJR, Macé MRJM, Crouau-Roy B 2007 Genetic variation and population structure of western Mediterranean and northern Atlantic *Stenella coeruleoalba* populations inferred from microsatellite data J Mar Biol Ass UK, 87: 265–269.

Canadas A. 2006 Towards conservation of dolphins in the Alborán Sea. PhD thesis, Universidad Autónoma de Madrid.

Natoli A, Birkun A, Aguilar A, Lopez A, Hoelzel AR: Habitat structure and the dispersal of male and female bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). Proc Biol Sci 2005, 272: 1217–1226. doi:10.1098/rspb.2005.3076.

Natoli A, Cañadas A, Peddemors VM, Aguilar A., Vaquero C, Fernández-Piqueras P, Hoelzel AR: Phylogeography and alpha taxonomy of the common dolphin (*Delphinus* Sp.). J Evol Biol 2006, 19: 943–954.

Natoli A, Peddemors VM, Hoelzel AR: Population structure and speciation in the genus *Tursiops* based on microsatellite and mitochondrial DNA analyses. J Evolution Biol 2004, 17: 363–375.

**ALLEGATO 1.** Riepilogo delle uscite di monitoraggio

<b>Avvistamenti di odontoceti nell'arcipelago delle Isole Pelagie Anni 2014 -2015</b>												
<b>Numero Uscite</b>	<b>Data</b>	<b>Ora Uscita</b>	<b>Ora Rientro</b>	<b>Avvistamento</b>	<b>Ora inizio Avvistamento</b>	<b>Ora fine Avvistamento</b>	<b>Latitudine</b>	<b>Longitudine</b>	<b>Tot. N. Animali</b>	<b>specie</b>		
1*	20/07/14	09:49	12:39	1.Foto-ID	11:20	12:39	35°28.481'	12°34.358'	10	<i>Tursiops truncatus</i>		
2*	20/07/14	16:58	19:08	1.Foto-ID	17:20	17:25	35°29.929'	12°38.091'	2	<i>Tursiops truncatus</i>		
				2.Foto.ID	18:20	18:27	35°28.929'	12°39.259'	1	<i>Tursiops truncatus</i>		
3*	21/07/14	07:53	10:09	1.Foto-ID	09:45	10:00	35°29.744'	12°34.286'	5	<i>Tursiops truncatus</i>		
4*	24/07/14	17:26	19:41	NESSUN AVVISTAMENTO								
5*	23/08/14	17:07	18:30	1.Foto-ID	17:26	17:55	35°28.859'	12°32.495'		<i>Tursiops truncatus</i>		
6*	26/08/14	09:01	11:17	1.Foto-ID	10:22	10:36	35°27.502'	12°35.463'	2	<i>Tursiops truncatus</i>		
				acustica	10:46	11:55	/	/				
7*	31/08/14	17:07	20:08	1.Foto-ID	18:40	19:20	35°31.147'	12°38.79'	2	<i>Tursiops truncatus</i>		
				acustica	19:05	19:40	/	/				
8*	01/09/14	08:10	10:00	1.Foto-ID	08:17	08:50	35°29.099'	12°36.531'	1	<i>Tursiops truncatus</i>		
				2.Foto.ID	08:59	09:20	35°28.756'	12°35.354'	2	<i>Tursiops truncatus</i>		
				acustica 1	09:05		35°28.569'	12°35.354'				
				acustica 2	09:31	09:46	35°28.775'	12°34.168'				

9*	04/09/14	17:32	20:20	1.Foto-ID	19:07	19:40	25°29.473'	12°32.391'	5	<i>Tursiops truncatus</i>
10*	08/09/14	08:18	10.01	1.Foto-ID	08:47	08:50	35°27.905'	12°37.754'	2	<i>Tursiops truncatus</i>
				2.Foto.ID	09:43	09:48	35°30.421'	12°38.633'	1	<i>Tursiops truncatus</i>
11*	09/09/14	08:17	10.57	NESSUN AVVISTAMENTO						
12 Linosa	09/09/14	16:40	19:30	1.Foto-ID	16:40	17:20	35°49.126'	12°51.689'	8	<i>Grampus griseus</i>
				acustica			35°48.997'	12°50.776'		
13*	24/05/15	09:15	11:13	NESSUN AVVISTAMENTO						
14*	24/05/15	17:25		NESSUN AVVISTAMENTO						
15*	25/05/15	08:50	11:20	1.Foto-ID	09:36	09:50	35°30.558'	12°31.512'	3	<i>Tursiops truncatus</i>
				2.Foto.ID	10:42	11:00 circa	35°27.752'	12°39.109'	1	<i>Tursiops truncatus</i>
16*	29/05/15	17:22	18:23	NESSUN AVVISTAMENTO						
17*	31/05/15	10:43	13:00	1.Foto-ID	11:34	12:24	35°33.161'	12°33.843'	9	<i>Tursiops truncatus</i>
				acustica	12:24	12:45	/	/		
18*	01/06/15	08:18	10:00	1.Foto-ID	08:28	09:22	35°28.324'	12°26.807'	2	<i>Tursiops truncatus</i>
				acustica	09:03		/	/		
19*	02/06/15	16:48	19:27	1.Foto-ID	18:11	19:10	35°27.988'	12°38.982'		
				acustica	18:45		/	/	6	
20*	02/06/15	08:15	11:42	NESSUN AVVISTAMENTO						

## Avvistamenti di misticeti nell'arcipelago delle Isole Pelagie 2014 - 2015

Numero Uscite	Data	Ora Uscita	Ora Uscita	Avvistamento	Ora inizio Avvistamento	Ora fine Avvistamento	Latitudine	Longitudine	Tot. N. Animali	Specie		
1*	10/03/15	09:30	14:00	1.Foto-ID	09:47	10:15	35°27.596'	12°40.140'	1	<i>Balaenoptera physalus</i>		
				acustica	10:23	10:37	35°27.391'	12°41.118'				
2*	13/03/15	14:05	18:43	1.Foto-ID	16:43	17:45	35°29.365'	12°34.591'		<i>Balaenoptera physalus</i>		
				acustica	17:23	17:45	35°29.365'	12°34.591'				
3*	14/03/15	08:51	18:52	1.Foto-ID	14:34	18:15	35°30.988'	12°24.966'	2	<i>Balaenoptera physalus</i>		
				acustica	18:00	18:10	35°33.406'	12°23.008'				
4*	18/03/15	09:05	17:24	1.Foto-ID	10:03	12:54	35°50.582'	12°64.2332	1	<i>Balaenoptera physalus</i>		
				acustica	11:40	11:57	35°32.937'	12°36.535'				
				2.Foto-ID	13:39	14:11	35°28.295'	12°30.883'	1	<i>Balaenoptera physalus</i>		
				acustica	16:39	16:45	35°.30942	12°22.786'				
5*	19/03/15	09:08	18:08	acustica	11:49	12:12	35°24.473'	12° 41.944'				
				acustica	13:58	14:17	35°22.516'	12°46.217'				
				1.Foto-ID	14:24	17:20	35°25.489'	12°46.499'			1	<i>Balaenoptera physalus</i>
				acustica	17:10	17:20	35°23.058	12°48.912				

\*Isola di Lampedusa.

# MONITORAGGIO DELLA PRATERIA DI POSIDONIA OCEANICA NELL'AREA MARINA PROTETTA "ISOLE PELAGIE"

## INTRODUZIONE

*Posidonia oceanica* (L.) Delile (Najadales, Potamogetonaceae) è una pianta marina endemica del mar Mediterraneo. I rizomi sono fusti ad habitus ipogeo modificati che presentano la caratteristica di accrescersi sia in senso orizzontale (rizoma plagiotropo) sia verticale (rizoma ortotropo). I primi ancorano la pianta al substrato con radici presenti sul lato inferiore e consentono la colonizzazione di nuove aree. I secondi contrastano il progressivo insabbiamento dovuto alla continua sedimentazione e permettono in tal modo di sfruttare la disponibilità di spazio e luce. L'accrescimento verticale dei rizomi porta alla formazione di una struttura chiamata *matte*, costituita dall'intreccio di più strati di rizomi e radici di vecchie piante e dal sedimento intrappolato tra questi elementi. Le foglie della pianta sono nastriformi, con apici arrotondati, e sono di colore verde intenso, misurano in larghezza in media un centimetro e raggiungono un metro e mezzo di lunghezza; hanno una vita tra i 5 e i 13 mesi (Pergent & Pergent-Martini, 1990) e si formano e cadono durante tutto l'anno (Caye, 1989). Il lembo fotosintetizzante aderisce ad una base, presente nelle foglie più mature, che è più o meno lignificata in rapporto all'età. La linea concava che le separa è detta ligula, in corrispondenza della quale le foglie si staccano, lasciando sul rizoma le basi che con il tempo divengono sottili scaglie formanti una sorta di manicotto che avvolge il rizoma. Le foglie accrescono dal meristema basale e sono disposte in fasci in numero medio di sei o sette, nei quali le più vecchie sono posizionate più esternamente mentre le più giovani, di taglia inferiore, si trovano nella parte interna. La riproduzione di *P. oceanica* principalmente è asessuale (o vegetativa) mediante stolonizzazione ed avviene attraverso la moltiplicazione e l'accrescimento dei rizomi plagiotropi ed ortotropi. L'allungamento dei rizomi ortotropi raggiunge 1 centimetro all'anno e quello dei rizomi plagiotropi è di 3,5-7,5 centimetri all'anno. Da quest'ultimi possono, inoltre, originarsi ogni anno da 1 a 6 rizomi ad andamento sia orizzontale sia verticale. La riproduzione sessuale avviene mediante produzione di infiorescenze a forma di spiga recanti 3-7 fiori, di cui alcuni ermafroditi e altri maschili. L'asse floreale si attacca al rizoma al centro del fascio. I frutti generati galleggiano fino alla rottura del pericarpo dovuto alla marcescenza che libera il seme dal quale si svilupperà una

nuova pianta.

Le praterie a posidonia svolgono un ruolo di vitale importanza per gli ambienti marini costieri ormai ampiamente riconosciuto. In Mediterraneo esse ricoprono circa il 4% dei substrati mobili del piano infralitorale tra la superficie e 30-35 metri di profondità (a volte fino a 40-50 metri in acque molto limpide). In base alla distribuzione delle piante in relazione alla natura del fondo, la prateria è detta continua (il fondo è interamente colonizzato dalla pianta), discontinua (la prateria è interrotta dalla presenza di canali e radure) o discreta (distribuzione a macchie) mentre sulla base della distribuzione della pianta sul fondo, le praterie sono definite “omogenee” (distribuzione uniforme su tutta l’estensione) o “disomogenee” (distribuzione difforme) (Buia *et al.*, 2003).

Nell'ambito della vegetazione fotofila di tali substrati, rappresentano lo stadio climax cioè lo stadio di massima complessità previsto dalla teoria della successione, cui corrisponde pure un massimo di complessità strutturale e funzionale. Questo stadio nell'ambiente marino si raggiunge attraverso complessi e delicati meccanismi. Mantenere nel tempo lo stadio di climax, significa mantenere pressoché inalterati i delicati equilibri raggiunti da tutti i meccanismi coinvolti nel funzionamento dell'ecosistema. Tuttavia, numerose tipologie di disturbo antropico e naturale possono alterare detti equilibri e innescare, soprattutto in una prateria a posidonia processi di regressione tali da determinare, in tempi più o meno brevi (dipendenti dalla intensità e dalla durata del disturbo), la scomparsa della prateria stessa, che oggi è vista come un bene naturale di elevato valore paesaggistico oltre che ecologico. Quindi, a causa della particolare sensibilità ai disturbi ambientali, la prateria a *P. oceanica* è considerata un ottimo indicatore della qualità ambientale costiera del Mediterraneo e il suo monitoraggio, soprattutto quando essa ricade all'interno di un'area marina protetta, rappresenta un metodo efficace per individuare precocemente l'instaurarsi di eventuali processi regressivi.

A livello di prateria *P. oceanica* è protetta ai sensi della Direttiva Habitat 1992/43/CEE (recepita in Italia con il D.P.R. 357/1997 e s.m.i.), come tipo di habitat prioritario (la cui conservazione richiede la designazione di aree speciali di conservazione). La presenza di praterie di *P. oceanica* ha comportato l’istituzione di 3 Siti di Importanza Comunitaria (SIC) nell'Arcipelago delle Isole Pelagie (ITA040001 - ITA040002 - ITA040014). La Direttiva europea 2000/60/CE (recepita con il D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.) che disciplina la qualità ecologica e chimica dei corpi idrici attribuisce per la prima volta un ruolo prioritario agli indicatori biologici nella valutazione dello stato ecologico dei corpi idrici. L’Italia ha identificato *P. oceanica* come indicatore di qualità ecologica (EQB). La Direttiva Europea

sulla Strategia Marina (2008/56/CE), recepita in Italia con D.Lgs. 190/2010, ha tra gli habitat oggetto di valutazione della qualità ecologica la biocenosi a *P. oceanica*. Tale valutazione è effettuata attraverso la definizione del buono stato ambientale (G.E.S. - Good Environmental Status) raggiunto attraverso traguardi ambientali (target) in un'ottica di gestione sostenibile dell'ambiente marino.

La Convenzione di Berna, per la conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale in Europa, approvata dal Consiglio europeo con Decisione 82/72/CE del 3 dicembre 1981 e ratificata dall'Italia con Legge 503 del 5 agosto 1981 individua le specie di flora e di fauna rigorosamente protette (ovvero specie e habitat di specie vulnerabili, in pericolo di estinzione e/o endemiche). La Convenzione di Barcellona del 1978, ratificata con legge 21 Gennaio 1979 n. 30, relativa alla protezione del Mar Mediterraneo dall'inquinamento, che nel 1995 si rinnova in "Convenzione per la protezione dell'ambiente marino e la regione costiera del Mediterraneo" (ratificata dall'Italia con la Legge n. 175 del 27 maggio 1999 ed è entrata in vigore nel 2004) e che redige tra gli altri il Protocollo relativo alle Aree Specialmente Protette e la Biodiversità in Mediterraneo nei cui annessi *P. oceanica* è protetta sia come habitat (I) che come specie (II).

Nell'ambito delle attività di monitoraggio degli ecosistemi marino costieri dell'Area Marina Protetta Isole Pelagie è stato effettuata tra settembre e novembre del 2014 un'indagine sulle praterie di *Posidonia oceanica* dell'isola di Lampedusa e Linosa al fine di caratterizzare e valutare lo stato mediante i descrittori fisici, fisiografici, strutturali e funzionali.

## **MATERIALI E METODI**

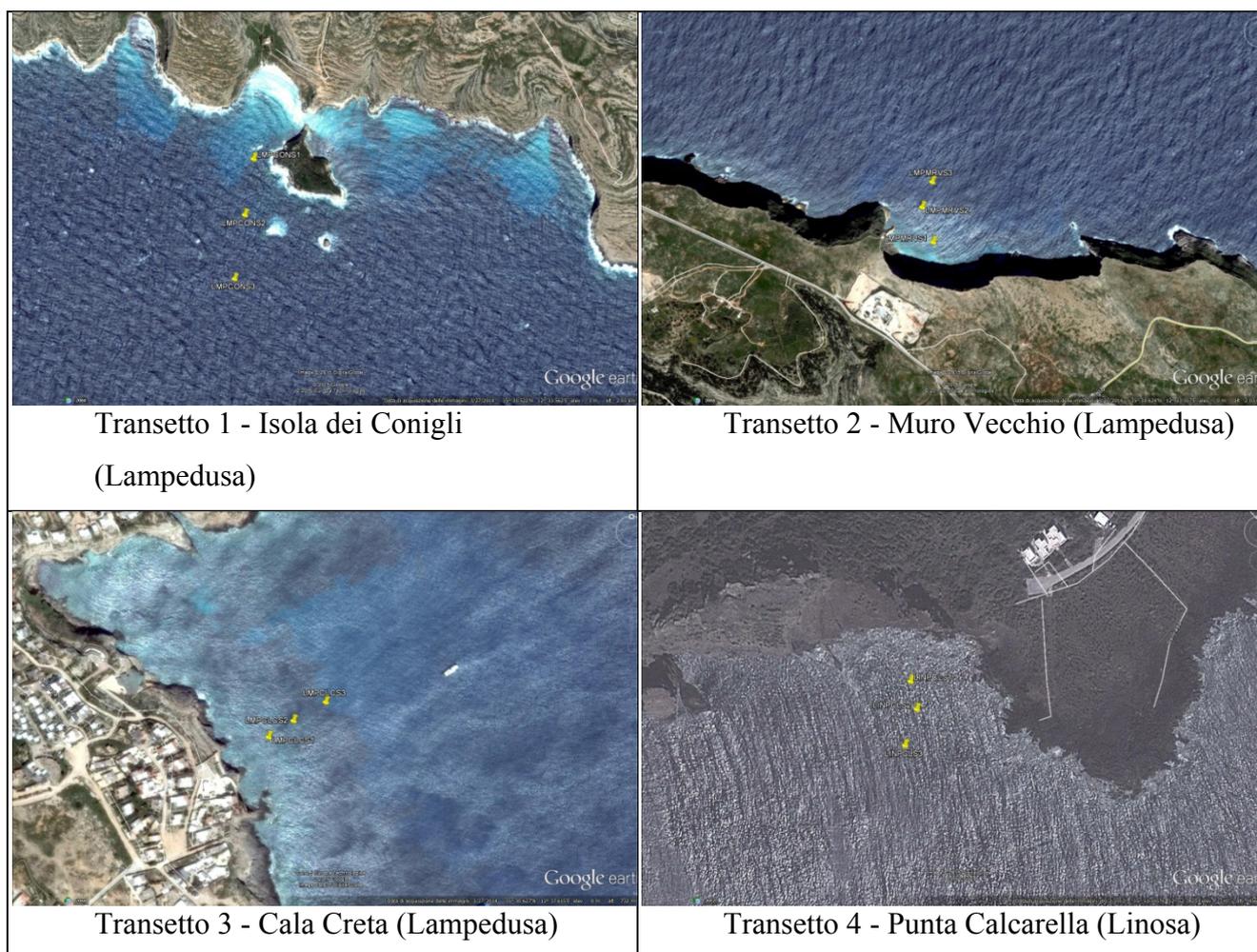
In accordo con l'Ente Gestore sono stati individuati 4 transetti denominati T<sub>1</sub>; T<sub>2</sub>; T<sub>3</sub>; T<sub>4</sub> in altrettante aree di fondale ricoperte da praterie a *P. oceanica*, due in zona C, uno in zona A e B, uno in OUT (Figura 13).

Per lo studio delle prateria di *Posidonia oceanica* delle aree in esame sono stati utilizzati i seguenti descrittori: macroripartizione e fenologia. Lo studio della macroripartizione e della fenologia permette la descrizione dello stato di salute della prateria e consente di rendere evidente la dinamica di produzione della prateria.

Lo studio della macroripartizione ha lo scopo, attraverso le misure di densità, di fornire informazioni sulla strategia di colonizzazione attuata dalla pianta oltre che di descrivere la prateria.

Il rilevamento dei dati è avvenuto mediante misure dirette di densità in 3 stazioni di

campionamento per sito: limite superiore, livello intermedio e limite inferiore (S1; S2; S3) descritte in Tabella 3.



**Figura 13:** Localizzazione dei transetti.

<b>Transetto/Sigla</b>	<b>Stazione</b>	<b>Latitudine N</b>	<b>Longitudine E</b>	<b>Profondità (m)</b>	<b>Data</b>
<b>T1 LMPCON</b>	T1S1	35°30.613'	012°33.372'	6,5	15/09/14
	T1S2	35°30.502'	012°33.348'	16,5	15/09/14
	T1S3	35°30.375'	012°33.321'	39,2	15/09/14
<b>T2 LMPMRV</b>	T2S1	35°31.546'	012°33.238'	10,5	25/09/14
	T2S2	35°31.617'	012°33.212'	13,5	25/09/14
	T2S3	35°31.667'	012°33.238'	22,5	25/09/14
<b>T3 LMPCLC</b>	T3S1	35°30.601'	012°37.559'	7,5	04/10/14
	T3S2	35°30.614'	012°37.581'	10	04/10/14
	T3S3	35°30.627'	012°37.609'	19	04/10/14
<b>T4 LINPCL</b>	T4S1	35°51.314'	012°52.755'	5	02/11/14
	T4S2	35°51.302'	012°52.758'	11	02/11/14
	T4S3	35°51.286'	012°52.751'	17	02/11/14

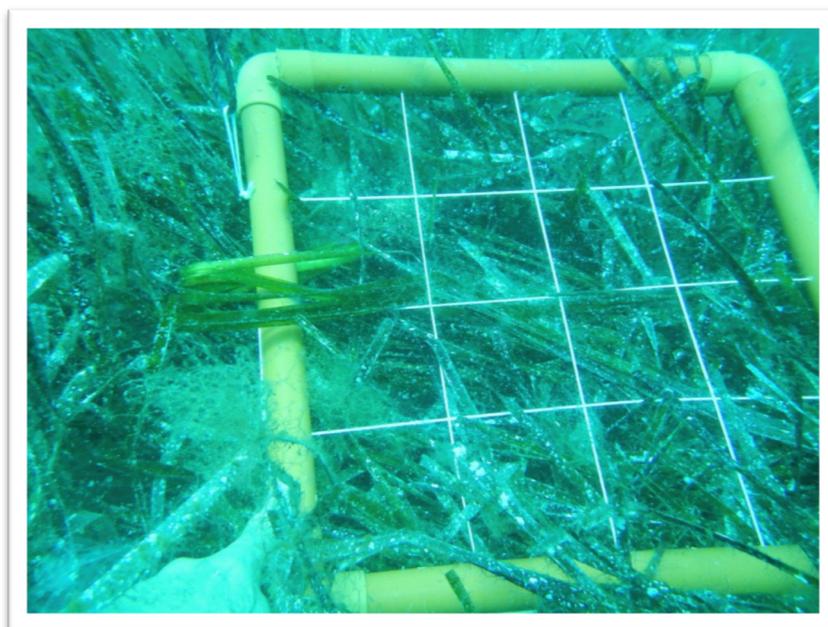
**Tabella 3:** Dati relativi alle stazioni campionate

Le misure sono state realizzate in cinque quadrati di 40 cm di lato posizionati casualmente in aree effettivamente occupate dalla prateria in ogni stazione (Figura 14). All'interno di ogni quadrato sono stati contati tutti i fasci presenti; inoltre, la porzione di substrato ricoperto dalla prateria nell'intorno del punto-stazione è stata valutata indipendentemente dai due operatori che hanno espresso le loro stime in percentuali. Sia i risultati delle conte che le stime di copertura sono state annotate su lavagnette subacquee ed in barca riportate su log cartacei. Le indagini fenologiche hanno riguardato le strutture anatomiche visibili della pianta; in ciascuna stazione sono stati prelevati 10 fasci fogliari ortotropi distanti almeno 50-100 cm l'uno dall'altro, evitando di campionare i fasci dicotomici.

Le misurazioni fenologiche, effettuate seguendo la metodologia riportata da Buia *et al.* (2003), su ciascun fascio fogliare riguardano i descrittori morfometrici fondamentali delle foglie:

- ✓ numero di foglie per germoglio (diviso in giovane, intermedio e adulti);
- ✓ la lunghezza e la larghezza di ciascuna foglia;
- ✓ lunghezza della base del foglio (presente solo in foglie adulte);
- ✓ lunghezza del tessuto verde e, quando presenti, anche quello del tessuto marrone e bianco;
- ✓ stato apice (intatti o rotto);

Per effettuare le misurazioni si è scomposto il fascio nelle singole foglie che lo costituiscono, avendo cura di numerarle progressivamente dalla più interna (vale a dire più giovane), a quella più esterna (quindi più vecchia), rispettando l'ordine distico nel fascio.



**Figura 14:** Repliche con quadrati 40x40.

Per le misurazioni le foglie sono state separate nelle seguenti categorie:

- giovanili, senza parte verde e senza ligula;
- intermedie, con parte verde e senza ligula;
- adulte, con ligula.

Sulla base di questi dati sono stati stimati i seguenti parametri fenologici:

- ✓ Il numero medio di foglie per germoglio (calcolato con e senza foglie giovani);
- ✓ Superficie fogliare media per ogni fascio ( $\text{cm}^2/\text{fascio}$ );
- ✓ LAI (Leaf Area Index) per stazione ( $\text{m}^2/\text{m}^2$ );
- ✓ Coefficiente "A" (che indica l'impatto dell'ambiente sulle foglie): pari al rapporto tra apici rotti e il numero totale di foglie (espresso in percentuale);
- ✓ Coefficiente "A" di ogni fascio misurato (foglie intermedie e adulte);
- ✓ Valore medio del coefficiente "A" per stazione.

Tutti i dati così ottenuti, compresi quelli stazionali rilevati in campo, sono stati riportati nelle tabelle fenologiche.

Dai dati raccolti sul campo è stato possibile calcolare la densità assoluta, ottenuta come valore medio dei dati rilevati nei singoli quadrati ed espressa in fasci/ $\text{m}^2$  e la densità relativa, calcolata correggendo la densità assoluta in funzione del ricoprimento del substrato stimato in percentuali.

Sulla base di queste informazioni si può determinare lo stato di salute di una prateria e individuare la presenza di gradienti di densità al suo interno. Inoltre con la classificazione proposta da Pergent *et al.* (1995) che tiene conto, oltre che della densità assoluta anche della profondità della stazione, della torbidità e di eventuali altri fattori di disturbo, è stato valutato l'equilibrio della biocenosi in esame (Tabella 4).

Depth	A	S-	N	S+	Depth	A	S-	N	S+
1	← 822	↔ 934	↔ 1158	→	21	← 48	↔ 160	↔ 384	→
2	← 646	↔ 758	↔ 982	→	22	← 37	↔ 149	↔ 373	→
3	← 543	↔ 655	↔ 879	→	23	← 25	↔ 137	↔ 361	→
4	← 470	↔ 582	↔ 806	→	24	← 14	↔ 126	↔ 350	→
5	← 413	↔ 525	↔ 749	→	25	← 4	↔ 116	↔ 340	→
6	← 367	↔ 479	↔ 703	→	26		← 106	↔ 330	→
7	← 327	↔ 439	↔ 663	→	27		← 96	↔ 320	→
8	← 294	↔ 406	↔ 630	→	28		← 87	↔ 311	→
9	← 264	↔ 376	↔ 600	→	29		← 78	↔ 302	→
10	← 237	↔ 349	↔ 573	→	30		← 70	↔ 294	→
11	← 213	↔ 325	↔ 549	→	31		← 61	↔ 285	→
12	← 191	↔ 303	↔ 527	→	32		← 53	↔ 277	→
13	← 170	↔ 282	↔ 506	→	33		← 46	↔ 270	→
14	← 151	↔ 263	↔ 487	→	34		← 38	↔ 262	→
15	← 134	↔ 246	↔ 470	→	35		← 31	↔ 255	→
16	← 117	↔ 229	↔ 453	→	36		← 23	↔ 247	→
17	← 102	↔ 214	↔ 438	→	37		← 16	↔ 240	→
18	← 88	↔ 200	↔ 424	→	38		← 10	↔ 234	→
19	← 74	↔ 186	↔ 410	→	39		← 3	↔ 227	→
20	← 61	↔ 173	↔ 397	→	40		←	↔ 221	→

**Tabella 4:** Scala per la valutazione della densità (fasci per m<sup>2</sup>) della prateria di *P. oceanica* a seconda della profondità (Pergent et al., 1995). A: Anormale; S-: Subnormale (densità bassa); N: Normale (in equilibrio); S+: Eccezionale.

La caratterizzazione del limite inferiore della prateria nei transetti è stato definito sulla base della classificazione formale della loro tipologia in accordo con Bianchi e Buia (2008).

Limite sano :

- ❖ SFUMATO Rizomi plagiotropi paralleli alla direzione di pendenza massima del fondale; ricoprimento inferiore al 50%
  - Irregolare, costituito da chiazze alternate a sedimento non colonizzato
  - "Progressivo", rizomi traccianti disposti come filari o corti e ramificati
- ❖ NETTO Ricoprimento superiore al 50% fino al bordo; rizomi ortotropi e matte poco sviluppata; in corrispondenza di cambio improvviso della natura del sedimento o substrato.
- ❖ EROSO Ricoprimento superiore al 75%, densità superiore a 350 fasci/m<sup>2</sup>; la matte è esposta e forma un gradino fino a 1 m di altezza.

Limite regressivo (distese di matte morte al di là del limite con ciuffi isolati - isolotti testimoni) :

- ❖ SFUMATO Ricoprimento inferiore al 50%, rizomi plagiotropi morti
- ❖ NETTO Ricoprimento da 50% a 0, i rizomi ortotropi sono scalzati o parzialmente sepolti
- ❖ EROSO Ricoprimento superiore al 75% con formazione di un nuovo gradino

## RISULTATI

Il TRANSETTO T1 con orientamento Nord/Sud ed esposizione a Sud si sviluppa su una lunghezza di circa 450 m; la prateria si insedia su substrato sabbioso intervallato da massi senza formazione evidenti di mattes. La prateria nel suo insieme appare "in equilibrio" con "disturbo" nei primi metri di profondità.

La STAZIONE T1S1 (35°30.613' N 012°33.372' E, profondità m 6,5) è su un fondale pianeggiante il cui substrato sabbioso è alternato da scogli poggiati o poco infossati nel sedimento. La prateria si insedia prevalentemente su fondali sabbioso. In questa stazione la prateria ha una densità assoluta di  $331,3 \pm 46,0$  fasci/m<sup>2</sup>. Considerato che la copertura è del 78%, la sua densità relativa è di 256 fasci/m<sup>2</sup>. In base alla classificazione delle praterie proposta da Pergent *et al.* (1995) la prateria di questa stazione avendo un valore di densità assoluta tra 327 e 439 fasci/m<sup>2</sup>, è da considerare fra quelle "disturbate". L'analisi morfometrica dei fasci ha evidenziato una composizione media fogliare (foglie giovanili escluse) di 4,1 foglie per fascio. La superficie fogliare media di ciascun fascio è risultata di 147,2 cm<sup>2</sup> mentre il coefficiente "A" è pari a 58,5%; da notare che la percentuale di apici erosi sul totale delle foglie adulte è risultata di 85,2, mentre molto più bassa è quella delle foglie intermedie (7,1%). Il LAI (Leaf Area Index) della stazione è risultato di 4,87 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>.

La STAZIONE T1S2 (35°30.502' N 012°33.348' E, profondità m 16,5) è su un fondale subpianeggiante il cui substrato è sabbioso. Frequenti sono gli affioramenti rocciosi e scogli su sabbia su cui cresce *P. oceanica*. In questa stazione la prateria ha una densità assoluta di  $303,8 \pm 36,6$  fasci/m<sup>2</sup>. Considerato che la copertura è del 88%, la sua densità relativa è di 265,8 fasci/m<sup>2</sup>.

In base alla classificazione delle praterie proposta da Pergent *et al.* (1995) la prateria di questa stazione avendo un valore di densità compreso tra 214 e 438 fasci/m<sup>2</sup>, è da considerare fra quelle "in equilibrio". L'analisi morfometrica dei fasci ha evidenziato una composizione media fogliare (foglie giovanili escluse) di 5,9 foglie per fascio. La superficie fogliare media di ciascun fascio è risultata di 241,6 cm<sup>2</sup> mentre il coefficiente "A" è pari a 32,2%; la percentuale di apici erosi sul totale delle foglie adulte è di 58,6, mentre quella delle foglie intermedie è 6,7 %. Il LAI della stazione è 7,34 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>.

La STAZIONE T1S3 (35°30.375' N 012°33.321' N, profondità m 39,2 - Fig. 15) è su un fondale sabbioso con lieve pendio e corrisponde al limite inferiore della prateria che si presenta "sfumato".

In questa stazione la prateria ha una densità assoluta di  $96,3 \pm 18,5$  fasci/m<sup>2</sup>. Considerato che

la stima della copertura è del 38%, la sua densità relativa è di 36,1 fasci/m<sup>2</sup>.

In base alla classificazione delle praterie proposta da Pergent *et al.* (1995) la prateria di questa stazione avendo un valore di densità assoluta compreso tra 3 e 227 fasci/m<sup>2</sup>, è da considerare fra quelle "in equilibrio". L'analisi morfometrica dei fasci ha evidenziato una composizione media fogliare (foglie giovanili escluse) di 5,3 foglie per fascio. La superficie fogliare media di ciascun fascio è risultata di 77,6 cm<sup>2</sup> mentre il coefficiente "A" è pari a 30,2%; con una percentuale di apici erosi di 50,0% sul totale delle foglie adulte e dello 0% sul totale delle foglie intermedie. Il LAI della stazione è risultato di 0,75 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>.



**Figura 15:** Limite inferiore della prateria dell'isola dei Conigli (T1S3)

Il TRANSETTO T2 con orientamento Nord/Sud ed esposizione a Nord si sviluppa su una lunghezza di circa 140 m; la prateria si insedia su substrato sabbioso/roccioso senza formazione evidenti di mattes. La prateria nel suo insieme appare "molto densa" e spesso intercalata da affioramenti rocciosi.

La STAZIONE T2S1 (35°31.546' N 012°33.238' E ; profondità m 10,5) è su un fondale pianeggiante il cui substrato sabbioso è alternato da scogli poggiati o poco infossati nel sedimento. La prateria si insedia prevalentemente su fondali di roccia. Frequenti sono gli affioramenti rocciosi e scogli su sabbia su cui cresce *P. oceanica*. In questa stazione la prateria ha una densità assoluta di 866,3 ± 230,7 fasci/m<sup>2</sup>. Considerato che la copertura è del 100%, la sua densità relativa rimane tale.

In base alla classificazione delle praterie proposta da Pergent *et al.* (1995) la prateria di questa stazione avendo un valore di densità assoluta superiore a 573 fasci/m<sup>2</sup>, è da considerare fra quelle "in equilibrio" e a "densità eccezionale". L'analisi morfometrica dei fasci ha evidenziato una composizione media fogliare (foglie giovanili escluse) di 5,5 foglie per fascio. La superficie fogliare media di ciascun fascio è risultata di 225,8 cm<sup>2</sup> mentre il coefficiente "A" è pari a 41,8%; da notare che la percentuale di apici erosi sul totale delle foglie adulte è risultata di 100, mentre molto più bassa è quella delle foglie intermedie (12,5%). Il LAI della stazione è risultato di 19,56 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>

La STAZIONE T2S2 (35°31.617' N 012°33.212' E, profondità m 13,5) è situata in un'area con substrato sub-orizzontale caratterizzata da un fondale sabbioso con frequenti affioramenti e pianori rocciosi coperti da un fine strato di sedimento sui quali si insedia *P. oceanica*. In questa stazione la prateria ha una densità assoluta di 538,0 ± 201,3 fasci/m<sup>2</sup>. Considerato che la copertura è del 58%, la densità relativa risulta di 309,8 fasci/m<sup>2</sup>.

Utilizzando la classificazione proposta da Pergent *et al.* (1995) la prateria di questa stazione, avendo una densità assoluta superiore a 506 fasci/m<sup>2</sup>, ricade fra quelle "in equilibrio" e a "densità eccezionale". L'analisi morfometrica dei fasci ha evidenziato una composizione media fogliare (foglie giovanili escluse) di 7,7 foglie per fascio. La superficie fogliare media di ciascun fascio è risultata di 300,7 cm<sup>2</sup> mentre il coefficiente "A" è pari a 32,5%, con una percentuale di apici erosi sul totale delle foglie adulte di 69,4% e di quelle intermedie di 0%. Il LAI della stazione è risultato di 16,2 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>.

La STAZIONE T2S3 (35°31.667' N 012°33.238 E, profondità m 22,5 - Fig. 16) è situata in un'area piuttosto pianeggiante nei pressi del limite inferiore della prateria che si presenta "netto" e con un fondale roccioso coperto da diversi centimetri di sabbia. La prateria in questa stazione mostra una densità assoluta di 650,0 ± 168,0 fasci/m<sup>2</sup>. Considerato che la copertura è del 85%, la sua densità relativa è di 552,5 fasci/m<sup>2</sup>.

Utilizzando la classificazione proposta da Pergent *et al.* (1995) la prateria di questa stazione, avendo una densità assoluta superiore a 361 fasci/m<sup>2</sup>, ricade fra quelle "in equilibrio" e a "densità eccezionale". L'analisi morfometrica dei fasci ha evidenziato una composizione media fogliare (foglie giovanili escluse) di 6,9 foglie per fascio. La superficie fogliare media di ciascun fascio è risultata di 262,1 cm<sup>2</sup> mentre il coefficiente "A" è pari a 27,5%, con una percentuale di apici erosi di 57,6% sul totale delle foglie adulte e di 0% sul totale delle foglie intermedie. Il LAI della stazione è risultato di 17,04 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>.



**Figura 16:** *Limite inferiore della prateria a Muro Vecchio (T2S3).*

Il TRANSETTO T3 con orientamento Est/Ovest, esposizione a Est, si sviluppa su una lunghezza di circa 90 m; la prateria si insedia su substrato roccioso con rare formazioni di mattes. La prateria nel suo insieme appare "molto densa" ma spesso intercalata da pianori rocciosi con alghe fotofile.

La STAZIONE T3S1 (35°30.601' N 012°37.559' E, profondità m 7,5) è situata su di una piccola scarpata rocciosa. La prateria si insedia su fondali rocciosi. In questa stazione la prateria ha una densità assoluta di  $803,8 \pm 151,6$  fasci/m<sup>2</sup>. Considerato che la copertura è stimata al 75%, la sua densità relativa risulta di  $602,8$  fasci/m<sup>2</sup>.

Utilizzando la classificazione proposta da Pergent *et al.* (1995, la prateria di questa stazione, avendo una densità assoluta superiore a  $630$  fasci/m<sup>2</sup>, ricade fra quelle "in equilibrio" e a "densità eccezionale". L'analisi morfometrica dei fasci ha evidenziato una composizione media fogliare (foglie giovanili escluse) di  $5,2$  foglie per fascio. La superficie fogliare media di ciascun fascio è risultata di  $138,9,3$  cm<sup>2</sup> mentre il coefficiente "A" è pari a  $30,8\%$ , con una percentuale di apici erosi di  $80,0\%$  sul totale delle foglie adulte e dello  $0\%$  sul totale delle foglie intermedie. Il LAI della stazione è risultato di  $11,16$  m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>.

La STAZIONE T3S2 (35°30.614' N 012°37.581' E, profondità m 10) è situata in un'area con fondale roccioso con avvallamenti e pianori su cui è impiantata *P. oceanica*. La prateria è interrotta da scogli affioranti. Negli avvallamenti uno strato di sedimento sabbioso ricopre la

roccia. In questa stazione (Tabella 17) la prateria ha una densità assoluta di  $871,3,0 \pm 272,0$  fasci/m<sup>2</sup>. Considerato che la copertura è del 80%, la densità relativa risulta di  $697,0$  fasci/m<sup>2</sup>. Utilizzando la classificazione proposta da Pergent *et al.* (1995) la prateria di questa stazione, avendo una densità assoluta abbondantemente superiore a  $573$  fasci/m<sup>2</sup>, ricade fra quelle “in equilibrio” a “densità eccezionale”. L'analisi morfometrica dei fasci ha evidenziato una composizione media fogliare (foglie giovanili escluse) di  $5,6$  foglie per fascio. La superficie fogliare media di ciascun fascio è risultata di  $147,2$  cm<sup>2</sup> mentre il coefficiente "A" è pari a  $46,4\%$ , con una percentuale di apici erosi sul totale delle foglie adulte di  $95,2\%$  e di quelle intermedie di  $17,1\%$ . Il LAI della stazione è risultato di  $12,82$  m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>.

La STAZIONE T3S3 ( $35^{\circ}30.627'$  N  $012^{\circ}37.609'$  E, profondità m 19) è situata nei pressi del limite inferiore della prateria che si presenta "netto" e con un fondale roccioso con sabbia e mattes. La prateria in questa stazione (Tabella 19) mostra una densità assoluta di  $556,3 \pm 172,4$  fasci/m<sup>2</sup>. Considerato che la copertura è del 60%, la sua densità relativa è di  $333,8$  fasci/m<sup>2</sup>.

Secondo Pergent *et al.* (1995) la prateria di questa stazione, avendo una densità assoluta superiore a  $410$  fasci/m<sup>2</sup>, ricade fra quelle "in equilibrio" e a “densità eccezionale”. L'analisi morfometrica dei fasci ha evidenziato una composizione media fogliare (foglie giovanili escluse) di  $6,6$  foglie per fascio. La superficie fogliare media di ciascun fascio è risultata di  $281,1$  cm<sup>2</sup> mentre il coefficiente "A" è pari a  $25,8\%$ , con una percentuale di apici erosi di  $51,5\%$  sul totale delle foglie adulte e di  $0\%$  sul totale delle foglie intermedie. Il LAI della stazione è risultato di  $15,64$  m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>.

Il TRANSETTO T4 ha orientamento Nord/Sud con esposizione a Sud e si sviluppa su una lunghezza di circa  $55$  m; la prateria si insedia su substrato misto roccioso e sabbioso con formazioni di mattes. La prateria nel suo insieme appare "molto densa".

La STAZIONE T4S1 ( $35^{\circ}51.314'$  N  $012^{\circ}52.755'$  E, profondità m 5) è situata su di pendio roccioso misto a sabbia. La prateria si insedia su substrato rocciosi. In questa stazione la prateria ha una densità assoluta di  $500 \pm 71,7$  fasci/m<sup>2</sup>. Considerato che la copertura è stimata al  $45\%$ , la sua densità relativa risulta di  $225,0$  fasci/m<sup>2</sup>. Secondo la classificazione proposta da Pergent *et al.* (1995), la prateria di questa stazione, avendo una densità assoluta compresa tra  $413$  e  $525$  fasci/m<sup>2</sup>, ricade fra quelle "disturbate". L'analisi morfometrica dei fasci ha evidenziato una composizione media fogliare (foglie giovanili escluse) di  $5,4$  foglie per fascio. La superficie fogliare media di ciascun fascio è risultata di  $100,4$  cm<sup>2</sup> mentre il coefficiente "A" è pari a  $22,2\%$ , con una percentuale di apici erosi di  $60,0\%$  sul totale delle foglie adulte e dello  $0\%$  sul totale delle foglie intermedie. Il LAI della stazione è risultato di

5,02 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>

La STAZIONE T4S2 (35°51.302' N 012°52.758' E, profondità m 11) è situata in un'area con fondale sabbioso dal quale emergono matte alte oltre 50 cm. In questa stazione la prateria ha una densità assoluta di 900,0 ± 132,0 fasci/m<sup>2</sup>. La copertura è del 65%, la densità relativa risulta quindi di 585,0 fasci/m<sup>2</sup>. Secondo Pergent *et al.* (1995) la prateria di questa stazione, avendo una densità assoluta abbondantemente superiore a 549 fasci/m<sup>2</sup>, ricade fra quelle “in equilibrio” a “densità eccezionale”. L'analisi morfometrica dei fasci ha evidenziato una composizione media fogliare (foglie giovanili escluse) di 4,8 foglie per fascio. La superficie fogliare media di ciascun fascio è risultata di 120,8 cm<sup>2</sup> mentre il coefficiente "A" è pari a 22,9%, con una percentuale di apici erosi sul totale delle foglie adulte di 50% e di quelle intermedie di 3,6%. Il LAI della stazione è risultato di 10,87 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> (Tabella 24).

La STAZIONE T4S3 (35°51.286' N 012°52.751' E, profondità m 17) è situata nei pressi del limite inferiore della prateria che si presenta "netto" e con un fondale sabbioso e mattes. La prateria in questa stazione mostra una densità assoluta di 701,3 ± 58,5 fasci/m<sup>2</sup>. Considerato che la copertura è del 50%, la sua densità relativa è di 350,6 fasci/m<sup>2</sup>.

Utilizzando la classificazione proposta da Pergent *et al.* (1995) la prateria di questa stazione, avendo una densità assoluta superiore a 438 fasci/m<sup>2</sup>, ricade fra quelle "in equilibrio" e a “densità eccezionale”. L'analisi morfometrica dei fasci ha evidenziato una composizione media fogliare (foglie giovanili escluse) di 4,5 foglie per fascio. La superficie fogliare media di ciascun fascio è risultata di 98,0 cm<sup>2</sup> mentre il coefficiente "A" è pari a 6,7%, con una percentuale di apici erosi di 21,4% sul totale delle foglie adulte e di 0% sul totale delle foglie intermedie. Il LAI della stazione è risultato di 6,87 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> (Tabella 5).

Transetto	Stazione	Densità fasci/m <sup>2</sup>	Dev. Standard	Stima copertura	Densità relativa	Dev. Standard	Pergent et al. 1995	Media delle Lungh. Totali medie (cm)		Medie Lungh. medie parte verde (cm)		Media n° foglie per fascio	LAI medio (cm <sup>2</sup> /fascio)	coefficiente "A" (fascio)	LAI stazione (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )
								Intermedie	Adulte	Intermedie	Adulte				
T1 Lampedusa	T1S1	331,25	28,0	78	256,7	21,7	disturbata	29,84	48,31	25,45	32,28	4,1	147,2	58,5	4,87
	T1S2	303,75	36,6	88	265,8	32,0	in equilibrio	20,00	67,35	15,27	49,91	5,9	241,6	32,2	7,34
	T1S3	96,25	18,5	38	36,1	7,0	in equilibrio	10,81	28,22	8,78	18,50	5,3	77,6	30,2	0,75
T2 Lampedusa	T2S1	866,25	230,7	100	866,3	230,7	in equilibrio +	18,51	78,69	14,11	63,47	5,5	225,8	41,8	19,56
	T2S2	538,75	201,3	58	309,8	115,8	in equilibrio +	18,63	65,56	14,55	48,16	7,7	300,7	32,5	16,20
	T2S3	650	168,0	85	552,5	142,8	in equilibrio +	18,40	64,17	14,38	47,79	6,9	262,1	27,5	17,04
T3 Lampedusa	T3S1	803,75	151,6	75	602,8	113,7	in equilibrio +	17,44	49,45	13,49	27,07	5,2	138,9	30,8	11,16
	T3S2	871,25	272,0	80	697,0	217,6	in equilibrio +	22,21	42,69	16,92	31,69	5,6	147,2	46,4	12,82
	T3S3	556,25	172,4	60	333,8	103,4	in equilibrio +	18,59	73,11	14,05	48,30	6,6	281,1	25,8	15,64
T4 Linosa	T4S1	500	71,7	45	225,0	32,3	disturbata	15,68	31,61	12,06	17,62	5,4	100,4	22,2	5,02
	T4S2	900	132,0	65	585,0	85,8	in equilibrio +	21,40	37,55	14,25	22,31	4,8	120,8	22,9	10,87
	T4S3	701,25	58,5	50	350,6	29,3	in equilibrio +	19,14	34,88	3,98	7,63	4,5	98,0	6,7	6,87

Tabella 5: Quadro sinottico dei principali parametri.

## BIBLIOGRAFIA

BIANCHI C.N. e BUIA M.C 2008. Gli ecosistemi a fanerogame. In: Praterie a fanerogame marine -Quaderni habitat. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare - Museo Friulano di Storia Naturale eds. 160 pp.

BOERO F., FANELLI G., GERACI S. 1993. Desertificazione e ricolonizzazione in ambiente costiero: un modello di sviluppo di biocenosi. Mem. Soc. Tic. Sci. Nat., 4: 219-228.

Boudouresque C.F., 1996. Impact de l'homme et conservation du milieu marin en méditerranée. 2ème édition. GIS posidonie publ., Marseille : 1-243.

BUIA M.C., GAMBI M.C., DAPPIANO M., 2003. I sistemi a fanerogame marine. In: Gambi M. C. e Dappiano M. (Eds) - Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo. Biologia Marina Mediterranea, 10 (Suppl.): Cap. 5: 145-198.

CAYE G., 1989. Sur la morphogénèse, le cycle végétatif et le reproduction de deux phanérogames marines de Méditerranée : *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile et *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson. *Thèse habilitation, Univ. Nice* : 1-229.

CLEMENTS F.E. 1916. Plant succession: analysis of the development of vegetation. Publ. Canergie Institute, Washington DC, Publication n. 242, 512 pp.

CONNELL J.H., SLAYTER R.O. 1977. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *American Nat.*, 111: 1119-1144.

DI DATO P., FRESI E., SCARDI M. 2000. A lepidochronological study of *Posidonia oceanica*: further analyses on annual leaf production time series. *Biol. Mar.Medit.*, 7(2): 39-42.

DOLCE T., ZIANTONI S., SCARDI M., FRESI E. 1996. Studio lepidocronologico di *Posidonia oceanica* (L.) Delile in alcuni siti del Mar Mediterraneo. In: Atti del VII Congresso Nazionale della Società Italiana di Ecologia. Napoli 1996, 17:301-303.

FRANCOUR P., GANTEAUME A., POULAIN M., 1999. Effects of boat anchoring in *Posidonia oceanica* seagrass beds in the Port-Cros National Park (north-western Mediterranean sea). *Aquatic Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.*, 9 : 391-400.

GIARDINA F., DE RUBEIS P. 2012. Analisi della prateria a *Posidonia oceanica* (L.) Delile (Najadales, Potamogetonaceae) dell' isola di Lampedusa (AMP "Isole Pelagie", Canale di Sicilia). *Bollettino Accademia Gioenia Sci. Nat.*, Vol. 45, n. 375; pp . 651-654.

GIRAUD G. 1977. Essai de classement des herbiers de *Posidonia oceanica* (Linné) Delile. *Bot. Mar.*, 20: 487-491.

MOLINIER R., PICARD J. 1952. Reserches sur les herbiers de phanerogames marines du littoral méditerranéen français. *ann.inst. oceanogr. Paris*, 27(3): 127-324.

PERGENT G., PERGENT-MARTINI C., 1990. Some applications of lepidochronological analysis in the seagrass *Posidonia oceanica*. *Botanica marina*, 33 : 299-310.

PERGENT G., PERGENT-MARTINI C., 1991: Leaf renewal cycle and primary production of *Posidonia oceanica* in the bay of Lacco Ameno (Ischia, Italy) using lepidochronological analysis. *Aquatic Botany*, 42 : 49-66.

PERGENT G., PERGENT-MARTINI C., BOUDOURESQUE Ch.F. 1995. Utilisation de l'herbier à *Posidonia oceanica* comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée: état de connaissances. *Mésogée*, 54: 3-29.

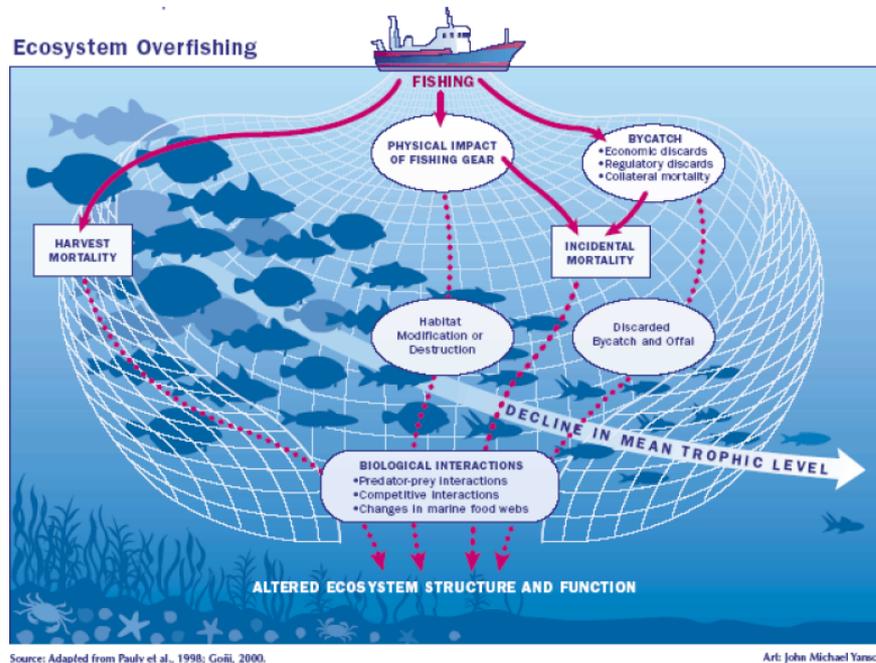
PERGENT-MARTINI C., PERGENT G., 1996. Spatio-temporal dynamics of *Posidonia oceanica* beds near a sewage outfall (Mediterranean, France). In: Kuo J., Phillips R.C., Walker D.S., Kirkman H. (eds), *Seagrass Biology: Proceedings of an international Workshop.*, Australia : 299-306.

# **MONITORAGGIO DELLA FAUNA ITTICA E DELL'EFFETTO RISERVA NELL'AREA MARINA PROTETTA "ISOLE PELAGIE"**

## **INTRODUZIONE**

### *Effetti della pesca sugli ecosistemi marini*

Le pressioni di origine antropica che insistono sugli habitat marini sono molteplici, fra queste, la tipologia sicuramente più importante è costituita dalla pesca (Jackson *et al.*, 2001). La pesca può determinare importanti alterazioni delle comunità e degli ecosistemi, in quanto produce differenti tipi di impatto, sia diretti che indiretti (Figura 17). Gli effetti diretti della pesca si identificano nel depauperamento del numero e delle dimensioni medie degli individui appartenenti agli stock più sfruttati, e nel danno fisico determinato dagli strumenti da pesca su organismi e ambienti (Jennings & Kaiser, 1998; Claudet & Fraschetti, 2010). La riduzione del numero di individui di grossa taglia compromette le capacità riproduttive dello stock, in quanto possono venir a mancare i grandi produttori di gameti o si può verificare uno sbilanciamento del rapporto sessi nelle specie ermafrodite (Birkeland & Dayton, 2005; Pandan, 2014). La pesca incide negativamente anche su specie prive di interesse commerciale, che possono ad esempio venir catturate accidentalmente come *by-catch*. Attraverso meccanismi di tipo indiretto ha inoltre la potenzialità di costituire una fonte di impatto a livello di intera comunità marina, determinando la drastica riduzione di alcuni taxa e gruppi funzionali ed alterando i normali rapporti di predazione e competizione che intercorrono fra le specie (Goñi, 1998).

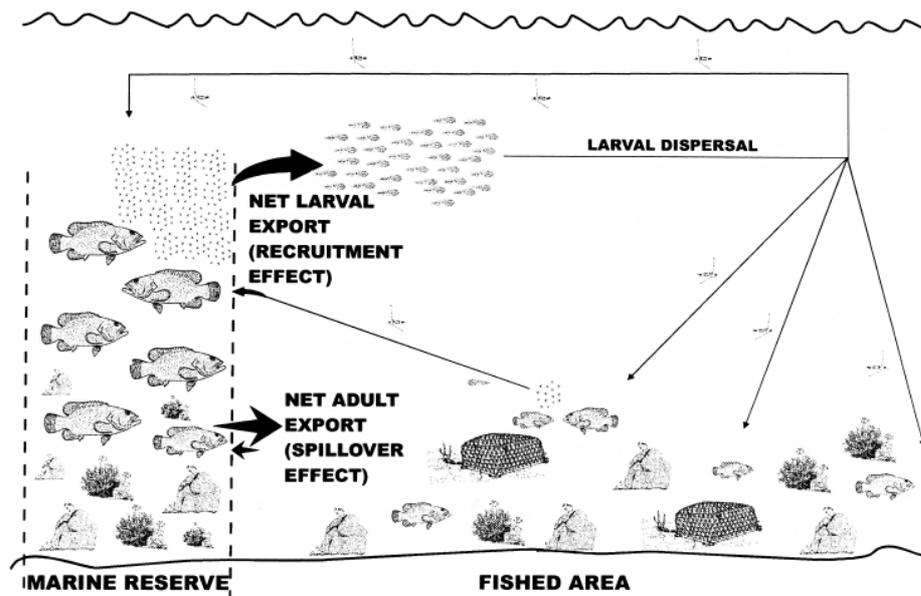


**Figura 17:** Rappresentazione schematica degli effetti della sovrappesca sugli stock, le comunità, gli ecosistemi marini.

### ***Le Aree Marine Protette***

Le Aree Marine Protette (AMP) sono definite come “uno spazio chiaramente definito geograficamente, che viene gestito con lo scopo di ottenere sul lungo periodo la conservazione dell’ambiente naturale e dei servizi ecosistemici e culturali ad esso associati” (*International Union for Conservation of Nature*). Un’AMP costituisce quindi uno strumento gestionale che consente la tutela di diverse componenti ambientali, garantendo quindi un approccio ecosistemico. Gli effetti che la riduzione della pressione di pesca può avere sugli ecosistemi marini sono stati ampiamente studiati e dimostrati, soprattutto per quanto riguarda la fauna ittica. Ampia è infatti la letteratura che dimostra come l’istituzione di una AMP, nel caso in cui le misure di protezione vengano effettivamente messe in atto, possa promuovere la ricchezza in specie della comunità, riequilibrando le interazioni interspecifiche altrimenti alterate dalla costante pressione antropica (Guidetti & Sala., 2007; García-Charton *et al.*, 2008; Guidetti *et al.*, 2014). La protezione ha gli effetti maggiori sulle specie target di pesca, che vanno incontro ad un aumento di densità e taglia media, e quindi di biomassa, all’interno degli spazi protetti in confronto con le aree non protette (Mosquera *et al.*, 2000). Non tutte le specie rispondono allo stesso modo alla riduzione della pressione di pesca: il grado di beneficio che deriva dall’istituzione di un’AMP dipende infatti da diversi aspetti, quali le *life history*, il livello trofico, la motilità delle singole specie (Claudet *et al.*, 2010). Solitamente gli effetti della protezione sui popolamenti ittici possono essere osservati dopo pochi anni

dall'istituzione di un'AMP (3-5), ma organismi con un ciclo vitale lungo, quali ad esempio le cernie, possono richiedere un periodo di protezione molto più lungo per mostrare una risposta apprezzabile (Halpern & Warner, 2002; García-Rubies *et al.*, 2013). Chiaramente, organismi che si spostano molto saranno poco influenzati dalle misure di gestione nel caso in cui l'area protetta occupi una superficie inferiore al loro *home range*. Inoltre, alcune specie possono non essere influenzate dalla protezione, o addirittura mostrare dei decrementi nei valori di abbondanza e biomassa all'interno delle AMP a seguito di fenomeni di cascata trofica (Claudet *et al.*, 2006). Le specie appartenenti ai livelli trofici inferiori infatti, possono subire una maggior predazione nelle aree protette, in cui la biomassa di predatori tende ad essere maggiore (Guidetti, 2006). Sono spesso i grandi predatori infatti ad essere soggetti alle pressioni di pesca più intense, e quindi a trarre maggior beneficio dalla loro riduzione. In virtù della ridotta mortalità, il potenziale riproduttivo delle popolazioni sfruttate aumenta nelle AMP. Questo fenomeno avviene grazie all'aumento della taglia media degli individui che permette una maggior produzione di uova. Nelle specie con ermafroditismo successivo, inoltre, il potenziale riproduttivo aumenta anche in virtù del riequilibrio del rapporto sessi, che sarebbe altrimenti alterato nel caso in cui la mortalità su determinate classi di taglia fosse maggiore a causa della pressione di pesca. I benefici della protezione si possono propagare anche nelle aree limitrofe ad una AMP, grazie a fenomeni di *spillover* e di *larval supply* (Figura 18). Con il termine *spillover* si intende infatti lo spostamento netto di individui al di fuori di una AMP, dovuto a fenomeni casuali di moto o ad eventi di competizione inter ed intra-specifica conseguenti all'aumentata densità di individui (Harmelin-Vivien *et al.*, 2008; Goñi *et al.*, 2008). Le AMP costituiscono però anche dei nuclei ad elevata produzione larvale, e le larve prodotte possono, in base alle particolari condizioni idrodinamiche, essere esportate anche fuori dalle AMP verso aree adiacenti non protette (*larval supply*) (Planes *et al.*, 2000). Da ciò si deduce che le aree marine protette possono costituire degli efficaci strumenti di gestione ambientale, in grado di promuovere e mantenere la biodiversità marina, nonché il recupero degli stock sovra-sfruttati dalla pesca, sia all'interno dei propri confini ma anche nelle aree circostanti. Le AMP possono per i suddetti motivi avere delle ricadute positive anche sul piano socio-economico, in quanto possono promuovere il turismo ed il rendimento della pesca, come dimostrato in molti contesti (Guidetti & Claudet, 2010).



**Figura 18:** Rappresentazione degli effetti della protezione dentro e fuori i confini di un'Area Marina Protetta (Fonte: Russ, 2002).

### ***L'Effetto Riserva e l'Effetto Zonazione***

Le Aree Marine Protette italiane sono generalmente suddivise in zone a diverso livello di tutela. In genere si distinguono tre zone di protezione, denominate A, B e C, che identificano rispettivamente una zona di tutela integrale, una zona di tutela generale ed una zona di tutela parziale. Il livello di protezione si fa meno restrittivo passando da una zona all'altra: la zona A è un'area di *no-take* (a volte *no-take/no-entry*) dove nessuna attività è permessa, con l'eccezione della ricerca scientifica e delle attività di sorveglianza. Nelle zone B e C invece si possono praticare, con opportune restrizioni, anche attività di tipo estrattivo come la pesca professionale. Il livello di limitazioni è maggiore nelle zone B rispetto alle zone C. In alcune AMP, un'ulteriore zona di tutela viene aggiunta (zona D) in cui determinate attività di pesca peculiari dell'area vengono consentite. Questa organizzazione nasce con lo scopo di conciliare aspetti socio-economici con le esigenze di tutela ambientale, e si inserisce nell'ottica della promozione dello sviluppo sostenibile, che è uno degli obiettivi per i quali le aree marine protette vengono istituite (Agardy *et al.*, 2003). In virtù di questa particolare organizzazione, si possono definire due tipologie di effetti della protezione: si parla di *Effetto Riserva* quando si assiste ad un incremento nella ricchezza specifica, abbondanza e biomassa delle specie *target* all'interno di una AMP rispetto alle aree esterne. Si parla invece di *Effetto Zonazione* quando queste variabili vengono confrontate fra zone di tutela differenti, essendo infatti diversi i regimi di protezione in atto, gli effetti della protezione dovrebbero presentarsi con intensità differenti nelle zone A, B e C.

## ***La fauna ittica come indicatore delle misure di protezione***

Poiché le diverse specie ittiche occupano nicchie ecologiche ed ambienti differenti e sono sensibili in modo eterogeneo ai differenti tipi di impatto, l'analisi della struttura della comunità ittica permette di ottenere una vasta mole di informazioni, che può essere usata per comprendere quali fenomeni sono in atto in una determinata area (Guidetti *et al.*, 2002). Più in particolare la fauna ittica è certamente uno dei migliori indicatori degli effetti della sovrappesca in un dato ambiente, e viene spesso usata per valutare gli effetti delle misure di protezione in corso in una AMP (Fraschetti *et al.* 2002). Come già anticipato nei paragrafi precedenti, sono soprattutto le specie target di pesca a rispondere positivamente alla protezione. L'analisi della struttura di taglia e dell'abbondanza degli individui appartenenti a queste specie permette quindi di capire quanto le misure di protezione siano realmente efficaci. Non solo, poiché specie differenti sono interessate da tipologie differenti di pesca, l'analisi dello stato di salute di stock ittici distinti permette di comprendere quali tecniche di pesca incidono di più sulle risorse biologiche di una data area. È opportuno analizzare la risposta di più specie ittiche contemporaneamente attraverso un'analisi multivariata, in modo da poter meglio discriminare fra le diverse ipotesi. Non tutte le specie sono utili indicatori dell'effetto riserva: specie molto mobili (quali ad esempio il dentice, o la ricciola) con i loro spostamenti possono superare i confini di un'AMP e pertanto sono meno influenzate dalla protezione (Stelzenmüller *et al.*, 2009). La loro eventuale presenza andrebbe interpretata come un fenomeno casuale, piuttosto che imputata all'efficacia di una AMP. Specie con maggior fedeltà al sito ed *home-range* più limitato (quali ad esempio cernie e corvine) passano invece più tempo nelle zone protette e rappresentano quindi degli ottimi indicatori. Di solito dall'analisi dell'effetto riserva vengono escluse le specie che abitualmente si spostano in fitti banchi (come ad esempio salpe e castagnole), che presentano una elevata variabilità in termini di abbondanza da un punto all'altro, determinata dal fatto di rilevare o meno il passaggio di un banco durante i monitoraggi. Ulteriori informazioni relative alle condizioni di sfruttamento e alla biologia della specie (valore commerciale, taglia massima raggiungibile) concorrono nel definire la bontà di una particolare specie quale indicatore dell'effetto riserva (García-Charton & Pérez-Ruzafa, 2001).

## ***Metodi d'indagine della fauna ittica: Il visual census***

Il *visual census* costituisce un efficiente metodo di raccolta dati, particolarmente idoneo per monitoraggi ambientali da condurre in aree sensibili o protette, in quanto permette di ottenere dati qualitativi e quantitativi della comunità ittica senza apportare alcun tipo di danno agli organismi (Murphy & Jenkins, 2010). Per la stima dell'effetto riserva è metodo universalmente utilizzato il censimento visivo della fauna ittica operato tramite transetti lineari: lungo percorsi di lunghezza standard (di solito 50 o 25 metri) vengono contati e misurati gli individui appartenenti alle diverse specie che ricadono nell'area di campionamento. L'utilizzo di telecamere subacquee durante il *visual census* (*video visual census*) permette di ottenere immagini video che possono essere conservate ed eventualmente analizzate più volte dagli operatori. Il *video visual census* è quindi una tecnica che permette di minimizzare i *bias* dovuti alla stima delle taglie e all'identificazione delle specie, ed è pertanto vantaggiosa soprattutto nei casi in cui gli operatori impiegati per il monitoraggio non siano ittiologi esperti ed allenati.

## **OBIETTIVI**

Questo lavoro intende riportare i risultati di una prima indagine sugli effetti della protezione determinati dall'AMP "Isole Pelagie" sulla fauna ittica che popola gli ambienti rocciosi più superficiali. Questo studio considera solo l'isola di Lampedusa e di Linosa, in modo da poter condurre dei confronti fra aree protette e non protette (*Effetto Riserva*) e fra zone a diverso grado di tutela (*Effetto Zonazione*). I dati di seguito riportati vanno intesi come frutto di un'analisi preliminare, non esaustiva dei fenomeni in corso, ma costituiscono una base importante per futuri studi sull'analisi dell'efficacia delle misure di protezione di questa AMP.

## **MATERIALI E METODI**

### ***Il disegno di campionamento***

L'analisi degli effetti della protezione dell'AMP sul popolamento ittico è stata condotta considerando separatamente l'isola di Lampedusa e quella di Linosa. Le due isole infatti, per la loro distanza geografica e per le loro caratteristiche geomorfologiche, vanno

considerate come due sistemi distinti. Al fine di fornire una stima dell'effetto riserva e dell'effetto zonazione, sia nel caso di Linosa che nel caso di Lampedusa sono stati considerati almeno due livelli di protezione che sono stati confrontati con una zona di controllo non protetta comparabile. Per ogni sito sono state condotte tre repliche, costituite da transetti lineari di 25 m all'interno dei quali è stato fatto il censimento visuale della fauna ittica. Di seguito vengono riportati i siti monitorati con le relative coordinate geografiche (Tabella 6).

Isola	Sito	Protezione	Latitudine	Longitudine
Lampedusa	Capo Grecale 1	A	35° 31' 32.84" N	12° 37' 14.65" E
Lampedusa	Capo Grecale 2	A	35° 31' 22.05" N	12° 37' 47.38" E
Lampedusa	Capo Grecale Sud	C	35° 31' 04.63" N	12° 37' 46.33" E
Lampedusa	Punta Russeddu	C	35° 30' 57.04" N	12° 38' 06.56" E
Lampedusa	Punta Parrino 1	OUT	35° 30' 10.31" N	12° 37' 58.15" E
Lampedusa	Punta Parrino 2	OUT	35° 29' 57.93" N	12° 38' 02.85" E
Linosa	Linosa B1	B	35° 52' 41.13" N	12° 52' 17.32" E
Linosa	Linosa C1	C	35° 51' 35.11" N	12° 53' 08.77" E
Linosa	Linosa OUT1	OUT	35° 51' 22.12" N	12° 52' 08.72" E

**Tabella 6:** *elenco dei siti di campionamento utilizzati.*

### ***Raccolta ed Analisi dei dati***

Ogni transetto è stato percorso contemporaneamente da due operatori muniti di autorespiratore ad aria (ARA). Il primo operatore ha utilizzato una videocamera subacquea ad alta definizione (*GoPro Hero3*) per filmare i pesci che ricadevano all'interno dell'area di monitoraggio. Il secondo operatore, ha avuto invece il compito di annotare su una lavagnetta eventuali individui che non venivano ripresi dal primo operatore. L'uso contemporaneo di due tecniche di raccolta dati differenti (videocamera e lavagnetta) permette di ottenere una stima più realistica della fauna ittica, compensando vicendevolmente i *bias* intrinseci ad entrambe le tecniche. La videocamera subacquea consente infatti di ottenere una stima più dettagliata di ciò che ricade nell'area di monitoraggio, ed i video ottenuti possono essere analizzati in laboratorio anche più volte, se necessario, riducendo al massimo l'incertezza nell'attribuzione della specie o della taglia degli individui. L'uso della lavagnetta, permette invece di minimizzare il *bias* dovuto al ristretto campo visivo della telecamera. I filmati ottenuti sono

stati analizzati in laboratorio contemporaneamente dagli stessi operatori che hanno compiuto i monitoraggi.

Ad ogni individuo osservato è stata attribuita una specie ed una taglia, con una precisione dell'ordine dei centimetri. I dati di lunghezza ottenuti sono stati convertiti in dati di biomassa, utilizzando quando disponibili i parametri specie-specifici presenti su *FishBase* (Froese & Pauly, 2014) per la formula di conversione lunghezza-peso  $W=aL^b$ . Le matrici di dati così ottenute sono state analizzate con tecniche di analisi univariata e multivariata attraverso il software PRIMER 6 (*Plymouth Marine Laboratory, UK*) completo del pacchetto PERMANOVA+. L'analisi della varianza è stata condotta sui dati trasformati sotto radice quadrata usando 9999 permutazioni, attraverso analisi di tipo PERMANOVA (*Permutational Multivariate Analysis of Variance*), utilizzando le distanze euclidee per le analisi univariate, o i coefficienti di similarità di Bray-Curtis per le analisi multivariate (Anderson *et al.*, 2008). Si è sempre condotto in associazione con la PERMANOVA anche il test di Montecarlo, che permette di ottenere test robusti anche in caso in cui il disegno di campionamento permetta un limitato numero di permutazioni uniche. Nei casi in cui si sono osservati risultati statisticamente significativi, sono stati condotti dei test a posteriori (*Pairwise test*) per approfondire ulteriormente l'analisi. Analisi SIMPER sono state inoltre condotte per comprendere quali specie maggiormente hanno contribuito alla variabilità osservata (Clarke, 1993).

È stata condotta una prima analisi della struttura del popolamento ittico considerando tutte le specie censite durante i monitoraggi. Dalle analisi successive sono state invece escluse le specie gregarie (*Spicara maena*, *Chromis chromis*, *Sarpa salpa*) e quelle molto mobili (*Seriola dumerili*, *Trachinotus ovatus*, *Pomatomus saltatrix*, *Dentex dentex*). Le rimanenti specie sono state utilizzate per valutare l'effetto riserva e zonazione, considerando sia i valori di abbondanza che di biomassa, analizzando inizialmente le risposte dell'intero popolamento (totali) e successivamente concentrandosi sul solo gruppo delle specie di interesse commerciale (*Labrus merula*, *Symphodus tinca*, *Mullus surmuletus*, *Muraena helena*, *Sparisoma cretense*, *Scorpaena maderensis*, *Epinephelus marginatus*, *Serranus cabrilla*, *Serranus scriba*, *Diplodus annularis*, *Diplodus puntazzo*, *Diplodus sargus*, *Diplodus vulgaris*, *Oblada melanura*, *Sparus aurata*, *Spondyliosoma cantharus*) che dovrebbero mostrare le risposte più intense alla protezione.

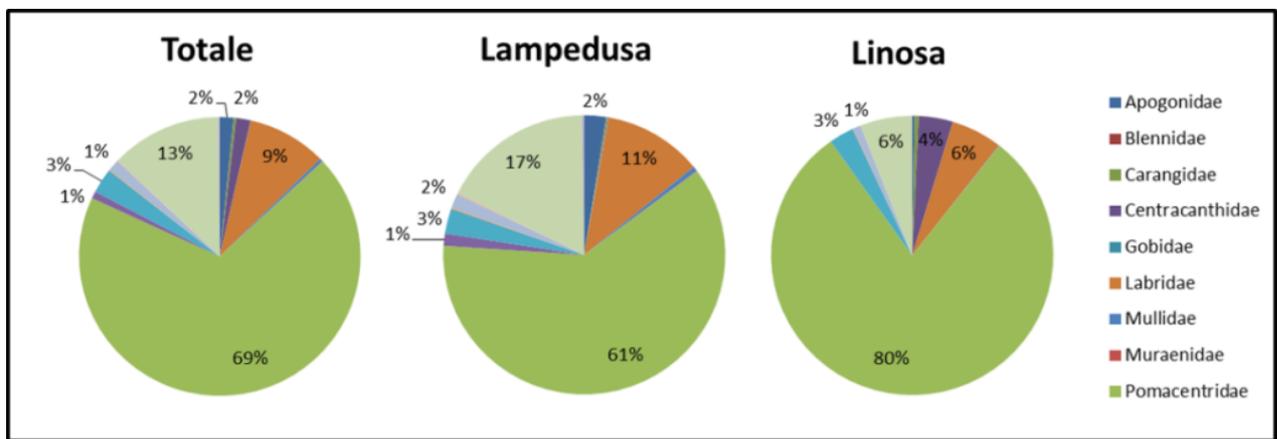
## RISULTATI

### *Caratteristiche del Popolamento*

Durante i monitoraggi sono state censite in totale 36 specie ittiche, appartenenti a 16 famiglie differenti. All'isola di Lampedusa sono state osservate 35 specie mentre all'isola di Linosa il numero di specie osservato è stato inferiore (n: 21) (Tabella 7). I monitoraggi hanno evidenziato come le famiglie più diffuse nel popolamento ittico siano i Pomacentridi (69%), gli Sparidi (13%) ed i Labridi (9%). Poco diffusi sono i Serranidi, che rappresentano solo l'1.3% dell'intero popolamento. Separando i dati fra l'isola di Lampedusa e Linosa, si ottengono risultati simili: Pomacentridi, Sparidi e Labridi risultano di nuovo le famiglie più rappresentate anche se con percentuali relative differenti fra le isole. All'isola di Linosa anche la famiglia dei Centranchantidi è risultata abbondante (4%) (Figura 19). La famiglia dei Pomacentridi è rappresentata esclusivamente dalla castagnola (*Chromis chromis*), specie molto comune che si ritrova spesso in fitti banchi. Gli Sparidi sono invece principalmente rappresentati dalla salpa (*Sarpa salpa*) e dal sarago fasciato (*Diplodus vulgaris*) mentre i Labridi dalla donzella mediterranea (*Coris julis*) e dal tordo pavone (*Symphodus tinca*) (Figura 20).

SPECIE	LAMPEDUSA	LINOSA
<i>Apogon imberbis</i>	+	+
<i>Parablennius rouxi</i>	+	-
<i>Seriola dumerili</i>	-	+
<i>Trachinotus ovatus</i>	+	-
<i>Spicara maena</i>	+	+
<i>Gobius bucchichi</i>	+	-
<i>Coris julis</i>	+	+
<i>Labrus merula</i>	+	-
<i>Symphodus doderleini</i>	+	-
<i>Symphodus mediterraneus</i>	+	+
<i>Symphodus tinca</i>	+	+
<i>Symphodus melanocercus</i>	+	-
<i>Symphodus roissali</i>	+	-
<i>Symphodus rostratus</i>	+	-
<i>Thalassoma pavo</i>	+	+
<i>Mullus surmuletus</i>	+	+
<i>Muraena helena</i>	+	+
<i>Chromis chromis</i>	+	+
<i>Pomatomus saltatrix</i>	+	-
<i>Sparisoma cretense</i>	+	+
<i>Scorpaena maderensis</i>	+	+
<i>Epinephelus marginatus</i>	+	+
<i>Serranus cabrilla</i>	+	+
<i>Serranus scriba</i>	+	+
<i>Siganus luridus</i>	+	-
<i>Dentex dentex</i>	+	-
<i>Diplodus annularis</i>	+	+
<i>Diplodus puntazzo</i>	+	-
<i>Diplodus sargus</i>	+	-
<i>Diplodus vulgaris</i>	+	+
<i>Oblada melanura</i>	+	+
<i>Sarpa salpa</i>	+	+
<i>Sparus aurata</i>	+	-
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	+	+
<i>Tripterygion delaisi</i>	+	+
<i>Tripterygion tripteronotus</i>	+	-

**Tabella 7:** elenco delle specie censite durante i campionamenti all'isola di Lampedusa e di Linosa.



**Figura 19:** percentuali relative per i valori di abbondanza delle diverse famiglie nel popolamento ittico.



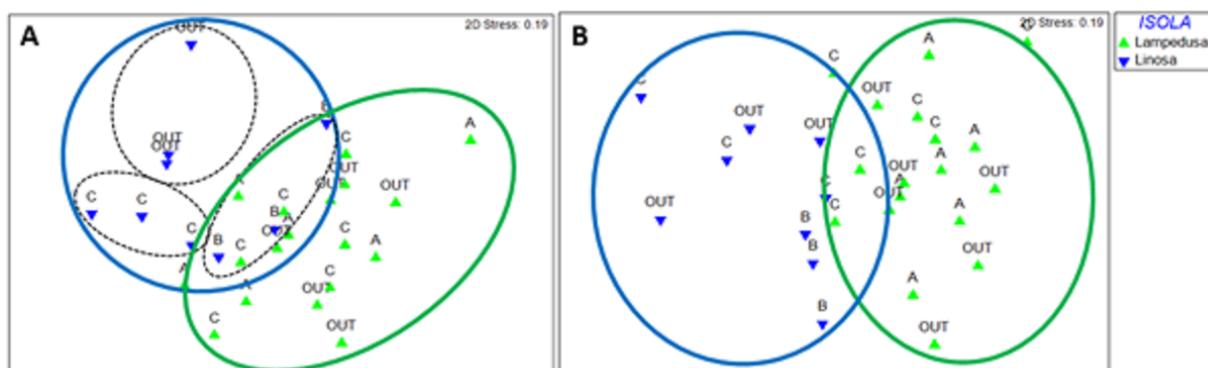
**Figura 20:** specie ittiche più abbondanti nell'area di studio.

### ***Effetto riserva nell'AMP "Isole Pelagie": confronto preliminare dei popolamenti di Lampedusa e Linosa***

Il grafico nMDS (*Non-Metric Multidimensional Scaling*) mostra come i popolamenti ittici di Lampedusa e Linosa presentino caratteristiche differenti intermini di abbondanze relative. Per Linosa si osserva una separazione fra i siti a diverso livello di protezione (B-C-OUT), nel caso di Lampedusa invece i campioni sono più mescolati. Prendendo in considerazione solo le specie commerciali si ottiene un risultato simile (Figura 21).

Le differenze fra le due isole sono dovute principalmente alle specie *Chromis chromis*; *Diplodus vulgaris*, *Sarpa salpa*, *Spicara maena*, che sono per lo più specie gregarie (Tabella 8). Se si considerano solo le specie di interesse commerciale, le maggiori differenze fra l'isola di Lampedusa e di Linosa sono dovute a *Diplodus vulgaris*, *Symphodus tinca*, *Serranus scriba*, *Sparisoma cretense*, *Diplodus annularis* che determinano il 60.54% della

variabilità osservata (Tabella 9). Le prime tre specie sono mediamente più abbondanti a Lampedusa, *S. cretense* e *D. annularis* hanno mostrato invece abbondanze maggiori a Linosa.



**Figura 21:** nMDS relativo alla composizione in termini di abbondanza delle diverse specie del popolamento ittico. A= Tutte le specie, B= specie commerciali.

SIMPER						
Average dissimilarity = 40.06	Group Lampedusa		Group Linosa			
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Chromis chromis</i>	<b>12.71</b>	<b>17.20</b>	7.26	1.41	18.13	18.13
<i>Diplodus vulgaris</i>	<b>3.99</b>	0.44	4.15	1.42	10.35	28.49
<i>Sarpa salpa</i>	<b>3.46</b>	<b>3.30</b>	4.06	1.27	10.15	38.63
<i>Spicara maena</i>	0.11	2.90	3.45	1.06	8.60	47.24
<i>Apogon imberbis</i>	2.39	0.76	2.18	1.52	5.44	52.67
<i>Symphodus tinca</i>	3.23	2.08	1.83	1.31	4.58	57.25
<i>Coris julis</i>	<b>3.65</b>	<b>3.18</b>	1.65	1.24	4.12	61.37
<i>Thalassoma pavo</i>	2.00	1.80	1.51	1.10	3.76	65.14
<i>Serranus scriba</i>	1.65	1.36	1.16	1.20	2.88	68.02
<i>Sparisoma cretense</i>	2.79	<b>3.34</b>	1.12	1.29	2.80	70.82
<i>Mullus surmuletus</i>	0.94	0.22	1.05	1.10	2.62	73.43
<i>Diplodus annularis</i>	0.51	0.73	1.02	0.89	2.55	75.99
<i>Symphodus mediterraneus</i>	0.87	1.20	0.96	1.34	2.40	78.39
<i>Oblada melanura</i>	0.68	0.27	0.96	0.59	2.40	80.79
<i>Serranus cabrilla</i>	0.64	0.41	0.83	1.03	2.08	82.87
<i>Spondylisoma cantharus</i>	0.43	0.60	0.77	1.09	1.92	84.79
<i>Pomatomus saltatrix</i>	0.59	0.00	0.68	0.30	1.70	86.49
<i>Tripterygion delaisi</i>	0.53	0.11	0.66	0.81	1.65	88.15
<i>Diplodus sargus</i>	0.52	0.00	0.65	0.71	1.63	89.77
<i>Seriola dumerili</i>	0.00	0.46	0.62	0.35	1.55	91.32

**Tabella 8:** risultati dell'analisi SIMPER condotta fra i dati di Lampedusa e di Linosa su tutte le specie del popolamento ittico. Per ogni gruppo sono evidenziate in grassetto le 4 specie più abbondanti.

Le differenze fra le due isole sono dovute principalmente alle specie *Chromis chromis*; *Diplodus vulgaris*, *Sarpa salpa*, *Spicara maena*, che sono per lo più specie gregarie (Tabella 8). Se si considerano solo le specie di interesse commerciale, le maggiori differenze fra l'isola di Lampedusa e di Linosa sono dovute a *Diplodus vulgaris*, *Symphodus tinca*, *Serranus scriba*, *Sparisoma cretense*, *Diplodus annularis* che determinano il 60.54% della variabilità osservata (Tabella 9). Le prime tre specie sono mediamente più abbondanti a Lampedusa, *S. cretense* e *D. annularis* hanno mostrato invece abbondanze maggiori a Linosa.

SIMPER							
Average dissimilarity = 49.40	Group Lampedusa		Group Linosa				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%	
<i>Diplodus vulgaris</i>	<b>3.99</b>	0.44	12.97	1.60	26.25	26.25	
<i>Symphodus tinca</i>	<b>3.23</b>	<b>2.08</b>	6.20	1.19	12.54	38.80	
<i>Serranus scriba</i>	<b>1.65</b>	<b>1.36</b>	3.71	1.20	7.50	46.30	
<i>Sparisoma cretense</i>	<b>2.79</b>	<b>3.34</b>	3.69	1.20	7.47	53.77	
<i>Diplodus annularis</i>	0.51	<b>0.73</b>	3.35	0.86	6.77	60.54	
<i>Mullus surmuletus</i>	0.94	0.22	3.21	1.07	6.50	67.04	
<i>Oblada melanura</i>	0.68	0.27	2.83	0.60	5.73	72.77	
<i>Serranus cabrilla</i>	0.64	0.41	2.74	0.99	5.54	78.31	
<i>Spondyllosoma cantharus</i>	0.43	0.60	2.44	1.10	4.95	83.26	
<i>Diplodus sargus</i>	0.52	0.00	1.93	0.70	3.90	87.15	
<i>Epinephelus marginatus</i>	0.19	0.41	1.73	0.78	3.51	90.66	

**Tabella 9:** risultati dell'analisi SIMPER condotta fra i dati di Lampedusa e di Linosa sulle sole specie commerciali. Per ogni gruppo sono evidenziate in grassetto le 4 specie più abbondanti.

### **Lampedusa: effetto riserva e zonazione**

Il grafico delle abbondanze evidenzia l'assenza di una distinzione netta fra le zone a diverso livello di protezione, sia considerando l'insieme di tutte le specie del popolamento ittico, sia considerando il solo gruppo delle specie commerciali (Figura 22). Le analisi univariata e multivariata della varianza confermano questo risultato: il fattore "Protezione" non risulta significativo (Tabella 10).

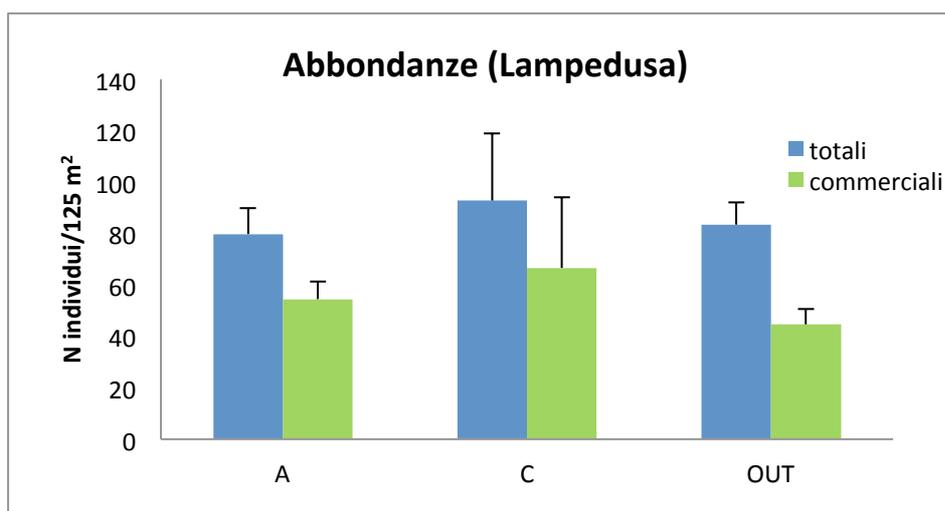
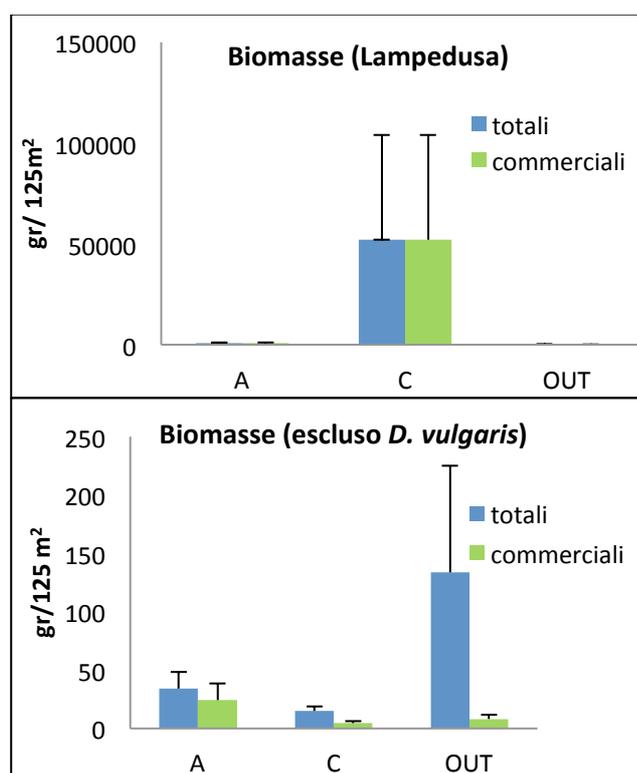


Figura 22: valori di abbondanza misurati nelle diverse zone di protezione a Lampedusa

<b>Analisi univariata totali</b>							
Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms	P(MC)
PR	2	0.58719	0.29359	0	0.8014	15	0.9607
SI(PR)	3	22.875	7.625	2.6187	0.0754	9964	0.1008
Res	12	34.941	2.9118				
Total	17	58.403					
<b>Analisi univariata commerciali</b>							
Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	perms	P(MC)
PR	2	2.829	1.4145	0	0.7955	15	0.7747
SI(PR)	3	14.516	4.8385	1.0453	0.4315	9954	0.4082
Res	12	55.544	4.6286				
Total	17	72.888					
<b>Analisi multivariata totali</b>							
Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms	P(MC)
PR	2	1889	944.51	10,645	0.4701	15	0.4452
SI(PR)	3	2661.8	887.26	1,351	0.1201	9910	0.1713
Res	12	7881.1	656.76				
Total	17	12432					
<b>Analisi multivariata commerciali</b>							
Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms	P(MC)
PR	2	1701	850.51	10,917	0.5333	15	0.4191
SI(PR)	3	2337.1	779.04	0.97252	0.5109	9915	0.4861
Res	12	9612.6	801.05				
Total	17	13651					

Tabella 10: risultati delle analisi univariata e multivariata sui totali e sul sottogruppo delle specie commerciali per i valori di abbondanza.

Il grafico delle biomasse mostra un andamento completamente differente rispetto a quanto osservato con le abbondanze, in particolare i valori osservati in zona C sono molto più alti rispetto a quanto osservato in A e OUT, anche se gli istogrammi relativi ai totali e ai commerciali presentano barre di errore molto ampie (Figura 23). Ciò è determinato dall'elevato numero di *D. vulgaris* che sono stati osservati in uno dei transetti condotti a Punta Russeddu. Rimuovendo questa specie si ottiene infatti un andamento diverso: i valori in zona C vengono ridimensionati in rapporto ad A ed OUT. In OUT si hanno valori molto elevati considerando il gruppo dei totali, in conseguenza della grande biomassa di donzelle (*Coris julis*), la barra di errore si mantiene comunque elevata (Figura 8). La presenza di una ampia variabilità fra le repliche fa diminuire la significatività delle differenze osservate. L'analisi PERMANOVA condotta sui totali e sulle specie commerciali infatti non ha rilevato variazioni significative (Tabella 11).



**Figura 23:** valori di biomassa misurati nelle diverse zone di protezione a Lampedusa.

<b>Analisi univariata totali - biomasse</b>							
Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms	P(MC)
PR	2	27409	13705	1	0.9303	15	0.5216
SI(PR)	3	51071	17024	0.99589	0.48	9923	0.4292
Res	12	2.0513E5	17094				
Total	17	2.8361E5					
<b>Analisi univariata commerciali - biomasse</b>							
Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	perms	P(MC)
PR	2	28936	14468	1	0.6676	15	0.5173
SI(PR)	3	50423	16808	0.97454	0.5	9921	0.4372
Res	12	206960	17247				
Total	17	286320					
<b>Analisi multivariata totali - biomasse</b>							
Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms	P(MC)
PR	2	7132.5	3566.3	15,995	0.0688	15	0.1861
SI(PR)	3	6689	2229.7	11,893	0.255	9889	0.2922
Res	12	22497	1874.8				
Total	17	36319					
<b>Analisi multivariata commerciali - biomasse</b>							
Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms	P(MC)
PR	2	7420.1	3710.1	18,729	0.066	15	0.1211
SI(PR)	3	5942.7	1980.9	0.91509	0.5728	9919	0.5422
Res	12	25976	2164.7				
Total	17	39339					

**Tabella 11:** risultati delle analisi univariata e multivariata sui totali e sul sottogruppo delle specie commerciali per i valori di biomassa.

#### **Linosa: effetto riserva e zonazione**

Nel caso di Linosa, invece, l'istogramma evidenzia un gradiente nei valori di abbondanza, che risultano massimi in zona B, medi in C e minimi nel sito esterno. Stranamente, questo andamento viene meno quando si considera il solo gruppo dei pesci di interesse commerciale (Figura 24). L'analisi univariata dei totali mostra come il fattore protezione sia significativo, in conseguenza di livelli maggiori di abbondanza per la zona B rispetto ad OUT (mentre in tutti gli altri confronti il *p-value* associato non è significativo). L'analisi multivariata riporta invece un *p-value* non significativo, ma vicino alla soglia di significatività. Il pairwise test mostra risultati simili a quanto ottenuto con l'analisi univariata

(Tabella 12). Nel caso dei commerciali invece, il fattore “Protezione” non è significativo, ma vicino alla significatività con il metodo multivariato (Tabella 13).

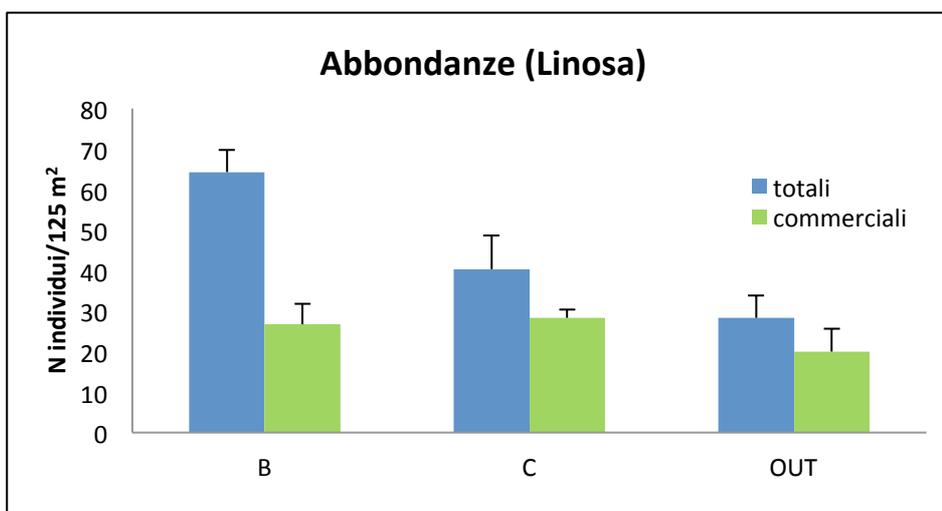


Figura 24: valori di abbondanza misurati nelle diverse zone di protezione a Linosa.

<b>Analisi univariata totali</b>							
Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms	P(MC)
PR	2	11.502	5.751	7	0.0323	175	<b>0.0289</b>
Res	6	4.8973	0.81622				
Total	8	16.399					
<b>PAIR-WISE TESTS</b>							
Groups	t	P(perm)	Unique perms	P(MC)			
OUT, B	4	0.1009	10	<b>0.0132</b>			
OUT, C	1	0.5012	7	0.2914			
B, C	2	0.0952	10	0.0768			
<b>Analisi multivariata totali</b>							
Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms	P(MC)
PR	2	3106.3	1553.2	24,404	0.0234	280	0.062
Res	6	3818.7	636.44				
Total	8	6925					
<b>PAIR-WISE TESTS</b>							
Groups	t	P(perm)	Unique perms	P(MC)			
OUT, B	19,926	0.1015	10	<b>0.0421</b>			
OUT, C	10,383	0.3985	10	0.3774			
B, C	17,045	0.1007	10	0.1147			

Tabella 12: : risultati delle analisi univariata e multivariata e relativi pairwise tests sui totali per i valori di abbondanza

<b>Analisi univariata commerciali</b>							
Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms	P(MC)
PR	2	1.4442	0.72209	1	0.3879	280	0.3888
Res	6	3.9325	0.65541				
Total	8	5.3767					
<b>Analisi multivariata commerciali</b>							
Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms	P(MC)
PR	2	3484.5	1742.3	24,875	0.0294	280	0.058
Res	6	4202.5	700.42				
Total	8	7687.1					
<b>PAIR-WISE TESTS</b>							
Groups	t	P(perm)	Unique perms	P(MC)			
OUT, B	19,155	0.0928	10	<b>0.0441</b>			
OUT, C	11,331	0.3991	10	0.3059			
B, C	17,069	0.0943	10	0.1126			

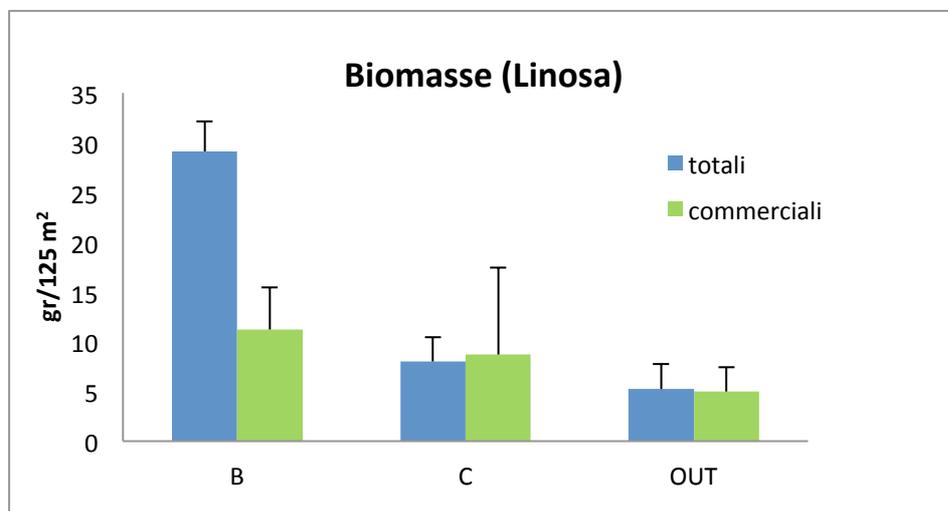
**Tabella 13:** risultati delle analisi univariata e multivariata e relativi pairwise tests sul sottogruppo delle specie commerciali per i valori di abbondanza.

<b>SIMPER</b>							
<b>Average dissimilarity = 45.96</b>		<b>Group OUT</b>		<b>Group B</b>			
<b>Species</b>		<b>Av.Abund</b>	<b>Av.Abund</b>	<b>Av.Diss</b>	<b>Diss/SD</b>	<b>Contrib%</b>	<b>Cum.%</b>
<i>Coris julis</i>		<b>1.95</b>	<b>4.56</b>	7.32	4.66	15.94	15.94
<i>Thalassoma pavo</i>		<b>1.24</b>	<b>3.15</b>	5.36	1.71	11.66	27.6
<i>Symphodus tinca</i>		<b>1.66</b>	<b>3.16</b>	4.3	2.65	9.36	36.96
<i>Serranus cabrilla</i>		0	1.24	3.54	3.19	7.7	44.66
<i>Serranus scriba</i>		0.94	1.48	3.36	1.4	7.31	51.97
<i>Apogon imberbis</i>		0.8	0.67	2.64	1.28	5.74	57.71
<i>Diplodus vulgaris</i>		1	0	2.63	1.19	5.73	63.44
<i>Diplodus annularis</i>		0.8	0	2.35	1.2	5.11	68.55
<i>Sparisoma cretense</i>		<b>3.13</b>	<b>3.33</b>	2.29	1.4	4.98	73.53
<i>Oblada melanura</i>		0.82	0	2.08	0.67	4.53	78.06
<i>Symphodus mediterraneus</i>		0.94	1.61	2.06	0.84	4.47	82.53
<i>Scorpaena maderensis</i>		0.67	0	1.99	1.32	4.34	86.87
<i>Epinephelus marginatus</i>		0	0.67	1.86	1.32	4.05	90.92

**Tabella 14:** risultati dell'analisi SIMPER condotta fra la zona B ed OUT. Per ogni gruppo sono evidenziate in grassetto le 4 specie più abbondanti.

Le differenze osservate fra B ed OUT sono dovute soprattutto a *Coris julis*, *Thalassoma pavo*, *Symphodus tinca*, *Serranus cabrilla*, *Serranus scriba*, *Apogon imberbis*, *Diplodus vulgaris*, che da soli determinano il 63.44% della variabilità osservata (Tabella 14). Con l'unica eccezione di *A. imberbis*, tutte le altre specie hanno abbondanze maggiori in B rispetto ad OUT.

Quando si prendono in considerazione i dati di biomassa (Figura 25), le differenze osservate appaiono invece significative per i totali, in particolare la zona B presenta valori significativamente maggiori rispetto a C e ad OUT (Tabella 15). Lo stesso risultato si ottiene con l'analisi univariata dei dati di biomassa delle specie commerciali. La significatività del fattore "Protezione" non è invece confermata dall'analisi multivariata (Tabella 16).



**Figura 25:** valori di biomassa misurati nelle diverse zone di protezione a Linosa.

<b>Analisi univariata totali - biomasse</b>							
Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	perms	P(MC)
PR	2	17.924	8.9622	14	0.0225	280	<b>0.0071</b>
Res	6	3.9602	0.66003				
Total	8	21.885					
<b>PAIR-WISE TESTS</b>							
Groups	t	P(perm)	Unique perms	P(MC)			
OUT, B	5	0.0998	10	<b>0.0068</b>			
OUT, C	1	0.5966	10	0.4506			
B, C	5	0.1053	10	<b>0.0085</b>			
<b>Analisi multivariata totali - biomasse</b>							
Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms	P(MC)
PR	2	6988.9	3494.5	38,503	0.0103	280	<b>0.0146</b>
Res	6	5445.5	907.59				
Total	8	12434					
<b>PAIR-WISE TESTS</b>							
Groups	t	P(perm)	Unique perms	P(MC)			
OUT, B	2,561	0.1019	10	<b>0.0141</b>			
OUT, C	10,753	0.3099	10	0.3561			
B, C	21,567	0.0966	10	<b>0.0433</b>			

**Tabella 15:** risultati delle analisi univariata e multivariata e relativi pairwise tests sui totali per i valori di biomassa.

<b>Analisi univariata commerciali - biomasse</b>							
Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms	P(MC)
PR	2	17.924	8.9622	14	0.021	280	<b>0.0058</b>
Res	6	3.9602	0.66003				
Total	8	21.885					
<b>PAIR-WISE TESTS</b>							
Groups	t	P(perm)	Unique perms	P(MC)			
OUT, B	5	0.0979	10	<b>0.0073</b>			
OUT, C	1	0.6026	10	0.4563			
B, C	5	0.098	10	<b>0.0077</b>			
<b>Analisi multivariata commerciali - biomasse</b>							
Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms	P(MC)
PR	2	4655.2	2327.6	19,108	0.0737	280	0.1119
Res	6	7308.6	1218.1				
Total	8	11964					

**Tabella 16:** risultati delle analisi univariata e multivariata e relativi pairwise tests sul sottogruppo delle specie commerciali per i valori di biomassa di controllo (Punta Parrino).

## BIBLIOGRAFIA

Agardy T., Bridgewater P., Crosby M.P., Day J., Dayton P.K., Kenchington R., Laffoley D., Mcconney P., Murray P.A., Parks J.E., Peau L., 2003 - Dangerous targets? Unresolved issues and ideological clashes around marine protected areas. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 13: 353-367.

Anderson M.J., Gorley R.N., Clarke K.R., 2008 - PERMANOVA+ for PRIMER: Guide to Software and Statistical Methods. PRIMER-E: Plymouth, UK. 214 pp.

Azzurro E., Andaloro F., 2004 - A new settled population of the lessepsian migrant *Siganus luridus* (Pisces: Siganidae) in Linosa Island—Sicily Strait. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 84(04): 819-821.

Ben-Tuvia A., 1964 - Two siganids fishes of Red Sea origin in the eastern Mediterranean. *Bulletin of the Sea Fisheries Research Station, Haifa*, 37: 3-10.

Birkeland C., Dayton P.K., 2005 - The importance in fishery management of leaving the big ones. *Trends in Ecology and Evolution* 20(7): 356–358.

Clarke K.R., 1993 - Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18: 117-143.

Claudet J., Fraschetti S., 2010 - Human-driven impacts on marine habitats: a regional meta-analysis in the Mediterranean Sea. *Biological Conservation* 143: 2195-2206.

Claudet J., Osenberg C.W., Domenici P., Badalamenti F., Milazzo M., Falcón M., Bertocci E., Benedetti-Cecchi L., García-Charton J.A., Goñi R., Borg J.A., Forcada A., de Lucia G.A., Pérez-Ruzafa Á, Afonso P., Brito A., Guala I., Le Diréach L., Sanchez-Jerez P., Somerfield P.J., Planes S., 2010 - Marine reserves: Fish life history and ecological traits matter. *Ecological Application* 20: 830-839.

Claudet J., Pelletier D., Jouvenel J.Y., Bachet F., Galzin R., 2006 - Assessing the effects of marine protected area (MPA) on a reef fish assemblage in a northwestern Mediterranean

marine reserve: identifying community-based indicators. *Biological Conservation* 130: 349-369.

Fraschetti S., Terlizzi A., Micheli F., Benedetti-Cecchi L., Boero F., 2002 - Marine Protected Areas in the Mediterranean Sea: Objectives, Effectiveness and Monitoring. *Marine Ecology* 23: 190-200.

Froese R., Pauly D., Editors, 2014 - FishBase. World Wide Web electronic publication. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), version 11/2014.

García-Charton J.A., Pérez-Ruzafa A., 2001 - Spatial pattern and the habitat structure of a Mediterranean rocky reef fish local assemblage. *Marine Biology* 138: 917-934.

García-Charton J.A., Pérez-Ruzafa A., Marcos C., Claudet J., Badalamenti F., Benedetti-Cecchi L., Falcón J.M., Milazzo M., Schembri P.J., Stobart B., Vandeperre F., Brito A., Chemello R., Dimech M., Domenici P., Guala I., Le Diréach L., Maggi E., Planes S., 2008 - Effectiveness of European Atlanto-Mediterranean MPAs: do they accomplish the expected effects on populations, communities and ecosystems?. *Journal for Nature Conservation* 16: 193-221.

García-Rubies A., Hereu B., Zabala M., 2013 - Long-term recovery patterns and limited spillover of large predatory fish in a Mediterranean MPA. *PLoS ONE* 8(9): e73922.

Goñi R., 1998 - Ecosystem effects of marine fisheries: an overview. *Ocean & Coastal Management* 40: 37-64.

Goñi R., Adlerstein S., Alvarez-Berastengui D., Forcada A., Reñones O., Criquet G., Polti S., Cadiou G., Valle C., Lenfant P., Bonhomme P., Pérez-Ruzafa A., Sánchez-Lizaso, García-Charton J.A., Bernard G., Stelzenmüller V., Planes S., 2008 - Spillover from six western Mediterranean marine protected areas: evidence from artisanal fisheries. *Marine Ecology Progress Series* 366: 159-174.

Guidetti P., 2006 - Marine reserve reestablish lost predatory interactions and cause community changes in rocky reefs. *Ecological Applications* 16(3): 963-976.

Guidetti P., Claudet J., 2010 - Comanagement practices enhance fisheries in marine protected areas. *Conservation Biology* 24 (1): 312-318.

Guidetti P., Fanelli G., Frascchetti S., Terlizzi A., Boero F., 2002 - Coastal fish indicate human-induced changes in the Mediterranean littoral. *Marine Environmental Research* 53: 77-94.

Guidetti P., Sala E., 2007 - Community-wide effects of marine reserves in the Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress Series* 335: 43-56.

Guidetti P., Baiata P., Ballesteros E., Di Franco A., Hereu B., Macpherson E., Micheli F., Pais A., Panzalis P., Rosenberg AA., Zabala M., Sala E., 2014 - Large-scale assessment of Mediterranean marine protected areas effects on fish assemblages. *PLoS ONE* 9(4): e91841.

Halpern B.S., Warner R.R., 2002 - Marine reserves have rapid and lasting effects. *Ecology Letters* 5: 361-366.

Harmelin-Vivien M., Le Diréach L., Bayle-Sempere J., Charbonnel E., García-Charton J.S., Ody D., Pérez-Ruzafa A., Reñones O., Sánchez-Jerez P., Valle C., 2008 - Gradients of abundance and biomass across reserve boundaries in six Mediterranean marine protected areas: evidence of fish spillover? *Biological Conservation* 141: 1829-1839.

Jackson J.B.C., Kirby M., Berger W.H., Bjorndal K.A., Botsford L.W., Bourque B.J., Bradbury R.H., Coocke R., Erlandson J., Estes J.A., Hughes T.P., Kidwell S., Lange C.B., Lenihan H.S., Pandolfi J.M., Peterson C.H., Steneck R.S., Tegner M.J., Warner R.R., 2001 - Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science* 293: 629-638.

Jennings S., Kaiser M., 1998 - The effects of fishing on marine ecosystems. *Advanced in Marine Biology* 34: 201-352.

Marras S., Cucco A., Antognarelli F., Azzurro E., Milazzo M., Bariche M., Butenschön M., Kay S., Di Bitetto M., Quattrocchi G., Sinerchia M., Domenici P., 2015 - Predicting future

thermal habitat suitability of competing native and invasive fish species: from metabolic scope to oceanographic modelling. *Conservation Physiology* 3: doi:10.1093/conphys/cou059.

Mosquera I., Côté I.M., Jennings S., Reynolds J.D., 2000 - Conservation benefits of marine reserves for fish populations. *Animal Conservation* 4: 321-332.

Murphy H.M., Jenkins G.P., 2010 - Observational methods used in marine spatial monitoring of fishes and associated habitats: a review. *Marine & Freshwater Research* 61: 236-252.

Pandan T.J., 2014 - Importance of considering reproductive characteristics for management of marine fisheries. *Journal of the Marine Biological Association of India* 56(1): 51-54.

Planes S., Galzin R., Garcia Rubies A., Goñi R., Harmelin J.G., Le Diréach L., Lenfant P., Quetglas A., 2000 - Effects of marine protected areas on recruitment processes with special reference to Mediterranean littoral ecosystems. *Environmental Conservation* 27(2): 126-143.

Russ G.R., 2002 - Marine reserves as reef fisheries management tools: yet another review. *Coral Reef Fishes*. Academic Press: 421-444.

Stelzenmüller V., Maynou F., Martín P., 2009 - Patterns of species and functional diversity around a coastal marine reserve: a fisheries perspective. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 19: 554-565.