



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE

FLORE

## Repository istituzionale dell'Università degli Studi di Firenze

### **BioMart. Atlante della Biodiversità. Individuazione di biocenosi vulnerabili e hotspot di biodiversità in ambiente costiero di substrato**

Questa è la Versione finale referata (Post print/Accepted manuscript) della seguente pubblicazione:

*Original Citation:*

BioMart. Atlante della Biodiversità. Individuazione di biocenosi vulnerabili e hotspot di biodiversità in ambiente costiero di substrato duro e censimento di specie rare nel mare della Toscana / Volpi C.; Benvenuti D.; Borri M.; Cannicci S.; Lazzara L.; Nuccio C.; Sartoni G.; Trombetti C.. - STAMPA. - (2009), pp. 1-142.

*Availability:*

The webpage <https://hdl.handle.net/2158/375030> of the repository was last updated on 2017-10-04T14:29:55Z

*Publisher:*

Regione Toscana, Museo di Storia Naturale dell'Università di Firenze

*Terms of use:*

Open Access

La pubblicazione è resa disponibile sotto le norme e i termini della licenza di deposito, secondo quanto stabilito dalla Policy per l'accesso aperto dell'Università degli Studi di Firenze (<https://www.sba.unifi.it/upload/policy-oa-2016-1.pdf>)

*Publisher copyright claim:*

La data sopra indicata si riferisce all'ultimo aggiornamento della scheda del Repository FloRe - The above-mentioned date refers to the last update of the record in the Institutional Repository FloRe

(Article begins on next page)



**Regione Toscana**

Diritti Valori Innovazione Sostenibilità

Storia Naturale  
Museo di  
Storia  
Naturale  
di Firenze  
Università degli Studi  
Firenze

# BioMarT

## Atlante della Biodiversità

Individuazione di biocenosi vulnerabili e hotspot di biodiversità in ambiente costiero di substrato duro e censimento di specie rare nel mare della Toscana



# BioMarT

## Atlante della Biodiversità

Individuazione di biocenosi vulnerabili e hotspot di biodiversità in ambiente costiero di substrato duro e censimento di specie rare nel mare della Toscana



**Regione Toscana**

Diritti Valori Innovazione Sostenibilità

Storia Naturale  
Museo di  
Storia  
Naturale  
Firenze  
Università degli Studi

---

**A cura di:**

Cecilia Volpi e Deborah Benvenuti  
*Sezione di Zoologia la Specola" Museo di Storia  
Naturale – Università degli Studi di Firenze*

**Autori dei testi:**

*Sezione di Zoologia la Specola" Museo di Storia  
Naturale – Università degli Studi di Firenze*  
Cecilia Volpi, Deborah Benvenuti, Marco Borri  
(parti generali, zoobenthos, elementi d'attenzione,  
cetacei)  
*Dipartimento di Biologia Evoluzionistica –  
Università degli Studi di Firenze*  
Stefano Cannicci (elaborazione e analisi  
ecologica dei dati)  
Luigi Lazzara (fitoplancton)  
*Dipartimento di Biologia Vegetale – Università  
degli Studi di Firenze*  
Gianfranco Sartoni (fitobenthos)  
Caterina Nuccio (fitoplancton)  
*Cooperativa Pelagos*  
Carlo Trombetti (cetacei)

**Disegni schede cetacei:**

Irene Scaravella

**Responsabile scientifico del progetto:**

Dr. Cecilia Volpi<sup>1</sup>

**Ricercatori:**

Dr. Claudia Becchi<sup>1</sup>, Dr. Deborah Benvenuti<sup>1</sup>,  
Dr. Marco Borri<sup>1</sup>, Dr. Antonio Callea<sup>1</sup>, Dr. Stefano  
Cannicci<sup>2</sup>, Dr. Caterina Nuccio<sup>3</sup>, Prof. Luigi  
Lazzara<sup>2</sup>, Prof. Gianfranco Sartoni<sup>3</sup>, Prof. Marco  
Vannini<sup>2</sup>

**Collaboratori e laureandi:**

Dr. Luca Fabbricatore, Dr. Giovanni Montini, Dr.  
Carlo Trombetti<sup>4</sup>, Linda Bolognesi, Silvia  
Cappella, Irene Lanzini, Christian Marchese,  
Teresa Morganti, Davide Racano, Dr. Chiara  
Melillo<sup>3</sup>

**Collaborazioni esterne:**

Polizia di Stato, squadra nautica di Livorno e di  
Talamone;  
Polizia Penitenziaria della casa di reclusione di  
Gorgona e Pianosa;  
Corpo Forestale dello Stato di Follonica e di  
Portoferraio;  
Capitaneria di Porto, Guardia Costiera di  
Portoferraio;  
M.C. Manufatti in Cementificio s.r.l.

**Alla campagna cetacei hanno partecipato  
inoltre:**

Dr. Stefania Lotti<sup>1</sup>, Dr. Annamaria Nistri<sup>1</sup>, Dr.  
Cinzia Oliva, Dr. Irene Ortolani<sup>2</sup>, Dr. Monica  
Previatei, Patrizia Buonamici, Sergio Canfailla,  
Andrea Cini, Alessandra Conti, Roberto  
D'Ippolito, Giacomo Giorli, Luigi Mughini, Gianni  
Paolini, Jacopo Primicerio, Stefano Tonini

**Si ringrazia tutti coloro che hanno collaborato  
alla riuscita del progetto, in particolare:**

L'Ente Parco dell'Arcipelago Toscano e in  
particolare la Dr. Giannini;  
La Capitaneria di Porto di Livorno e Portoferraio;  
L'Ispettore Landi e tutta la squadra nautica di  
Talamone;  
L'Ispettore Corrado e tutta la squadra nautica di  
Livorno;  
Il Dr. Vagniluca e l'ispettore Sereni del C.F.S.;  
Il Dr. Iodice e il comandante Monterosso di  
Gorgona casa di reclusione;  
Il Dr. Mazzerbo di Pianosa casa di reclusione;

---

<sup>1</sup> Sezione di Zoologia "La Specola" del Museo di  
Storia Naturale dell'Università di Firenze

<sup>2</sup> Dipartimento di Biologia Evoluzionistica  
dell'Università di Firenze

<sup>3</sup> Dipartimento di Biologia Vegetale dell'Università  
di Firenze

<sup>4</sup> Cooperativa Pelagos

---

# INDICE

EXECUTIVE SUMMARY .....	1
INTRODUCTION .....	1
MATERIALS AND METHODS.....	1
RESULTS AND DISCUSSIONS .....	2
PREMESSA.....	7
1. INTRODUZIONE.....	7
1.1. BIODIVERSITÀ .....	7
1.2. BIOINDICATORI E INDICI DI BIODIVERSITÀ .....	8
1.3. LE COMUNITÀ FITOPLANCTONICHE .....	10
1.4. AREE MARINE PROTETTE (AMP) .....	11
2. MATERIALI E METODI .....	13
2.1. CAMPIONAMENTO BENTONICO.....	13
2.1.1. Le coste rocciose toscane.....	13
2.1.2. Area di studio.....	14
2.1.3. Metodologie di rilevamento .....	15
2.1.4. Elaborazioni statistiche .....	20
2.2. CAMPIONAMENTO PLANCTONICO .....	21
2.2.1. Area di studio.....	21
2.2.2. Metodologia di rilevamento .....	22
2.2.3. Analisi dei dati.....	22
2.2.2. Stima telerilevata della produzione primaria pelagica .....	23
2.3. CENSIMENTO DEI MAMMIFERI MARINI .....	23
2.3.1. Area di studio.....	23
2.3.2. Metodologia di rilevamento .....	24
2.3.3. Analisi dei dati.....	28
3. RISULTATI PER LOCALITÀ .....	29
3.1. COSTA DI CALAFURIA.....	29
3.1.1. Individuazione del sito, punti di emergenza e caratterizzazione del benthos .....	29
3.2. ISOLOTTO DI CERBOLI.....	32
3.2.1. Individuazione del sito, punti di emergenza e caratterizzazione del benthos .....	32
3.3. COSTA DI PUNTA ALA .....	34
3.3.1. Individuazione del sito, punti di emergenza e caratterizzazione del benthos .....	34
3.4. COSTA DEI MONTI DELL'UCCELLINA-TALAMONE .....	35
3.4.1. Individuazione del sito, punti di emergenza e caratterizzazione del benthos .....	35
3.5. MONTE ARGENTARIO .....	37
3.5.1. Individuazione del sito, punti di emergenza e caratterizzazione del benthos .....	37
3.6. ISOLA DI GORGONA .....	40

3.6.1. Individuazione del sito, punti di emergenza e caratterizzazione del benthos .....	40
3.6.2. Analisi ecologica delle comunità bentoniche .....	42
3.7. ISOLA DI CAPRAIA .....	44
3.7.1. Individuazione del sito, punti di emergenza e caratterizzazione del benthos .....	44
3.8. ISOLA D'ELBA .....	47
3.8.1. Individuazione del sito, punti di emergenza e caratterizzazione del benthos .....	47
3.8.2. Analisi ecologica delle comunità bentoniche .....	52
3.9. ISOLA DI PIANOSA .....	54
3.9.1. Individuazione del sito, punti di emergenza e caratterizzazione del benthos .....	54
3.10. FORMICHE DI GROSSETO .....	57
3.10.1. Individuazione del sito, punti di emergenza e caratterizzazione del benthos .....	57
3.11. ISOLA DI MONTECRISTO .....	59
3.11.1. Individuazione del sito, punti di emergenza e caratterizzazione del benthos .....	59
3.11.2. Analisi ecologica delle comunità bentoniche .....	62
3.12. ISOLA DEL GIGLIO .....	65
3.12.1. Individuazione del sito, punti di emergenza e caratterizzazione del benthos .....	65
3.13. ISOLA DI GIANNUTRI .....	67
3.13.1. Individuazione del sito, punti di emergenza e caratterizzazione del benthos .....	67
4. RISULTATI GENERALI E DISCUSSIONE .....	71
4.1. SINTESI DELLE CARATTERISTICHE DELLE COMUNITÀ ZOOBENTONICHE .....	71
4.2. SINTESI DELLE CARATTERISTICHE DELLE COMUNITÀ FITOBENTONICHE .....	75
4.3. SINTESI DELLE CARATTERISTICHE DELLE COMUNITÀ FITOPLANCTONICHE .....	82
4.3.1. Condizioni fisiche e trofiche dell'ambiente pelagico .....	82
4.3.2. Distribuzione della Produzione Primaria pelagica .....	86
4.3.3. Le comunità fitoplanctoniche .....	86
4.4. ANALISI DELLA BIODIVERSITÀ E INDIVIDUAZIONE DI HOTSPOT .....	90
4.5. ANALISI DEI DATI DEI MAMMIFERI MARINI .....	92
5. CONCLUSIONI .....	101
6. ELEMENTI DI ATTENZIONE .....	107
6.1. <i>CYTOSEIRA AMENTACEA</i> (C. AGARDH) BORY VAR. <i>STRICTA</i> MONTAGNE .....	108
6.2. <i>CYTOSEIRA SPINOSA</i> SAUVAGEAU .....	109
6.3. <i>CYTOSEIRA ZOSTEROIDES</i> C. AGARDH .....	110
6.4. <i>LITHOPHYLLUM BYSSOIDES</i> (LAMARCK) FOSLIE .....	111
6.5. <i>AXINELLA POLYPOIDES</i> SCHMIDT, 1862 .....	112
6.6. <i>AXINELLA CANNABINA</i> (ESPER, 1794) .....	113
6.7. <i>SPONGIA AGARICINA</i> PALLAS, 1766 .....	114
6.8. <i>SPONGIA OFFICINALIS</i> LINNAEUS, 1759 .....	115
6.9. <i>TETHYA AURANTIUM</i> (PALLAS, 1766) .....	116

---

6.10. <i>CORALLIUM RUBRUM</i> (LINNAEUS, 1758).....	117
6.11. <i>HORNERA LICHENOIDES</i> (LINNAEUS, 1758) .....	118
6.12. <i>LITHOPHAGA LITHOPHAGA</i> (LINNAEUS, 1758) .....	119
6.13. <i>PINNA NOBILIS</i> (LINNEO, 1758) .....	120
6.14. <i>PINNA RUDIS</i> LINNAEUS, 1758 .....	121
6.15. <i>LURIA LURIDA</i> (LINNAEUS, 1758).....	122
6.16. <i>PATELLA FERRUGINEA</i> GMELIN, 1791 .....	123
6.17. <i>MAJA SQUINADO</i> (HERBST, 1788) .....	124
6.18. <i>PALINURUS ELEPHAS</i> (FABRICIUS, 1787) .....	125
6.19. <i>SCYLLARUS ARCTUS</i> (LINNAEUS, 1758) .....	126
6.20. <i>SCYLLARUS LATUS</i> (LATREILLE, 1803).....	127
6.21. <i>OPHIDIASTER OPHIDIANUS</i> (LAMARCK, 1816) .....	128
6.22. <i>PARACENTROTUS LIVIDUS</i> (LAMARCK, 1816) .....	129
6.23. <i>BALAENOPTERA ACUTOROSTRATA</i> LACÉPÈDE, 1804 .....	130
6.24. <i>BALAENOPTERA PHYSALUS</i> (LINNAEUS, 1758).....	131
6.25. <i>DELPHINUS DELPHIS</i> LINNAEUS, 1758.....	132
6.26. <i>GLOBICEPHALA MELAS</i> (TRAILL, 1809).....	133
6.27. <i>GRAMPUS GRISEUS</i> (G. CUVIER, 1812) .....	134
6.28. <i>ORCINUS ORCA</i> (LINNAEUS, 1758) .....	135
6.29. <i>PSEUDORCA CRASSIDENS</i> (OWEN, 1846).....	136
6.30. <i>STENELLA COERULEOALBA</i> (MEYEN, 1833) .....	137
6.31. <i>STENO BREDANENSIS</i> (LESSON, 1828) .....	138
6.32. <i>TURSIOPS TRUNCATUS</i> (MONTAGU, 1821) .....	139
6.33. <i>KOGIA SIMUS</i> (OWEN, 1866).....	140
6.34. <i>PHYSETER MACROCEPHALUS</i> (LINNAEUS, 1758).....	141
6.35. <i>ZIPHIUS CAVIROSTRIS</i> G. CUVIER, 1823.....	142



---

# ATLAS OF BIODIVERSITY

## EXECUTIVE SUMMARY

### INTRODUCTION

The research program BioMarT (Marine Biodiversity in Tuscany), funded by Regione Toscana and conducted by the Zoological Section "La Specola" of the Natural History Museum of the University of Florence in collaboration with the Departments of Animal Biology and Botany of this University, provided the first comprehensive census of marine biodiversity along the coastlines of Tuscany, focusing on floral and faunal populations of rocky reefs. A key objective of this project was to provide the basic information needed for effective management and conservation of major marine habitats and of rare and ecologically important species. The research was carried out in three phases. First, we focused on benthic species of hard substrata to identify biodiversity hot spots, to map the distribution of alien species, and to identify bioindicators of environmental condition. Second, we conducted analyses of coastal phytoplankton to quantify biodiversity levels and evaluate the ecological features of the typical communities, and third the assessment of the distribution of marine mammal species in Tuscan waters in order to determine their population size and the possible presence of resident groups. An additional aim was to describe the temporal dynamics of these important bioindicators, considering they are living in the Pelagos "Santuario dei Cetacei" established in 1997. The starting point of the project was the collection and review of the existing information to be used as a primary source of knowledge and also for the choice of the sampling stations for subsequent field studies. All information obtained was included in the RE.NA.TO – BioMarT database owned and managed by the Tuscany Regional Administration.

### MATERIALS AND METHODS

A broad survey of marine benthic species occurring on hard substrata at 25 sampling sites in 13 different locations, along islands and the continental coast was conducted in autumn and spring in 2005 and 2006. At each site, four water depths were examined (-5, -10, -20, -30 m) by four to six scuba divers, for a total of approximately 1600 immersions. Sampling and observations were carried out in three different ways: (i) through visual census of all macrobenthic species identifiable in the field, (ii) by non invasive photographic census, followed by image analysis in the laboratory, in order to estimate the abundance of dominant species and (iii) through collection of specimens, for subsequent species identification in the laboratory.

In four coastal stations throughout the year 2006, the pelagic environment and phytoplankton were also described through a multisensor probe (CTD profiles) and the analysis of water samples taken at different depths. Analysis of water samples provided additional information on an intensely urbanized and populated coastal area which may be prone to eutrophication. The daily primary productivity of the water column was estimated, for whole pelagic environment of the Tuscan

portion of Tyrrhenian Sea, through the elaboration of satellite remote sensed images, for each month of the year 2006.

Three visual identification cetacean surveys were conducted in 2005-2007 covering with linear transects the area between Corsica and the Tuscan coast, along the entire archipelago. The groups examined were counted and photographed and behavioral information was also recorded.

## RESULTS AND DISCUSSIONS

As a whole, the Tuscan seas are oligotrophic and are characterized by high biodiversity and an elevated heterogeneity of both benthic and planktonic species.

Sampling of benthos on hard substrata resulted in the identification and localization of a suite of biocenoses of rocky environments. Biocenoses delineation followed the schemes proposed by the "Classification of the Benthic Marine Habitat Types for the Mediterranean Region" in accordance with the RAC/SPA (Regional Activity Center for Special Protected Areas) of Tunis, the current national reference concerning biological mapping of the Mediterranean continental plateau. A total of 949 different species were identified, including 23 species that are protected by National laws. Some of these species, such as the sea urchin *Paracentrotus lividus* (Echinodermata) and the bryozoan *Hornera lichenoides*, were abundant, particularly within the Tuscany Archipelago, while other taxa, mostly Porifera, were rare. An additional 22 species, not protected by any Law, were extremely rare in these surveys, suggesting a need for implementing additional protection frameworks, at a minimum at regional scale. An interesting result is, moreover, the record of 36 algal taxa new for Tuscany, three of which new for the entire Italian coastline, and presumably now found in this region as a result of the documented increase in water temperature over the past years. Some of these species hold a significant ecological interest because they are perennial forms, having thus the ability to influence the structure of whole benthic assemblages. The distribution of some alien species, such as *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* and *C. taxifolia* was also evaluated. In recent years the introduction and spread of alien species, or "biological pollution", in the Mediterranean has undergone an increase, affecting both the Italian islands and mainland coastal areas. A characteristic common to most of these alien species is their notable capacity for high dispersal, their wide geographic distribution and their impact on native populations. The extent of impacts has been, in some cases, so severe that invasive species are regarded as one of the most important cause of biodiversity loss at local, regional and global scales.

Analysis of nutrients and chlorophyll concentrations and of primary productivity reveals a general oligotrophy throughout the Tuscan Tyrrhenian Sea. These coastal waters always can assigned to "good" and "high" quality levels according to the classification scheme proposed by Simboura *et al.* (2005), in accordance with the WFD 2000/60/CEE on ecological quality (EQS) as indicated by chlorophyll concentration. Microscopic analysis of the phytoplankton communities sampled at four stations representative of the Tuscan rocky shores resulted in the identification of 280 taxa, mainly microplanktonic diatoms with rare occurrence, while in terms of abundance, the most common taxa were nanoplanktonic flagellates. Phytoplankton communities did not exhibit anomalous blooms but they did show clear seasonal differences in taxon composition and a

high level of diversity (Shannon index between 3 and 5) and evenness. This suggests that these coastal areas are not perturbed environments, and as a result, phytoplankton components exhibit a diversified use of available resources.

The analysis of results obtained with the Average Taxonomic Distinctness (AvTD or  $\Delta^+$ ) Index, a biodiversity index recently proposed for marine biocenoses which considers not only the number of species present in an habitat, but also their taxonomic distance, further supported these previous findings. These analyses, in fact, yielded similar conclusions regarding the condition of benthic populations of hard substrata in the archipelago, in particular confirming the biodiversity level. Biocenoses of rocky substrates comprise a high diversity of species, maintained through time, and characterized by a lack of dominance by a few taxa, particularly in the phyto-benthos. In the zoobenthos, although diversity was still overall high, large variation among locations was observed, with lower levels of taxonomic diversity in some of the smaller islands. These results suggest an efficient exchange of algal propaguli across the Archipelago and between these islands and the mainland. Such high population connectivity among the islands appears to exist for algae but possibly less so for invertebrates, which had less widespread distributions. Alternatively, or additionally, lower invertebrate diversity on small islands may be caused by habitat limitation. These hypotheses require additional investigation and analyses. Future studies should examine what species are absent from the smaller islands and should determine the reproductive, dispersal and recruitment potential of these species.

To compare the different biocenoses among various depths and over time, new morpho-functional categories were created ad hoc, to avoid the use of the extensive categories already present in literature. Thus, 14 categories consisting of species or groups of species were identified and used for statistical testing such as the Permutational Analysis of Variance (PERMANOVA). These analyses indicated significant differences among sampling sites, locations, seasons and depths. The results clearly showed high variability at macro- and microspatial scales, as well as through time. Such high natural variability is a pervasive characteristic of marine ecosystems, and may mask possible significant differences among the parameters used for the selection of the sites, such as exposure, the degree of protection from human uses or geographical area.

In summary, expected differences between protected and unprotected areas may not be apparent because of the intrinsic variability across sites. Alternatively, these results may indicate a generally good condition of the unprotected zones, or, conversely, a lack of efficacy of conservation measures in the protected zones. As a matter of fact, often criteria for siting marine protected areas are based on sociopolitical, economic and landscape considerations and needs rather than on science (Villa *et al.*, 2002). In addition, the suite of abiotic and biotic factors that contribute to structuring benthic assemblages may result in complex and variable responses to protection. As a result, consideration of different communities can often provide contradictory results regarding the efficacy of MPAs (Aree Marine Protette) (Benedetti-Cecchi *et al.*, 2003). Rigorously assessing the efficacy of marine protection requires a broad taxonomic focus, large spatial scales, and gathering data from multiple years, collected utilizing adequate sampling designs and analyses.

BioMarT has also provided data pertaining to the presence and distribution of different species of the brown alga *Cystoseira* spp. present in the archipelago.

*Cystoseira* promote biodiversity by providing habitat for many sessile and vagile species, and their disappearance results in colonization of the substrate and dominance by algae that form turfs that inhibit establishment and persistence of many invertebrates, thereby diminishing overall biodiversity (Bulleri *et al.*, 2002; Chemello & Milazzo, 2002; Frascchetti *et al.*, 2002, Benedetti-Cecchi *et al.*, 1999 e 2001).

The data gathered for this study confirm the importance of *Cystoseira* communities as habitats supporting high biodiversity. In particular, the island of Montecristo, characterized by the presence of extensive populations of the genus *Cystoseira*, is characterized by high benthic diversity despite its small size. The genus *Cystoseira* is well represented in the islands that are partially or entirely protected, whereas it seems to become more sporadic along the continental coast and particularly at Elba Island. At Elba Island, however, recruitment of this genus is occurring, as assessed and indicated by numerous seedlings that colonize artificial substrates placed at a depth of 10 m in the station of Scoglietto (Portoferraio). Considering the crucially important ecological role of these algae, it would be important to map the distribution and density of *Cystoseira* populations along the Tuscan shores and use these data to develop an environmental index to meet the requirements of the EC water framework directive WFD 2000/60/CE. A similarly important role as habitat former is attributable to the coralligenous community, biogenic constructions formed primarily by crustose Corallinales belonging to the genera *Lithophyllum*, *Lithothamnion* and *Mesophyllum* and by Briozoa, which are capable of building biogenic formations of considerable thickness that gather a great variety of species and contribute in a very significant manner to the marine biodiversity of the circalittoral zone.

These results provide a comprehensive basis of information on Tuscan marine biodiversity of hard substrata, and new important knowledge to the identification of candidate sites for SIC (Site of Communitarian Interest) or MPA establishment. Establishing a network of marine reserves could be an effective conservation strategy for the Tuscan archipelago, were some MPAs already exist. The creation of and MPA network could contribute to maintaining regional biodiversity by affording protection to different habitats and biocenoses without creating protected areas that are too extensive and that often are not accepted by the users of the marine environment and resources. In addition, new conservation criteria, already used in other nations (e.g., zoning of marine uses) would allow for the maintenance or recovery of high diversity habitats while allowing continued utilization of marine resources, thereby providing a more practical and rational marine management approach from both an ecological and socioeconomic perspective.

During the visual cetacean surveys, 48 sightings were recorded. The census of marine mammals provided the first information on the presence and distribution of the 3 most common species, in order *Stenella coeruleoalba* (striped dolphin), *Tursiops truncatus* (bottlenose dolphin) and *Balaenoptera physalus* (fin whale) in the archipelago. The groups examined were counted and photographed and behavioral data were collected. In particular *Tursiops truncatus* has evident external marks that make individual photo-identification possible, allowing for the assessment of resident groups, their composition, their foraging areas and their movements during the year. These first preliminary results are an incentive to continue the research with other sighting surveys, distributed during all months in

the year, to test the seasonality of aggregation and movement and to collect additional photo-identification data, which provide the most accurate estimates of the size groups. The census of the marine mammals of Tuscany is especially important because this Region is part of the Cetacean Sanctuary, created in 1997. Moreover, in 2007 the Tuscan Center for Cetaceans (OTC) was established for the protection of these populations. Data on the biology and distribution of cetacean species in this region are critical for their protection.

The systematic list of identified species in field sites and the bibliography are available on the web site of the Natural History Museum of the University of Florence: <http://www.msn.unifi.it/CMpro-v-p-31.html>.



---

## PREMESSA

Il progetto BioMarT (Biodiversità Marina in Toscana) nasce da una specifica esigenza dell'Assessorato all'Ambiente della Regione Toscana, che dopo aver finanziato il Progetto RENATO (REpertorio NATuralistico TOscano) coordinato dalla sezione di Zoologia del Museo di Storia Naturale dell'Università di Firenze (MSNUF) e tuttora in corso, ha accolto e promosso l'estensione di tale progetto al mare, finanziando con decreto n.4976 del 17 agosto 2004 il MSNUF e affidandogli il compito di censire la biodiversità dei fondi duri costieri. I risultati sono poi confluiti nel preesistente database RENATO, al quale sono state apportate alcune modifiche per adattarlo alla componente marina.

Il progetto ha come obiettivo principale di censire la biodiversità marina in Toscana, l'individuazione e la valutazione di biocenosi vulnerabili, specie rare, hotspot di biodiversità per l'identificazione di siti di elevato interesse conservazionistico nel mare della Toscana.

Il progetto BioMarT si articola anche su un altro importante aspetto, il censimento e la distribuzione della cetofauna presente nei mari prospicienti la Toscana e l'individuazione e composizione dei gruppi residenti. Per la realizzazione del progetto il Museo si è avvalso della collaborazione di altre strutture universitarie e non.

I dati raccolti durante i 3 anni rappresentano un importante contributo per la futura stesura di liste d'attenzione e per l'individuazione dei siti marini di particolare pregio; inoltre, per la prima volta, viene fornito un archivio georeferenziato delle specie marine e dei diversi habitat. Le conoscenze acquisite con BioMarT sono necessarie per poter gestire in modo adeguato e corretto l'ambiente marino toscano e sono la base per un'adeguata attività di monitoraggio ambientale.

## 1. INTRODUZIONE

### 1.1. BIODIVERSITÀ

Il termine "biodiversity" fu coniato nel 1985 da W.G. Rosen durante la pianificazione del National Forum on Biological Diversity organizzato successivamente dal National Research Council (NRC) nel 1986. Fino a quel momento si era sempre parlato di diversità biologica ma la parola biodiversità è stata ritenuta avere più efficacia in termini di comunicazione.

Il concetto di biodiversità contiene al suo interno una serie di concetti multipli che nel loro insieme esprimono la misura e il significato della varietà biologica a diversi livelli di integrazione, dall'individuo alla specie alla popolazione fino a giungere all'intero ecosistema (Bianchi, 2002).

Sostanzialmente però il concetto di biodiversità è legato alla ricchezza di specie presenti in una determinata area o regione o ecosistema. Garantire e conservare un'elevata biodiversità è una condizione necessaria e fondamentale per la salvaguardia delle specie, in un'ottica non solo ambientale ma anche economica e di interesse medico/farmacologico e industriale.

Il mantenimento della variabilità, dell'adattamento genetico e della stabilità ecologica costituiscono tre aspetti fondamentali dell'importanza della biodiversità.

Oltre a questi, l'identificazione e il ruolo delle "keystone species", specie che rivestono un ruolo di particolare importanza nella comunità, può fornire utili indicazioni alla loro salvaguardia onde evitarne la scomparsa che potrebbe comportare gravi conseguenze su altre popolazioni.

Un nuovo ramo della scienza, la biologia della conservazione, ha avuto origine negli anni '50 proprio dalla crisi causata dalla perdita di biodiversità.

Diversi autori hanno provato nel tempo a stimare il numero di specie presenti nel Mar Mediterraneo. Consultando i loro elenchi si può fare una stima degli organismi macroscopici presenti nel *mare nostrum*, stima che si aggira su un valore di circa 8500 specie (Bianchi & Morri, 2000) la maggior parte delle quali si suppone sia presente anche in acque italiane, data la centralità dell'Italia all'interno del bacino mediterraneo. Un altro fattore di rilevante importanza da non sottovalutare è costituito dalla presenza di endemismi, cioè di specie esclusive del Mediterraneo, nella misura di circa il 25% del totale (Tortonese, 1985; Fresi *et al.*, 1992; Giaccone, 1999).

La flora e la fauna mediterranea hanno comunque subito nel tempo variazioni e incrementi dovuti a cause diverse: l'apertura del Canale di Suez, il collegamento con l'Atlantico attraverso lo Stretto di Gibilterra e infine l'afflusso di organismi che entrano nel Mediterraneo per trasporto passivo sulle carene delle navi o attraverso i lavaggi e gli scarichi dell'acqua di zavorra.

La principale causa di riduzione della biodiversità è costituita dalla pressione antropica, le attività umane hanno modificato notevolmente i cicli biogeochimici e le relazioni trofiche responsabili del funzionamento dell'intero ecosistema. Le quattro minacce più gravi alla biodiversità sono: alterazione degli habitat, inquinamento, prelievo eccessivo e indiscriminato delle specie presenti e introduzione di specie alloctone. La maggior parte degli habitat marini del Mediterraneo sono attualmente in pericolo (Bellan-Santini *et al.*, 1994) e l'unico modo per proteggerli effettivamente è quello di istituire dei parchi o delle riserve marine secondo criteri scientifici e rigorosi che comportano due fasi distinte, la stesura della lista delle specie presenti, o inventario della biodiversità, e la verifica ripetuta nel tempo di eventuali variazioni per mezzo di monitoraggio o controllo.

Gli ecosistemi marini non sono prossimi all'equilibrio ma entità dinamiche e quindi soggette a variazioni anche in tempi relativamente brevi, per questo risulta evidente la necessità di inventari florofaunistici ed ecosistemici tanto più ripetuti nel tempo quanto più le aree monitorate sono soggette a rapidi cambiamenti. I paesi firmatari della Convenzione sulla Diversità biologica (UNEP, 1992) sono tenuti a includere la biodiversità nelle loro valutazioni ambientali.

### 1.2. BIOINDICATORI E INDICI DI BIODIVERSITÀ

Nell'ambito del monitoraggio ambientale vengono utilizzate come bioindicatori le variazioni, di tipo biochimico, fisiologico, morfologico o demografico, dello stato di certi sistemi biologici legate a situazioni di stress.

Esistono ad esempio degli organismi che, per la loro capacità di assimilare quantità misurabili di elementi chimici e/o composti xenobiotici, vengono definiti bioaccumulatori e che sono in grado di accumulare in parti del proprio organismo concentrazioni di contaminanti maggiori di quelle presenti nell'ambiente. Nella pratica del monitoraggio ambientale si è imparato a considerare queste specie come veri e propri "organismi sentinella". Un esempio sono certi molluschi bivalvi

che, essendo animali filtratori, accumulano inquinanti organici e inorganici nei propri tessuti in quantità misurabili, fornendo quindi approssimazioni importanti dello stato ambientale.

Si definiscono invece specie indicatrici quegli organismi che con la loro stessa presenza e/o abbondanza danno informazioni sulla qualità ambientale. La presenza di specie indicatrici mostra come diversi sistemi biologici rispondano in modo diverso agli stress ambientali, che possono influenzare direttamente la presenza e/o la scomparsa di certe specie. Diventa quindi importante misurare la biodiversità specifica, e questo viene fatto attraverso vari indici che fanno riferimento, oltre che al numero di specie presenti, alla loro distribuzione e alla loro abbondanza relativa.

Per quanto riguarda la qualità ambientale degli ecosistemi marini i più importanti indici biotici adottati sono generalmente suddivisibili in tre categorie: indici di diversità specifica, indici strutturali e indici integrati.

Per valutare la struttura e la composizione delle comunità bentoniche marine gli indici più comunemente utilizzati sono l'indice di ricchezza specifica, l'indice di dominanza di Simpson (1949), l'indice di diversità di Shannon-Wiener (1949) e gli indici di equiripartizione.

Ricchezza di specie ed abbondanza vennero legate alla biomassa da Pearson & Rosemberg (1978) per studiare le variazioni di comunità lungo un gradiente di arricchimento organico, un metodo simile è quello denominato ABC (Abundance/Biomass Comparison), proposto da Warwick nel 1986, in cui vengono confrontate le curve di abbondanza e di biomassa di una data comunità biotica. Oltre a questi vengono utilizzati altri indici biologici strutturali, basati cioè sulla struttura delle comunità e delle popolazioni bentoniche. Infatti una relazione diretta soltanto tra diversità e qualità ambientale viene considerata labile da certi autori che ritengono necessari indici integrati da parametri fisico-chimici (Occhipinti Ambrogi & Sala, 2000). Allo scopo di poter correlare censimenti e rilievi faunistici con dati provenienti da indagini chimiche e tossicologiche è stato ad esempio sviluppato da Long & Chapman (1985) il primo indice integrato, il Sediment Quality Triad (SQT). Successivamente Engle *et al.* (1994) introdussero il Benthic Index, simile all'SQT. Questi due indici nascono comunque per essere utilizzati in aree con fondi mobili e come tali per ora ad essi sono stati applicati.

Per ovviare alla complessa utilizzazione degli indici strutturali e di biodiversità specifica, si possono studiare i precedentemente definiti organismi sentinella, che generalmente, in ambiente marino mediterraneo, sono rappresentati da taxa di Policheti e Molluschi, come quelli di Glemarec & Hily (1981) o quello di Bellan che, nel 1980, propone l'Indice de Pollution Polychètes (IPP) basato sul rapporto fra "specie sentinella" di Policheti e specie invece indicatrici di acque non inquinate.

Questo breve excursus rende evidente le difficoltà di campionamento e la necessità di utilizzo di un prelievo massiccio delle comunità presenti nei diversi habitat, per stimare il numero di individui di ciascuna specie e la relativa biomassa. Esistono però anche metodi di campionamento non invasivi in quanto si basano sull'uso di fotografie o sul *visual census*, che possono essere naturalmente accoppiati all'approccio degli indici biotici brevemente esposto.

Un nuovo approccio allo studio della biodiversità è stato recentemente proposto dal Plymouth Marine Laboratory (Clarke & Warwick, 1998, 1999, 2001a; Warwick & Clarke, 2001) e si basa sulla diversità specifica, pesata però sulla

cosiddetta distanza filogenetica tra le specie rilevate, ed è detto della vicinanza o della distanza tassonomica. Gli stessi Autori suggeriscono per il monitoraggio ambientale l'uso di  $\Delta+$ , la diversità tassonomica media, e  $\Delta^*$ , la distanza tassonomica media (AvTD), dato che la risposta di queste grandezze a stress ambientali crescenti è monotona (cioè diminuisce o aumenta con il livello di perturbazione), e questo costituisce un vantaggio rispetto ad altri indici di biodiversità che, in certi casi, crescono in presenza di livelli moderati di inquinamento e decrescono a livelli più elevati di perturbazioni (Wilkinson, 1999).

In questo lavoro, per discriminare la qualità ambientale dei diversi siti, utilizzando metodologie di campionamento non invasive, si è scelto l'indice  $\Delta+$  di Clarke & Warwick (2001), che utilizza il numero di specie  $X_i$  presenti in un campione ma anche la loro distanza tassonomica ( $\omega_{xy}$ ), o grado di parentela nella filogenesi all'interno di ogni coppia di individui, appartenenti alle specie  $x$  e  $y$ .

### 1.3. LE COMUNITÀ FITOPLANCTONICHE

Le comunità fitoplanctoniche rappresentano la componente di produttori primari in sospensione nella colonna d'acqua. Queste comunità si presentano differenziate nello spazio e nel tempo, con peculiari caratteristiche che, discostano quelle marine costiere da quelle delle acque del largo o che variano durante la successione stagionale. Una delle caratteristiche da più tempo nota riguardante il fitoplancton è la grande diversità di specie riscontrabile osservando anche piccolissimi volumi d'acqua e considerata un tempo "paradossale" rispetto alla apparente omogeneità dell'ambiente (Hutchinson, 1961). In realtà l'ambiente acquatico presenta un'alta variabilità delle condizioni nelle scale spazio-temporali micrometriche che direttamente riguardano l'accrescimento del fitoplancton e questa ampia "chiazzeria" dell'ambiente a piccola scala può quindi consentire lo sviluppo e la coesistenza di un grande numero di specie (Harris, 1986). Lo studio dell'entità, funzionalità, composizione e diversità della componente fitoplanctonica rappresenta quindi un aspetto fondamentale per poter caratterizzare lo stato delle acque, particolarmente quelle costiere, le più esposte alle influenze degli apporti terrigeni e quindi agli eventuali processi di eutrofizzazione che determinano l'insorgenza di anomale fioriture a carico di poche specie "opportuniste" ed un abbassamento della diversità (Reynolds, 2006).

Tra le fondamentali caratteristiche funzionali delle biocenosi fitoplanctoniche vi è la quantità di carbonio organicato per via fotosintetica nell'unità di tempo e superficie (PP, o produzione primaria pelagica). Questa quantità gioca un ruolo chiave nello strutturare l'intera rete trofica pelagica, così come nel condizionare il ciclo del carbonio, sia a scala locale che globale. In questo studio è stata realizzata, partendo da immagini satellitari di *ocean color* tele-rilevate giornalmente (MODIS Aqua), l'elaborazione delle mappe di produzione primaria pelagica medie mensili, per le acque marine dell'Alto Tirreno Toscano, nel 2006. Ulteriori miglioramenti nella stima della fitomassa pelagica rispetto ai corrispettivi prodotti globali standard, saranno possibili solo grazie a calibrazioni locali a scala sub regionale, dei dati satellitari (Santini *et al.*, 2007; Lazzara *et al.*, 2008).

L'indagine effettuata sul fitoplancton all'interno del progetto BioMarT si inserisce inoltre nell'ambito più applicativo della necessità di intraprendere una valutazione dello stato ecologico delle acque costiere in relazione alle esigenze della politica di controllo, protezione e gestione ambientale nazionale e

comunitaria. In particolare la WFD 2000/60/CE ha finalmente recepito, per la valutazione dello stato di qualità di un ambiente acquatico, la necessità di integrazione di indicatori abiotici e biotici che descrivano appunto uno “stato ecologico” applicando il controllo della consistenza, composizione e diversità delle diverse comunità (fitobenthos, zoobenthos, angiosperme, fitoplancton) per valutare nel tempo lo stato di salute dei vari ambienti costieri. Queste comunità vengono definite “Biological Quality Elements”, cioè gli elementi di qualità biologica a cui fare riferimento per le classificazioni (Casazza *et al.*, 2005). Anche il fitoplancton quindi, insieme alle comunità bentoniche da più tempo utilizzate come indicatori per le acque marine costiere, soprattutto in termini di ricchezza specifica, rappresenta un indicatore di qualità del corpo idrico piuttosto che un semplice parametro biologico (Mazziotti & Cabrini, 2004).

#### **1.4. AREE MARINE PROTETTE (AMP)**

Le ricerche sulle aree marine protette (AMP) in questi ultimi dieci anni si sono molto intensificate (Allison *et al.*, 1998; Boero *et al.* 1999; Palombi, 2001; Halpern & Warner, 2002). I nuovi studi forniscono indicazioni talvolta diverse fra loro e in alcuni casi contraddittorie. Una riserva svolge la sua funzione, cioè si diversifica maggiormente, rispetto alle aree limitrofe non protette, se maggiore è la sua superficie e se maggiore è il grado di controllo effettuato (Halpern, 2003). Inoltre la protezione può avere effetti nelle zone immediatamente circostanti se l'aumento di biomassa all'interno genera un aumento della produzione di uova e di larve (Castilla & Bustamante, 2000; Jennings, 2000) con adulti che poi si disperdono al di fuori della riserva aumentando così la biomassa pescabile (Jennings, 2000). Comunque, affinché le aree marine protette abbiano veramente il loro ruolo di conservazione della biodiversità è necessario che siano rispettati due principi: (i) estensione sufficientemente grande, abbastanza da assicurare la presenza del maggior numero di specie possibile; (ii) equilibrio tra numero di specie presenti e tassi di mortalità nell'area, ovviamente tale rapporto varia da regione a regione biogeografica. Tenendo conto della riproduzione, reclutamento e dispersione delle specie, è importante porre sotto tutela superfici piuttosto ampie o piuttosto vicine fra loro in modo da consentire un flusso biologico il più ricco e costante possibile. Questo significa che per garantire la biodiversità interna ad un'area marina deve essere garantito lo scambio interno-esterno dei nuovi nati, ciò implica che l'area protetta sia inserita in una rete di aree analoghe collegate da corridoi ecologici, piuttosto che pensare a protezioni di grandi spazi che comporterebbero problemi a tutte le altre attività umane presenti (Ribera-Siguan, 1992). È quindi necessario creare un compromesso tra le dimensioni delle superfici da proteggere e il numero di AMP in una determinata zona. La teoria della biogeografia delle isole di Mac Arthur & Wilson (1967) sostiene che la potenziale biodiversità dell'AMP dipende dal rapporto fra estensione dell'area e il numero minimo di specie presenti nell'unità di superficie. Le aree protette devono essere lette come luoghi selezionati in cui il cambiamento naturale possa avvenire liberamente senza la pesante influenza del fattore uomo (Bianchi & Morri, 2000). Al momento le aree protette hanno messo a fuoco l'importanza che queste hanno sulle specie principalmente sfruttate e cioè sull'ittiofauna di interesse commerciale (Sala *et al.*, 1998; Shears & Badhcock, 2002, 2003) e questo non è sinonimo di conservazione della biodiversità. Ancora oggi è poco studiato il ruolo delle AMP

come luogo di conservazione dei diversi habitat e delle diverse comunità di invertebrati che vi abitano escludendo i pesci. Il nuovo concetto si basa non più sullo studio di alcuni taxa ma sull'analisi di tutte le comunità che vivono nei diversi ambienti. Attualmente questo nuovo approccio nello studio dell'importanza delle AMP è ancora agli inizi ed i dati ottenuti fino ad oggi sono ancora incerti e in molti casi contraddittori. Cabeza & Moilanen (2001) hanno rivisto e migliorato gli algoritmi che portano ad una corretta progettazione delle fasce protette, ma hanno riscontrato una generale mancanza di dati corretti da analizzare (incertezza dei dati). Infatti la biodiversità non può e non deve essere valutata prendendo in considerazione solo pochi "taxa", come invece comunemente viene fatto, né è possibile considerare gli habitat come un surrogato di "taxa" e utilizzare gli algoritmi con un'inadeguata mole di dati. Da qui l'importanza, prima di designare un'area di tutela, di valutare bene il design sperimentale che precede all'identificazione dell'area stessa non focalizzando l'attenzione solo su poche specie ma considerando l'insieme delle comunità che vivono nei diversi habitat e applicando quindi il criterio di inglobare le diverse tipologie di ambienti all'interno dell'area da proteggere. Uno dei problemi principali nello studio di una AMP è quello di valutarne correttamente l'efficacia (Lasiak & Field, 1995; Edgar & Barrett, 1999; Frascchetti *et al.* 2002b; Guidetti, 2002; Russ, 2002; Benedetti-Cecchi *et al.*, 2003; Gell & Roberts, 2003). Nel Mediterraneo sono state istituite circa 200 AMP (Badalamenti *et al.*, 2000) ma nella maggior parte dei casi la loro progettazione non ha seguito alcun criterio scientifico e non sono ancora noti i dati sia sulla biodiversità interna sia sulla varietà di habitat protetti; praticamente non abbiamo nessun dato sulla loro efficacia.

Gli studi effettuati fino ad oggi sulle comunità bentoniche di substrato duro (Benedetti-Cecchi *et al.*, 2003; Frascchetti *et al.*, 2005; Micheli *et al.*, 2005) non hanno portato risultati eclatanti sull'importanza delle aree marine protette. Infatti spesso emergono dati contraddittori, per esempio alcune specie mostrano un trend positivo mentre altre sembrano subire addirittura un decremento dovuto alla protezione stessa. Le ragioni e le possibili interpretazioni di questi fenomeni sono molte ed imputabili alla complessità degli equilibri delle comunità bentoniche che una volta rotti si riassettano nel tempo portando però modificazioni, talvolta pesanti e di difficile interpretazione. Sono invece molti i lavori che mostrano risultati positivi e i vantaggi quasi immediati che le AMP hanno sulle specie che sono soggette a prelievo da pesca come alcuni pesci, crostacei ecc. (Sala *et al.*, 1998; Shears & Badhcock, 2002, 2003).

---

## 2. MATERIALI E METODI

### 2.1. CAMPIONAMENTO BENTONICO

#### 2.1.1. Le coste rocciose toscane

Lo sviluppo delle coste della Toscana, tra litorale continentale e insulare, è di 633 km. In prevalenza si tratta di coste basse e sabbiose ad eccezione di quelle dell'Arcipelago Toscano, di un tratto della costa livornese e dei promontori di Piombino, Punta Ala e Argentario, caratterizzati da substrato roccioso.

Le biocenosi marine di substrato duro sono comunità di particolare pregio per la grande varietà di nicchie ecologiche presenti e l'elevata biodiversità che le caratterizza. Storicamente le coste rocciose sono state poco antropizzate e sfruttate dall'uomo, per l'oggettiva difficoltà di attracco per le navi e dello svolgimento di attività di pesca intensiva, e annoverano attualmente alcuni dei tratti di costa meglio conservati e rappresentativi degli habitat marini toscani. Inoltre nell'area esaminata ricadono alcune isole in cui l'assenza di attività antropiche, poiché sede in passato di colonie penali, come quelle di Gorgona, Capraia e Pianosa, o ragioni storico-ambientali, come Montecristo, hanno permesso una buona conservazione degli habitat marini.

Per quanto riguarda le aree protette, sono presenti alcune zone di protezione marine lungo alcuni tratti di costa delle isole del Parco dell'Arcipelago Toscano, mentre per le biocenosi di substrato duro del litorale toscano e dell'Isola d'Elba non è in atto nessun tipo di protezione. Il Parco Nazionale dell'Arcipelago Toscano è stato istituito ufficialmente nel 1996 e include, oltre alle sette isole principali dell'Arcipelago, alcuni isolotti minori e scogli (Palmaiola e Cerboli nel canale di Piombino; Formiche della Zanca, Ogliera, Scoglio della Triglia, Isola Corbella, Isole Gemini, Isolotto d'Ortano, Isola dei Topi e lo Scoglietto di Portoferraio all'Elba; Isole della Cappa al Giglio; La Scarpa e La Scola a Pianosa; La Peraiola a Capraia; Lo Scoglio d'Africa a Montecristo). Dal 1997 il Parco ha una estensione complessiva di 17'887 ettari a terra e 61'474 ettari a mare che includono, con diverso grado di tutela, le aree a mare circostanti Capraia, Montecristo, Giannutri, Gorgona e Pianosa. In particolare il mare protetto all'interno del Parco Nazionale può essere compreso nella Zona 1, di rilevante valore naturalistico, in cui l'ambiente è conservato nella sua integrità vietando qualsiasi tipo di attività (accesso, pesca, immersioni, navigazione, sosta di imbarcazioni), oppure nella Zona 2, di protezione, in cui sono vietate, o regolamentate, attività di pesca, accesso e approdo.

Nella parte non insulare della Toscana, pur non essendoci aree marine rocciose protette, sono presenti il Parco Regionale della Maremma e altre Aree Naturali Protette di Interesse Locale, che determinano, nella parte prossima alla costa, condizioni di moderata tutela ambientale per quanto riguarda l'inquinamento proveniente dall'entroterra. I diversi tipi di ambiente di substrato roccioso delle coste toscane sono dovuti alla complessa storia geologica e tettonica di questa regione caratterizzata dalla successione di numerosi eventi che, dall'apertura della tetide ai fenomeni magmatici intrusivi e sedimentari recenti, hanno portato all'attuale conformazione geomorfologica. Considerando il tipo di unità stratigrafica a cui appartengono le coste toscane possiamo dividere le rocce in cinque gruppi principali (Fig. 1), ognuno caratterizzato da diverse formazioni e varie litologie:

rocce delle Unità Toscane metamorfiche, rocce delle Unità Liguri, rocce delle Unità Toscane non metamorfiche, rocce magmatiche neogene e quaternarie, successioni dei bacini neoautoctoni.

quanto riguarda l'inquinamento proveniente dall'entroterra.

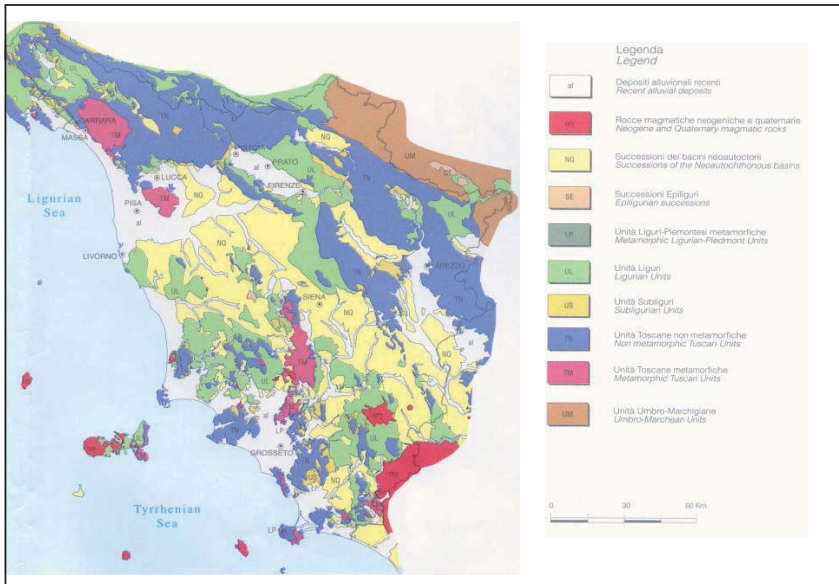


Fig. 1 – Schema delle Unità stratigrafiche e strutturali (da Carnignani *et al.*, Carta geologica della Toscana).

Le coste rocciose toscane sono quindi da un punto di vista litologico molto eterogenee e questo determina una elevata varietà di ambienti bentonici.

### 2.1.2. Area di studio

Il censimento e monitoraggio dei popolamenti bentonici delle coste rocciose è stato effettuato in 25 siti di campionamento distribuiti lungo le coste rocciose toscane e dell'Arcipelago (Fig. 2).

Le stazioni sono state individuate tenendo conto dei fattori geomorfologici e ambientali, quali l'esposizione ai principali venti e correnti dominanti, le tutele in atto e l'impatto antropico, in modo da poter rappresentare, per quanto possibile, la varietà delle coste rocciose toscane. Dal punto di vista litologico, ad esempio, le stazioni di campionamento prescelte presentano fra loro differenze difficili da riscontrare in altre realtà a così piccola scala: i siti dell'Isola del Giglio (22 e 23), dell'Isola di Montecristo (20 e 21), insieme a due stazioni della costa settentrionale dell'Elba (10 e 11) sono caratterizzati da substrato intrusivo acido, mentre le due stazioni dell'Isola di Capraia (8 e 9) da rocce effusive e depositi piroclastici; le successioni sedimentarie dei bacini neoautoctoni caratterizzano i fondali rocciosi dell'Isola di Pianosa (16 e 17); l'Isola di Gorgona è caratterizzata da rocce metamorfiche di alta pressione come i calcescisti di Cala Pancia (6) e le serpentiniti di Cala Maestra (7), mentre le ofioliti non metamorfosate sono

dominanti in due stazioni elbane (14 e 15); infine alcuni siti sono su fondali rocciosi di origine sedimentaria quali flysch arenacei (1, 3, 12 e 13) e calcari, più o meno dolomitici (2, 4, 5, 18, 19, 24 e 25).

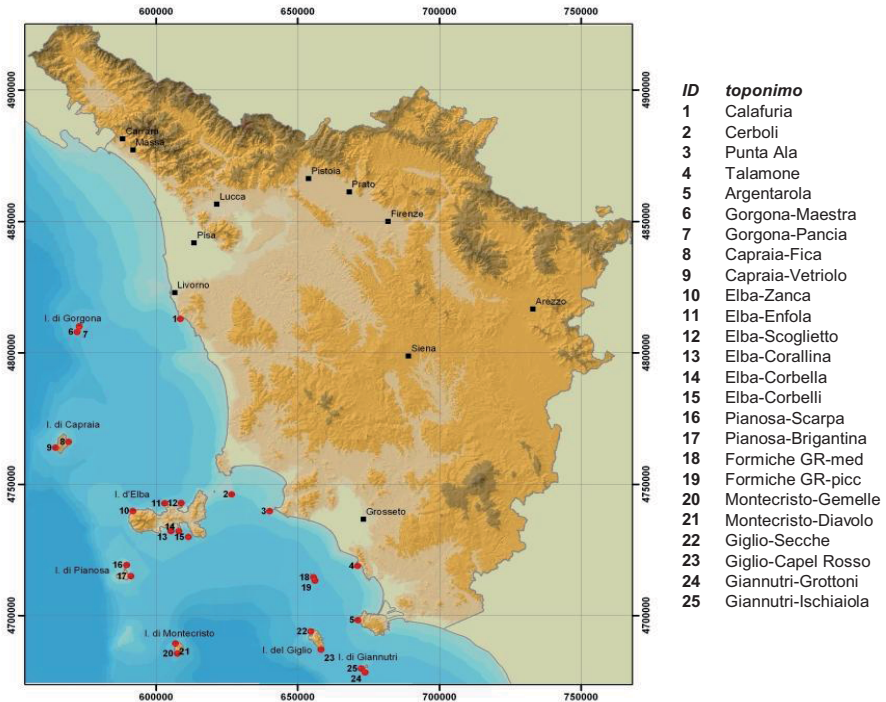


Fig. 2 – Ubicazione dei siti di campionamento.

Per la scelta delle batimetrie di campionamento (-5, -10, -20, -30 m) si è tenuto conto di diversi fattori quali la distanza dalla costa, l'incidenza del moto ondoso, l'impatto antropico e il tempo di permanenza sul fondo. Infatti la fascia intertidale o del sopralitorale, nelle zone non tutelate è troppo soggetta al danneggiamento e prelievo antropico mentre oltre i -30 m il tempo di permanenza, sul fondo, diveniva troppo breve per consentire lo svolgimento del lavoro rimanendo nelle curve di sicurezza; inoltre al di sotto di una certa profondità e di una certa distanza dalla costa diventa meno evidente lo stress apportato all'ambiente a breve e medio termine da eventuali interventi umani.

### 2.1.3. Metodologie di rilevamento

Al fine di valutare la composizione dei popolamenti bentonici marini è stato usato un disegno di campionamento di tipo nidificato (multifattoriale e gerarchizzato). In ognuna delle 25 stazioni scelte sono state svolte quattro campagne di raccolta, due per ogni anno, in primavera e in autunno, a quattro diverse profondità (-5, -10, -20, -30 m). Lo studio quindi si è svolto nel piano infra e

circulatoriale, i due piani comprendono sia la zona fotofila, cioè quel range di profondità ove la luce arriva agevolmente, sia la zona sciafila, dove la luce penetra meno e permette la crescita di organismi diversi adattati a questo tipo di ambiente.

Per ciascuna quota prestabilita è stato steso un sagolino della lunghezza di 20 m, marcato ogni 2 m (transetto), in corrispondenza del quale sono state effettuate tre diverse modalità di campionamento.

1. Visual census. Annotazione diretta su apposita lavagnetta delle specie di facile identificazione. Il campionamento visivo veniva effettuato fino a qualche metro di distanza dal transetto.
2. Campionamento fotografico. Sono state scattate foto digitali appaiate ogni due metri lungo tutto il transetto, per un totale di 22 foto, ad una distanza costante dal substrato garantita da un distanziatore metallico montato sullo scafandro della macchina, lungo 60 cm a forma di T rovesciata con cornice larga 29 cm, in modo da fotografare sempre una superficie delle stesse dimensioni. Inoltre si procedeva a fotografare anche tutte le specie caratterizzanti il substrato, ritenute non asportabili per ragioni di tutela dell'ambiente stesso.
3. Campionamento diretto. È stato effettuato il prelievo di piccoli frammenti di substrato e l'asportazione di piccole quantità delle fitocenosi presenti. I criteri di prelievo erano volti a campionare il benthos presente in modo esaustivo ma non invasivo. Il campionamento veniva effettuato con l'ausilio di un martello e uno scalpello a superficie larga.

Ognuna delle tre modalità di campionamento adottate ha concorso a definire, quantificare e caratterizzare l'ambiente con dettagli diversi. Il campionamento diretto ha consentito l'identificazione di un elevato numero di specie che insieme al campionamento visivo, rivolto esclusivamente al macrobenthos, sono stati strumento indispensabile per valutare la biodiversità specifica nei diversi siti. L'analisi delle foto ha permesso di valutare il grado di ricoprimento delle diverse specie o gruppi morfofunzionali nelle diverse biocenosi, in modo da svolgere uno studio sull'abbondanza relativa delle specie o gruppi dominanti presenti per ciascun sito a ciascuna profondità. I dati dei campioni raccolti, delle foto e del visual census hanno permesso di stendere una prima lista delle specie che sono state inserite nel database della Regione Toscana RE.NA.TO – BioMarT.

Il campionamento fotografico è ampiamente utilizzato nello studio del benthos sessile di substrato duro. Tale metodica non distruttiva trova ampie applicazioni nella valutazione delle modalità di distribuzione spaziale e/o di variabilità temporale di popolazioni o popolamenti (Roberts *et al.*, 1994) ed è particolarmente appropriata in zone soggette a vincolo di protezione.

L'analisi successiva delle foto, interfacciate con una griglia, ha permesso l'identificazione specifica di alcuni organismi e la determinazione del grado di ricoprimento espresso in percentuale delle specie o dei gruppi funzionali. Le 22 foto scattate in ogni stazione sono state esaminate al computer e selezionate; utilizzando per l'analisi quantitativa, solo le 10 provenienti dai due estremi, considerando le 5 foto di un estremo come repliche. Le foto esaminate in totale sono state circa 11000, quelle utilizzate per l'analisi sulle abbondanze circa 4000 (non ancora tutte studiate). Per ognuna è stata sovrapposta una griglia di 15.17 cm di altezza e 21.27 cm di larghezza divisa in 35 quadrati ciascuno dei quali diviso a sua volta in quattro sotto-quadrati, per un totale di 140 sub-quadrati. La

percentuale di copertura dei diversi taxa è stata calcolata contando il ricoprimento di ciascun sub-quadrato. Alcune alghe e invertebrati ritenuti importanti, sono stati identificati fino a livello di specie, tutti gli altri sono stati suddivisi in taxa superiori o in categorie morfo-funzionali. Le alghe sono così state suddivise in 14 raggruppamenti; l'accorpamento delle specie in categorie ha tenuto conto delle caratteristiche morfologiche e funzionali di ciascun taxon conservandone la propria valenza ecologica. In altri lavori analoghi (Littler & Arnold, 1982; Progetto Afrodite, ICRAM-CoNISMa) le alghe sono state suddivise in raggruppamenti più ampi; nel presente studio, non ritenendo le categorie preesistenti idonee a discriminare le diverse tipologie ambientali abbiamo proposto nuove categorie come riportato in Tabella 1. Le specie algali riportate in neretto sono state inserite singolarmente, essendo importanti per la caratterizzazione delle biocenosi mentre le altre, spesso anche di più difficile identificazione, sono state mantenute nel raggruppamento.

Tabella 1 – Categorie morfofunzionali algali.

<b>Sigla</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Specie per categoria</b>
<b>FCCA</b>	<b>Feltro corallinacee articolate</b>	<i>Haliptilon virgatum</i> <i>Jania adhaerens</i> <i>Jania rubens</i>
<b>FFF</b>	<b>Feltro forme filamentose</b>	<i>Acrothamnion preissii</i> <i>Ceramium</i> spp. <i>Discosporangium mesarthrocarpum</i> <i>Herposiphonia</i> spp. <i>Sphacelaria</i> spp. <i>Womersleyella setacea</i>
<b>CATE</b>	<b>Corallinacee articolate erette</b>	<i>Amphiroa</i> spp. <b>Corallina elongata (CORAL)</b> <i>Corallina officinalis</i>
<b>FC</b>	<b>Forme crostose foto, emi, sciafile</b>	<i>Fase Aglaozonia chiosa</i> <i>Cruoria cruoriaeformis</i> <i>Lobophora variegata</i> <i>Palmophyllum crassum</i> <i>Peyssonnelia crispata</i> <b>Peyssonnelie calcificate (PEYCAL)</b> <b>Peyssonnelie carnose (PEYCAR)</b> <i>Zanardinia typus</i>
<b>CCF</b>	<b>Corallinacee crostose fotofile</b>	<i>Lithophyllum incrustans</i> <i>Neogoniolithon brassica-florida</i>
<b>CCS</b>	<b>Corallinacee crostose sciafile</b>	<b>Lithophyllum stict. (LITHST)</b> <i>Mesophyllum alternans</i> <i>Mesophyllum lichenoides</i>
<b>FAF</b>	<b>Forme arbustive foto, emisciafile</b>	<b>Anadyomene stellata (ANADST)</b> <i>Acetabularia acetabulum</i> <b>Caulerpa prolifera (CAULPR)</b> <b>Cladophora prolifera (CLADPR)</b> <i>Colpomenia sinuosa</i> <b>Dasycladus vermicularis (DASYVE)</b> <i>Dictyota linearis</i> <b>Dictyota dichotoma (DICTDI)</b> <i>Liagora</i> spp. <b>Padina pavonica (PADIPA)</b> <b>Stypocaulon scoparium (STYPSC)</b> <i>Taonia atomaria</i> <i>Wrangelia penicillata</i>
<b>FAS</b>	<b>Forme arbustive sciafile</b>	<i>Asperococcus bullosus</i>

Sigla	Descrizione	Specie per categoria
		<i>Chrysmenia ventricosa</i> <i>Codium bursa</i> <i>Codium coralloides</i> <b><i>Codium vermilara</i> (CODIVE)</b> <i>Cutleria chilosa</i> <b><i>Dictyopteris polypodioides</i> (DICTPO)</b> <b><i>Flabellia petiolata</i> (FLABPE)</b> <b><i>Halimeda tuna</i> (HALITU)</b> <b><i>Halopteris filicina</i> (HALOFI)</b> <b><i>Halymenia floresia</i> (HALYFL)</b> <i>Laurencia</i> spp. <i>Nereia filiformis</i> <i>Pseudochlorodesmis furcellata</i> <b><i>Sebdenia dichotoma</i> (SEBDDI)</b> <i>Sebdenia monardiana</i> <b><i>Sphaerococcus coronopifolius</i> (SPHACO)</b> <i>Sporochnus pedunculatus</i> <i>Stictyosiphon adriaticus</i> <i>Trichleocarpa fragilis</i> <i>Zonaria tournefortii</i>
FPS	<b>Forme plagiotrope sciafile</b>	<i>Codium effusum</i> <i>Valonia utricularis</i> <b><i>Valonia macrophysa</i> (VALOMA)</b>
FEPF	<b>Forme erette peren. fotofile</b>	<b><i>Cystoseira</i> (CYSTO)</b> <b><i>Sargassum vulgare</i> (SARGVU)</b> <i>Sargassum</i> sp.
FEPS	<b>Forme erette peren. sciafile</b>	<b><i>Cystoseira</i> di prof. (CYSTO)</b> <b><i>Osmundaria volub.</i> (OSMUVO)</b> <i>Phyllophora crispa</i>
FENP	<b>Forme erette non perennanti</b>	<i>Acrosimphyton purpuriferum</i> <i>Calosiphonia vermicularis</i> <i>Dudresnaya verticillata</i> <i>Mesogloia lanosa</i> <i>Schmitzia neapolitana</i>
FAL	<b>Forme aliene</b>	<b><i>Caulerpa racemosa</i> var <i>cylindracea</i> (CAULRA)</b> <b><i>Caulerpa taxifolia</i> (CAULTA)</b>
AM	<b>Aggregati mucillagginosi</b>	<i>Acinetospora crinita</i> <i>Chrysonephos lewisii</i> <i>Nematochryopsis marina</i>

Lo stesso procedimento è stato applicato per lo zoobenthos sessile: sono state raggruppate, secondo un criterio morfologico o tassonomico, le specie la cui identificazione è impossibile senza prelevare l'esemplare o la cui presenza non è identificativa della zoocenosi. Sono state invece considerate singolarmente le specie riportate come tali nella terza colonna della Tabella 2.

Tabella 2 – Categorie morfofunzionali e raggruppamenti sistematici componente animale.

Sigla	Raggruppamenti	Specie
Poriferi		
SI	<b>Spugne incrostanti</b>	<i>Clona</i> spp. <i>Phorbis tenacior</i> <i>Terpios fugax</i> <i>Hemimycale columella</i>
SM	<b>Spugne massive</b>	<i>Agelas oroides</i>

Sigla	Raggruppamenti	Specie
		<i>Axinella</i> spp. <i>Chondrosia reniformis</i> <i>Clathrina</i> spp. <i>Ircinia</i> spp. <i>Petrosia</i> spp.
<b>SNM</b>	<b>Spugne nere massive</b>	varie specie
<b>SRI</b>	<b>Spugne rosse incrostanti</b>	varie specie
<b>Cnidari</b>		
<b>ALCYO</b>	<b>Alcyonari</b>	varie specie
<b>ATTIN</b>	<b>Attinie</b>	<i>Cerianthus membranaceus</i> <i>Parazoanthus axinellae</i>
<b>IDROZ</b>	<b>Idrozoï</b>	varie specie
<b>SCLER</b>	<b>Sclerattinie</b>	<i>Cladocora caespitosa</i> <i>Leptosammia pruvoti</i>
<b>GORG</b>	<b>Gorgonacei</b>	<i>Corallium rubrum</i> <i>Eunicella cavolinii</i> <i>Eunicella singularis</i> <i>Paramuricea clavata</i> <i>Lophogorgia ceratophyta</i>
<b>Molluschi</b>		
<b>BIVAL</b>	<b>Bivalvi</b>	<i>Gastrochena</i> spp. <i>Lithophaga lithophaga</i>
<b>GASTE</b>	<b>Gasteropodi</b>	varie specie
<b>NUDB</b>	<b>Nudibranchi</b>	varie specie
<b>OPIST</b>	<b>Opistobranchi</b>	varie specie
<b>VERME</b>	<b>Vermetidi</b>	varie specie
<b>Anellini Sipunculidi e Echiuridi</b>		
<b>SABEL</b>	<b>Sabellidi</b>	varie specie
<b>SERPU</b>	<b>Serpulidi</b>	<i>Filograna</i> spp.
<b>TEREB</b>	<b>Terebellidi</b>	varie specie
<b>BONEVI</b>	<b>Echiuridi</b>	<i>Bonellia viridis</i>
<b>Crostacei</b>		
<b>BALAN</b>	<b>Balani</b>	varie specie
<b>BRACH</b>	<b>Brachiuri</b>	varie specie
<b>CALCTU</b>	<b>Anomuri</b>	<i>Calcinus tubularis</i>
<b>PALIEL</b>	<b>Macruri</b>	<i>Palinurus elephans</i>
<b>Briozoi</b>		
<b>BER</b>	<b>Briozoi eretti robusti</b>	<i>Adeonella calveti</i> <i>Fron dipora verrucosa</i> <i>Magaretta cereoides</i> <i>Myriapora truncata</i> <i>Pentapora fascialis</i> <i>Sertella</i> spp.
<b>BES</b>	<b>Briozoi eretti sottili</b>	varie specie
<b>BI</b>	<b>Briozoi incrostanti</b>	varie specie
<b>Echinodermi</b>		
<b>ASTER</b>	<b>Asteroidei</b>	<i>Ophiaster ophidianus</i>
<b>CRINO</b>	<b>Crinoidei</b>	<i>Antedon mediterranea</i>
<b>ECHIN</b>	<b>Echinoidei</b>	varie specie
<b>OLOTU</b>	<b>Oloturoidei</b>	varie specie
<b>Tunicati</b>		

Sigla	Raggruppamenti	Specie
ASCIA	<i>Ascidiaei aggregati</i>	varie specie
ASCIC	<i>Ascidiaei coloniali</i>	varie specie
ASCIS	<i>Ascidiaei solitari</i>	<i>Halocynthia papillosa</i>

Quando nelle foto comparivano zone prive di qualsiasi organismo, queste sono state segnalate come roccia nuda (ROC), mentre veniva classificato come sedimento (SED) le zone completamente ricoperte da uno strato di sedimento che non consentiva l'identificazione di ciò che era presente sotto. Infine nei casi in cui la morfologia del substrato rendeva, in alcuni punti, l'immagine non sufficientemente chiara è stato inserito non identificato (NI).

Il prelievo di piccoli frammenti di substrato e asportazione di piccole quantità delle fitocenosi presenti ha permesso di analizzare in laboratorio i campioni consentendo, in modo agevole, l'identificazione delle specie presenti.

Per il campionamento del benthos sono stati utilizzati dei sacchetti di plastica trasparenti precedentemente forati ad hoc, un martello e uno scalpello a punta larga. I campioni, prelevati ad ogni profondità, venivano successivamente etichettati e posti in formaldeide al 10% tamponata, per poi essere smistati e, in parte, conservati in alcool al 75%. Dopo un primo smistamento che ha scisso la componente algale da quella animale siamo passati all'analisi dei diversi taxa con l'ausilio del binoculare e del microscopio ottico. L'identificazione delle diverse specie, appartenenti ai numerosi phyla è stata estremamente complessa e in molti casi è stato necessario l'uso del binoculare e del microscopio ottico e la collaborazione di specialisti. Spugne, Idrozoi e Anellidi sono ancora in fase di studio e solo poche specie, al momento, sono state identificate. Questo tipo di campionamento consente di campionare anche specie molto piccole, difficilmente visibili ad occhio nudo.

#### 2.1.4. Elaborazioni statistiche

Per l'elaborazione dei dati, oltre all'uso della statistica descrittiva per il calcolo di medie e abbondanze relative, ci siamo basati sull'analisi multivariata. Per il calcolo della percentuale di ricoprimento di ciascuna specie o raggruppamento sono state scartate le specie o gruppi di specie che non raggiungevano lo 0.5% nei vari siti. Successivamente i dati uniformati in modo da poter mettere a confronto i vari siti, sono stati elaborati con il programma PRIMER (Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research) utilizzando l'nMDS (non-metric Multi-Dimensional Scaling) come analisi esplorativa capace di visualizzare i pattern di somiglianza tra i vari popolamenti bentonici alle diverse profondità, fra i diversi siti e nelle diverse stagioni. L'analisi nMDS permette infatti di produrre ordinamenti (mappe) bidimensionali delle similarità tra campioni a carattere multivariato. Questo tipo di procedura si fonda sulla composizione di matrici di somiglianza tra campioni basandosi sulla frequenza relativa del totale delle variabili nei campioni stessi, ma utilizzando all'occorrenza anche indici di somiglianza di tipo non lineare. Inizialmente per fare emergere i gruppi meno abbondanti, i dati sono stati trasformati nel loro logaritmo naturale, e solo successivamente è stata creata la matrice di somiglianza con l'utilizzo del coefficiente di Bray-Curtis (Clarke & Warwick, 1994). Sulla base di questa matrice, l'algoritmo costruisce la mappa o configurazione dei campioni, tramite una procedura interattiva, la cui attendibilità è data dall'indice di stress, che misura quanto le distanze relative tra i punti ottenuti

nell'ordinamento bidimensionale siano conformi a quelle reali nello spazio n-dimensionale costruito sulle variabili originali. Una volta visualizzate le possibili differenze tramite l'ordinamento dell'nMDS, la vera e propria significatività statistica delle stesse differenze tra i livelli dei gruppi è stata appurata utilizzando il (test della ANalysis Of SIMilarities (ANOSIM, Clarke & Warwick, 1994)) che rappresenta una sorta di analisi della varianza multidimensionale, basata però sulla differenza tra le distanze multidimensionali totali tra campioni di uno stesso gruppo piuttosto che tra i valori medi dei gruppi stessi. Infine, quando l'ANOSIM confermava le differenze tra i vari gruppi su base multivariata, veniva usato il test della SIMPER (Similarity Percentages-species contributions) per appurare quali delle n specie rilevate nei campioni erano le maggiori responsabili delle differenze rilevate. Con questo tipo di analisi è possibile capire in cosa i gruppi sono diversi, ovvero emerge il contributo di ogni singola specie all'identità di ogni gruppo e alle differenze tra i gruppi. Per il calcolo della diversità biologica nei diversi siti è stato usato l'indice cosiddetto di Average Taxonomic Distinctness ( $\Delta+$ ); questo indice misura la distanza tassonomica (in senso linneiano) media di tutte le coppie di n specie di un campione e, conseguentemente, definisce la biodiversità del campione stesso (Clarke & Warwick, 2001).

## 2.2. CAMPIONAMENTO PLANCTONICO

### 2.2.1. Area di studio

Per l'analisi della componente fitoplanctonica sono state effettuate 8 uscite in mare in 3 dei 25 siti oggetto di studio ritenuti rappresentativi delle acque costiere toscane. Le stazioni scelte, anche in riferimento alle informazioni pregresse di cui disponiamo, sono situate (vedi Tabella 3):

1. lungo la costa meridionale toscana del Parco dell'Uccellina, con 2 punti di campionamento, di cui uno davanti alla spiaggia di Cala di Forno, denominata CdF10 (42°36.90'N - 11°04.85'E) a circa 700 m dalla costa e con fondale intorno a 10 m, e l'altro CdF20 (42°36.70'N - 11°05.00'E) a circa 800 m dalla costa e con fondale intorno a 20 m;
2. in prossimità dell'isolotto di Cerboli (42°51.37'N - 10°32.97'E) situato nel canale di Piombino, a distanza di circa 1300 m dalla costa e fondale di circa 30 m;
3. a nord, in località Calafuria, (43°27.70'N - 10°20.55'E) a una distanza di circa 300 m dalla costa e fondale di circa 40 m.

Tabella 3 – Date e quote dei campionamenti fitoplanctonici nelle varie stazioni.

Date	Stazioni	Quote prelievi (m)
17 giugno 2005	CdF10, CdF20	0, 10; 0, 10, 20
23 giugno 2005	Cerboli	0, 10, 20, 30
29 settembre 2005	CdF10, CdF20	0, 10; 0, 10, 20
6 novembre 2005	Calafuria	0, 10, 20, 30
12 dicembre 2005	Cerboli	0, 10, 20, 30
19 aprile 2006	Cerboli	0, 10, 20, 30
8 maggio 2006	Calafuria	0, 10, 20, 30
7 settembre 2006	Calafuria	0, 10, 20, 30, 40

La stima della distribuzione media mensile della Produzione Primaria pelagica nel 2006, è stata realizzata per l'intera area dell'Alto Tirreno Toscano, definita dalle coordinate: 41° - 44° 30' N ed 8° -12° E.

### 2.2.2. Metodologia di rilevamento

In tutte le stazioni di campionamento sono stati effettuati profili verticali di temperatura, conducibilità, salinità e ossigeno disciolto (Itronaut-Ocean Seven 316) e prelievi di acqua alle profondità indicate, destinati alle analisi chimiche e biologiche. I campioni d'acqua sono stati raccolti mediante bottiglie Niskin da 5 L e portati nel più breve tempo possibile in laboratorio per le filtrazioni e i trattamenti necessari all'effettuazione delle analisi. A meno di indicazioni diverse le analisi effettuate sono state condotte secondo le metodologie standard riportate in Innamorati *et al.*, 1990.

Una quantità di 3 L di acqua per ognuna delle profondità campionate è stata filtrata (Whatman GF/F) per la successiva estrazione e determinazione dei pigmenti liposolubili, in particolare per la stima della clorofilla *a* come indicatore di biomassa autotrofa. Le analisi sono state eseguite mediante spettrofluorimetro (Holm-Hansen *et al.*, 1965 modificato secondo Lazzara *et al.*, 1997), spettrofotometro (Lazzara *et al.*, 1990) e con analisi cromatografica HPLC (Vidussi *et al.*, 1996).

Una seconda quantità variabile tra 1 e 2 L di acqua è stata filtrata utilizzando lo stesso tipo di filtri, per la determinazione del peso secco (80 °C per 24 ore) e del peso secco meno le ceneri (380 °C per 48 ore), assimilabile al peso della sostanza organica.

Una porzione dell'acqua filtrata è stata raccolta in recipienti da 100 mL e fissata con 2 gocce di HgCl<sub>2</sub> per la successiva determinazione delle concentrazioni dei nutrienti inorganici disciolti, N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, la cui somma è in seguito denominata DIN, P-PO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, in seguito denominato DIP, S-SiO<sub>2</sub><sup>-</sup>, mediante AutoAnalyzer 3 (Bran-Luebbe).

Un'aliquota del campione tal quale di ogni profondità è stata raccolta in bottiglie scure da 250 ml e fissata con formaldeide neutralizzata (concentrazione finale 1%), per l'osservazione del fitoplancton al microscopio ottico rovesciato (Zeiss IM, Zeiss IM35) dopo sedimentazione su camere di conteggio. Su ogni campione sono state effettuate due osservazioni: a 400x su una porzione di tutta l'area di sedimentazione fino a che non fosse raggiunto un numero di almeno 200 individui conteggiando tutti gli organismi incontrati e questi sono i conteggi trattati nel seguito dei risultati a meno di altre indicazioni; a 160x su tutta l'area di sedimentazione del volume (50 o 100 mL), per la quantificazione del solo microplancton (20-200 µm) che solitamente è presente in quantità notevolmente minore della componente nanoplanctonica.

### 2.2.3. Analisi dei dati

Dalle osservazioni microscopiche abbiamo individuato organismi appartenenti alle *Diatomophyceae* (di seguito diatomee), *Dinophyceae* (di seguito dinoflagellati), *Haptophyceae* *Coccolithophorales* (di seguito coccolitofori), *Cryptophyceae* *Cryptomonadaceae*, che abbiamo quindi considerato separatamente. Nel raggruppamento "Altro plancton" sono state inserite una serie di forme sostanzialmente di incerta determinazione, ma caratterizzate da flagelli (1, 2, 4), presenza di cloroplasti e/o da morfologie assimilabili a caratteristiche note dei

vari gruppi di flagellati autotrofi, mixotrofi ed eterotrofi: cinque tipi morfologici quasi certamente appartenenti alle *Prasinophyceae*; un gruppo distinto di "flagellati n.i." contenente tutte forme <10  $\mu\text{m}$ , in cui potrebbero essere presenti altri rappresentanti delle stesse *Prasinophyceae*, tre *Dictyochophyceae*; una *Chrysophyceae* mixotrofa; un'unica presenza di *Euglenophyceae*. Il raggruppamento contiene anche un generico gruppo "Incertae sedis", che comprende tutti quegli organismi che non hanno al momento una classificazione precisa, e di cui risulta dubbia anche l'autotrofia.

Per il calcolo della diversità specifica è stato utilizzato l'indice di Shannon ( $H'$ ) che si basa sulla teoria dell'informazione e si esprime in bit/cellule (Odum, 1988). La diversità specifica è stata calcolata per ognuno dei campioni osservati ed è quindi assimilabile ad una  $\alpha$ -diversità, cioè come la diversità del più piccolo campione analizzabile. L'aspetto della distribuzione degli individui tra le specie è stato analizzato tramite la rappresentazione dell'equipartizione o evenness.

### 2.2.2. Stima telerilevata della produzione primaria pelagica

Per valutare la produzione primaria pelagica giornaliera è stato utilizzato un modello semianalitico (Morel, 1991) della produzione primaria giornaliera ( $\text{gC m}^{-2} \text{g}^{-1}$ ), impiegato per la stima da dati satellitari, lungo la colonna d'acqua fino alla profondità eufotica (tipo *Wavelength Resolved Models*). Il modello di produzione è stato abbinato ad uno atmosferico (Tanré *et al.*, 1979) ed uno bio-ottico (Morel, 1988) che forniscono la stima della radiazione fotosintetica sulla superficie del mare e la sua attenuazione lungo la colonna d'acqua. In seguito alla parametrizzazione dei principali processi fisiologici algali, si è potuto eseguire il calcolo della produzione primaria per ogni pixel (4 km), utilizzando lo script Unix PPSAT (Lazzara *et al.*, 2008). I principali *input* telerilevati utilizzati dal modello di produzione primaria sono la concentrazione di clorofilla nella zona eufotica, la temperatura superficiale del mare e la radiazione fotosintetica PAR, dati ottenuti da immagini giornaliere fornite dalla NASA (sensore MODIS Aqua).

## 2.3. CENSIMENTO DEI MAMMIFERI MARINI

### 2.3.1. Area di studio

L'area marina prospiciente le coste della Toscana è caratterizzata dalla presenza di una piattaforma sottomarina sulla quale si innalzano le isole che costituiscono l'Arcipelago Toscano e che separa due bacini con profondità diverse, quello Ligure-Provenzale a nord, più profondo e quello Tirrenico a sud, tendenzialmente meno profondo, connessi dal Canale di Corsica. Questa morfologia è una delle principali cause dell'instaurarsi di un complesso sistema di correnti che determina un apporto stagionale nella zona dell'Arcipelago di acque fresche in estate e calde in inverno. Il verificarsi in questa regione, di condizioni climatiche particolari comporta un conseguente elevato livello di produttività primaria, che si ripercuote sugli organismi ai vari livelli della scala trofica, compresi i Cetacei.

Fin dal 1990, con il Progetto Pelagos, viene sviluppata l'idea di creare nel bacino Corso-Ligure-Provenzale una riserva per salvaguardare una delle aree considerata particolarmente ricca di specie, nel 1999, dopo varie vicende, viene firmato l'accordo finale tra Italia, Francia e Principato di Monaco per l'istituzione di un Santuario Internazionale dei Cetacei, nel bacino sopraccitato, denominato

“Pelagos”, che diventa operativo in seguito alla ratifica da parte delle nazioni coinvolte nel 2002. Il Santuario “Pelagos” per i Mammiferi Marini del Mediterraneo (Fig. 3), entrato nella lista SPAMI nel 2001, è un'area marina protetta che si



Fig. 3 – Santuario “Pelagos” per i Mammiferi Marini.

estende per circa 90'000 km<sup>2</sup> nel Mediterraneo nord occidentale fra Italia, Francia e Sardegna. Gli obiettivi principali del Santuario sono, fra gli altri, monitorare l'andamento delle popolazioni di cetacei, facilitare il rafforzamento delle regolamentazioni legislative in materia di inquinamento, regolamentare le attività dell'industria del whale watching e aumentare la sensibilizzazione dell'opinione pubblica. Inoltre nel 2007 la Regione Toscana ha istituito l'Osservatorio Toscano dei Cetacei con sede a Capoliveri (Isola d'Elba), con lo scopo di valorizzare il territorio e le attività del Santuario tramite un progetto per coordinare i contributi di quanti studiano i Cetacei e di fare

informazione e formazione sul tema della biodiversità marina.

L'area di studio, in cui sono state svolte le campagne di avvistamento cetacei del progetto BioMarT, copre lo spazio di mare prospiciente le coste Toscane, Arcipelago incluso fino alla Corsica, delimitato dalle seguenti coordinate geografiche:

- a Nord dal parallelo di latitudine 43° 20' 00" N;
- a Sud dal parallelo di latitudine 42° 07' 00" N;

e indicativamente delimitata a nord dall'isola di Capraia, a ovest dalla Corsica, a sud dalle isole di Montecristo e Giannutri.

In particolare, il massimo sforzo nell'osservazione è stato svolto nell'area che comprende il canale di Corsica e il tratto di mare che circonda l'Elba, delimitato a nord dall'isola di Capraia e a sud dall'isola di Pianosa. Tale scelta è stata determinata dalle caratteristiche particolari dei fondali e delle coste. Queste zone infatti sono caratterizzate da batimetrie eterogenee, con secche, zone di piattaforma continentale, zone costiere e canali profondi, che creano una elevata diversità di habitat con condizioni favorevoli per la presenza di Cetacei con diverse abitudini alimentari ed ecologiche. Inoltre l'Elba è situata in una posizione geografica strategica, determinando un restringimento fra le coste della Corsica e dell'Elba e fra questa e Piombino, che crea due passaggi obbligati fra i bacini del Mar Ligure e del Tirreno settentrionale e favorisce l'incontro con le specie in transito fra i due mari.

### 2.3.2. Metodologia di rilevamento

Le campagne di avvistamento si sono svolte durante gli anni 2005 e 2006 nell'ambito del progetto e nel 2007 sono state aggiunte altre crociere svolte nell'ambito del progetto Balenare. Nel 2005 la campagna di avvistamento si è svolta dal 4 al 14 luglio, mentre nel 2006 la campagna è stata realizzata dal 3 al 13

settembre. Nel 2007 i survey di avvistamento sono stati 4, dal 16 al 23 marzo, dal 5 all'11 giugno, dal 2 al 6 settembre e dall' 8 al 14 ottobre. Nell'arco di 3 anni sono state quindi realizzate 6 crociere, per un totale di 50 giorni in mare.

Le imbarcazioni a vela utilizzate sono state 3. Nel 2005 un catamarano di 12 m, nel 2006 un ketch di 18 m e nel 2007 uno sloop di 16 m. In tutte le imbarcazioni l'altezza del ponte garantiva al personale addetto all'avvistamento un'altezza sul livello del mare mediamente di 2 m. Tutte le imbarcazioni erano dotate di motore diesel entrobordo che garantiva una velocità di crociera di 8 nodi e una velocità di avvistamento di circa 4-5 nodi.

Il tipo di design di campionamento utilizzato è stato a transetto lineare con andamento a "zig zag", per consentire la copertura del maggior numero di miglia con la massima efficienza di avvistamento possibile, adottando la metodologia di Buckland *et al.* (1993). In questa prima fase, lo studio aveva lo scopo di effettuare sia un primo censimento delle specie presenti, sia una prima valutazione della consistenza dei vari gruppi. Ogni fine transetto la nuova rotta veniva scelta con un angolo minimo di 30-34° in modo da massimizzare i risultati e ridurre al minimo la sovrapposizione dell'area di osservazione. Le ore di osservazione giornaliere sono state 8-9 per un totale di circa 35-40 miglia nautiche percorse. Le osservazioni venivano interrotte quando lo stato del mare raggiungeva e superava Douglas 3 e il vento forza 5 della Scala Beaufort, in quanto queste condizioni riducono notevolmente la possibilità di avvistamento, inoltre i transetti venivano interrotti a una distanza dalla costa di circa 1 miglio. Ad ogni avvistamento si interrompeva il transetto e si procedeva all'avvicinamento dei cetacei per raccogliere tutti i dati necessari e scattare immagini da utilizzare per la fotoidentificazione. Successivamente, portata a termine questa fase, veniva ripreso il transetto con una rotta parallela a quella precedentemente abbandonata, partendo dal punto di interruzione del contatto. I dati di posizione delle imbarcazioni, della traccia del transetto e della posizione dei singoli avvistamenti, venivano presi con un GPS di navigazione in dotazione alle imbarcazioni e con un GPS portatile. Tali tracce sono state poi riversate su supporto informatico per la successiva elaborazione statistica.

Il personale coinvolto nella ricerca era composto da biologi e da volontari ai quali era stato fatto in precedenza un corso sul riconoscimento e le procedure a cui attenersi in caso di avvistamento, gli operatori erano suddivisi in turni d'osservazione; ciascun turno, della durata di un'ora, era composto da 4 persone. I gruppi erano formati in modo che in ciascun turno ci fosse un responsabile cetologo e che tutti i ruoli fossero ricoperti in base alle competenze di ciascuno. Gli osservatori, posizionati sul ponte erano 4 in modo da coprire i 360° (uno a prua, uno per ciascuna murata e uno a poppa). Ciascun osservatore era dotato di un binocolo 10x50 e durante l'avvistamento veniva alternato l'utilizzo del binocolo con la ricerca ad occhio nudo, in modo da ridurre l'affaticamento degli occhi e il pericolo di mal di mare.

Durante le crociere venivano seguite le seguenti procedure di raccolta dati: all'inizio di ciascun turno veniva compilata una scheda (Fig. 4) con i dati relativi allo stato del mare, al vento, alla visibilità ecc., rilevati dalla strumentazione di bordo e in base all'esperienza dell'osservatore cetologo. Durante ciascun avvistamento ogni osservatore assumeva un ruolo preciso e predefinito (Tabella 4), garantendo in tal modo una raccolta completa di dati.



A fine osservazione venivano completate le schede (Fig. 4) e veniva ripreso il transetto. Al termine del periodo giornaliero di osservazione tutti i dati raccolti venivano riportati sul computer.

Tabella 4 – Suddivisione fasi del survey e dei compiti degli osservatori.

fasie	eventi	1° osservatore	2° osservatore	3°/4° osservatore
<b>Survey</b>	Monitoraggio della visuale totale	Monitorare con binocolo e occhio nudo	Monitorare con binocolo e occhio nudo  Compilare a inizio turno <u>scheda condizioni metomarine</u>	Monitorare con binocolo e occhio nudo
<b>Sighting</b>	Verifica avvistamento	Verifica avvistamento	Verifica avvistamento	Verifica avvistamento
<b>1°</b>	Avvistamento	Mantenere contatto  Foto evento	Compilare <u>scheda di avvistamento</u> : <ul style="list-style-type: none"> <li>● ora di inizio avvistamento (gps)</li> <li>● posizione iniziale dell'imbarcazione con il (gps)</li> <li>● la velocità dell'imbarcazione con il (gps)</li> <li>● posizione del gruppo di animali rispetto alla barca (con la bussola di rilevamento)</li> <li>● direzione di nuoto</li> </ul> Avvisare che è possibile cambiare rotta	Continuare osservazione
<b>2</b>	Inseguimento	Mantenere contatto  Foto evento e fotoidentificazione	Compilare <u>scheda di avvistamento</u> : <ul style="list-style-type: none"> <li>● condizioni meteomarine</li> <li>● Identificazione specie coinvolte nell'osservazione e grado di certezza. (sicura , probabile possibile).</li> <li>● Stima N° esemplari (Min e Max);</li> <li>● Stima composizione del gruppo (Adulti, giovani e piccoli e se possibile sesso).</li> <li>● Direzione, velocità (rispetto all'imbarcazione) del gruppo e tipo di nuoto</li> <li>● Note varie sul retro</li> </ul> Compilare <u>scheda dei tempi respirazione</u> (cronometro)	Continuare osservazione
<b>3</b>	Fine sessione	Mantenere contatto  Foto evento e fotoidentificazione	Compilare <u>scheda di avvistamento</u> : <ul style="list-style-type: none"> <li>● Ora di fine avvistamento (gps)</li> <li>● Coordinate imbarcazione a fine avvistamento (gps)</li> <li>● Posizione finale animali rispetto alla barca (bussola di rilevamento)</li> <li>● condizioni meteomarine</li> <li>● presenza di foto e dati bioacustici</li> </ul> Avvisare che è possibile riprendere i transetti	Continuare osservazione
<b>4</b>	Ripresa turno	Tornare alla posizione prima dell'avvistamento	Tornare alla posizione prima dell'avvistamento	Tornare alla posizione prima dell'avvistamento

Per la fotoidentificazione è stata seguita la metodologia di Würsig & Würsig, 1977. Con tale tecnica, attraverso fotografie di buona qualità, si cerca di identificare i singoli individui grazie alla presenza di marcature naturali sulla superficie del corpo, come cicatrici, graffi, colori e eventuali peculiarità nella forma del corpo e della pinna dorsale e/o caudale. I caratteri utilizzati con tale finalità variano da specie a specie, devono essere assolutamente duraturi nel tempo, facilmente visibili e possibilmente osservabili da entrambi i lati dell'animale in modo da permettere il riconoscimento negli anni. Un individuo è ritenuto "ben marcato" quando è riconoscibile da più di un carattere, minimo 3, che garantiscono l'unicità dell'individuo. Nei tursiopi (*Tursiops truncatus*), ad esempio, sono elementi di marcatura posizione, forma, dimensioni e modello delle tacche spesso presenti sul bordo posteriore della pinna dorsale e del dorso subito dietro la pinna (Wells & Scoot 1990; Würsig & Jefferson, 1990).

### 2.3.3. Analisi dei dati

I dati raccolti seppur numerosi – n. di specie avvistate, n. di individui per gruppo e sua composizione, georeferenziazione dei punti di avvistamento, rotte e miglia percorse ecc. – non hanno permesso elaborazioni complesse. Un primo semplice dato è stato il numero di specie avvistate e l'entità dei singoli gruppi. Il numero di avvistamenti, messo in relazione con lo sforzo di osservazione (km percorsi e ore di osservazione), ha fornito una prima stima dell' "encounter rate", cioè il Tasso di Incontro, che consente di valutare l'abbondanza relativa delle specie. Essa è calcolata come  $N/L \times 100$  dove N è il numero di animali avvistati e L corrisponde allo sforzo, espresso in km percorsi con stato del mare ottimale, che si traduce in numero di animali visti per 100 km di sforzo.

Tutti i dati provenienti dalla fotoidentificazione hanno permesso di iniziare a comporre un catalogo degli animali marcati. In particolare si è lavorato sul tursiope (*Tursiops truncatus*) che è stata la specie maggiormente studiata ed è anche quella caratterizzata da segni di marcatura più evidenti. Per questa specie si è cominciata la stima delle dimensioni dei gruppi attraverso la creazione di una Curva del Tasso di Scoperta o "rate of discovery". Ossia una curva in cui sull'asse y si riporta il numero degli individui marcati e sull'asse x i giorni progressivi di avvistamento. Quando la curva assume una crescita asintotica il valore corrispondente a questo punto rappresenta una stima attendibile della dimensione del gruppo.

### 3. RISULTATI PER LOCALITÀ

#### 3.1. COSTA DI CALAFURIA

##### 3.1.1. Individuazione del sito, punti di emergenza e caratterizzazione del benthos

Il tratto più settentrionale del litorale toscano a costa alta è ubicato nella parte sud di Livorno, verso Quercianella e Castiglioncello. La gran parte emersa di questa fascia costiera costituisce la Riserva Naturale Statale di Calafuria; istituita con il DMAF del 13 luglio 1977. L'ambiente sommerso, come quello emerso, è formato in prevalenza da arenaria quarzosa compatta. Questa zona marina costituisce uno dei tratti di costa più conosciuti e frequentati dai subacquei sportivi della Toscana, grazie soprattutto alla facile accessibilità dei siti d'immersione, alcuni dei quali sono raggiungibili direttamente da terra.

L'ambiente marino di Calafuria è stato studiato da Falleni *et al.* (2005). La componente floristica dell'area costiera livornese è stata presa in esame da Cinelli *et al.* (1969), Cinelli (1971) e Piazzini *et al.* (1997b); per ciò che riguarda la fauna, i Policheti sono stati studiati da Abbiati (1987), i Molluschi da Campani (1983), Bogi *et al.* (1994) e Coppini *et al.* (2005).

ID 1 – Calafuria	
Comune: Livorno	Provincia: LI
Coordinate UTM fuso 32: E = 608561; N = 4812956	



Fig. 5 – Ubicazione del sito di campionamento.

Il sito d'immersione prescelto è situato in prossimità della Torre di Calafuria (Fig. 5).

Calafuria è caratterizzata da acque quasi sempre torbide, con molto materiale in sospensione, che non permettono alla luce di penetrare molto in profondità e che consentono a specie sciafile di occupare anche le batimetriche superiori. È possibile così trovare colonie di *Paramuricea clavata* a partire da -20 m, questa specie in passato era abbondantemente distribuita lungo i pendii di Calafuria, in seguito al surriscaldamento anomalo delle acque marine nell'estate del 2003, quando il termocline si abbassò fino a raggiungere e superare i -30 m, la maggior parte delle colonie dei livelli superiori subì uno shock termico che ne determinò una moria di massa, lasciando sopra i -30 m solo sporadici ventagli (comunicazione personale). Il fondale in molti punti è particolarmente scosceso ed è frequente trovare zone con cavità e anfratti che danno rifugio a numerose specie, alcune delle quali protette come *Palinurus elephas*, e *Corallium rubrum*.

Quest'ultima in particolare, molto rara in tutto l'Arcipelago, rende le coste di Calafuria peculiari e molto frequentate dai subacquei. Altre specie protette presenti sono: *Paracentrotus lividus*, piuttosto abbondante, e diverse specie di spugne tra cui *Axinella cannabina*, *Axinella polypoides*, *Spongia agaricina*. Nei punti in cui la roccia lascia spazio a substrati detritici o sedimentali è presente *Posidonia oceanica* che, in queste condizioni, non forma praterie ma si mantiene in sporadici ciuffi.

Nonostante l'elevata densità di subacquei rilevabile in questa zona durante tutto l'arco dell'anno e la coltre di sedimento presente alle quote più profonde, il sito presenta biocenosi abbastanza ben differenziate ed un coralligeno con spiccata biodiversità.

Per quanto concerne le specie presenti a Calafuria esiste il libro iconografico di Falleni *et al.* (2005) che riporta numerose specie, di alghe, invertebrati e pesci, e che, pur non avendo la pretesa di un lavoro scientifico, fornisce numerose fotografie del macrobenthos presente a Calafuria. L'esame del materiale raccolto nel corso dei campionamenti effettuati nei due anni di ricerca ha portato ad un notevole incremento nel numero di taxa algali già segnalati mentre l'elenco faunistico è mancante di numerosi taxa presenti nel libro, ma contemporaneamente contiene specie che essendo poco visibili ad occhio nudo o di scarso interesse da parte di un fotografo subacqueo non sono riportate. La componente floristica risulta composta da 131 taxa di cui 12 Chlorophyta, 17 Phaeophyceae e 100 Rhodophyta. Per quanto riguarda la componente animale sono state campionate 125 specie distribuite in 10 diversi Phyla; i taxa più rappresentati sono Briozoi (35) Poriferi (22) e Molluschi (21) (Fig. 6).

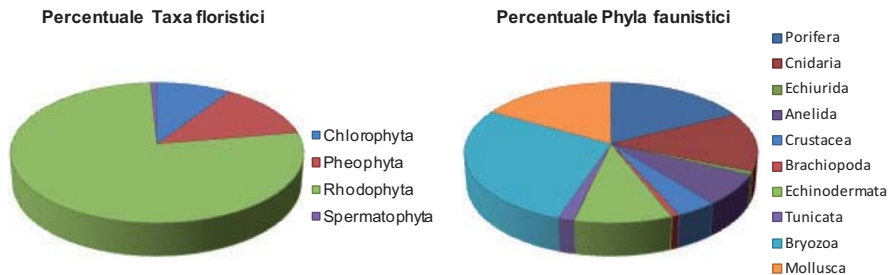


Fig. 6 – Composizione percentuale dei taxa della componente floristica (a sinistra) e faunistica (a destra).

Le nuove segnalazioni riportate nell'elenco floristico si riferiscono in gran parte ad entità largamente distribuite nel Mediterraneo occidentale e quindi presenti anche sulle coste continentali toscane e nelle diverse isole dell'arcipelago; la loro assenza nelle precedenti liste è probabilmente da attribuire al fatto che sono stati fatti fino ad oggi pochi studi sistematici nelle zone indagate. È importante segnalare la presenza di *Caulerpa racemosa* var. *cilindrica* e *C. taxifolia*, le due specie non sono particolarmente abbondanti e i loro range batimetrici non si sovrappongono, infatti la prima è presente entro i -10 m di profondità mentre la seconda è stata segnalata a -20 m. A Calafuria si segnala un'unica specie di *Cystoseira*, *C. barbata*, ma non compaiono cistoseireti. Interessante è la presenza di plantule appartenenti a questo genere, che hanno colonizzato i substrati

artificiali, posti sperimentalmente a Calafuria per analizzare il grado di colonizzazione e le successioni ecologiche.

Considerando le batimetriche oggetto di studio e il tipo di substrato, quasi esclusivamente roccioso, le biocenosi studiate risultano appartenere tutte ai fondi duri del piano infralitorale e del circalitorale. La conformazione della costa, come precedentemente descritto e la torbidità delle acque permettono la presenza a basse quote di specie sciafile come *Paramuricea clavata*. Oltre a questa facies, tipica del coralligeno, presente già a -20 m, troviamo *Corallium rubrum*, anch'esso tipico di acque più profonde.

La componente vegetale del piano infralitorale è, al solito, caratterizzata dall'abbondanza di alghe brune appartenenti ai due ordini delle Sphacelariales e delle Dictyotales ed è da sottolineare il fatto che tra le specie del genere *Cystoseira* identificate nell'intero range batimetrico preso in esame è presente unicamente *C. barbata*. In effetti, mentre i cistoseireti più superficiali a *Cystoseira amentacea* var. *stricta*, a *C. brachycarpa* var. *balearica* ed a *C. compressa* sono ben rappresentati nel tratto costiero a sud di Livorno, le specie in grado di strutturare popolamenti compatti nei livelli inferiori del piano infralitorale non risultano presenti nel materiale esaminato come del resto non figurano nelle stazioni successive dislocate sulle coste continentali e nei due isolotti di Cerboli e dello Sparviero. Basandosi sull'analisi del campionamento fotografico e sulla presenza ed i valori di ricoprimento di specie che caratterizzano le unità bionomiche proposte da RAC/SPA per i fondi rocciosi del Mediterraneo, nel sito di Calafuria sono risultate presenti un certo numero di associazioni, quali l'associazione a *Corallina elongata* ed *Herposiphonia secunda*, l'associazione a *Stypocaulon scoparium* e l'associazione a *Gelidium spinosum* var. *hystrix* nell'orizzonte superiore del piano infralitorale, mentre tra quelle tipiche di ambienti superficiali scarsamente illuminati figura l'associazione a *Rhodymenia ardissoni* e *Rhodophyllis divaricata*. Nei livelli inferiori del piano infralitorale è largamente predominante l'associazione a *Flabellia petiolata* e *Peyssonnelia squamaria* ma valori di copertura elevati mostra anche l'associazione a *Peyssonnelia rubra*, accompagnata dalle congeneri *P. polymorpha* e *P. rosa-marina*, come pure l'associazione a *Lithophyllum stictaeforme* ed *Halimeda tuna*, presente a livello del piano circalitorale come testimoniato dalle numerose specie del genere *Peyssonnelia* e dalle Corallinales identificate. Tra le specie predominanti appartenenti all'ordine delle Corallinales è opportuno citare *Lithothamnion philippii* e due specie del genere *Mesophyllum*: *M. alternans* e *M. macroblastum* che con i loro talli contribuiscono in modo sostanziale al bioconcrezionamento sia a livello del coralligeno di parete che nel coralligeno di piattaforma e che risultano nuove segnalazioni per le coste toscane. Tra le Corallinales a Calafuria è presente anche *Titanoderma ramosissimum*, anch'essa nuova per le coste toscane; questa alga perennante non contribuisce allo sviluppo di formazioni organogene ma in considerazione della sua presenza sporadica e della fragilità del tallo andrebbe comunque inserita in una lista di alghe meritevoli di una adeguata protezione. Nuove segnalazioni risultano anche *Metapeyssonnelia feldmannii* e *Neosiphonia sphaerocarpa*; per quest'ultima si tratta di un nuovo reperto per le coste italiane, anche se la sua presenza nel settore settentrionale del Mediterraneo occidentale era già accertata. Fra le biocenosi tipiche del piano circalitorale sono presenti fin dai primi metri anche *Eunicella cavolini* e *Parazoanthus axinellae* che poi si ritrovano fino a -30 m. Poco più profonde (-20 m) si presentano le facies a *Paramuricea clavata* e a *Leptopsammia pruvoti*. Come

precedentemente descritto *P. clavata* occupava superfici anche piuttosto estese già a partire da 23-25 m al momento del campionamento, molti tratti in precedenza caratterizzati da questa specie ne risultavano privi, mentre altri apparivano con colonie giovani, edificate sulle precedenti colonie.

**L'elenco sistematico** relativo a questa località e la **bibliografia consultata** sono riportati sul sito del Museo di Storia Naturale <http://www.msn.unifi.it/CMprov-p-31.html>.

### 3.2. ISOLOTTO DI CERBOLI

#### 3.2.1. Individuazione del sito, punti di emergenza e caratterizzazione del benthos

L'isolotto calcareo di Cerboli di 0.04 km<sup>2</sup> di superficie, si trova nel mezzo del Canale di Piombino, a 8 km circa dall'isola d'Elba (Fig. 7). Non antropizzato, rientra nel perimetro del Parco Nazionale dell'Arcipelago Toscano ed è una Zona di Protezione Speciale (ZPS) di Bioitaly.

<b>ID 2 - Cerboli</b>	
Comune: Rio nell'Elba	Provincia: LI
Coordinate UTM fuso 32: E = 626673; N = 4746205	

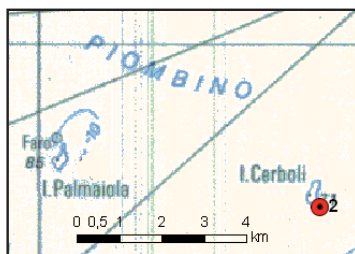


Fig. 7 – Ubicazione del sito di campionamento.

Le immersioni sono state effettuate sul versante sudorientale dell'isola, nei pressi di una piccola cala.

Cerboli è caratterizzato da acque con forte corrente e quasi sempre torbide, con molto materiale in sospensione; quest'ultimo ostacola la penetrazione della luce e copre di un sottile strato di sedimenti gli organismi bentonici.

Le specie protette o di qualche valenza ecologica emerse durante i campionamenti non sono molte, nei primi metri di profondità si trova *Paracentrotus lividus* mentre a profondità maggiori è possibile incontrare piccoli esemplari di *Maja squinado* e *Palinurus elephas*.

L'analisi del materiale raccolto nel corso dei due anni di ricerca ha portato all'individuazione di un notevole numero sia di taxa algali sia di zoobenthos. In totale è stata verificata la presenza di 282 specie, l'elenco floristico comprende 120 taxa di cui 1 Chrysophyta, 13 Chlorophyta, 19 Phaeophyceae e 87 Rhodophyta. Per quanto riguarda la componente animale sono state campionate 162 specie distribuite in 10 Phyla. Il gruppo più rappresentato è quello dei Molluschi (69), seguono poi i Briozoi (45) gli Cnidari (13) e i Poriferi (12). Interessante notare in questo sito, un discreto numero di specie di Crostacei (11) (Fig. 8).

Le batimetriche di -5 e -10 m mostrano una copertura algale con predominanza di Dictyotales, *Padina pavonica* e feltro algale filamentoso. Proseguendo verso il largo la pendenza si fa meno accentuata e compaiono i primi esemplari *Eunicella singularis*. Attorno ai -25-30 m si strutturano le bioconcrezioni e la presenza di *Paramuricea clavata*, anche di grandi dimensioni che però

appaiono danneggiate dalla massiccia presenza di mucillagine. Oltre la mucillagine a depauperare e impoverire la biodiversità dell'isolotto contribuisce la presenza dell'alga infestante *Caulerpa racemosa* var *cylindracea*, distribuita abbondantemente dai -5 ai -20 m di profondità.

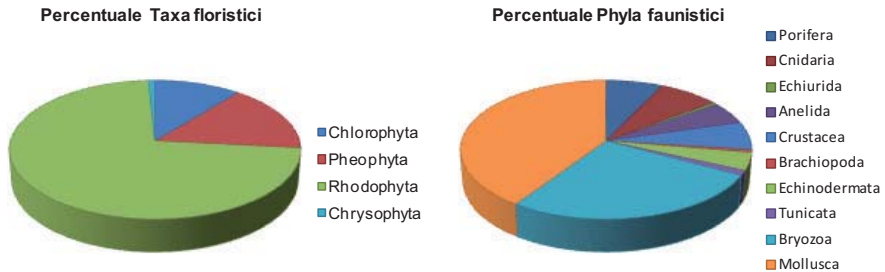


Fig. 8 – Composizione percentuale dei taxa della componente floristica (a sinistra) e faunistica (a destra).

Anche in questa stazione nelle fitocenosi fotofile che colonizzano i livelli inferiori del piano infralitorale risultano assenti forme algali perennanti o parzialmente perennanti con habitus eretto; le associazioni predominanti sono quelle strutturate da alghe con portamento cespitoso quali: l'associazione a *Stypocaulon scoparium*, che si accompagna a *Dictyota dichotoma* var. *intricata*, *Dictyota fasciola*, e *Padina pavonica* e l'associazione a *Gelidium spinosum* var. *hystrix*. Ben diversificata risulta viceversa la componente sciafila sia a livello del piano infralitorale, nel quale si ritrovano le associazioni già individuate per Calafuria che nel piano circalitorale, ambedue caratterizzati da una notevole abbondanza di specie appartenenti al genere *Peyssonnelia*, di Corallinales crostose e di rodoficee con tallo carnoso o filamentoso, alcune delle quali mostrano un'ampia distribuzione batimetrica mentre altre risultano confinate alle quote inferiori come ad esempio le specie che caratterizzano l'associazione a *Rodriguezella strafforelloii*. Nel contingente di specie sciafile identificate figura *Ceramium graecum*, presente di solito come epifita sulle lamine espanse di *Lithophyllum stictaeforme*. Si tratta, anche in questo caso, di un ulteriore nuovo reperto per le coste toscane e per l'intero settore settentrionale del Mediterraneo occidentale dato che *C. graecum* è stato descritto sulla base di campioni raccolti sulle coste della Grecia e segnalata poi unicamente sulle coste pugliesi e nei dintorni di Catania. Fra le facies del circalitorale sono presenti inoltre *Leptopsammia pruvoti* distribuita su tutto il range batimetrico, *Eunicella singularis* presente dai -10 ai -30 m, *E. cavolini* e *Parazoanthus axinellae*, segnalate solo a -20 m, oltre la già citata *Paramuricea clavata* presente solo intorno ai -30 m.

**L'elenco sistematico** relativo a questa località e la **bibliografia consultata** sono riportati sul sito del Museo di Storia Naturale <http://www.msn.unifi.it/CMprov-p-31.html>.

### 3.3. COSTA DI PUNTA ALA

#### 3.3.1. Individuazione del sito, punti di emergenza e caratterizzazione del benthos

Leggermente a sud del promontorio di Punta Ala, a circa un miglio di distanza dalla costa, è situato uno scoglio (Fig. 9) che è, assieme all'isola di Cerboli, uno dei pochissimi tratti di mare con presenza di fondali rocciosi rintracciabile nelle vicinanze del Golfo di Follonica.

<b>ID 3 - Scoglio dello Sparviero</b>	
Comune: Castiglione della Pescaia	Provincia: LI
Coordinate UTM fuso 32: E = 640155; N = 4739783	

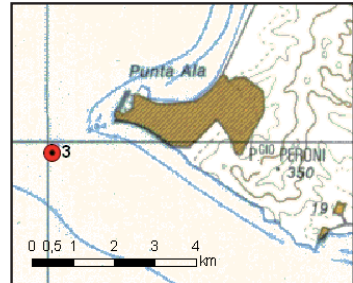


Fig. 9 – Ubicazione del sito di campionamento.

Le immersioni di campionamento si sono svolte sul versante occidentale dello scoglio.

Lo Scoglio dello Sparviero è risultato un sito piuttosto povero di specie protette, e sono da segnalare soltanto il mollusco *Luria lurida* e l'echinoderma *Paracentrotus lividus*. Anche in questa località risulta presente il briozoo *Hornera lichenoides*, specie protetta praticamente ubiquitaria nei mari della Toscana e ritrovata in quasi tutti i campionamenti.

Lo Scoglio dello Sparviero risulta un sito, rispetto ad altre zone campionate, non caratterizzato da una spiccata biodiversità, in modo abbastanza simile a quanto riscontrato in altri siti lungo costa. Infatti i due anni di campionamenti nelle diverse stagioni e alle diverse profondità hanno portato all'identificazione di sole 248 specie di cui 100 per la componente floristica e 148 quella faunistica (Fig. 10).

Tra le alghe dominano le Rhodophyta con 75 specie, seguono poi le Phaeophyceae con 14 e infine le Chlorophyta con 11. Per quanto riguarda la componente animale le 148 specie sono distribuite in 10 Phyla. I gruppi più rappresentati sono Briozoi (57) e Molluschi (57) seguono poi Poriferi (15) e Cnidari (14).

Le batimetriche dei -5 e -10 m mostrano una copertura ad alghe fotofile, anche se non particolarmente sviluppata, e sono caratterizzate dalla presenza di gorgonie bianche (*Eunicella singularis*) e gialle (*Eunicella cavolinii*), già alla quota di -5 m, e da una grande abbondanza di spugne rosse incrostanti. Le biocenosi dei -20 e soprattutto dei -30 m, quasi interamente ricoperte dal sedimento, sono caratterizzate da gorgonie rosse (*Paramuricea clavata*) e colonie molto estese del briozoo *Pentapora fascialis*. L'alga infestante *Caulerpa racemosa var cylindracea* è presente in piccole quantità a -30 m.

La lista delle macroalghe identificate in questa stazione comprende specie largamente distribuite nel settore centro-settentrionale del Mediterraneo occidentale e non presenta specie rilevanti dal punto di vista floristico. L'aspetto vegetazionale ricalca quello delle stazioni precedenti e si caratterizza per la

presenza nel piano infralitorale di associazioni fotofile dominate da alghe appartenenti ai due ordini delle Sphacelariales e delle Dictyotales; l'abbondante sedimento determina inoltre lo sviluppo di un cospicuo feltro algale, costituito in prevalenza da *Womersleyella setacea* e distribuito nell'intero range batimetrico. Nei livelli inferiori del piano infralitorale sempre ben rappresentato risulta comunque il contingente di specie sciafile con habitus crostoso, calcificate e non calcificate, appartenenti al genere *Peyssonnelia* e che caratterizzano le due associazioni a *Flabellia petiolata* e *Peyssonnelia squamaria* ed a *Peyssonnelia rubra* e *Peyssonnelia* spp. Inoltre sono presenti *Eunicella cavolini* e *E. singularis*, la prima segnalata, fino a -20 m e la seconda presente lungo tutto il range batimetrico, mentre. *Parazoanthus axinellae* e a *Paramuricea clavata* sono distribuite dai -10 ai -30 m. *Leptosammia pruvoti* è presente solo nella batimetria dei -20 m, mentre l'associazione a *Lithophyllum stictaeforme* e *Halimeda tuna* è sempre presente, anche se variamente abbondante.

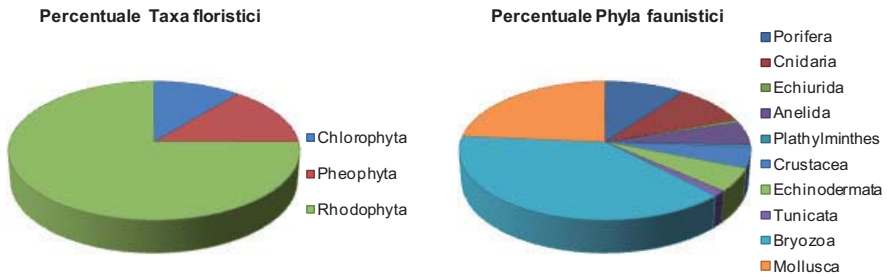


Fig. 10 – Composizione percentuale dei taxa della componente floristica (a sinistra) e faunistica (a destra).

**L'elenco sistematico** relativo a questa località e la **bibliografia consultata** sono riportati sul sito del Museo di Storia Naturale <http://www.msn.unifi.it/CMprov-p-31.html>.

### 3.4. COSTA DEI MONTI DELL'UCCELLINA-TALAMONE

#### 3.4.1. Individuazione del sito, punti di emergenza e caratterizzazione del benthos

Il tratto costiero della Maremma toscana che va da Principina a Mare fino a Talamone è diventato, a partire dal 1975 (Legge Regione Toscana n. 65 del 5 giugno 1975) il Parco Naturale della Maremma. Il Parco comprende una fascia costiera di circa 20 km, che si presenta come una successione di ampi arenili, che si allungano dalla Bocca d'Ombrone alla Cala di Forno, dove i Monti dell'Uccellina cominciano a precipitare in mare formando una scogliera che si prolunga fino al promontorio di Talamone. La legge quadro sulle aree protette n. 394/91 ha previsto la creazione della "riserva marina Monti dell'Uccellina, Formiche di Grosseto, Foce dell'Ombrone, Talamone" che per il momento non è stata istituita.

In corrispondenza di Cala di Forno (Fig. 11) il fondale ha una profondità media di circa -10 m e aumenta poi la propria pendenza in modo molto graduale, allontanandosi dalla costa. Il campionamento a -20 m è stato effettuato sull'unico punto roccioso presente nella zona, su una secca che si solleva da un fondale

fangoso di circa -23 m , il campionamento a quota -30 m, non è stato possibile per l'assenza di affioramenti rocciosi a tale profondità.

<b>ID 4 - Cala di Forno</b>	
Comune: Magliano in Toscana	Provincia: GR
Coordinate UTM fuso 32: E = 671148; N = 4718954	

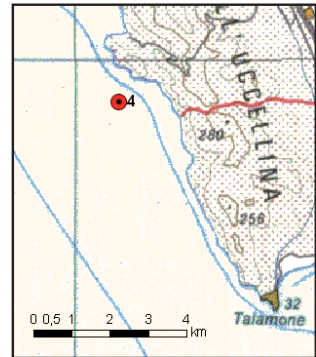


Fig. 11 – Ubicazione del sito di campionamento.

Talamone si discosta discretamente dagli altri siti per l'assenza di un vero e proprio costone roccioso e la presenza di frastagliati affioramenti di substrato duro circondati da un fondo sabbio-fangoso dal quale spuntano sporadici ciuffi di *Posidonia oceanica* e dove è possibile trovare il bivalve *Pinna nobilis*. Questo sito, più di ogni altro, è caratterizzato da acque sempre torbide, con molto materiale in sospensione, e una spessa coltre di sedimento fine che copre ogni organismo. Questo non permette alla luce di penetrare molto in profondità, consentendo a specie tipicamente sciafile di occupare anche batimetriche superiori. È possibile così trovare *Paramuricea clavata* a -20 m e le due specie del genere *Eunicella* anche a -5 m. Nonostante l'impatto visivo di questo sito, all'apparenza tutto uniformemente spoglio e poco colonizzato, il fondale conserva una buona varietà di specie protette con presenza di *Axinella polypoides* tra le spugne e la ciprea *Luria lurida* tra i molluschi, si ritrovano anche *Paracentrotus lividus* e diverse altre specie di echinodermi.

L'esame del materiale raccolto nel corso dei campionamenti effettuati nei due anni di studio ha portato al rinvenimento di i 235 specie bentoniche. L'elenco floristico comprende 105 taxa di cui 12 Chlorophyta, 15 Phaeophyceae e 93 Rhodophyta. Per quanto riguarda la componente animale sono state campionate 130 specie distribuite in 9 diversi Phyla. I gruppi più rappresentati sono Molluschi (40) e Briozoi (30) seguono poi Cnidari (18) e Poriferi (17) (Fig. 12).

Alle batimetrie superiori le biocenosi, dalle fotografie scattate lungo il transetto, appaiono poco differenziate in termini di ricchezza di specie e la copertura algale non risulta particolarmente sviluppata, questo a causa della grande quantità di sedimento fine che ricopre e in parte nasconde le specie presenti. Lo stesso problema si ha anche a -20 m, sebbene si sia discosti dalla costa, e la notevole quantità di sedimento fine rende difficile l'identificazione delle biocenosi presenti. È interessante comunque notare la presenza di numerose gorgonie e diverse specie di spugne, forse in relazione proprio alla grande quantità di materiale in sospensione e la conseguente abbondanza di cibo. Inoltre il sito risulta caratterizzato dalla presenza di specie che, pur non essendo protette, non sono comunemente osservabili in tali quantità nelle altre stazioni. In particolare si segnalano i briozoi *Pentapora fascialis* e *Chartella papirea*, il porifero *Oscarella*

*lobularis* e la gorgonia *Leptogorgia ceratophyta*, che qui è presente con colonie molto sviluppate. Anche in questa località, come lungo tutta la costa, è presente l'alga *Caulerpa prolifera*.

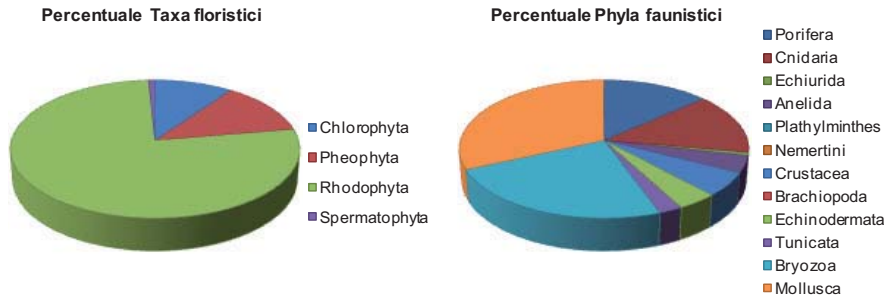


Fig. 12 – Composizione percentuale dei taxa della componente floristica (a sinistra) e faunistica (a destra).

Sebbene i campionamenti, a Talamone, non siano andati oltre i -20 m la scarsità di luce di fatto favorisce le associazioni tipiche del piano circalitorale, mentre il tipo di fondale, misto, più detritico che roccioso accoglie al suo interno biocenosi di varia appartenenza. Per quanto riguarda comunque le biocenosi tipiche del substrato roccioso si evidenzia la presenza nell'infraitorale superiore di popolamenti che si affermano in ambienti soggetti ad una elevata sedimentazione o comunque a notevoli variazioni nella trasparenza della colonna d'acqua come ad esempio *Halophithys incurva* e *Dipterosiphonia rigens*. In queste situazioni anche la componente sciafila, al solito caratterizzata da numerose specie del genere *Peyssonnelia* e da corallinacee crostose, risale a quote più superficiali e le associazioni del circalitorale compaiono già a -5 m con la presenza delle facies a *Eunicella cavolini* e *E. singularis*, mentre *Paramuricea clavata*, *Leptopsammia pruvoti* e *Parazoanthus axinellae* sono presenti a -20 m di profondità. L'altra associazione tipica del coralligeno presente fin dai primi metri e che si estende in tutte le batimetriche è quella a *Lithophyllum stictaeforme* e *Halimeda tuna*.

**L'elenco sistematico** relativo a questa località e la **bibliografia consultata** sono riportati sul sito del Museo di Storia Naturale <http://www.msn.unifi.it/CMprov-p-31.html>.

### 3.5. MONTE ARGENTARIO

#### 3.5.1. Individuazione del sito, punti di emergenza e caratterizzazione del benthos

Il promontorio dell'Argentario era originariamente un'isola, unita poi alla terraferma grazie all'accumulo dei detriti trasportati dai fiumi e dalle correnti marine, tramite i tomboli sabbiosi della Feniglia e della Giannella e da una diga centrale fatta costruire nel 1824 dal Granduca di Toscana Leopoldo II. Per la sua posizione strategica e per la morfologia delle coste alte e rocciose che consentono solo pochi approdi, l'Argentario è stato sempre antropizzato anche se in modo localizzato e limitato ad alcune insenature.

Lo scoglio dell'Argentarola (Fig. 13) è distante qualche centinaio di metri dalla costa occidentale dell'Argentario.

<b>ID 5 - Isolotto dell'Argentarola</b>	
Comune: Monte Argentario	Provincia: GR
Coordinate UTM fuso 32: E = 671266; N = 4698376	



Fig. 13 – Ubicazione del sito di campionamento.

Pochi sono i lavori riguardanti i popolamenti bentonici dell'Argentario, Vignoli *et al.* (2004) hanno studiato i Crostacei Decapodi Brachiuri di quest'area. Tra le specie protette *Posidonia oceanica* è presente con ciuffi sparsi, anche in questo sito, ovunque ci siano, sul fondo roccioso, dei piccoli avvallamenti dove si deposita del detrito insieme a questa specie si trova spesso *Pinna nobilis*. Dove invece le pareti sono verticali e emerge il substrato roccioso è presente il mollusco bivalve *Lithophaga lithophaga* e in alcuni anfratti è possibile trovare *Luria lurida*. Tra gli echinodermi è presente *Ophidiaster ophidianus*; questo Asteroideo purpureo non è molto frequente e anche nei nostri campionamenti è risultato piuttosto raro. A -30 m di profondità, sulla volta di alcuni tetti rocciosi, pendono colonie di *Corallium rubrum*, specie un tempo presente in modo abbondante in buona parte della Toscana e ormai particolarmente rara. All'Argentarola è presente anche *Cystoseira compressa* il cui monitoraggio nel tempo è, come già accennato per altre località, di notevole importanza in quanto i cistoseireti sono estremamente importanti da un punto di vista ecologico poiché rifugio di molte specie, sia epifite sia presenti nel sottostrato.

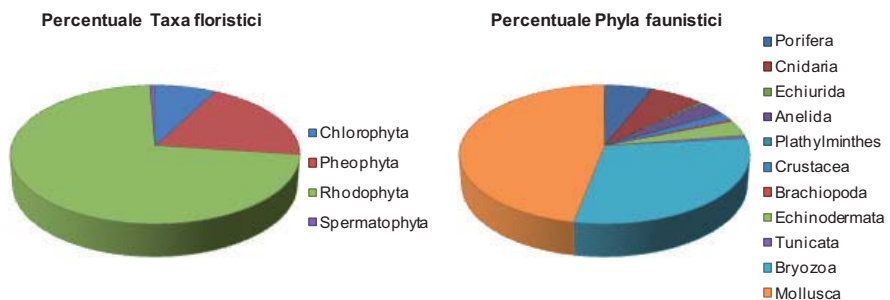


Fig. 14 – Composizione percentuale dei taxa della componente floristica (a sinistra) e faunistica (a destra).

L'identificazione delle specie raccolte nel corso dei campionamenti nell'ambito del progetto BioMarT ha portato ad evidenziare diversi taxa presenti su questo piccolo isolotto, attualmente sono stati elencati 155 taxa algali, suddivisi in 12 Chlorophyta, 30 Phaeophyceae e 112 Rhodophyta, mentre per la componente

animale sono state campionate 249 specie distribuite in 11 Phyla diversi. Echiuridi e Platelminti sono presenti con un'unica specie mentre Briozoi (76) e Molluschi (117) sono i più rappresentati, interessante è anche la varietà di Cnidari Gorgonacei presenti e la presenza di numerose specie di spugne (Fig. 14).

La principale caratteristica del sito è senza dubbio la grande abbondanza, anche specifica, di gorgonie. Le prime colonie di *Eunicella singularis* compaiono già a -5 m di profondità, mostrano un massimo di densità attorno a -10 m, per poi diminuire a -20 m, dove comincia ad essere preponderante la specie *Eunicella cavolinii*. A -30 m di profondità, batimetria caratterizzata anche dalla presenza del *Corallium rubrum*, si osservano invece notevoli esemplari di *Paramuricea clavata* e di *Leptogorgia ceratophyta*. In particolare va segnalato che raramente si osservano colonie di *Paramuricea clavata* a profondità così basse come in questo sito, dove, i primi rami, compaiono già a circa -15 m di profondità.

Dai campionamenti non sono emerse specie aliene invasive, come *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*, sarebbe opportuno quindi campionare anche in altri punti dell'isolotto per verificare se questa specie ormai quasi presente ovunque è davvero assente dall'Argentola o se la sua assenza nei nostri campionamenti sia casuale; infatti, sebbene ripetute nel tempo le raccolte sono state puntiformi ed è quindi possibile che la specie sia sfuggita all'osservazione. Altro aspetto importante che merita di essere verificato è la presenza/assenza di specie appartenenti al genere *Cystoseira*; in effetti, a parte *Cystoseira compressa*, che colonizza la quota più superficiale, nella componente fotofila del piano infralitorale non compaiono altre specie di questo genere per cui la vegetazione di questo piano, nel sito indagato, è per gran parte caratterizzata da associazioni strutturate da alghe appartenenti ai due ordini delle Sphacelariales e Dictyotales. Nei livelli superiori del piano infralitorale sono infatti largamente distribuite le associazioni a *Stypocaulon scoparium*, a *Gelidium spinosum* var. *hystrix* ed a *Lobophora variegata* ed anche alle due quote intermedie il contingente fotofilo risulta abbastanza diversificato dato che nei campioni di -10 e -20 m sono state identificate due feoficee: *Hydroclathrus clathratus*, specie quanto mai sporadica segnalata unicamente per l'isola del Giglio, e *Taonia lacheana* la cui distribuzione risulta viceversa sporadica a livello di bacino risultando attualmente segnalata nei dintorni di Catania, alle isole Pelagie ed alle isole Tremiti. La componente sciafila, sia del piano infralitorale che del circolitorale, è anch'essa ricca di specie come testimoniato dai numerosi taxa appartenenti al genere *Polysiphonia*, tra cui *P. atlantica* nuovo reperto per le coste toscane, e dalla presenza di un elevato numero di specie crostose, calcificate e non calcificate, come ad esempio *Polystrata fosliei*, una Gigartinales calcificata segnalata unicamente per le coste pugliesi. Le specie più diffuse sono comunque quelle appartenenti al genere *Peyssonnelia* ed ai generi *Lithophyllum*, *Lithothamnion* e *Mesophyllum*. Nei livelli inferiori del piano infralitorale sono infatti ben rappresentate le due associazioni a *Flabellia petiolata* e *Peyssonnelia squamaria* ed a *Peyssonnelia rubra* e *Peyssonnelia* spp. che, al pari della precedente, mostra valori di copertura elevati, mentre nel piano circolitorale predomina l'associazione a *Lithophyllum stictaeforme* e *Halimeda tuna* e sono inoltre presenti *Parazoanthus axinellae* a partire dai -10 m di profondità. Ben rappresentate alle diverse quote sono le facies a *Eunicella cavolini* e *Eunicella singularis*, *Paramuricea clavata* invece è presente dai -20 m, mentre a -30 m compare *Corallium rubrum* e *Leptopsammia pruvoti* entrambe scarsamente

presenti. La facies *C. rubrum* è poco presente e visto la rarità della specie sarebbe opportuno verificare la sua distribuzione sull'intero isolotto.

L'**elenco sistematico** relativo a questa località e la **bibliografia consultata** sono riportati sul sito del Museo di Storia Naturale <http://www.msn.unifi.it/CMprov-p-31.html>.

### 3.6. ISOLA DI GORGONA

#### 3.6.1. Individuazione del sito, punti di emergenza e caratterizzazione del benthos

L'isola di Gorgona è la più piccola e la più settentrionale delle isole toscane, dista 37 km da Livorno e ha la forma di un quadrilatero irregolare, essendo lunga circa 1.5 km e larga 1.2 km. La morfologia è montuosa, con altezza massima raggiunta dalla Punta Gorgona con 255 m.

L'isola è caratterizzata da un buono stato di conservazione delle biocenosi marine (cfr. anche Piazzi *et al.*, 1999 e 2004), come di quelle terrestri, essenzialmente in relazione alla presenza di una colonia penale operativa sull'isola fin dal 1869, alle restrizioni da essa imposte (divieto di pesca, approdo e sosta a meno di 2 km dalla costa) e, in tempi più recenti, dal suo totale inserimento nel Parco dell'Arcipelago Toscano.

Quasi l'intera fascia costiera, con sviluppo di 2 km, è costituita da scisti gneitici e serpentini che formano falesie nella parte occidentale degradanti in quella orientale dove si trovano tre piccole valli. La quasi totalità della fascia di mare che circonda l'isola, ad eccezione di un corridoio d'attracco in corrispondenza di Cala Scalo, che si trova tra due fasce di Zona 2, è area marina protetta Zona 1 del Parco Nazionale. L'isola per il suo grande valore ambientale è anche un Sito di Interesse Comunitario, una Zona di Protezione Speciale dell'Unione Europea ed un Sito di Interesse Regionale; inoltre fa parte delle aree comprese nella Rete Natura 2000.

I campionamenti sono stati effettuati in due diverse stazioni (Fig. 15). Il sito di Cala Maestra (6) è esposto a nord, subito a ridosso del confine fra la Zona 1 e 2. La stazione di campionamento di Cala di Pancia (7), ubicata nel versante sud-occidentale dell'isola, è invece nella Zona 1.

<b>ID 6 - Cala Maestra</b>	
Comune: Livorno	Provincia: LI
Coordinate UTM fuso 32: E = 572970; N = 4810074	

<b>ID 7 - Cala di Pancia</b>	
Comune: Livorno	Provincia: LI
Coordinate UTM fuso 32: E = 572139; N = 4808016	

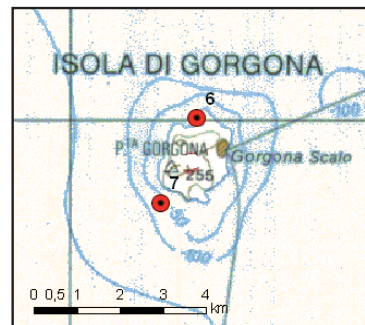


Fig. 15 – Ubicazione dei siti di campionamento.

Essendo il mare che circonda l'isola interdetto al turismo e quindi ai natanti, la scarsa presenza antropica ha permesso il mantenimento di acque pulite e dallo scarso inquinamento che hanno consentito il proliferare di specie marine

particolarmente delicate che in altri tratti di costa italiana hanno subito una forte regressione. Ad esempio troviamo, per quanto riguarda la componente floristica, l'alga rossa corallinacea *Lithophyllum bissoides* presente nel piano mesolitorale, a profondità maggiori varie *Cystoseira* spp. e, nei tratti in cui il fondale presenta blocchi rocciosi detritici intercalati a zone a substrato molle, *Posidonia oceanica*. In associazione a questa fanerogama, tipicamente ritroviamo a -20 m di profondità esemplari del bivalve *Pinna nobilis*. Altre specie animali protette del fondale roccioso presenti all'Isola di Gorgona sono la spugna *Axinella polipoides*, a -20 m, i crostacei *Palinurus elephas* e *Scyllarus arctus*, gli echinodermi *Paracentrotus lividus* e *Ophidiaster ophidianus* e tra i molluschi la ciprea *Luria lurida*.

L'identificazione delle specie raccolte nel corso dei campionamenti nell'ambito del progetto BioMarT sul fondale duro delle due stazioni dell'Isola di Gorgonia ha portato ad evidenziare diversi taxa: sono stati elencati 179 taxa algali, suddivisi in 18 Chlorophyta, 38 Phaeophyceae e 122 Rhodophyta, mentre per la componente animale sono state campionate 240 specie distribuite in 10 Phyla diversi. Echiuridi e Platelminti sono presenti con un'unica specie mentre Briozoi (88) e Molluschi (75) sono i più rappresentati (Fig. 16).

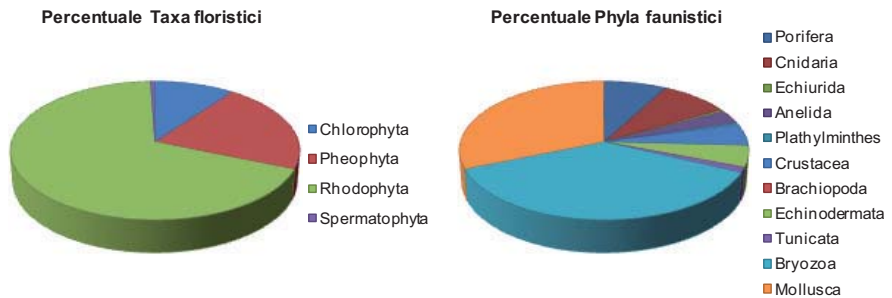


Fig. 16 - Composizione percentuale dei taxa della componente floristica (a sinistra) e faunistica (a destra).

L'Isola di Gorgona è caratterizzata da acque molto limpide e la buona penetrazione della luce estende verso il basso i limiti di distribuzione verticale delle alghe fotofile e, di conseguenza, anche del pre-coralligeno e del coralligeno, spostando il piano circalitorale più in basso così da risultare poco rappresentato nel range batimetrico campionato.

Entro i primi 10 m di profondità le ripide coste rocciose nei livelli più superficiali sono caratterizzate da elevato ricoprimento di alghe fotofile a portamento cespitoso quali: *Dictyota* spp., *Padina pavonica*, *Stypocaulon scoparium*, *Taonia atomaria* f. *ciliata* e *Dictyopteris lucida* una specie che di recente si è introdotta in questo settore e che è stata ritrovata anche in altre isole dell'arcipelago toscano. Tra le specie parzialmente o interamente perennanti appartenenti all'ordine delle Fucales nelle due stazioni di Cala Maestra e di Cala di Pancia non figura *Cystoseira compressa* che comunque è segnalata per l'isola ma, a differenza delle stazioni continentali, nei due campionamenti di Cala Maestra e di Cala di Pancia compaiono altre specie di questo genere unitamente a *Sargassum acinarium* in grado di caratterizzare, al pari del genere *Cystoseira*, la fisionomia dei popolamenti infralitorali. Da questo punto di vista è quindi da evidenziare la

presenza di *Cystoseira squarrosa*, nuovo reperto per le coste toscane. Oltre alle associazioni fotofile che hanno come specie caratteristiche taxa appartenenti ai due ordini delle Dictyotales e Sphacelariales, nelle zone scarsamente illuminate dell'orizzonte superiore del piano infralitorale ritroviamo l'associazione a *Rhodymenia ardissoni* e *Rhodophyllis divaricata* mentre nei livelli inferiori si spartiscono il substrato disponibile così come l'associazione a *Flabellia petiolata* e *Peyssonnelia squamaria* e quella a *Peyssonnelia rubra* e *Peyssonnelia* spp. Rispetto alle stazioni precedenti una ulteriore caratteristica che emerge dall'esame degli spettri floristici è l'elevata presenza percentuale di Rhodophyta identificate in questa isola; tra queste figurano sia specie ubiquitarie distribuite in maniera più o meno uniforme alle diverse quote, sia specie tipiche di ambienti precoralligeni e coralligeni. A questo ultimo gruppo appartiene *Chondrymenia lobata*, una specie endemica del Mediterraneo non ancora segnalata sulle coste toscane e ritenuta una delle alghe più rare presenti in questo bacino. L'elevata biodiversità della biocenosi coralligena è ulteriormente confermata dalla presenza di numerose Corallinales che intervengono nel processo di bioconcrezionamento quali: *Lithophyllum stictaeforme*, *Titanoderma pustulatum*, *Lithothamnion philippii*, *Mesophyllum alternans* e *M. macroblastum*, e dai gorgoniacei *Eunicella cavolinii*, *Eunicella singularis*, che si accompagnano a estesi popolamenti di *Leptopsammia pruvoti* e *Parazoanthus axinellae*.

**L'elenco sistematico** relativo a questa località e la **bibliografia consultata** sono riportati sul sito del Museo di Storia Naturale <http://www.msn.unifi.it/CMpro-v-p-31.html>.

### 3.6.2. Analisi ecologica delle comunità bentoniche

Le comunità di substrato duro campionate nei due diversi siti di raccolta, posti uno a Nord e l'altro a Sud dell'isola sono risultate significativamente diverse ( $R=0.14$ ;  $P<0.001$  ANOSIM test), nonostante i dati siano estremamente variabili all'interno dei siti stessi e risultino molto dispersi nell'ordinamento dato dall'nMDS (Fig. 17). In particolare si può notare come si sia osservata una forte eterogeneità a -20 metri a Cala di Pancia ma a -30 m a Cala Maestra, semplice indice che il fondale frastagliato crea un'ampia gamma di microhabitat a queste due batimetrie in modo differenziale nei due siti.

La procedura SIMPER, che determina il contributo percentuale dei singoli gruppi ecologici o tassonomici alle differenze tra siti, mostra come che questi si differenzino soprattutto per l'abbondanza di forme crostose (7.43% di differenza definita) e di forme arbustive fotofile e emisciafile (7.38%), più rappresentate a Cala Maestra, mentre *Dictyopteris polypodioides* (6.48%) è più frequente a Cala di Pancia.

La Fig. 17 mostra anche che i diversi popolamenti presenti a Gorgona alle diverse profondità sono invece ben identificabili ( $R=0.32$ ;  $P<0.001$  ANOSIM test), mostrando un pattern continuo di dissomiglianze che seguono la crescente profondità, con campioni osservati a batimetrie contigue più vicini tra loro. Nel grafico è possibile notare una netta sovrapposizione tra le comunità rilevate a -5 e -10 m, il che conferma l'ottima penetrazione della luce che arriva con intensità simili a queste due batimetrie determinando la loro somiglianza dal punto di vista dei popolamenti. Si notano, comunque, a -10 m che alcuni campioni sono in comune con quelli di batimetrie più profonde, e questo è sicuramente dovuto al fatto che l'irregolarità del fondo crea zone in ombra anche a questa profondità,

popolate da specie più sciafile che normalmente si trovano a profondità maggiori. Anche i dati della batimetria -20 m presentano un andamento di tipo duale, con campioni più simili alle batimetrie minori, ed altri del tutto simili a quelli ottenuti campionando a -30 m.

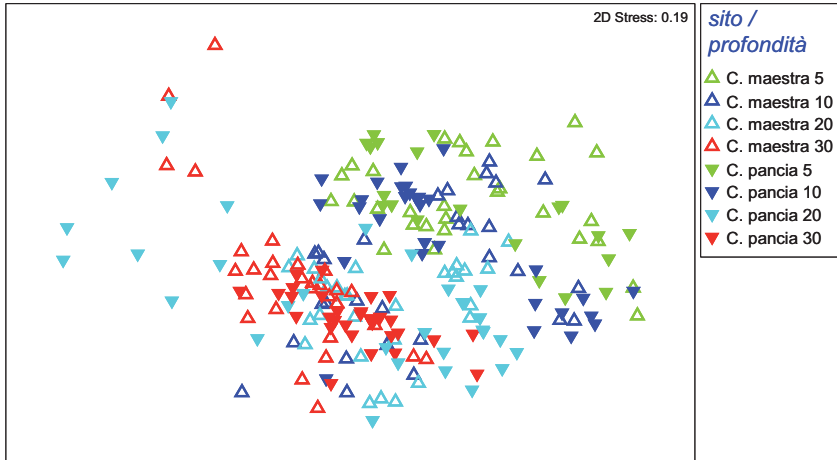


Fig. 17 – Ordinamento nMDS dei campionamenti provenienti dai siti di Gorgona. Le etichette del grafico definiscono i due siti (Cala Maestra e Cala di Pancia) e le diverse profondità (-5, -10, -20 e -30 m).

Dato che il nostro campionamento si è distribuito su due anni ed ha preso in considerazione stagioni diverse è interessante anche analizzare le differenze stagionali tra campionamenti, rappresentate nel grafico in Fig. 18.

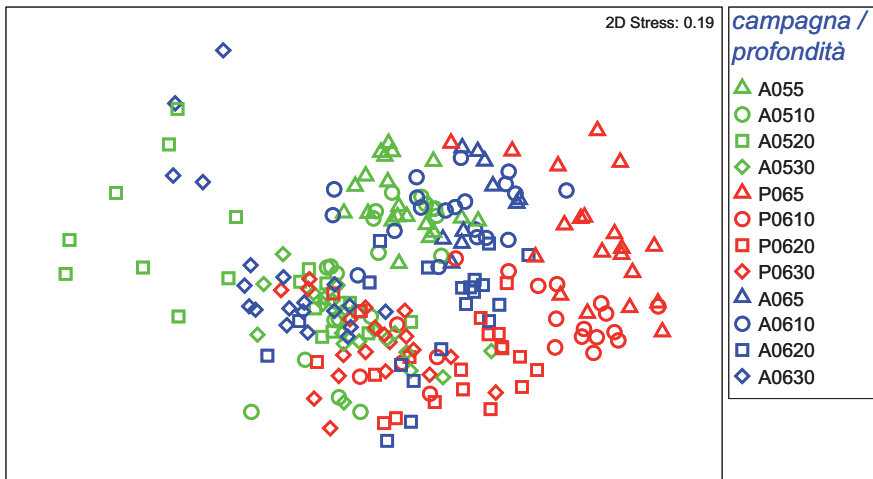


Fig. 18 – Ordinamento nMDS dei campionamenti provenienti dai siti di Gorgona. Le etichette del grafico definiscono le tre campagne di raccolta (A05= autunno 2005; P06 = Primavera 2006; A06 = Autunno 2006) e le diverse profondità (-5, -10, -20 e -30 m)

La prima cosa osservabile è la grande differenza stagionale nei popolamenti, con i dati raccolti nell'unica campagna primaverile che si differenziano in modo evidente da quelli raccolti nei due autunni, che invece sono piuttosto vicini fra loro, se pur significativamente diversi ( $R=0.42$ ;  $P<0.001$  ANOSIM Test). Questa differenza è sicuramente legata ad un fenomeno comune a tutto l'arcipelago e ai mari temperati, e cioè alla presenza di specie solitamente distribuite più profonde in autunno e più prossime alla superficie in primavera. Inoltre, molte specie algali non perennanti, hanno un ciclo stagionale che spesso ha il suo inizio in primavera alcune specie invece compaiono più tardivamente ed altre, se pur perennanti, in autunno-inverno regrediscono. Questo avvicinarsi di specie e di biomassa fa sì che le differenze nelle due stagioni di campionamento siano sempre significative.

La procedura statistica SIMPER anche in questo caso è stata in grado di determinare i gruppi funzionali e le specie che definiscono maggiormente le differenze fra le stagioni e conferma le ipotesi fatte sulle differenze. In particolare *Dictyopteris polypodioides* (8.81% di differenza definita) e le forme arbustive fotofile (7.19%) sono decisamente più abbondanti in primavera, quando hanno una fase vegetativa più intensa, e risultano scarse ad autunno, così come la *Flabellia petiolata* (7.02%), mentre le forme crostose (7.98%), perennanti che non regrediscono, sono più abbondanti in autunno.

### 3.7. ISOLA DI CAPRAIA

#### 3.7.1. Individuazione del sito, punti di emergenza e caratterizzazione del benthos

L'isola di Capraia, isola dell'Arcipelago Toscano situata nel Canale di Corsica, è la più occidentale e lontana dalla costa essendo a circa 65 km sud-ovest di Livorno, 35 km dalla costa ovest dell'Elba e 31 km da Capo Corso (Corsica). Ha forma ellittica con l'asse maggiore in direzione nord-est, la quota più elevata è 445 m del monte Castello. Capraia emerge dal mare nel Terziario (7-8 M.a.) e la sua origine vulcanica rimane testimoniata, oltre delle potenti colate di andesite con associati tufi e brecce che la costituiscono, dal complesso orografico che mostra almeno due bocche di eruzione (dello Stagnone e della Cala Rossa a punta dello Zenobito). Antropizzata fin da tempi remoti, tra le varie vicissitudini, dal 1873 al 1986 è stata sede di una colonia penale. La flora marina è stata oggetto di studio da parte di Papi *et al.* (1992), mentre la fauna bentonica è stata studiata da Drago *et al.* (1978).

Gran parte del territorio dell'isola rientra nel Parco Nazionale dell'Arcipelago Toscano, compresa un'ampia fascia a mare che circonda l'isola, ad esclusione della zona del Porto. In particolare l'area marina antistante la costa occidentale tra Punta della Manza e Punta del Trattolo è inserita nella Zona 1 di tutela integrale. Tutta Capraia è classificata come Sito di Interesse Comunitario, mentre una Zona di Protezione Speciale è estesa nella fascia costiera e nell'immediato entroterra tra Monte Penne, Punta dello Zenobito e Punta della Civetta.

I campionamenti sono stati effettuati in due diverse stazioni (Fig. 19). Nell'isola di Capraia non è stato possibile effettuare i campionamenti esattamente all'interno della Zona 1, ma solo al suo limite poiché la parte soggetta a tutela integrale è caratterizzata da fondali prevalentemente sabbiosi, con estese praterie di *Posidonia oceanica*. Il sito d'immersione di Punta Fica (8) si trova sul versante

orientale dell'isola, di fronte ad un'alta falesia, il punto di campionamento è situato in corrispondenza di uno scoglio semiaffiorante. Punta Trattolo (9) si trova al confine fra le Zone 1 e 2 del Parco, all'estremità occidentale di Cala Vetriolo. Il sito di campionamento prescelto, che costituisce l'unica porzione di fondale roccioso presente in prossimità della Zona 1.

<b>ID 8 - Punta Fica</b>	
Comune: Capraia Isola	Provincia: LI
Coordinate UTM fuso 32: E = 569100; N = 4766138	

<b>ID 9 - Punta Trattoio</b>	
Comune: Capraia Isola	Provincia: LI
Coordinate UTM fuso 32: E = 564512; N = 4763927	



Fig. 19 – Ubicazione dei siti di campionamento.

La fascia costiera che circonda l'isola presenta, oltre a tratti rocciosi, ampie zone di fondale sabbioso o detritico, su cui sono presenti praterie a *Posidonia oceanica* che, grazie alla particolare limpidezza delle acque, si sviluppano dalla superficie fino ai -50 m di profondità. Sui fondali rocciosi, sono da segnalare ricoprimenti elevati di cistoseireti strutturalmente ben conservati, in particolare quelli costituiti da *C. brachycarpa*, trovata a tutte le batimetrie indagate, associata, a circa -10 m, con *C. compressa* o, a profondità di -30 m, con *C. spinosa*. Tra le specie animali protette tipiche dei substrati rocciosi dell'isola troviamo a -30 m il porifero *Axinella polypoides*, i molluschi *Pinna rudis* e *Lithophaga lithophaga* e gli echinodermi *Ophidiaster ophidianus* e *Paracentrotus lividus*.

L'analisi del materiale raccolto nel corso dei due anni di ricerca ha portato all'individuazione di un notevole numero sia di taxa algali sia di zoobenthos. In totale è stata verificata la presenza di 566 specie, l'elenco floristico comprende 175 taxa di cui 1 Chrysophyta, 16 Chlorophyta, 38 Phaeophyceae e 120 Rhodophyta. Per quanto riguarda la componente animale sono state campionate 194 specie distribuite in 9 phyla. I gruppi più rappresentati sono quelli dei Briozoi (68) e Molluschi (65), seguono poi i gli Cnidari e Echinodermi, entrambi con 16 specie. Interessante notare in questo sito, un discreto numero di specie di Crostacei (11) (Fig. 20).

Entro tutto il profilo d'immersione dei transetti di Punta Fica sono abbondanti le specie tipiche delle biocenosi fotofile ed emisciafile, e particolarmente abbondanti risultano le spugne rosse incrostanti, mentre a P. Trattoio dominano le alghe fotofile, risultano scarse le biocenosi del coralligeno. In generale, in entrambi i siti i primi 10 m di profondità mostrano una densa copertura a *Cystoseira* spp., a questi seguono tratti di prateria di *Posidonia oceanica* intercalata da zone di roccia nuda fittamente popolate da *Arbacia lixula* e *Paracentrotus lividus*. Al di sotto dei -20 m *Halimeda tuna*, *Flabellia petiolata* e *Peyssonnelia* spp. assumono un'abbondanza predominante rispetto a *Cystoseira* spp. Si segnala inoltre una densità significativa dell'alga infestante *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*.

Tra le numerose specie riportate nell'elenco sistematico alcune meritano un breve commento in quanto mostrano un certo interesse sia dal punto floristico che

fitogeografico. *Sargassum trichocarpum* è un'alga bruna sporadicamente segnalata nell'intero bacino mediterraneo e costituisce un nuovo reperto per le coste toscane; la sua presenza nell'isola di Capraia amplia notevolmente l'areale di distribuzione di questa specie attualmente segnalata unicamente sulle coste siciliane ed alle isole Pelagie. Anche due alghe rosse: *Eupogodon penicillatus* e *Sporolithon ptychoides* rappresentano un ulteriore contributo alla biodiversità della componente macroalgale presente sulle coste toscane. *E. penicillatus* risultava già segnalata in un lavoro precedente ma unicamente per lo Scoglio d'Africa, per cui il suo ritrovamento in Capraia consente di ipotizzare una sua presenza anche in altre isole dell'arcipelago toscano. *Sporolithon ptychoides*, al pari di *Sargassum trichocarpum*, è una specie nuova per coste toscane che è risultata presente, oltre che a Capraia, anche all'isola d'Elba; trattandosi di una specie calcificata completamente aderente al substrato è probabile che sia passata inosservata o confusa con altre corallinacee incrostanti nei precedenti lavori floristici effettuati nell'ambito delle coste toscane.

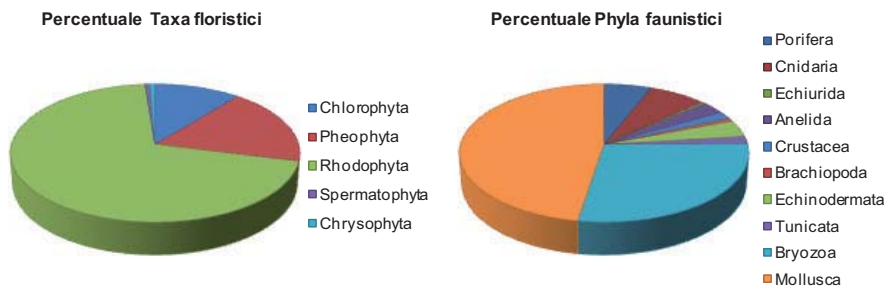


Fig. 20 – Composizione percentuale dei taxa della componente floristica (a sinistra) e faunistica (a destra).

Le unità bionomiche individuate nelle due stazioni di Capraia sono riconducibili a quelle tipiche di substrato roccioso in ambienti ben illuminati quali: l'associazione a *Corallina elongata* ed *Herposiphonia secunda*, l'associazione a *Stypocaulon scoparium*, l'associazione a *Gelidium spinosum* var. *hystrix*, a *Lobophora variegata* e *Cladocora caespitosa* e l'associazione a *Cystoseira brachycarpa*, che si spartiscono il substrato negli orizzonti superiori del piano infralitorale, mentre nei livelli inferiori ritroviamo l'associazione a *Dictyopteris polydoides* e quella a *Cystoseira spinosa* che compare alla batimetrica di -30 m. Negli ambienti scarsamente illuminati prevalgono l'associazione a *Rhodymenia ardissoni* e *Rhodophyllis divaricata* insieme con le altre due associazioni caratterizzate dall'abbondanza di specie del genere *Peyssonnelia* quali: l'associazione a *Flabellia petiolata* e *Peyssonnelia squamaria* e quella a *Peyssonnelia rubra* e *Peyssonnelia* spp. Per quanto concerne le biocenosi del piano circalitorale, i cui elementi floristici si ritrovano spesso in enclave anche alle quote più superficiali, risulta largamente distribuita l'associazione a *Lithophyllum stictaeforme* e *Halimeda tuna* e la facies a *Parazoanthus axinellae*, mentre *Eunicella singularis* e *Leptopsammia pruvoti* sono presenti a -30 m.

**L'elenco sistematico** relativo a questa località e la **bibliografia consultata** sono riportati sul sito del Museo di Storia Naturale <http://www.msn.unifi.it/CMprov-p-31.html>.

### 3.8. ISOLA D'ELBA

#### 3.8.1. Individuazione del sito, punti di emergenza e caratterizzazione del benthos

Posta a una distanza di 10 km dalla costa di Piombino, l'Isola d'Elba è la terza isola italiana per estensione (22'350 ettari), e la più grande dell'Arcipelago Toscano, con uno sviluppo di 147 km di coste. Presenta una morfologia molto varia ed è caratterizzata dalla presenza nella parte occidentale del Monte Capanne che con i suoi 1'018 m di quota è la vetta più alta dell'intero Arcipelago.

Circa il 50% del suo territorio, compresi scogli e isolotti, è incluso nel Parco Nazionale dell'Arcipelago Toscano dal 1996, la fascia marina comprende solo la Zona 2 e, come l'Isola del Giglio, l'Elba non ha una fascia a mare di totale tutela. Il Decreto Ministeriale del 10 agosto 1971 ha istituito una Zona di Tutela Biologica Marina di circa 2 km nel tratto di mare compreso tra Punta Falcone e Capo Bianco a Portoferraio, dove si trova Lo Scoglietto. In tale tratto di mare è proibita qualsiasi attività di pesca, sia professionale che sportiva, eccetto la pesca con lenze da terra e con totanare. Nel prossimo futuro è prevista un'estensione della protezione essendo il mare dell'Elba inserito tra le Aree di Reperimento per l'istituzione di una riserva marina; il Comune di Capoliveri ha proposto l'istituzione di una riserva marina davanti alle sue coste, sulla base di un ordine del giorno approvato dal Senato che impegna il Governo a proteggere il mare elbano. Per quanto riguarda la parte terrestre invece, sono numerosi i Siti di Interesse Comunitario (SIC).

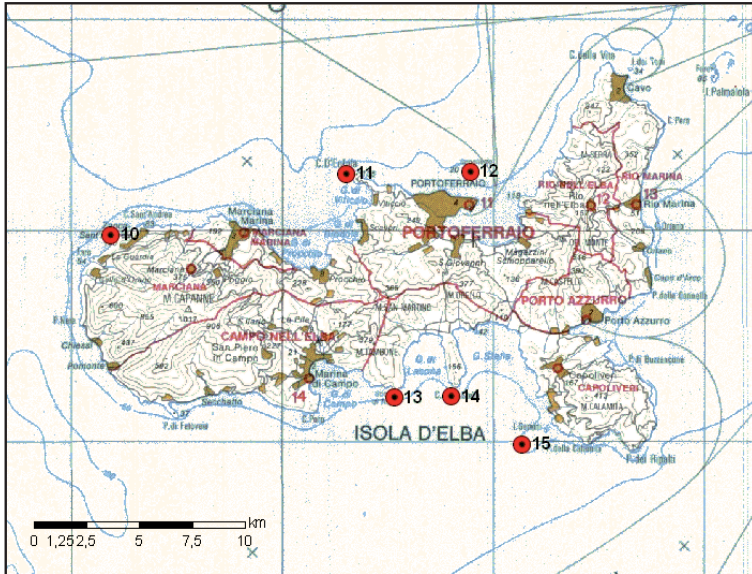
Da un punto di vista geologico, l'isola può essere divisa in tre parti principali: una parte collinare occidentale formata da rocce metamorfiche, come gneiss e micascisti; al centro un'area pianeggiante alluvionale composta di argille, arenarie e calcari, ma anche diabasi e serpentiniti; ed infine ad ovest i granodioriti e i graniti che formano l'area del Monte Capanne. Per ciò che concerne le acque marine circostanti l'Isola d'Elba, la parte floristica è stata studiata ad esempio da Cinelli & Salghetti-Drioli (1983), Salghetti-Drioli & Cinelli (1985), Papi *et al.* (1992) e Cinelli *et al.* (1996); riguardo alla fauna, vi è una ricerca di Geraci *et al.* (1980) sui Briozoi dell'area di Procchio.

Poiché l'Elba risulta molto eterogenea da un punto di vista sia antropico sia ambientale e geomorfologico, è impossibile individuare una caratteristica comune ai fondali marini che alternano pareti verticali a tratti sabbiosi. I campionamenti sono stati effettuati in sei stazioni diverse (Fig. 21) per costituzione geomorfologia, per esposizione e per impatto antropico.

Nella zona Nord dell'Isola, a est di Marciana Marina, oltre Capo S. Andrea, si trova la prima stazione di campionamento, in corrispondenza di tre scogli affioranti, le Formiche della Zanca (10); la stazione Enfola (11), situata pochi metri al largo del SIC Capo d'Enfola, è conosciuta più precisamente come Scoglio della Nave per la presenza di una formazione rocciosa che la ricorda. Lo Scoglietto (12) è un piccolo isolotto situato di fronte a Portoferraio ed è l'unica area marina a tutela biologica presente lungo le coste dell'Isola d'Elba.

A Sud, la Secca di Fonza (13) si trova abbastanza vicino alla costa, al largo di un promontorio che separa il Golfo di Campo da quello di Lacona, l'isolotto della

Corbella (14) è situato di fronte a Capo Stella e infine il sito d'immersione dei Corbelli (15) è un affioramento roccioso situato al largo della spiaggia dell'Innamorata, sul versante meridionale dell'Isola d'Elba, in un punto soggetto frequentemente a forte corrente.



<b>ID 10 - Formiche della Zanca</b>
Comune: Marciana
Coordinate UTM fuso 32: E = 591906; N = 4739840
<b>ID 11 - Enfola</b>
Comune: Portoferraio
Coordinate UTM fuso 32: E = 603076; N = 4742741
<b>ID 12 - Scoglietto</b>
Comune: Portoferraio
Coordinate UTM fuso 32: E = 608933; N = 4742858

<b>ID 13 - Secca di Fonza (Corallina)</b>
Comune: Capoliveri
Coordinate UTM fuso 32: E = 605327; N = 4732157
<b>ID 14 - Corbella</b>
Comune: Capoliveri
Coordinate UTM fuso 32: E = 608035; N = 4732219
<b>ID 15 - Corbelli</b>
Comune: Capoliveri
Coordinate UTM fuso 32: E = 611409; N = 4729950

Fig. 21 – Ubicazione dei siti di campionamento.

Sebbene i campionamenti siano stati effettuati su fondale roccioso, l'eterogeneità della costa spesso ha permesso di mappare anche la presenza di *Posidonia oceanica*. Le praterie sono distribuite lungo tutte le coste elbane sarebbe tuttavia necessario verificare la loro estensione e densità per poter valutare l'eventuale rarefazione nel tempo. Dove il fondo lascia spazio a ciuffi di *Posidonia* o comunque a zone detritiche, i siti sono caratterizzati dalla presenza di

*Pinna nobilis*, e allo Scoglietto è stata individuata anche *Pinna rudis*. Dove invece il substrato roccioso è ben rappresentato è frequente incontrare *Lithophaga lithophaga*. Tra i briozoi l'unica specie protetta è *Hornera lichenoides*, trovata ovunque e non affatto rara in tutto l'arcipelago. La stazione Enfola è l'unico sito elbano dove è stato trovato *Palinurus elephas*; purtroppo l'aragosta è abbondantemente cacciata in tutta l'isola, risultando rara, in particolare alle profondità minori. *Paracentrotus lividus*, tra gli echinodermi, è presente in diversi siti sia a nord che a sud dell'Elba, mentre tra le spugne è stata trovata *Spongia officinalis* sia all'Enfola che ai Corbelli, mentre *Tethya aurantium* e *Axinella polypoides* sono presenti solo nella parte meridionale, così come *Corallium rubrum*, in passato abbondantemente distribuite su tutta l'isola ed oggi particolarmente raro.

L'esame del materiale raccolto nel corso dei campionamenti BioMarT effettuati nei 6 siti prescelti ha portato ad un notevole incremento nel numero delle specie segnalate per l'isola che attualmente ammonta a 311 taxa algali, tra questi solo 232 specie erano riportate nel precedente elenco: 1 Chrysophyta, 27 Chlorophyta, 37 Phaeophyceae e 166 Rhodophyta. Rispetto ai valori precedenti, risulta quasi raddoppiato il numero delle alghe rosse, mentre per le alghe brune e le alghe verdi i nuovi taxa risultano rispettivamente di 19 e 5. Per quanto riguarda la componente animale sono state campionate 414 specie distribuite in 12 Phyla diversi, Echiurida e Nemertini sono gruppi rappresentati da un'unica specie mentre Briozoi (126) e Molluschi (175) sono i più rappresentati (Fig. 22). È comunque da considerare che alcuni gruppi come Poriferi e Anellidi sono ancora in fase di studio e che quindi sono sottostimati.

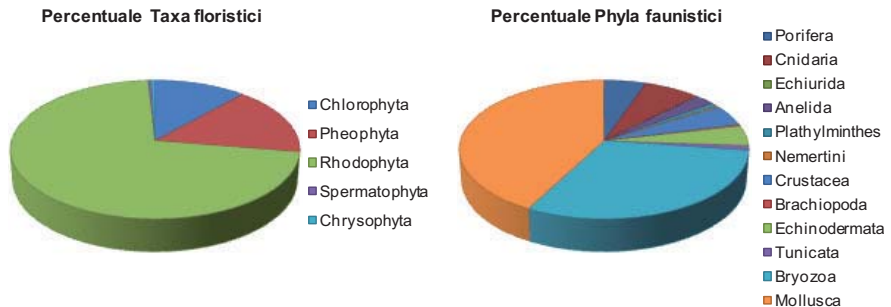


Fig. 22 – Composizione percentuale dei taxa della componente floristica (a sinistra) e faunistica (a destra).

Le nuove segnalazioni riportate nell'elenco sistematico si riferiscono in gran parte a organismi largamente distribuiti nel Mediterraneo occidentale e quindi presenti anche sulle coste continentali toscane e nelle diverse isole dell'arcipelago; la loro assenza nelle precedenti liste è probabilmente da attribuire al fatto che son stati fatti fino ad oggi pochi studi a carattere tassonomico nelle zone indagate.

Se esaminiamo i risultati relativi alle diverse stazioni di campionamento notiamo un'estrema variabilità delle biocenosi presenti alle diverse profondità. Alle Formiche della Zanca il limite superiore del coralligeno sembra essere spostato più in profondità rispetto alla media, in quanto le quote dei -20 e -30 m non mostrano la presenza di specie tipiche di tale biocenosi. Ad esempio, le prime colonie di

*Paramuricea clavata* compaiono alla profondità di circa -40 m, dove peraltro sono presenti con rami di oltre 1 m di altezza. All'Enfola le due batimetriche più superficiali (-5 e -10 m) mostrano una copertura algale abbastanza varia per numero di specie e per tipologia di ricoprimento, si osserva un'equa ripartizione fra fitocenosi fotofile e sciafile, e si segnala una massiccia presenza di poriferi, soprattutto alla quota dei -5 m, mentre alla profondità di -20 m si nota un pre-coralligeno ben sviluppato e differenziato, che si alterna a ciuffi sporadici di *Posidonia oceanica* fino ai -30 m dove la biocenosi del coralligeno è nettamente dominante, specialmente all'interno delle molte nicchie rocciose presenti in cui si osservano colonie ben sviluppate dei briozoi *Sertella* sp. e *Myriapora truncata* e dello cnidario *Leptopsammia pruvoti*. La scarpata dello Scoglietto mostra una copertura sporadica a *Posidonia oceanica* e nel complesso le fitocenosi dominanti sembrano essere quelle fotofile, in particolare la copertura algale a *Acetabularia acetabulum*, *Padina pavonica* ed altre Dictyotales è ben sviluppata entro i primi -10 m di profondità, la quota dei -20 m mostra invece una minore biodiversità, probabilmente a causa della maggiore quantità di sedimento presente. Anche alla batimetrica dei -30 m la biodiversità non è particolarmente spiccata, compaiono tuttavia alcune specie tipiche del pre-coralligeno, come *Eunicella cavolinii* ed alcune specie di corallinacee incrostanti. Alla Secca di Fonza il fondale a -5 m si presenta rivestito da feltro algale misto a *Padina pavonica* e, in quantità minore, *Stypocaulon scoparium*, *Acetabularia acetabulum* e *Dictyota* spp.; alla profondità di -10 m la copertura algale a *Dictyota* spp. è molto più sviluppata e sono presenti inoltre popolamenti sciafili con elevati ricoprimenti a *Flabellia petiolata* e *Peyssonnelia* spp. A -20 e -30 m di profondità le biocenosi appaiono nettamente sciafile, tuttavia non si nota una presenza importante di gorgonie, le quali cominciano ad aumentare la loro densità soltanto dai -35 m. A Corbella la parete segue fin dalla superficie un profilo molto ripido e, proprio a causa della forte pendenza e quindi delle scarse condizioni di illuminazione, mostra un'elevata variabilità specifica di poriferi. Le due quote più superficiali (-5 e -10 m) sono caratterizzate da un'alternanza abbastanza regolare di fitocenosi fotofile e sciafile. Nei primi dominano le Dictyotales, in particolar modo *Dictyota linearis* e *Padina pavonica* insieme ad *Acetabularia acetabulum*, mentre nei secondi sono preponderanti *Flabellia petiolata* e le Rodoficee del genere *Peyssonnelia*, oltre a diverse specie di spugne, come *Agelas oroides*, *Spirastrella cunctatrix*, *Crambe crambe* e *Chondrosia reniformis*. Le gorgonie gialle e bianche (*Eunicella cavolinii* ed *Eunicella singularis*) compaiono a -20 m, ma la biocenosi del coralligeno comincia a mostrarsi ben differenziata solo a partire dai -30 m, quando compaiono grandi colonie di *Paramuricea clavata* e inoltre *Adeonella calveti*, *Myriapora truncata* e *Leptopsammia pruvoti*. Infine il canyon sommerso (-5/-10 m) dei Corbelli è caratterizzato da una fauna ed una flora tipiche di zone caratterizzate da una ridotta irradianza, con una preponderanza dello cnidario *Parazoanthus axinellae*, il quale riveste completamente le pareti, e una discreta densità di spugne. A queste profondità sono presenti inoltre alcune colonie notevoli di *Cladocora caespitosa*. A profondità maggiori, la scarpata fino ai -20 m mostra la predominanza di Dictyotales e *Peyssonnelia* spp, mentre alla batimetrica dei -30 m sono dominanti corallinacee incrostanti e le rodoficee carnose del genere *Peyssonnelia*, che si alternano a ciuffi di *Posidonia oceanica*.

In generale, data la conformazione delle coste elbane che declinano, talvolta rapidamente, formando anfratti e nicchie riparate anche a poca profondità, è

abbastanza probabile incontrare elementi floristici e faunistici tipici del coralligeno circalitorale anche a profondità non molto elevate. Per quanto concerne gli aspetti floristici l'elenco delle specie identificate comprende gran parte dei taxa nuovi per le coste toscane identificati nell'ambito del progetto BioMart; tra questi figura anche *Corynophlaea hamelii*, una piccola alga bruna il cui tallo forma piccoli pulvini emisferici, epifiti su *Lithophyllum stictaeforme*. Il nuovo reperto riveste una certa importanza in quanto i riferimenti bibliografici indicano che in Mediterraneo questa specie è conosciuta unicamente per la località tipo (Banyuls sur Mer, Francia) per cui si tratta di un'alga nuova per la flora algale delle coste toscane. Dal punto di vista bionomico molte delle associazioni indicate dal documento proposto da RAC/SPA per i fondi rocciosi sono presenti sui fondali elbani. Largamente distribuite a livello del piano infralitorale superiore sono le associazioni a *Corallina elongata* e *Herposiphonia secunda*, a *Stypocaulon scoparium* ed a *Rhodymenia ardissoni* e *Rhodophyllis divaricata*; all'aumentare della profondità esse sono sostituite dall'associazione a *Codium vermilara* e *Rhodymenia ardissoni* e da quella a *Dictyopteris polypodioides*. I substrati verticali o subverticali scarsamente illuminati di questo piano sono poi per gran parte colonizzati dall'associazione a *Flabellia petiolata* e *Halimeda tuna* e da estesi tappeti di *Peyssonnelia rubra* che si accompagna alle congeneri: *P. orientalis*, *P. polymorpha*, *P. rosa-marina* e *P. stoechas*. Particolarmente ben rappresentate risultano le corallinacee crostose dei generi *Lithophyllum*, *Lithothamnion*, *Mesophyllum* e *Titanoderma* che oltre ad arricchire l'associazione a *Lithophyllum stictaeforme* e *Halimeda tuna* nel piano circalitorale, risalgono a formare conglomerati organogeni anche alle quote superiori come la facies a *Parazoanthus axinellae* presente a tutte le profondità, mentre le facies a *Eunicella cavolini* e *Eunicella singularis* si ritrovano da -10 a -30 m. Le facies a *Paramuricea clavata* e *Corallium rubrum* sono entrambe poco rappresentate e presenti solo a -30 m, inizio del range batimetrico tipico di queste specie. In particolare *C. rubrum* è solitamente più profondo e sarebbe quindi interessante verificare la sua abbondanza a profondità maggiori e riuscire a mappare meglio le aree e identificare le facies dove è presente questa specie protetta ed estremamente rara, al fine di migliorarne la protezione.

Dai dati dei campionamenti elbani sono emersi tre importanti segnali di allarme che evidenziano una maggiore sofferenza dei fondali dell'isola rispetto alle altre coste rocciose dell'arcipelago.

Nella maggior parte dei siti indagati è stata evidenziata la presenza di aggregati mucillaginosi bentonici che si distribuiscono in un ampio range batimetrico raggiungendo un picco di biomassa nel periodo tarda primavera-inizio estate. Gli effetti di questi aggregati sulle biocenosi del piano infralitorale inferiore e del circalitorale sono facilmente intuibili se si considera che la coltre mucillaginosa può raggiungere uno spessore di oltre 50 centimetri e stazionare per lunghi periodi sulle comunità bentoniche, determinando profonde modifiche dei parametri chimico-fisici nell'interfaccia aggregato-sedimento e nella boundary layer di organismi sessili con habitus eretto. I popolamenti a gorgonacei, che rappresentano un elemento strutturale e fisionomico di fondamentale importanza per le biocenosi circalitorali, sono forse gli organismi più a rischio; essi rappresentano infatti un supporto ideale per gli aggregati ed uno stazionamento prolungato delle formazioni metafitiche può indurre danni al cenosarco della colonia in quanto altera drasticamente i rapporti trofici tra i polipi e la colonna d'acqua circostante. Altro aspetto significativo è la presenza di alghe alloctone con

caratteristiche invasive quali: *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* e *C. taxifolia* presenti in tutti i siti indagati e distribuite alle diverse batimetrie. Infine vi è da segnalare che in generale le caratteristiche del paesaggio vegetale sommerso ricalcano, per certi aspetti, la situazione osservata lungo le coste continentali; infatti, nei livelli inferiori del piano infralitorale, risultano sporadiche o assenti le alghe brune dell'ordine delle Fucales che in altre isole dell'arcipelago toscano sono invece largamente rappresentate ed in grado di sviluppare popolamenti ben strutturati. Il genere *Cystoseira* è risultato assente nei nostri campionamenti elbani tranne il ritrovamento di *Cystoseira compressa* ai Corbelli e di alcune plantule di *Cystoseira* sp. sui substrati artificiali posti allo Scoglietto.

**L'elenco sistematico** relativo a questa località e la **bibliografia consultata** sono riportati sul sito del Museo di Storia Naturale <http://www.msn.unifi.it/CMpro-v-p-31.html>.

### 3.8.2. Analisi ecologica delle comunità bentoniche

Dato l'altissimo numero di campioni multivariati raccolti all'Isola d'Elba, l'ordinamento nMDS è stato effettuato raggruppando i 10 campioni appartenenti ai singoli transetti in un unico dato definito dalla media delle abbondanze registrate per le diverse specie o gruppi morfo-funzionali nei singoli campioni, ottenendo gli ordinamenti bidimensionali illustrati in Fig. 23, più leggibili ed esplicativi.

Ancora una volta, e come da aspettarsi, è evidente una netta ripartizione delle specie in base alle profondità, e questo è quindi decisamente il fattore che maggiormente influisce sulle differenze registrate tra le diverse comunità campionate, e per questo motivo il pattern è mantenuto in tutte le rappresentazioni grafiche mostrate (Fig. 23), anche se fa un po' eccezione un sito, le Formiche della Zanca, i cui campioni a -10 m risultano estremamente dispersi a causa, probabilmente dell'estrema variabilità strutturale dei suoi fondali. Come per l'isola di Gorgona, anche qui si assiste ad un certo grado di sovrapposizione dei campioni provenienti da diverse batimetrie, ma la tendenza ad una maggior differenza tra i campioni andando da -5 a -30 m è netta. Il test l'ANOSIM discrimina infatti significativamente tutte le diverse batimetrie, risultando diversi i popolamenti tra -20 e -30 m ( $R=0.18$ ;  $P<0.001$ ; ANOSIM test); tra i -10 e i -20 m ( $R=0.35$ ;  $P<0.001$ ; ANOSIM test) e tra i -5 e i -10 m ( $R=0.09$ ;  $P<0.002$ ; ANOSIM test), dove però si assiste a una differenza su base stagionale, con i campionamenti autunnali più simili ai dati raccolti a -20 m e quelli primaverili che invece si raggruppano assieme ai dati dei -5 (Fig. 23B). In generale, quindi, i dati si differenziano significativamente tra primavera ed autunno, indipendentemente dall'anno di raccolta ( $R=0.23$ ;  $P<0.001$ ; ANOSIM test), confermando le tendenze stagionali conosciute sulle coste tirreniche. Con la procedura SIMPER è stato inoltre possibile rilevare che le alghe a portamento arbustivo fotofile aumentano nella stagione primaverile (9.7% di differenza definita) così come, purtroppo, gli aggregati mucillagginosi (6.8%) mentre le forme aliene aumentano in autunno (8.55%) assieme alle corallinacee articolate erette (5.83%), quando invece diminuiscono i popolamenti algali a feltro di corallinacee articolate (5.4%).

La dominanza di certe specie a batimetria diversa nel corso delle stagioni è, come abbiamo visto per Gorgona, un fenomeno ben conosciuto nel Mar Tirreno Settentrionale e nel Ligure, e legato alla temperatura delle acque superficiali, che in primavera si mantengono ancora piuttosto fredde e che poi vanno riscaldandosi durante la stagione estiva. A supporto di questa ipotesi sull'importanza della

variazione del termocline, i nostri dati mostrano poca variabilità negli strati più profondi, dove l'acqua tende ad essere a temperatura più costante trovandosi costantemente al di sotto di questo.

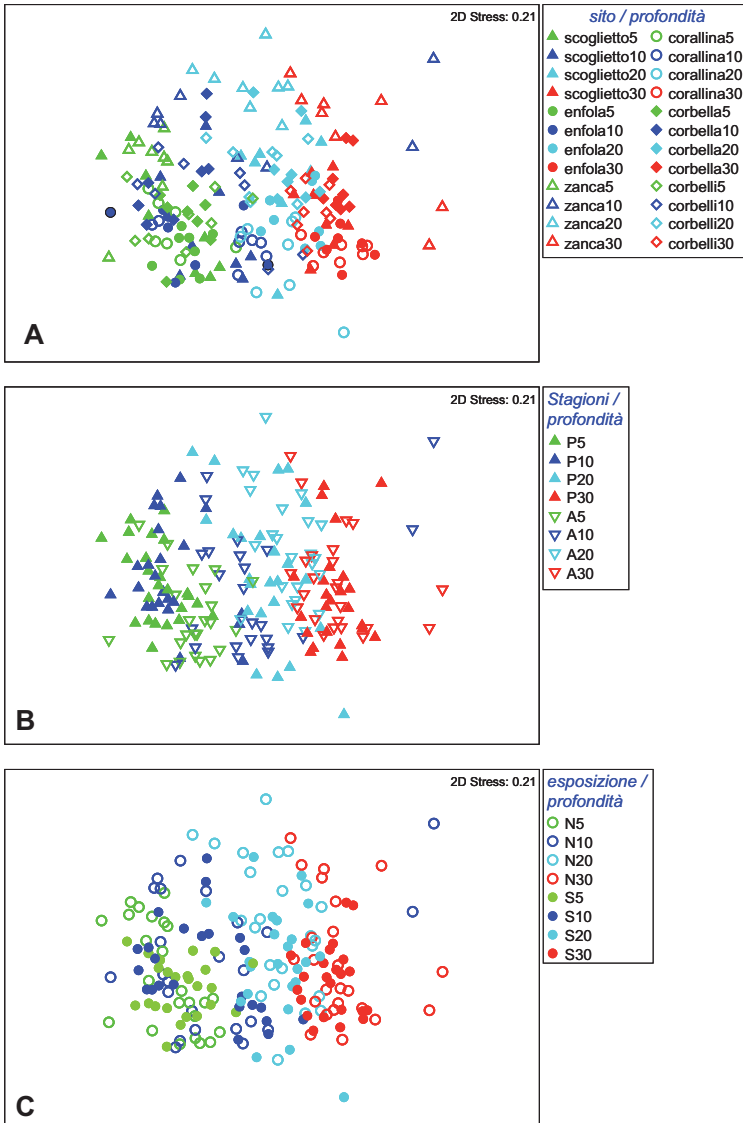


Fig. 23 – Ordinamento nMDS dei campionamenti provenienti dai siti dell'Elba. Le etichette del grafico definiscono i siti di raccolta e le diverse profondità (-5, -10, -20 e -30 m) in A, le quattro campagne di raccolta (due in A = autunno; due in P = Primavera) e le diverse profondità in B, e l'esposizione dei siti (N = Nord; S = Sud) e le diverse profondità in C.

La conferma di questa alternanza naturale di cenosi sulle coste elbane depone comunque a favore di ambienti ancora molto biodiversi e relativamente integri, anche se l'abbondanza primaverile di aggregati mucilluginosi su queste coste, così come l'assenza di cistoseireti e l'abbondanza di specie alloctone deve assolutamente suonare come un campanello d'allarme per misure di protezione e gestione che tengano conto di questo pericolo.

Un confronto importante ci è parso inoltre quello tra i siti posti a Nord dell'Elba e quelli posti sulla costa meridionale, dato che l'isola è considerata lo spartiacque tra due mari, il Ligure a Nord ed il Tirreno Settentrionale a Sud, caratterizzati, il primo, da acque più fredde che arrivano dal nord della Corsica, il secondo invece, da acque più calde che arrivano dal Sud della penisola.

I campioni provenienti dal Nord dell'isola sono infatti significativamente diversi ( $R=0.67$ ;  $P<0.001$ ; ANOSIM test) da quelli rilevati a Sud dell'isola, e anche se l'effetto di maggiore variabilità (= dispersione dei dati nel grafico in Fig. 23C) è data dall'eterogeneità dei dati della Zanca, le specie maggiormente responsabili di queste differenze sono state ben focalizzate dalla tecnica della SIMPER. In particolare, le forme crostose sono decisamente più abbondanti nelle coste meridionali (9.3% di differenza definita) assieme alle corallinacee crostose (7.43%), mentre le forme aliene, quali il genere *Caulerpa* e gli aggregati mucilluginosi, purtroppo riscontrati su entrambi i versanti elbani, sembrano avere maggior peso sulle coste settentrionali, ponendole quindi sotto una maggior attenzione dal punto di vista conservazionistico.

Riassumendo, i nostri dati, pur denotando una forte variabilità nei popolamenti bentonici, dovuta principalmente alla diversa composizione geomorfologia dell'isola, che la vede suddivisa in almeno tre tipologie distinte, che favoriscono l'impianto e l'insediamento di specie diverse, sono stati in grado di cogliere sia le differenze geografiche, tra coste settentrionali e meridionali, che stagionali, definendo chiaramente le caratteristiche generali dei popolamenti bentonici alle diverse esposizioni e stagioni e fornendo quindi un "punto zero" di carattere ecologico conservazionistico dal quale partire per campagne di gestione e monitoraggio future.

### 3.9. ISOLA DI PIANOSA

#### 3.9.1. Individuazione del sito, punti di emergenza e caratterizzazione del benthos

L'isola, con una superficie di 1'025 ettari, dista circa 14 km dall'Elba. Come suggerisce il nome è priva di rilievi, con un'altezza media sul livello del mare è di 15-20 m, solo a Poggio alla Quercia e al Belvedere si raggiungono i 29 m. È costituita da rocce sedimentarie tufacee e calcaree mioceniche e accumuli conchiferi pliocenici. Le coste, a picco sul mare e poco frastagliate, si sviluppano per una lunghezza di circa 26 km.

L'intero territorio dell'isola, compresi gli isolotti La Scarpa e La Scola, è inserito dal 1996 nel Parco Nazionale dell'Arcipelago Toscano. La fascia marina costiera fino a un miglio dalla costa è inserita nell'area marina di tutela del Parco (Zona 1). Rispetto alle altre isole dell'Arcipelago, Pianosa ha una piattaforma estesa con una morfologia del fondo molto varia; l'ambiente marino è generalmente caratterizzato da pareti verticali di alcuni metri che dalla linea di costa arrivano fino a 12-15 m di profondità dove confinano con fondi sabbiosi.

L'isolamento dell'isola, dovuto anche alla presenza fino al 1987 di un carcere di massima sicurezza, e la posizione geografica che la pone relativamente lontana dalle fonti di inquinamento hanno contribuito alla salvaguardia ambientale, in particolare delle biocenosi marine (cfr. Borri & Sartoni, 1998). La componente floristica è stata studiata da Cinelli (1970), Sartoni & Boddi (1992) e Sartoni (2004), il macrobenthos da Drago *et al.* (1980).

Pianosa è un Sito di Interesse Comunitario, una Zona di Protezione Speciale dell'Unione Europea ed un Sito di Interesse Regionale e inoltre fa parte delle aree comprese nella Rete Natura 2000.

I campionamenti sono stati effettuati in due diverse stazioni (Fig. 24).

<b>ID 16 - La Scarpa</b>	
Comune: Campo nell'Elba	Provincia: LI
Coordinate UTM fuso 32: E = 589624; N = 4719332	

<b>ID 17 - La Scola</b>	
Comune: Campo nell'Elba	Provincia: LI
Coordinate UTM fuso 32: E = 591078; N = 4715017	



Fig. 24 – Ubicazione dei siti di campionamento.

La stazione di campionamento di La Scarpa (16) è stata scelta in corrispondenza di una secca, situata circa mezzo miglio a est dello scoglio omonimo, che rappresenta l'unico tratto di costa a nord di cala Giovanna in cui il fondale possiede le caratteristiche richieste dal piano sperimentale, cioè la presenza di fondale roccioso alle quattro batimetriche di studio. A circa un quarto di miglio in direzione SE dallo scoglio della Scola si trova una secca rocciosa che scende molto ripidamente da -3 a -35 m di profondità, fino a raggiungere un fondale sabbioso pianeggiante. Anche in questo caso la scelta del sito di campionamento è stata dettata dalla necessità di individuare un tratto di fondale che si presentasse roccioso alle quattro batimetriche di studio.

L'Isola di Pianosa per molti tratti presenta un fondale sabbioso dal quale in alcuni punti emergono pinnacoli che quasi raggiungono la superficie, il fondale sabbioso per la maggior parte è coperto da praterie di *Posidonia oceanica* dalla quale emergono numerose *Pinna nobilis* alcune delle quali di dimensioni davvero considerevoli. Nei punti dove dalla sabbia emergono isolotti o scogli semi affioranti si incontrano facilmente numerose spugne tra le quali le specie protette *Axinella polypoides* e *Spongia officinalis*. Il costone di roccia appare piuttosto variegato con numerose nicchie e anfratti che costituiscono rifugio a numerose specie. Tra queste ci sono numerose specie protette come i crostacei *Maja squinado*, *Palinurus elephas*, *Scyllarus arctus*, *Scyllarides latus*, i molluschi *Lithophaga lithophaga*, *Luria lurida*, e gli echinodermi: *Ophidiaster ophidianus* e *Paracentrotus lividus*. A La Scola si segnala la presenza della spugna del genere *Haliclona* sp., solitamente non comune nell'ambito degli altri siti osservati.

Numerose sono le specie di *Cystoseira* presenti a Pianosa: *C. compressa*, anche nella forma *plana*, *C. brachycarpa*, *C. foeniculacea f. foeniculacea*, *C. humilis*, *C. sauvageauana* e *C. spinosa*. Queste alghe nei primi 10 m dalla superficie formano una copertura ben strutturata del substrato.

L'esame del materiale raccolto nel corso dei campionamenti effettuati nei due siti prescelti ha portato ad evidenziare numerose specie per un totale di 359 taxa, 157 algali e 211 di invertebrati. Per l'aspetto floristico, dato l'elevato numero di specie che costituiscono le Rhodophyta, è chiaro che la dominanza è data da queste alghe rosse con 109 specie ma è importante l'elevato numero rappresentato dalle Phaeophyceae con 33 specie diverse mentre le alghe verdi sono presenti con 15 taxa. Per quanto riguarda la componente faunistica questa è distribuita su 10 phyla diversi, i Tunicati sono rappresentati da un'unica specie mentre Briozoi (74) e Molluschi (72) sono i più rappresentati (Fig. 25). È comunque da considerare che alcuni gruppi come Poriferi e Anellidi sono ancora in fase di studio e quindi sono sottostimati.

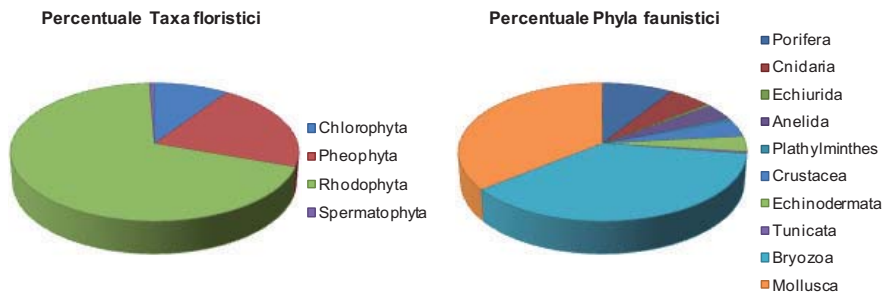


Fig. 25 – Composizione percentuale dei taxa della componente floristica (a sinistra) e faunistica (a destra).

La parete della secca presente a La Scarpa alla profondità di -5 m risulta colonizzata principalmente da *Halimeda tuna* e *Cystoseira* spp. che a -10 m si accompagnano a sparsi esemplari di *Sargassum acinarium*, ciuffi di *Posidonia oceanica* e alcune specie di Dictyotales; dai -20 m di profondità diventano preponderanti le biocenosi sciafile, con particolare abbondanza di *Parazoanthus axinellae* e *Leptopsammia pruvoti*, che compare in questo sito con individui dalle dimensioni fuori dal comune, mentre a -30 m, sebbene non sia rilevante la presenza di gorgonie, la biocenosi del coralligeno risulta estremamente ben differenziata, con una spiccata biodiversità, soprattutto per quanto riguarda poriferi e briozoi. A La Scuola, le grotte presenti in fondo alla secca mostrano biocenosi sciafile incredibilmente ricche dal punto di vista della componente animale, con eccezionale abbondanza di poriferi, nudibranchi e anellidi del genere *Sabella*. Anche fuori dall'ambiente di grotta, questa stazione presenta sia le biocenosi di coralligeno e pre-coralligeno che quelle ad alghe fotofile, estremamente ben differenziate e sviluppate.

In generale, i fondali dell'Isola di Pianosa hanno mostrato un livello di biodiversità particolarmente spiccato a tutte le quote di campionamento, nonché una notevole variabilità nella tipologia di habitat presenti. Nel piano infralitorale, che è quello principalmente indagato, le associazioni identificate appartengono

tutte alla biocenosi delle alghe fotofile. Ritroviamo fino a -20 m diverse associazioni tra le quali quella a *Cystoseira sauvageauana* mentre *C. brachycarpa* e *C. compressa*, caratterizzano, in alcuni tratti, le associazioni degli strati più superficiali. L'associazione a *Flabellia petiolata* e *Peyssonnelia squamaria* è distribuita invece a tutte le profondità così come quella a *Peyssonnelia rubra* e *Peyssonnelia* spp. Queste associazioni non caratterizzano una specifica batimetria, le diverse specie hanno un ampio range batimetrico e sono presenti anche nel resto delle isole dell'Arcipelago. La facies a *Dictyopteris polypodioides* è ben rappresentata dai -5 fino ai -30 m, così come l'associazione a *Rhodymenia ardissonae* e *Rhodophyllis divaricata*, *Corallina elongata* e *Herposiphonia secunda* e *Codium vermilara* e *R. ardissonae*. In alcuni punti dove il fondo risulta più scosceso formando nicchie o anfratti caratterizzati da una scarsa irradianza, possiamo incontrare anche a pochi metri dalla superficie alcune biocenosi del coralligeno; tra queste emergono le associazioni a *Lithophyllum stictaeforme*, *Halimeda tuna*, presente da -10 ai -30 m, mentre a partire dai -20 m emergono le facies a *Eunicella cavolinii*, *Eunicella singularis* e *Leptopsammia pruvoti* e *Parazoanthus axinellae*.

Dai campionamenti emerge la presenza dell'alga infestante *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* anche in quest'isola, ma al momento sembra essere distribuita solo alle batimetrie più profonde. A Pianosa sono presenti dei cistoseireti ben strutturati, è quindi importante poter mappare la loro distribuzione e monitorare la loro evoluzione nel tempo.

**L'elenco sistematico** relativo a questa località e la **bibliografia consultata** sono riportati sul sito del Museo di Storia Naturale <http://www.msn.unifi.it/CMprov-p-31.html>.

### 3.10. FORMICHE DI GROSSETO

#### 3.10.1. Individuazione del sito, punti di emergenza e caratterizzazione del benthos

Le Formiche di Grosseto, poste a circa 20 km a ovest dalle coste dei Monti dell'Uccellina, sono tre piccoli isolotti che si ergono bruscamente da un fondale di -100 m. La legge quadro sulle aree protette n. 394/91 ha previsto la creazione della "Riserva Marina Monti dell'Uccellina, Formiche di Grosseto, Foce dell'Ombrone, Talamone" che per il momento non è stata istituita. La flora marina è stata studiata da Papi *et al.* (1992).

I campionamenti sono stati effettuati in due diverse stazioni (Fig. 26), sul versante nordorientale dello scoglio della Formica Piccola (18) e il secondo sulla Formica III (19) la cui sommità è fra i -4 e i -8 m circa di profondità.

Anche in questi siti, sebbene scarsamente rappresentata è presente *Posidonia oceanica*, e dove è presente questa fanerogama spesso si trova il bivalve, *Pinna nobilis* sostituita da *Pinna rudis* nelle zone con meno presenza di sedimento. Dove invece le pareti rocciose sono verticali è presente il mollusco bivalve *Lithophaga lithophaga* e, nelle nicchie, è possibile trovare *Luria lurida*. Tra gli echinodermi è presente *Ophidiaster ophidianus*, un asteroideo purpureo non molto frequente, e l'echinodeo *Paracentrotus lividus*, rinvenuto in quasi tutte le stazioni analizzate. Alla Formica Piccola, si segnala la presenza del riccio *Stylocidaris affinis*, ad una profondità di circa -54 m.

<b>ID 18 - Formica Piccola</b>	
Comune: Grosseto	Provincia: GR
Coordinate UTM fuso 32: E = 655535; N = 4714576	

<b>ID 19 - Formica III</b>	
Comune: Grosseto	Provincia: GR
Coordinate UTM fuso 32: E = 656156; N = 4713346	

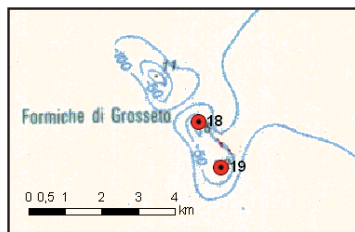


Fig. 26 – Ubicazione dei siti di campionamento.

Alle Formiche di Grosseto sono presenti diverse specie di *Cystoseira*: *C. barbata*, *C. brachycarpa*, *C. compressa*, *C. humilis*, *C. spinosa*.

Durante le campagne alle Formiche di Grosseto sono state campionate, alle diverse profondità, 363 specie suddivise in 151 taxa vegetali e 211 taxa animali. La componente floristica risulta per la maggior parte distribuita nelle tre classi principali e in particolare rappresentata dalle Rhodophyta che sono le più abbondanti, con 109 specie. Per la componente faunistica invece dominano i molluschi con la presenza di 93 specie diverse, in prevalenza gasteropodi con 67 specie e bivalvi con 26, seguono poi i briozoi con 65 taxa (Fig. 27).

Le stazioni grazie alla trasparenza delle acque e la lontananza da attività antropica mostrano nel complesso, biocenosi con elevata biodiversità. Alla Formica Piccola i primi 10 m di profondità sono caratterizzati da una ricca copertura ad *Halimeda tuna* e dalla presenza di Alcyonacei, si osservano inoltre nicchie rocciose con colonie rigogliose di *Parazoanthus axinellae*, scendendo al di sotto dei -20 m, la biocenosi del coralligeno appare ricca e ben strutturata, con grandi esemplari di *Eunicella cavolinii* ed *E. singularis* e pareti coperte della sclerattinia *Leptopsammia pruvoti*, sono ben rappresentate anche tutte le specie di poriferi tipiche di questa biocenosi. Anche alla sommità della secca del sito Formica III troviamo un denso popolamento ad *Halimeda tuna* con numerosi Alcyonacei su cui, nella stagione primaverile, sono stati osservati moltissimi individui del mollusco *Platydoris argo*. A quote inferiori della parete verticale si osserva anche in questo sito un elevato numero di *Eunicella cavolinii* dai -20 m e *Paramuricea clavata* a -30 m.

In generale, le biocenosi del piano infralitorale, che è quello principalmente indagato in questo studio, presenta numerose associazioni; tra queste, sono state identificate, a profondità di -20/-30 m quella a *Cystoseira brachycarpa* e a *C. spinosa*, mentre *C. compressa*, insieme a *C. humilis* caratterizzano, in alcuni tratti, le associazioni degli strati più superficiali. L'associazione a *Flabellia petiolata* e *Peyssonnelia squamaria* è distribuita invece su tutte le profondità così come quella a *Peyssonnelia rubra* e *Peyssonnelia* spp. Queste associazioni non caratterizzano una specifica batimetria, le diverse specie hanno un ampio range batimetrico e un buon areale di distribuzione essendo presenti anche in tutto l'Arcipelago. La facies a *Dictyopteris polypodioides* è ben rappresentata dai -10 fino ai -30 m mentre quella a *Rhodymenia ardissoni* e *Rhodophyllis divaricata* non sempre presenta entrambe le specie in quanto la prima è ben distribuita a tutte le profondità mentre la seconda è stata trovata solo a -10 m.

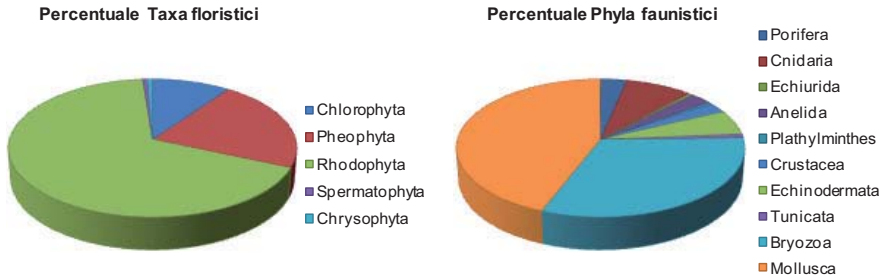


Fig. 27 – Composizione percentuale dei taxa della componente floristica (a sinistra) e faunistica (a destra).

In alcuni punti dove il fondo risulta più scosceso formando nicchie o anfratti dove la luce penetra con meno intensità possiamo incontrare anche a pochi metri dalla superficie alcune specie che si ritrovano nella biocenosi del coralligeno, tra queste emergono le associazioni a *Sargassum* spp., a *Rodriguezella strafforelloi*, *Halimeda tuna*, e da -20 m proseguono fino e oltre i -30 m emergono le facies a *Eunicella cavolinii*, *Eunicella singularis* e *Leptopsammia pruvoti*, mentre a maggiori profondità abbiamo le facies a *Parazoanthus axinellae* e a *Paramuricea clavata*.

Nei punti oggetto del campionamento, pur risultando presenti diverse specie di *Cystoseira*, non si ha la presenza di grandi cistoseireti, sarebbe opportuno quindi valutare l'attuale distribuzione di questo genere, in grado di strutturare popolamenti bentonici caratterizzati da una diversificata biodiversità animale e vegetale.

**L'elenco sistematico** relativo a questa località e la **bibliografia consultata** sono riportati sul sito del Museo di Storia Naturale <http://www.msn.unifi.it/CMprov-p-31.html>.

### 3.11. ISOLA DI MONTECRISTO

#### 3.11.1. Individuazione del sito, punti di emergenza e caratterizzazione del benthos

L'Isola di Montecristo, situata 45 km a sud dell'Elba e a 63 km dall'Argentario, appartiene alla provincia di Livorno ed è interamente territorio del comune di Portoferraio. Ha una superficie di circa 11 km<sup>2</sup> e uno sviluppo costiero di 16 km. Le sue coste sono molto scoscese con pareti ripide e frastagliate, unico approdo è Cala Maestra. L'isola si erge fino a 645 m con il Monte Fortezza, seconda vetta per altezza dell'Arcipelago Toscano dopo il massiccio del Capanne all'Elba. Si è formata nel Miocene inferiore (circa 7 M.a.), dopo la collisione tra le placche Eurasistica ed Adriatica, è interamente costituita da roccia vulcanica intrusiva, prevalentemente granito grigio-rosa. L'isola è sempre stata poco produttiva dal punto di vista agricolo, lontana dalle coste e dalle altre isole, non è mai stata propriamente colonizzata. L'ultimo insediamento risale alla seconda guerra mondiale, quando Montecristo ospitò una installazione italo-tedesca, dopo l'isola fu nuovamente abbandonata. Oggi l'unico abitante dell'isola è il guardiano e per accedervi è necessario ottenere un'autorizzazione apposita dal Ministero dell'Ambiente che viene rilasciata principalmente per motivi di studio ad Università o Enti di ricerca.

Montecristo fa parte del Parco Nazionale dell'Arcipelago Toscano, istituito con il Decreto del Presidente della Repubblica il 22 luglio 1996, ed è soggetta alle norme disposte dalla legge quadro 394/91 sulle aree naturali protette. Prima di essere inserita nel Parco dell'Arcipelago come Zona 1, riserva naturale integrale, l'intera isola era già Riserva Naturale Biogenetica dal 1977 e dal 1988 è Area Diplomata dal Consiglio d'Europa. Il Diploma Europeo delle Aree Protette è stato creato nel 1965 e viene assegnato ad aree protette naturali o semi-naturali che siano di interesse europeo dal punto di vista della conservazione della diversità biologica, geologica o paesaggistica e che godano di una protezione adeguata. Sempre nel 1988, la zona di tutela biologica marina, che fino ad allora era 500 m dalla costa venne ampliata sino a comprendere la fascia di mare dell'estensione di 1 km. Inoltre Montecristo è Sito di Interesse Comunitario e Zona di Protezione Speciale dell'Unione Europea ed è inserita nelle aree comprese nella Rete Natura 2000. Per ciò che riguarda l'ambiente marino, la flora è stata studiata da Papi *et al.* (1992).

<b>ID 20 - Cala Gemelle</b>	
<i>Comune:</i> Portoferraio	<i>Provincia:</i> LI
<i>Coordinate UTM fuso 32:</i> E = 607498; N = 4685592	

<b>ID 21 - Punta del Diavolo</b>	
<i>Comune:</i> Portoferraio	<i>Provincia:</i> LI
<i>Coordinate UTM fuso 32:</i> E = 606894; N = 4689422	



Fig. 28 – Ubicazione dei siti di campionamento.

I campionamenti sono stati effettuati in due diverse stazioni (Fig. 28), a Punta del Diavolo (21), situato a nordovest e a Cala Gemelle (20), orientata a sud. Sebbene le pareti dell'isola siano estremamente ripide, in alcuni punti, ad una certa profondità ma poco distanti dalla costa si trovano piccole estensioni di *Posidonia oceanica* e una notevole densità di esemplari di *Pinna nobilis*, di grandi dimensioni che testimoniano l'alto livello di tutela di cui gode l'isola.

Tra le alghe brune figurano diverse specie appartenenti ai generi *Cystoseira* (10 taxa) e *Sargassum* (2 taxa), ed è da rimarcare il fatto che in precedenza, per l'isola, era segnalata unicamente *C. spinosa*.

Sebbene i campionamenti siano stati svolti a quattro precise batimetriche, rilievi dell'ambiente sono stati effettuati anche a batimetriche diverse; questo ha permesso di individuare nella fascia intertidale *Patella ferruginea* un tempo molto abbondante lungo le coste toscane e attualmente segnalata solo a Montecristo. La scomparsa piuttosto rapida di questa specie, un tempo ampiamente diffusa fa riflettere sull'uso alimentare spesso indiscriminato di molte specie e sull'importanza di una efficace protezione che consenta alla popolazione di recuperare la sua struttura. Sarebbe necessario censire meglio l'isola per mappare con più precisione le zone in cui ancora è presente. Anche *Palinurus elephas* e *Maja squinado* sebbene non presenti alle quote indagate sono state segnalate oltre i -40 m di profondità dove la morfologia si fa più dolce e dove le concrezioni create dal coralligeno facilitano l'insediamento di più specie. Inoltre sono da ricordare anche

le altre specie protette quali *Lithophaga lithophaga* (Bivalvia), *Hornera lichenoides* (Bryozoa), *Ophidiaster ophidianus* (Asteroidea) e *Paracentrotus lividus* (Echinoidea) e *Scyllarides latus* (Crustacea). Queste specie sebbene ritenute piuttosto rare sono presenti in più isole dell'arcipelago ed in particolare per *P. lividus* le popolazioni, la dove presenti, sono abbastanza ben strutturate. A Punta del Diavolo si segnala la presenza dei plateminti *Yungia aurantiaca* e *Stylochus pilidium*, e del mollusco *Janolus cristatus*.

La peculiare situazione dell'isola di Montecristo, da tempo sottoposta a vincoli di tutela, ha sicuramente contribuito a preservare i suoi fondali da un possibile impatto antropico ma, in parallelo, ha reso sporadiche ed occasionali le indagini sulle comunità bentoniche presenti; ad esempio esistono solo due lavori (Cinelli *et al.*, 1993; Rindi *et al.*, 2002) che censiscono le macroalghe dei fondali di substrato duro, fornendo un elenco di 137 taxa diversi. Dall'esame del materiale raccolto nei due campionamenti effettuati nel 2005 e 2006, nelle due stazioni di Punta del Diavolo e di Cala Gemelle, è stato possibile identificare un totale di 176 taxa algali a livello specifico ed infraspecifico (Fig. 29). Nelle diverse specie esaminate è stata rilevata un'elevata percentuale di talli fertili che testimoniano un continuo recruitment fornendo una conferma indiretta dell'elevata qualità ambientale della fascia costiera e dello stato ottimale di conservazione del paesaggio vegetale sommerso. Da segnalare è la presenza di *Dictyopteris lucida*, una specie descritta di recente per le coste atlantiche e mediterranee della penisola iberica ed alle isole Baleari (Ribera Siguan *et al.*, 2005), risultando particolarmente abbondante come epifita delle cistoseire che colonizzano il piano infralitorale e mostrando quindi una sorta di comportamento invasivo, analogo a quello di altre specie aliene. Nel campionamento del 2006, effettuato a punta del Diavolo alle due quote di -20 e -30 m, è risultata presente *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*, una specie aliena in fase di rapida espansione nell'intero bacino mediterraneo ed in grado di alterare profondamente la struttura dei popolamenti algali autoctoni.

Per quanto concerne lo zoobenthos costiero di fondi duri non si hanno dati di confronto di letteratura, dall'esame del materiale raccolto nei campionamenti effettuati è stato possibile identificare un totale di 286 taxa a livello specifico (Fig. 29).

A Punta del Diavolo i primi 10 m di profondità sono caratterizzati dalla presenza di una copertura a *Cystoseira* spp. estremamente densa, che diminuisce verso i -20 m, profondità in cui le biocenosi dominanti risultano comunque essere quelle di ambiente con elevata irradianza. La batimetrica dei -30 m risulta dominata dalle biocenosi sciafile e mostra la predominanza di corallinacee e *Peyssonnelia* spp., oltre ad una notevole ricchezza in poriferi, briozoi e tunicati, i quali possiedono spesso dimensioni superiori alla norma, soprattutto per quanto riguarda le colonie di *Sertella* spp.

Anche a Cala Gemelle le batimetriche dei -5 e -10 m di profondità sono rivestite da una densa copertura a *Cystoseira* spp., che risulta nettamente dominante. La batimetrica dei -20 m mostra una predominanza di biocenosi fotofile, pur presentando una discreta presenza di spugne dei generi *Crambe*, *Spirastrella* e *Chondrosia*. Alla profondità di -30 m prevalgono le alghe rosse ed altre specie tipiche del coralligeno, come *Eunicella cavolinii* ed *Eunicella singularis*, le quali sono però in buona parte ricoperte da colonie molto estese di tunicati rinvenuti raramente negli altri siti di studio.

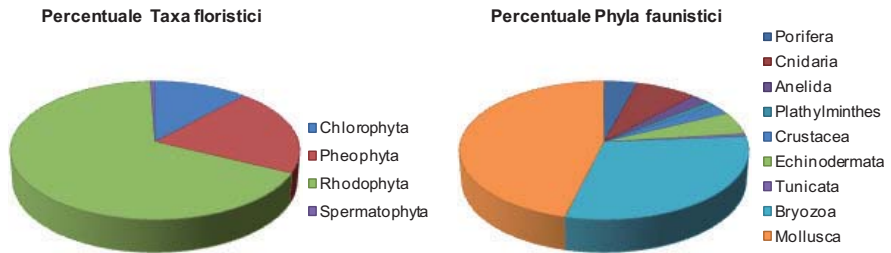


Fig. 29 – Composizione percentuale dei taxa della componente floristica (a sinistra) e faunistica (a destra).

In generale, l'aspetto dominante della biocenosi dell'infralitorale di Montecristo è la presenza di grandi cistoseireti che caratterizzano questo piano in tutta l'isola; queste alghe brune a portamento arborescente sono in grado di caratterizzare fortemente la fisionomia del paesaggio vegetale sommerso distribuendosi soprattutto a livello della frangia intertidale e del piano infralitorale. Altro elemento caratterizzante l'isola è la trasparenza dell'acqua la quale consente alla maggior parte delle associazioni tipiche del piano infralitorale si estendersi fino ai -30 m accavallandosi nettamente con le facies tipiche del piano circalitorale che a loro volta si localizzano a profondità superiori.

**L'elenco sistematico** relativo a questa località e la **bibliografia consultata** sono riportati sul sito del Museo di Storia Naturale <http://www.msn.unifi.it/CMprov-p-31.html>.

### 3.11.2. Analisi ecologica delle comunità bentoniche

L'ordinamento nMDS ha mostrato un indice di stress basso, questo dato indica che la raffigurazione grafica è abbastanza fedele alla realtà stimata e più facilmente interpretabile, nonostante il notevole numero di variabili analizzate, che in questo caso sono 48 tra taxa animali e vegetali.

Nei due grafici mostrati in Fig. 30, si sono mantenuti separati i campioni in base alle batimetrie, considerate comunque il fattore più importante nel disegnare le caratteristiche dei popolamenti. Nonostante la chiara divisione a livello batimetrico, i dati provenienti dalle due località (Fig. 30) hanno mostrato una differenza significativa ( $R=0.22$ ;  $p<0.001$ ; ANOSIM test), e, nonostante una grande variabilità all'interno dei campioni rappresentati dai due siti, la procedura SIMPER è stata in grado di mostrare quali specie hanno una copertura significativamente diversa a Punta del Diavolo e a Cala Gemelle. Queste sono le alghe del genere *Cystoseira* più abbondanti a Cala Gemelle (9.27% di differenza definita) rispetto a Punta del Diavolo, dove invece prevalgono le forme arbustive fotofile (5.10%), le forme crostose (6.53%), oltre alle forme arbustive sciafile (5.15%). Mettendo in risalto il fattore "batimetrica", risulta infatti evidente la differenza tra la biocenosi dei -30 m, dove cominciano a comparire specie che poi saranno proprie del piano circalitorale, e quelle registrate a -10 e -5 m, con i popolamenti a -20 m che appaiono come una fascia di transizione tra le tre batimetriche più definite. Un risultato analogo si ha per i campionamenti effettuati a -10 m, con quelli di Punta de Diavolo che sono un gruppo ben omogeneo e riconoscibile e mentre quelli di Cala Gemelle sono più decisamente sovrapposti alle comunità più tipiche dei -5 m,

dimostrando una maggior penetrazione della luce a queste profondità in questa seconda località. In ogni caso, comunque il test ANOSIM, discrimina significativamente tra le quattro profondità ( $R=0.51$ ;  $p<0.001$ ; ANOSIM test).

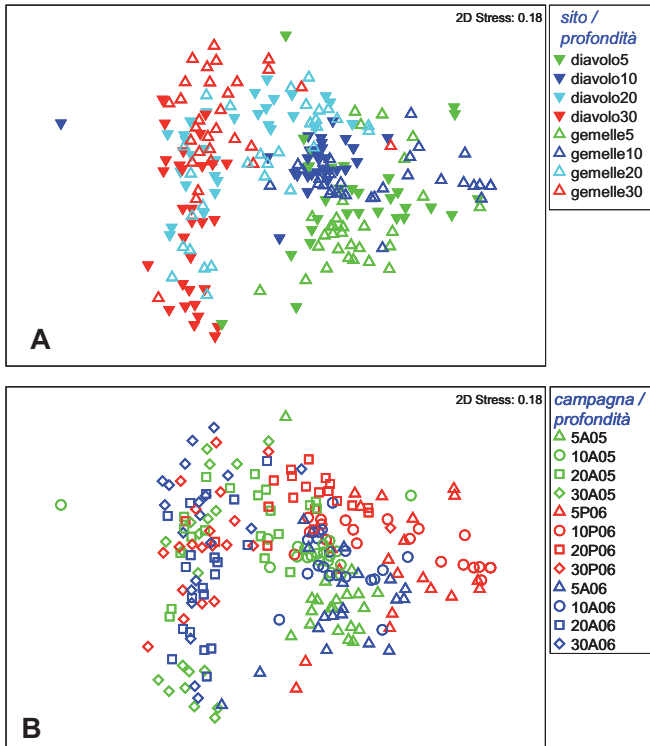


Fig. 30 – Ordinamento nMDS dei campionamenti provenienti dai siti di Montecristo. Le etichette del grafico definiscono i due siti di raccolta (diavolo = Punta del Diavolo; gemelle = Cala Gemelle) e le diverse profondità (-5, -10, -20 e -30 m), in A, mentre rappresentano le diverse profondità (-5, -10, -20 e -30 m) e le tre campagne di raccolta (A05= autunno 2005; P06 = Primavera 2006; A06 = Autunno 2006) in B.

Se andiamo ad analizzare invece le differenze stagionali (Fig. 30 B) in particolare nei primi metri di profondità, ritroviamo il trend descritto per le isole precedenti, con la campagna primaverile che da risultati decisamente diversi da quelle autunnali, con una tendenza generale a trovare, in questa stagione, specie che in autunno sono presenti a batimetriche più profonde. Ancora una volta le specie presenti a -30 m, decisamente sotto al range batimetrico di variazione stagionale del termocline, non sembrano subire grosse variazioni mentre il fenomeno appare evidente nelle comunità presenti dai -20 m fino ai -5 m. Nel complesso, però, tutte e tre le stagioni di campionamento risultano differire significativamente ( $R=0.23$ ;  $p<0.001$ ; ANOSIM test). La SIMPER dimostra come alla batimetria dei -5 m forme crostose (9.86% di differenza definita), forme filamentose (8.15%) e briozoi (8.47%) dominino in autunno mentre segnano una

significativa diminuzione in primavera quando invece si ha la comparsa di alcune specie quali *Padina pavonica* e *Dictyota dichotoma*, con le alghe del genere *Cystoseira* che si mantengono quasi costanti nelle due stagioni, anche se in primavera, quando si ha la ripresa dell'attività vegetativa e le alghe riprendono ad accrescersi, si ha la formazione di nuove fronde che le rendono molto più voluminose. Forme crostose (11.94%) e forme filamentose fotofile (7.55%) dominano anche ai -10 m, in autunno, mentre in primavera, con la quasi totale scomparsa delle forme crostose e di *Flabellia petiolata*, dominano le diverse specie di *Cystoseira*. Se analizziamo i grafici della Fig. 31A, che uniscono in un unico valore medio i dati relativi ai quadrati di campionamento raggruppati per località e stagione di campionamento, sono evidenti i trend stagionali alle diverse profondità. È infatti possibile notare come le spezzate che uniscono le batimetrie dalla -5 alla -30 nelle diverse località e alle diverse stagioni non siano particolarmente convolute, ma seguano andamenti simili, indice di un cambiamento naturale e non indotto da eventi esterni tra le batimetrie. Le varie profondità si raggruppano tra loro abbastanza precisamente, con una certa eterogeneità dei popolamenti a -20 m e una spiccata differenza per i -10 m osservati nell'unica primavera di campionamenti.

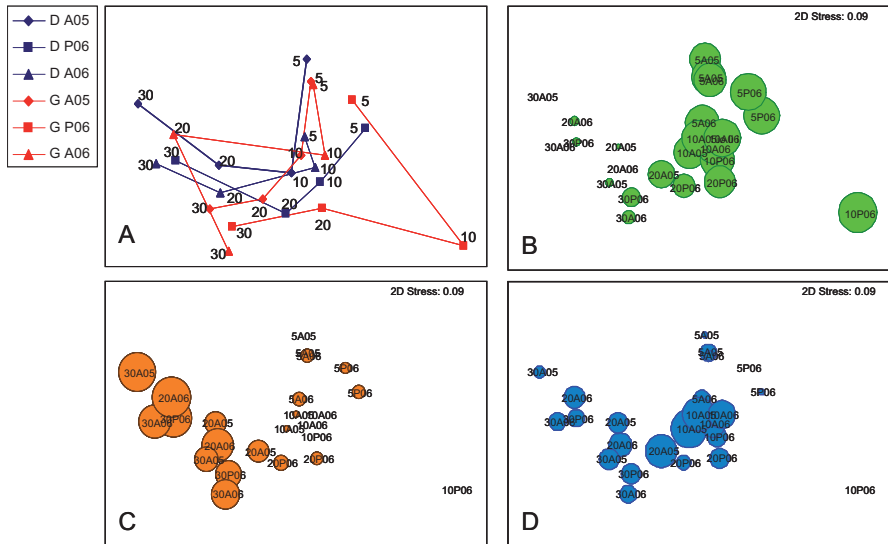


Fig. 31 – Ordinamento nMDS dei dati di Montecristo raggruppati per siti e per campagne di raccolta. In A vengono mostrate le tendenze di cambiamento stagionali alle diverse batimetrie, in B, C e D, con la tecnica del bubble plot, vengono mostrate le densità relative nei diversi campioni delle alghe del genere *Cystoseira*, delle corallinacee crostose e della *Flabellia petiolata*, rispettivamente.

Il grafico a bolle (bubble plot) di Fig. 31B mostra l'abbondanza relativa (proporzionale al diametro delle bolle) delle specie del genere *Cystoseira*, alle diverse profondità. Il variare dell'abbondanza di queste alghe evidenzia l'andamento dei cistoseireti con *Cystoseira brachycarpa*, in particolare, ma anche *Cystoseira compressa* e *C. humilis* che caratterizzano i primi 10 m di profondità, mentre *Cystoseira foeniculacea f. foeniculacea*, *Cystoseira funkii*, *Cystoseira*

*sauvageauana*, *Cystoseira spinosa* e *Cystoseira zosteroides* sono presenti anche in profondità, ma a densità minori. Le *Cystoseira* di profondità, infatti, non formano tappeti ampi e compatti come quelli tipici di *C. brachicarpa* o di *C. amantacea* e questo è particolarmente evidente dal grafico che infatti mostra un'indubbia diminuzione all'aumentare della profondità.

Meccanismo analogo, ma opposto lo riscontriamo nelle Corallinacee crostose sciafile (Fig. 31C): il grafico evidenzia l'abbondanza di questo gruppo di alghe a profondità maggiori ed una loro progressiva riduzione al diminuire della profondità. Questa categoria morfofunzionale consta di 3 specie, tipiche della formazione delle bioconcrezioni del coralligeno, che sono *Lithophyllum stictaeforme*, *Mesophyllum alternans* e *Mesophyllum lichenoides*.

*Flabellia petiolata* (Fig. 31D), invece, si dimostra la tipica alga che, abbondante alle profondità maggiori tutto l'anno, riesce a conquistare anche le batimetrie meno profonde, fino a -10 m, in primavera.

Sintetizzando, i nostri dati dimostrano un'elevatissima biodiversità algale sulle coste di Montecristo, in particolare per quanto riguarda il genere *Cystoseira*, che qui è abbondantemente rappresentato da un elevato numero di specie fino alla batimetria di -30, e l'abbondanza delle corallinacee crostose sciafile. La presenza di bioconcrezioni ben strutturate a profondità maggiori e l'abbondanza dei cistoseireti particolarmente ricchi di specie e omogeneamente distribuiti è imputabile ai lunghi anni di completa tutela di cui gode Montecristo

### 3.12. ISOLA DEL GIGLIO

#### 3.12.1. Individuazione del sito, punti di emergenza e caratterizzazione del benthos

Con una superficie di circa 21 km<sup>2</sup>, il Giglio è la seconda isola per estensione dell'Arcipelago Toscano. L'isola, posta a meno di 15 km a ovest dall'Argentario, è prevalentemente montuosa, formata dalla risalita di un plutone magmatico si presenta come essenzialmente un blocco granitico, ad eccezione del Promontorio del Franco costituito da calcari, scisti argillosi e arenacei. Il suo perimetro costiero di 28 km si presenta articolato in diverse insenature sabbiose interrotte da coste alte in cui il fondale scende rapidamente.

Solo meno della metà della zona di terra (40%), inclusi alcuni scogli, risulta inserita nel perimetro del Parco dell'Arcipelago Toscano mentre a mare, come l'Isola dell'Elba, non ha nessuna zona di protezione; tuttavia il mare del Giglio è inserito tra le Aree di Reperimento per l'istituzione di una Riserva marina. L'intera isola è un Sito di Interesse Comunitario ed un Sito di Interesse Regionale ed è compresa nelle misure di Rete Natura 2000 dell'Unione Europea. La vicinanza alla costa, l'elevato afflusso turistico e la mancanza di aree marine protette sono un grave pericolo per la biodiversità. L'unico studio relativo allo zoobenthos è di Grippa (1990) che riguarda i Crostacei Decapodi dell'isola.

I campionamenti sono stati effettuati in due diverse stazioni (Fig. 32). Il sito d'immersione di Punta Secche (22) è localizzato sul lato occidentale della secca, mentre Cala Schizzatoio (23) è situata all'estremità meridionale dell'isola, a ridosso della Punta di Capel Rosso.

Tra le specie protette rilevate durante i campionamenti si segnala il briozoo *Hornera lichenoides*, i crostacei *Scyllarus latus* e *Palinurus elephas*, gli echinodermi *Ophidiaster ophidianus* e *Paracentrotus lividus*, il bivalve *Lithophaga*

*lithophaga* e alghe brune del genere *Cystoseira*. Nei tratti in cui il fondo detritico lascia spazio per piccole coperture di *Posidonia oceanica*, sono osservabili esemplari di *Pinna nobilis*. A Cala Schizzatoio la presenza di grandi massi rocciosi crea le condizioni di luce adatte allo sviluppo di specie sciafile, tra cui si segnala la spugna *Terpios fugax*, che risulta molto abbondante.

<b>ID 22 - Punta Secche</b>	
Comune: Isola del Giglio	Provincia: GR
Coordinate UTM fuso 32: E = 654655; N = 4694013	
<b>ID 23 - Cala Schizzatoio</b>	
Comune: Isola del Giglio	Provincia: GR
Coordinate UTM fuso 32: E = 658184; N = 4687053	



Fig. 32 – Ubicazione dei siti di campionamento.

L'esame del materiale raccolto nel corso dei campionamenti effettuati nei 2 siti prescelti ha portato ad un incremento nel numero delle specie segnalate per l'isola che attualmente ammonta a 362 taxa; queste annoverano 149 taxa algali e 213 di invertebrati. Per l'aspetto floristico, dato l'elevato numero di specie è chiaro che la dominanza è data dalle alghe rosse con 103 specie seguono poi le Phaeophyceae con 25 e le alghe verdi con 20 taxa diversi. Per quanto riguarda la componente faunistica questa è distribuita su 10 phyla diversi, gli Echiuridi sono rappresentati da un'unica specie mentre Briozoi (69) e Molluschi (82) sono i più rappresentati (Fig. 33). È comunque da considerare che alcuni gruppi come poriferi e anellidi sono ancora in fase di studio e che quindi sono sottostimati.

Le nuove segnalazioni del comparto floristico si riferiscono in gran parte ad entità largamente distribuite nel Mediterraneo occidentale e quindi presenti anche sulle coste continentali toscane e nelle diverse isole dell'arcipelago; la loro assenza nelle precedenti liste è probabilmente da attribuire al fatto che sono stati fatti fino ad oggi pochi studi sistematici nelle zone indagate.

Alle batimetriche dei -5 e -10 m di entrambe le stazioni solo sporadicamente si incontrano radi popolamenti di *Cystoseira compressa* e *C. humilis* dato che le associazioni predominanti sono quelle strutturate da alghe con portamento cespitoso per cui risultano largamente distribuite le associazioni a *Corallina elongata* e *Herposiphonia secunda*, l'associazione a *Stypocaulon scoparium*, che si accompagna a *Dictyota dichotoma* var. *intricata*, *Dictyota fasciola*, e *Padina pavonica* e l'associazione a *Gelidium spinosum* var. *hystrix*, mentre alle quote inferiori risulta ben sviluppata l'associazione a *Cystoseira brachycarpa*. I substrati verticali o subverticali scarsamente illuminati di questo piano sono poi per gran parte colonizzati dall'associazione a *Flabellia petiolata* e *Halimeda tuna* e da estesi tappeti di *Peyssonnelia rubra* che si accompagna alle congeneri: *P. orientalis*, *P. polymorpha* e *P. rosa-marina*. Per quanto concerne le biocenosi del piano circalitorale, i cui elementi floristici si ritrovano spesso in enclave anche alle quote più superficiali, risulta largamente distribuita l'associazione a *Lithophyllum stictaeforme* e *Halimeda tuna*, mentre a quota -30 m emergono le facies a

*Eunicella cavolinii*, *Eunicella singularis* e *Leptopsammia pruvoti*, mentre a minore profondità abbiamo la facies a *Parazoanthus axinellae*.

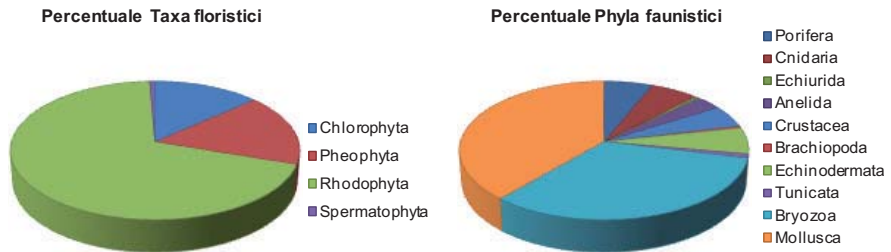


Fig. 33 – Composizione percentuale dei taxa della componente floristica (a sinistra) e faunistica (a destra).

Da notare la presenza dell'alga infestante *Caulerpa racemosa var cylindracea* anche in quest'isola, che al momento sembra essere distribuita solo alle batrimetrie più profonde.

**L'elenco sistematico** relativo a questa località e la **bibliografia consultata** sono riportati sul sito del Museo di Storia Naturale <http://www.msn.unifi.it/CMprov-p-31.html>.

### 3.13. ISOLA DI GIANNUTRI

#### 3.13.1. Individuazione del sito, punti di emergenza e caratterizzazione del benthos

L'Isola di Giannutri è la più meridionale delle isole dell'Arcipelago Toscano, distante circa 14 km dal Giglio e 12 km dall'Argentario, ha una superficie di 260 ettari e uno sviluppo costiero di 11 km. L'isola ha la forma di una mezzaluna, lunga circa 2.5 km, con tre piccole alture, Poggio Capel Rosso (88 m), Monte Mario (78 m) e Poggio del Cannone (68 m). La costa è nella maggior parte alta e frastagliata, formata da calcari dolomitici cavernosi del Triassico, e scende verticalmente in mare, per cui la batimetria dei -100 m è posta a poca distanza dalla costa. Inserita nel Parco dell'Arcipelago Toscano nella totalità della parte a terra (Zona 2), presenta una vasta area marina protetta (Zona 1) di protezione integrale e una Zona 2 in cui la pesca è regolamentata, che circonda l'intera isola ad esclusione di due corridoi di accesso all'isola. L'ambiente marino in generale è stato preso in esame da Ferdeghini *et al.* (2000), mentre la componente floristica è stata studiata da Papi *et al.* (1992).

I campionamenti sono stati effettuati in due diverse stazioni (Fig. 34), Cala Ischiaiola (25) si trova sul versante occidentale dell'isola, all'interno della Zona 2. Il sito di campionamento di Grottoni (24), è situato lungo la fascia meridionale dell'isola e compreso nella Zona 1.

Tra le specie protette rilevate sul substrato roccioso campionato segnaliamo il briozoo *Hornera lichenoides*, il crostaceo *Scyllarus arctus*, gli echinodermi *Ophidiaster ophidianus* e *Paracentrotus lividus*, i molluschi *Lithophaga lithophaga* e *Luria lurida*, oltre a numerose specie algali del genere *Cystoseira*. Nei tratti in cui il fondo detritico lascia spazio per piccole coperture di *Posidonia oceanica*, sono

osservabili esemplari di *Pinna nobilis* e *P. rudis*. A Cala Ischiaiola si segnala la presenza della spugna *Haliclona* sp. alla profondità di -20 m.

<b>ID 24 - Grottoni</b>	
Comune: Isola del Giglio	Provincia: GR
Coordinate UTM fuso 32: E = 673823; N = 4678400	
<b>ID 25 - Cala Ischiaiola</b>	
Comune: Isola del Giglio	Provincia: GR
Coordinate UTM fuso 32: E = 672437; N = 4679914	



Fig. 34 – Ubicazione dei siti di campionamento.

L'esame del materiale raccolto nel corso dei campionamenti effettuati nei due siti prescelti ha portato ad un incremento nel numero delle specie segnalate per l'isola che attualmente ammonta a 372 taxa; queste annoverano 174 taxa algali e 198 di invertebrati. Dal punto di vista floristico risultano largamente predominanti le Rhodophyta con 120 specie seguono poi le Phaeophyceae con 38 e le alghe verdi con 16 taxa diversi. Per quanto riguarda la componente faunistica questa è distribuita su 9 Phyla diversi, gli Echiuridi sono rappresentati da un'unica specie mentre Briozoi (68) e Molluschi (65) sono i più rappresentati (Fig. 35). È comunque da considerare che alcuni gruppi come poriferi e anellidi sono ancora in fase di studio e che quindi sono sottostimati.

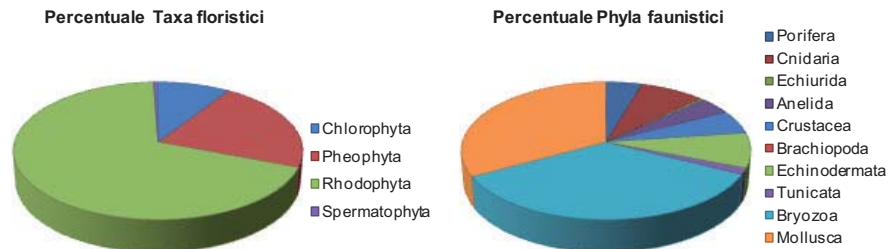


Fig. 35 – Composizione percentuale dei taxa della componente floristica (a sinistra) e faunistica (a destra).

Le acque particolarmente trasparenti ed i fondali eterogenei di questa isola consentono lo sviluppo di associazioni diversificate a livello del piano infralitorale che si caratterizza per la presenza di numerose specie del genere *Cystoseira* in grado di formare popolamenti estesi e compatti. Tra i rappresentanti di questo genere oltre alle specie tipiche della frangia infralitorale quali: *Cystoseira amentacea* var. *stricta* e *C. compressa* è da segnalare l'abbondante presenza di *C. foeniculacea* con le sue tre diverse espressioni morfologiche ovvero f. *foeniculacea*, f. *latiramosa* e f. *tenuiramosa*, e di *C. squarrosa* ritrovata anche a Gorgona e per la quale è quindi ipotizzabile una più ampia distribuzione nell'ambito dell'arcipelago toscano. Nell'orizzonte superiore del piano infralitorale, oltre

all'associazione a *Cystoseira brachycarpa*, sono da segnalare le associazioni classiche già evidenziate in quasi tutte le località indagate durante il progetto BioMarT quali: l'associazione a *Corallina elongata* ed *Herposiphonia secunda*, l'associazione a *Stypocaulon scoparium* e l'associazione a *Gelidium spinosum* var. *hystrix* mentre tra quelle tipiche di ambienti superficiali scarsamente illuminati figura l'associazione a *Rhodymenia ardissoni* e *Rhodophyllis divaricata*. Nei livelli inferiori del piano infralitorale è largamente predominante l'associazione a *Flabellia petiolata* e *Peyssonnelia squamaria* ma valori di copertura elevati mostra anche l'associazione a *Peyssonnelia rubra*. Particolarmente ben rappresentate risultano le corallinacee crostose dei generi *Lithophyllum*, *Lithothamnion*, *Mesophyllum* che oltre ad arricchire l'associazione a *Lithophyllum stictaeforme* e *Halimeda tuna* nel piano circalitorale, risalgono a formare conglomerati organogeni anche alle quote superiori e tra le corallinacee che sembrano prediligere ambienti superficiali è da segnalare *Lithothamnion crispatum* campionato a Giannutri, come pure in altre isole dell'arcipelago, nel range batimetrico compreso tra -5 e -10 m. Risultano presenti dai -5 ai -30 m anche *Parazoanthus axinellae*, *Eunicella cavolini*, *E. singularis* e *Leptopsammia pruvoti* tipica di profondità più elevate

**L'elenco sistematico** relativo a questa località e la **bibliografia consultata** sono riportati sul sito del Museo di Storia Naturale <http://www.msn.unifi.it/CMpro-v-p-31.html>.



---

## 4. RISULTATI GENERALI E DISCUSSIONE

### 4.1. SINTESI DELLE CARATTERISTICHE DELLE COMUNITÀ ZOOBENTONICHE

Dall'esame del materiale raccolto durante il progetto sono emerse 629 specie animali di ambiente bentonico di substrato duro. Il numero di specie ritrovate non è ancora definitivo, e aumenterà al termine della fase di identificazione che per alcuni gruppi, come Anellidi, Platelminti e Poriferi, a causa della mancanza in letteratura di ampie revisioni e della difficoltà di effettuare l'identificazione a livello specifico non è stato ancora completato.

Le specie protette trovate durante i campionamenti sono riportate, con la distribuzione emersa durante lo svolgimento del progetto e alcune note, nel capitolo dedicato agli elementi di attenzione e indicate per località nel precedente capitolo nel paragrafo dedicato alle caratteristiche dei popolamenti bentonici. Molte delle specie protette risultano piuttosto comuni nelle biocenosi bentoniche delle coste rocciose toscane, come numerose sono anche quelle che pur non essendo protette richiedono un livello di attenzione in quanto sensibili ai cambiamenti climatici, e quindi soggette a rarefarsi velocemente con il riscaldamento dei mari, o l'aumento di inquinamento dovuto alla pressione antropica che lungo le nostre coste, specialmente nei mesi estivi, risulta un importante fattore critico.

Analizzando sistematicamente i dati raccolti nel phylum Porifera possiamo indicare come specie rare la spugna *Ciocalypta penicillus* segnalata solo all'isola di Montecristo e una specie di *Haliclona* sp., una demospongia trovata solo all'Isola di Pianosa (Fig. 36). Per quest'ultima non è stato possibile effettuare la determinazione a livello specifico in quanto la tecnica di campionamento usata per tutte queste specie è stata quella non invasiva e dalle immagini fotografiche non sempre è possibile risalire alla specie.

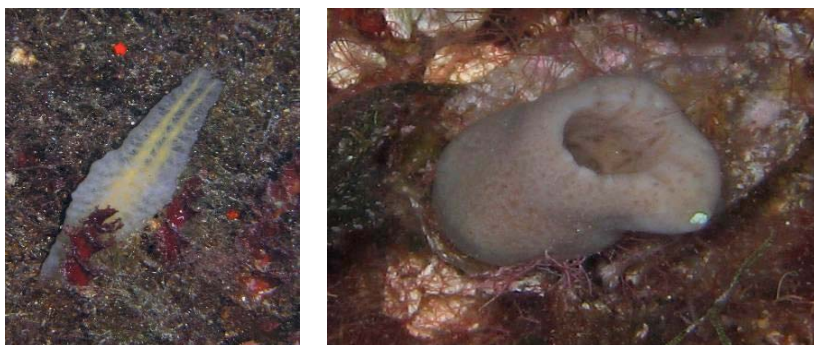


Fig. 36 – Esempi di endemismo: i due poriferi *Ciocalypta penicillus* (a sinistra) e *Haliclona* sp. (a destra) campionati rispettivamente all'Isola di Montecristo e di Pianosa.

Per quanto riguarda il phylum Cnidaria, sono da considerare specie in pericolo anche se attualmente non protette tutte le gorgonie mediterranee in quanto sensibili al riscaldamento delle acque. Ricordiamo l'anno 2003 quando le particolari condizioni climatiche durante il mese di agosto impedirono il

rimescolamento delle acque marine causando un abbassamento del termocline oltre i -30 m di profondità e la morte di quasi tutte le colonie che si erano insediate entro i primi 30 m (comunicazione personale). In quell'occasione furono risparmiate tutte le colonie più profonde dove la temperatura non subì grossi incrementi. Tra le specie relativamente comuni ma che richiedono un monitoraggio continuo nel tempo date le loro caratteristiche stenoterme citiamo le due congeneri *Eunicella cavolinii* e *E. singularis*, la specie *Lophogorgia ceratophyta* e *Paramuricea clavata* (Fig. 37). *Eunicella cavolinii* forma colonie con ramificazioni irregolari di colore giallo, molto flessibili, disposte generalmente in modo perpendicolare rispetto alla direzione della corrente, simile a questa specie è *Eunicella singularis* le cui colonie arborescenti possono raggiungere i 40-50 cm di altezza e sono generalmente di colore bianco talvolta tendenti al verde a causa della presenza di alghe simbionti la cui presenza ne vincola l'habitat ai fondali ben illuminati, generalmente non oltre i -30 m. *Lophogorgia ceratophyta* forma ramificazioni disposte su più piani, di colore giallo-arancione, con altezze fino a 30-40 cm, *Paramuricea clavata* ha tipiche colonie arborescenti composte da fitte ramificazioni di colore rosso scuro, che possono superare il metro di altezza, è tipicamente sciafila, e predilige i fondali rocciosi a forte pendenza.

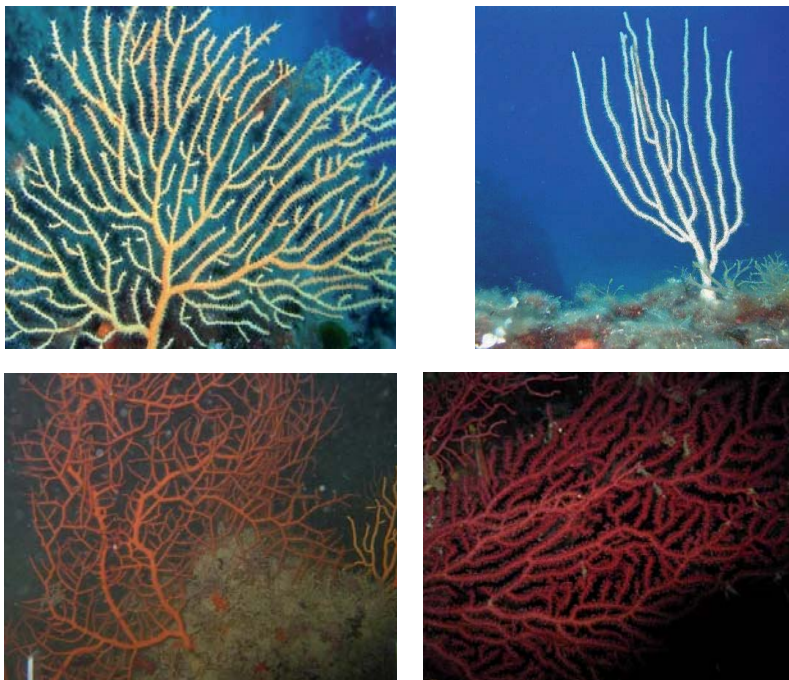


Fig. 37 – Gorgonacei sensibili al riscaldamento delle acque marine: *Eunicella cavolinii* (in alto a sinistra), *Eunicella singularis* (in alto a destra), *Lophogorgia ceratophyta* (in basso a sinistra) e *Paramuricea clavata* (in basso a destra).

Gli stessi motivi minacciano le popolazioni delle due scleractinie *Cladocora caespitosa* e *Balanophyllia europea* (Fig. 38), entrambe particolarmente vulnerabili

al riscaldamento delle acque superficiali. Durante le campagne sono state trovate colonie parzialmente o completamente bianche per la perdita dei loro simbionti, alghe zooxanthellae.



Fig. 38 – Cnidari minacciati dal riscaldamento delle acque marine: il corallo solitario *Balanophyllia europea* (a sinistra) e la madrepora coloniale *Cladocora cespitosa* (al centro e a destra).

La scleractinia *Madracis pharensis* è una specie rara nei mari della Toscana, si trova in ambiente cavernicolo, crea piccole colonie madreporiche di forma subsferica e ha una colorazione variabile tra il giallo ed il rosa, e può ricoprire anche ampie superfici sulla volta di anfratti.

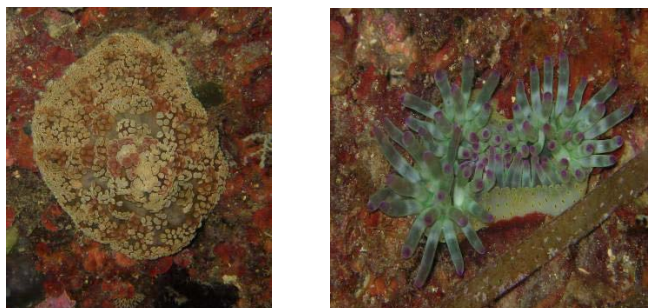


Fig. 39 – Cnidari rari in Toscana: *Alicia mirabilis* (a sinistra) e *Cribrinopsis crassa* (a destra).

Sempre tra gli Cnidari sono risultati piuttosto rari gli actinari *Alicia mirabilis*, *Cribrinopsis crassa* (Fig. 39). *Alicia mirabilis* non è facilmente identificabile durante il giorno quando questa specie risulta inattiva e contratta, mentre si trasforma di notte, espandendo il suo corpo cilindrico e gelatinoso con, all'estremità apicale, una serie di lunghi e sottilissimi tentacoli urticanti per la cattura del cibo. Questa specie mediterranea, è abbastanza comune nel Tirreno meridionale e nello Stretto di Messina, mentre è da considerare specie rara nel mare della Toscana. Altrettanto raro è l'actinario *Cribrinopsis crassa*, un grosso anemone che può raggiungere anche i 15 cm di diametro, dai tentacoli tozzi e dal vivace colore.

Quello dei molluschi è il phylum più rappresentato, con BioMarT sono emerse 293 specie, quasi tutte tipiche dei substrati rocciosi, tra queste segnaliamo alcune specie (Fig. 40 e 41) che sia nel corso del presente progetto sia durante precedenti campagne di ricerche sono risultati poco frequenti nei mari della Toscana. Tra i bivalvi *Pteria hirundo*, uno pteride di medie dimensioni, dai 3 agli 11 cm, presente sia in mediterraneo che Atlantico e che vive solitamente attaccato con i fili di bisso a diverse specie di gorgonie, mentre tra i gasteropodi si segnala

*Neosimnia spelta*, specie grande poco più di un centimetro che vive anch'essa sulle gorgonie. Sempre tra i gasteropodi di piccole dimensioni ricordiamo *Coralliophila meyendorffii* data per il mediterraneo anche a notevole profondità e *Trapania lineata* altra specie di piccole dimensioni, endemica del Mediterraneo (Fig. 40).



Fig. 40 – Molluschi rari in Toscana: *Pterea hirundo* (a destra), *Neosimnia spelta* (al centro) e *Coralliophila meyendorffii* (a sinistra).

Aplisiacei e nudibranchi sono a loro volta non molto comuni, *Aplysia depilans* così come *Phyllidia flava* e *Janolus cristatus* (Fig. 41) sono stati trovati solo all'Isola di Montecristo e di Giannutri in zone protette. Entrambe le isole sono situate nel Mar Tirreno settentrionale, un mare tendenzialmente più caldo dell'adiacente Mar Ligure. *Aplysia depilans*, meglio nota come lepre di mare, è caratterizzata dalla presenza di una conchiglia interna, trasparente e fragile, visibile attraverso un foro nel mantello, mentre le altre due specie ne sono prive. *Phyllidia flava* è specie endemica del mediterraneo e vive sul precoralligeno e coralligeno principalmente sulle spugne e fra queste predilige il genere *Acanthella*, mentre *Janolus cristatus* vive tendenzialmente su alcune specie di briozoi di cui si nutre.

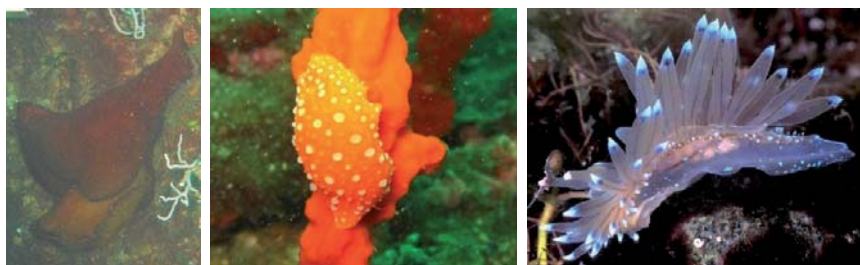


Fig. 41 – Molluschi rari in Toscana: *Aplysia depilans* (a sinistra), *Phyllidia flava* (al centro) e *Janolus cristatus* (a destra).

Il numero di crostacei emerso durante le raccolte BioMarT non è particolarmente elevato, se si escludono alcune specie già protette, pochi ritrovamenti sono degni di nota. Tra questi *Lissa chiragra* e *Eurynome spinosa* due piccoli granchi. Il primo endemico del Mediterraneo, vive sui fondi rocciosi tra i -20 e i -40 m, raggiunge la larghezza del carapace di 4 cm ed è generalmente di colore rosso. *Eurynome spinosa* ha un areale di distribuzione molto più ampio e vive in un

range batimetrico molto maggiore, è quindi possibile che la difficoltà di incontro sia dovuta esclusivamente al tipo di campionamento.

Tra gli echinodermi da segnalare l'asteroideo *Peltaster placenta* e l'oloturideo *Holoturia poli* (Fig. 42); entrambe le specie hanno un areale di distribuzione molto ampio essendo presenti sia nel Mediterraneo che nell'Oceano Atlantico e possono essere distribuite da pochi metri di fondo fino e oltre i -200 m. *P. placenta* è stata trovata solo all'Isola di Giannutri, mentre *H. poli* è stata segnalata anche in altri siti, ma è comunque risultata relativamente rara.

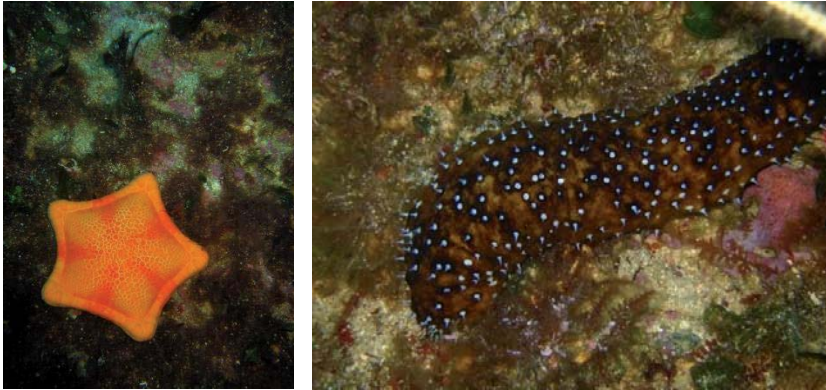


Fig. 42 – Echinodermi rari in Toscana: *Peltaster placenta* (a sinistra) e *Holoturia poli* (a destra).

Durante le campagne sono emerse numerose specie di briozoi, per un totale di 178 specie diverse, molte di queste, talvolta anche poco comuni, sono specie di piccole dimensioni, visibili solo al binoculare e quindi la loro protezione è legata esclusivamente all'habitat in cui queste vivono. Fra le specie di dimensioni maggiori, possiamo citare *Fron dipora verrucosa*, le cui ramificazioni raggiungono qualche centimetro e che non è risultata molto frequente, ma presumibilmente potrebbe essere più frequente in altri ambienti non campionati in questo studio.

BioMarT ha portato un grande contributo alle conoscenze delle comunità bentoniche anche se siamo ancora oggi ben lontani dall'avere una stima attendibile delle specie presenti. Per quanto concerne lo zoobenthos costiero di fondi duri del mare della Toscana, ancora scarsamente analizzato nella letteratura scientifica, saranno necessarie numerose altre campagne, distribuite su diverse batimetrie, che tengano conto anche della fascia intertidale, per cominciare ad avere una visione ancora più completa e dettagliata delle specie e degli habitat presenti.

#### 4.2. SINTESI DELLE CARATTERISTICHE DELLE COMUNITÀ FITOBENTONICHE

I ripetuti campionamenti, effettuati nel biennio 2005-2006 nelle diverse stazioni, hanno contribuito ad una migliore ed aggiornata conoscenza della flora algale bentonica delle coste toscane. In precedenza un altro progetto, finanziato dalla Regione Toscana, il "Progetto Mare", aveva fornito un importante contributo sulla composizione floristica dei popolamenti algali bentonici delle isole dell'arcipelago toscano (Papi *et al.*, 1992).

L'esame dei campioni raccolti nel corso della ricerca ha portato all'identificazione di 302 taxa specifici ed infraspecifici così ripartiti: 30 Chlorophyta, 62 Phaeophyceae, 1 Chrysophyta e 219 Rhodophyta, tra questi figurano ben 36 taxa nuovi per le coste toscane, oltre il 10% di quelli riportati nel database del progetto, per cui il numero complessivo delle macroalghe attualmente segnalate per questo settore del Mediterraneo occidentale considerando anche l'elenco di Rindi *et al.* (2002) ammonta ad un totale di circa 507 specie. Tra i nuovi reperti tre specie sono taxa non ancora segnalati lungo le coste italiane, anche se alcuni risultano presenti in aree limitrofe quali ad esempio le coste francesi e corse. È il caso di *Corynophlaea hamelii* Feldmann, *Gontrania lubrica* Sauvageau (Phaeophyceae) e di *Neosiphonia sphaerocarpa* Børgesen (Rhodophyta) (Fig. 43). *Corynophlaea hamelii* forma piccoli pulvini emisferici, di consistenza mucosa e del diametro di circa 1 cm, epifiti su corallinacee crostose presenti alle batimetrie di -20 e -30 m ed in particolare su *Lithophyllum stictaeforme* questa specie era conosciuta unicamente per la località tipo (Banyuls sur Mer, Francia). *Gontrania lubrica* mostra viceversa un asse eretto che tipicamente inizia a ramificarsi fin dalla porzione basale e le fronde, cilindriche e mucose, si accostigliano progressivamente procedendo verso l'apice. *N. sphaerocarpa* è una specie pantropicale, largamente distribuita nei tre oceani, che si è introdotta in Mediterraneo distribuendosi sia nel bacino occidentale che in quello orientale (Cormaci *et al.*, 2004).



Fig. 43 – Nuove segnalazioni algali per le biocenosi italiane: *Corynophlaea hamelii* (a sinistra), *Gontrania lubrica* (al centro) e *Neosiphonia sphaerocarpa* (a destra).

Oltre alle tre nuove segnalazioni di specie per le coste italiane, numerose altre specie sono nuove per la Toscana, ampliando in maniera significativa il loro areale di distribuzione conosciuto. Fra queste alcune alghe brune e rosse appartenenti all'ordine delle Fucales e delle Corallinales, rivestono un notevole interesse dal punto di vista ecologico in quanto forme perennanti in grado di contribuire alla fisionomia ed alla struttura dei popolamenti bentonici di substrato duro. Per quanto concerne l'ordine delle Fucales nelle check-list di Rindi *et al.* (l.c.) sono riportati 12 taxa appartenenti al genere *Cystoseira* e tra essi figura *C. corniculata*, una specie segnalata unicamente in riferimenti bibliografici storici la cui effettiva presenza nel settore settentrionale e centrale del Mediterraneo occidentale necessita di conferma dato che la sua distribuzione sembra limitata alle coste ioniche ed adriatiche. Nel materiale esaminato sono risultate presenti quasi tutte le specie di *Cystoseira* già segnalate in precedenza, ad eccezione di *C. crinita* Duby e *C. elegans* Sauvageau, e sono stati inoltre identificati i seguenti quattro taxa (Fig. 44): *C. squarrosa* De Notaris, *C. foeniculacea* (Linnaeus) Greville

f. *latiramosa* (Ercegović) Gómez Garreta *et al.*, *C. funkii* Schiffner ex Gerloff *et* Nizamuddin e *C. spinosa* Sauvageau var. *compressa* (Ercegović) Cormaci *et al.*



Fig. 44 – Nuove segnalazioni algali per le biocenosi toscane: *Cystoseira squarrosa* (a sinistra), *C. spinosa* var. *compressa* (al centro) e *C. foeniculacea* f. *latiramosa* (a destra).

*C. squarrosa*, sulle coste italiane è segnalata unicamente nel settore meridionale del Mediterraneo occidentale come pure *C. spinosa* var. *compressa*, tipica di ambienti profondi e che si distingue dalla specie tipo per le fronde compresse lateralmente e quasi fogliacee nelle ramificazioni di ordine superiore. *C. foeniculacea* f. *latiramosa*, segnalata anche in Sardegna, è localizzata come la precedente in ambienti profondi ma risale anche ai livelli inferiori del piano infralitorale dove è in grado di formare estesi e compatti popolamenti; si distingue dalla specie tipo per le caratteristiche fronde provviste di una sorta di nervatura mediana e di evidenti processi spinosi sui margini.

Dall'esame del materiale raccolto è chiaramente emerso che lungo le coste toscane, sia peninsulari che insulari, due specie appartenenti al genere *Mesophyllum* (Fig. 45), *M. alternans* (Foslie) Cabioch *et* Mendoza e *M. macroblastum* (Foslie) W.H. Adey, assumono un ruolo fondamentale nel processo di “bioconcrezionamento” e sono in grado di edificare formazioni organogene di notevole spessore sia a livello del coralligeno di parete che nel coralligeno di piattaforma.

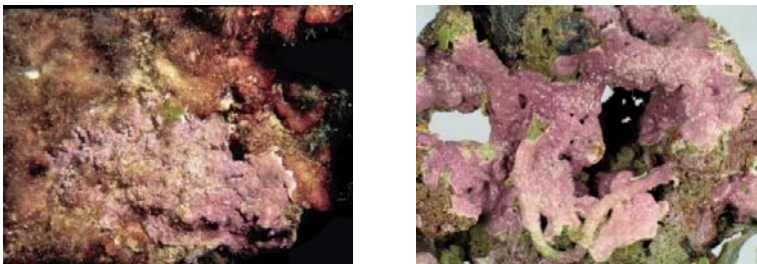


Fig. 45 – Alghe biostruttrici del coralligeno toscano: *Mesophyllum alternans* (a sinistra) e *M. macroblastum* (a destra).

Le due specie sono facilmente identificabili in presenza di talli fertili provvisti di concettacoli asessuati e le precedenti segnalazioni di queste specie lungo le coste italiane risultano quanto mai sporadiche; ad esempio per *M. alternans* l'unica località citata in bibliografia risulta essere il Golfo di Napoli. Ancor meno comune è *Sporolithon ptychoides* Heydrich, specie ad ampia diffusione ma segnalata nel Mediterraneo solo per alcune località dell'adriatico, per Malta e per le coste siciliane. Lungo le coste continentali tirreniche il materiale trovato all'Isola d'Elba è al momento l'unico riferimento esistente. Ancora alle corallinacee appartiene *Titanoderma ramosissimum* (Heydrich) Bressan *et* Cabioch, essa non in grado di edificare formazioni organogene e si localizza in ambienti abbastanza superficiali, dove si sviluppa su substrati sub-verticali, discretamente illuminati ed interessati da un certo idrodinamismo. Questa specie è risultata presente unicamente nelle due isole di Montecristo e del Giglio per cui sarebbe forse opportuno inserirla tra le specie da proteggere, considerata la sua sporadica distribuzione nell'ambito dell'arcipelago toscano e la fragilità dei suoi talli.

Alcuni nuovi reperti meritano infine un breve commento in quanto si tratta sicuramente di specie che si sono introdotte in tempi recenti lungo le coste toscane ed il cui comportamento, sotto certi aspetti, può essere definito come invasivo al pari di quello di altre specie aliene. Si tratta di un'alga bruna appartenente all'ordine delle Dictyotales, ovvero *Dictyopteris lucida* Ribera Siguan, Gómez Garreta, Pérez Ruzafa, Barceló Martí *et* Rull Lluç e di due alghe rosse appartenenti all'ordine delle Ceramiales: *Cottoniella filamentosa* (M. Howe) Børgesen e *Lophocladia lallemandii* (Montagne) F. Schmitz (Fig. 46).



Fig. 46 – Alghe aliene: *Dictyopteris lucida* (a sinistra) *Cottoniella filamentosa* (al centro) e *Lophocladia lallemandii* (a destra).

*Dictyopteris lucida* è una specie descritta di recente su materiale raccolto lungo le coste atlantiche e mediterranee della penisola iberica ed alle isole Baleari (Ribera Siguan *et al.*, 2005) e più volte è risultata presente nei campionamenti effettuati in alcune isole dell'arcipelago toscano nell'ambito del progetto BioMarT. A differenza dell'altra specie indigena *Dictyopteris polypodioides* (A.P. De Candolle) J.V. Lamouroux che colonizza substrati rocciosi in ambienti scarsamente illuminati, *D. lucida* è di solito epifita di alghe perennanti con habitus eretto ed in particolare di specie del genere *Cystoseira* che colonizzano il piano infralitorale. L'elevato numero di individui riscontrati nel materiale esaminato indica chiaramente una notevole capacità di recruitment da parte di questa alga che, a maturità, raggiunge un discreto sviluppo dimensionale. Sarebbe quindi opportuno monitorare nel tempo l'evoluzione stagionale dei suoi popolamenti per evidenziare eventuali fenomeni di competizione interspecifica con il basifita che potrebbero determinare una progressiva modifica e rarefazione dei cistoseireti infralitorali.

Anche per quanto concerne le due Ceramiales: *Cottoniella filamentosa* e *Lophocladia lallemandii* l'assenza di segnalazioni precedenti sulle coste toscane è sicuramente il risultato di una recente introduzione di queste due specie filamentose, di solito associate come epifite su macroalghe a portamento arbustivo o eretto sulle quali formano voluminosi ciuffi diffuenti che difficilmente possono passare inosservati. I riferimenti bibliografici relativi indicano che queste due Ceramiales sono distribuite prevalentemente nel settore meridionale del bacino occidentale del Mediterraneo (Furnari *et al.*, l. c.) per cui la loro presenza sulle coste toscane testimonia un progressivo arricchimento in specie termofile di questo settore tirrenico. Al pari di *Dictyopteris lucida* anche nel caso di queste due specie i valori di biomassa, nel periodo di massimo sviluppo, possono risultare elevati e dar luogo a veri e propri blooms stagionali come del resto si è già verificato nei dintorni di Catania (Cormaci M. com. pers.) ed alle isole Baleari dove *L. lallemandii* è in grado di determinare un impatto negativo anche a livello delle praterie di *Posidonia oceanica* (Ballesteros *et al.*, 2007).

Negli ultimi anni l'introduzione di specie aliene in Mediterraneo ha subito una forte accelerazione e le coste peninsulari ed insulari toscane non si sottraggono a questa sorta di "inquinamento biologico" anche per la presenza di numerosi porti commerciali e turistici che possono favorire l'ingresso in questa area di alghe non indigene tramite le acque di zavorra o il fouling delle carene. Una caratteristica comune che caratterizza gran parte di queste specie aliene è la notevole capacità di diffondersi, oltre che in senso geografico, anche in senso ecologico dato che esse tendono spesso ad occupare la totalità dei biotopi accessibili. Casi emblematici sono quelli relativi a due specie del genere *Caulerpa*: *C. taxifolia* (Vahl) C. Agardh (Fig. 47) e *C. racemosa* (Forsskål) J. Agardh var. *cylindracea* (Sonder) Verlaque, Huismann *et* Boudouresque (Fig. 47). *C. taxifolia*, segnalata per la prima volta in Mediterraneo nel 1984, nel tratto di mare antistante l'acquario di Monaco, è arrivata ad occupare una superficie stimata in oltre 4500 ettari e la sua diffusione nei diversi settori del bacino mediterraneo è ancora tendenzialmente in aumento e chiaramente interessa anche località costiere della Toscana e delle isole dell'arcipelago. Per quanto concerne invece *C. racemosa* var. *cylindracea* è stato dimostrato che il ceppo invasivo è originario delle coste occidentali australiane (Verlaque *et al.*, 2003) ed, al pari della specie precedente, è anch'essa in fase di rapida espansione sia lungo il litorale livornese che nelle diverse isole dell'arcipelago toscano.

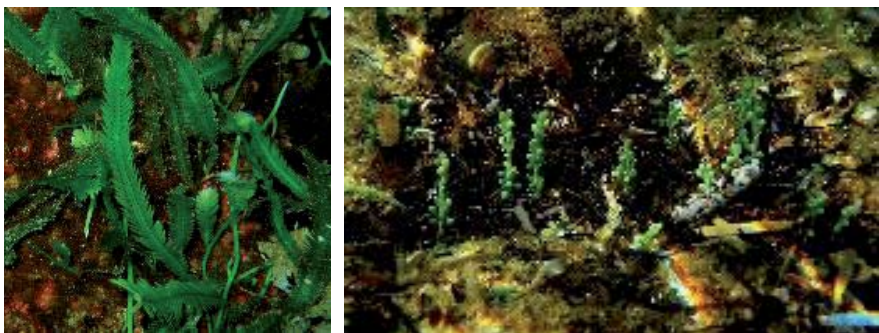


Fig. 47 – Alghe aliene: *Caulerpa taxifolia* (a sinistra) *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (a destra).

Ambedue le specie mostrano una serie di caratteristiche fisiche, biochimiche e biologiche che spiegano il loro successo nella competizione con le specie autoctone quali: rapida occupazione di uno spazio tridimensionale con conseguente riduzione dell'irradianza nel sottostrato; ritenzione del sedimento e di sostanza organica a livello degli stoloni rampanti con conseguente eliminazione dello strato algale incrostante; punto di compensazione molto basso e quindi possibilità di colonizzare biotopi diversi anche a profondità elevate; utilizzo, tramite i rizoidi, dei nutrienti presenti nel sedimento e quindi possibilità di colonizzare ambienti oligotrofici; liberazione nell'ambiente di sostanze ad attività biologica che agiscono come deterrente nei confronti del pascolo e che possono inibire lo sviluppo di plantule di altre specie algali ed infine ritmi di crescita quanto mai elevati che comportano una maggiore abilità competitiva nei confronti delle specie indigene.

I campionamenti effettuati durante il biennio 2005-2006 hanno permesso di definire la presenza/assenza di queste due alghe non indigene come pure la loro distribuzione batimetrica nei diversi siti indagati (vedi Tabella 5). Integrando i dati ottenuti nell'ambito di questa ricerca con quelli reperibili in bibliografia è possibile quindi delineare un quadro aggiornato della situazione relativa a queste due alghe.

Lungo il litorale livornese *Caulerpa taxifolia* risulta presente nella zona di Calafuria e nell'agosto 1999 l'area occupata da questa alga era di circa 67 m<sup>2</sup> (Piazzi *et al.*, 2001); in considerazione delle sue capacità di dispersione è probabile che nel frattempo essa si sia distribuita anche in località limitrofe. Per quanto concerne l'arcipelago, l'isola d'Elba risulta l'unica che, allo stato attuale delle conoscenze, è interessata dalla sua presenza. Oltre alla prateria situata nella baia di Calenzana (Marina di Campo) individuata già nel 1993 e che nel 1997 occupava una superficie stimata in 20,75 ettari, i campionamenti del progetto BioMarT hanno evidenziato la presenza di questa specie anche nelle due stazioni della Corbella e dei Corbelli dove, in pratica, *C. taxifolia* risulta distribuita in tutto il range batimetrico preso in esame.

Ben diversa e più preoccupante è la situazione relativa a *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*. Questa specie aliena è ormai ampiamente distribuita lungo tutto il litorale livornese, dalla foce del fiume Arno fino a Cecina ed alle Secche della Meloria, distribuendosi su una superficie che nel 1997 è stata stimata a circa 300 ettari (Piazzi *et al.*, 1997). Dai dati ottenuti con il progetto BioMarT la sua abbondanza sembra diminuire procedendo verso settori costieri più meridionali dato che non è stata rilevata nelle stazioni di Talamone ed allo scoglio dell'Argentorola; tuttavia la sua presenza anche in queste località non è comunque da escludere in considerazione della sua presenza all'isola del Giglio ed a Giannutri. In effetti, nell'ambito dell'arcipelago, l'unica isola dove questa specie invasiva non è per il momento segnalata sembra essere l'isola di Gorgona ma in tutte le altre essa risulta presente anche se in quelle sottoposte a forme di tutela la sua distribuzione risulta chiaramente più sporadica. È probabile che questo minore impatto sia il risultato di un traffico di natanti più limitato dato che tra i vettori più efficaci, di questa e di altre specie aliene, figurano appunto le ancore delle imbarcazioni. Per quanto concerne in particolare l'isola d'Elba, si può rilevare che in quasi tutte le stazioni individuate dal progetto BioMarT *C. racemosa* var. *cylindracea* si distribuisce nell'intero range batimetrico considerato, dal piano infralitorale al piano circalitorale, interessando i popolamenti fotofili ed anche l'ambiente del coralligeno e quindi determinando, in ambedue i casi, modifiche

nella struttura e nella biodiversità dei popolamenti algali autoctoni di substrato duro (Balata *et al.*, 2004; Piazzì *et al.*, 2007).

Tabella 5 – Presenza/assenza e range batimetrico delle due specie aliene: *Caulerpa taxifolia* e *C. racemosa* var. *cylindracea* nelle stazioni del Progetto BioMarT.

Stazioni	<i>Caulerpa taxifolia</i>				<i>Caulerpa racemosa</i> var. <i>cylindracea</i>			
	5m	10m	20m	30m	5m	10m	20m	30m
Calafuria					+	+		
Montecristo, Punta Diavolo							+	+
Montecristo, Cala Gemelle								
Elba, Corbella	+	+	+	+	+	+	+	+
Elba, Corbelli			+	+	+	+	+	+
Elba, Scoglietto					+	+	+	+
Elba, Formiche della Zanca					+	+	+	+
Elba, Corallina							+	
Elba, Enfola						+	+	+
Cerboli					+	+	+	+
Giglio, Capel Rosso							+	
Giglio, Punta delle Secche							+	+
Giannutri, Grottoni							+	+
Giannutri, Scaletta								
Pianosa, Punta Scarpa								+
Pianosa, Punta Brigantina								+
Sparviero								
Gorgona, Cala di Pancia								
Gorgona, Cala Maestra								
Argentarola								
Capraia, Cala del Vetriolo						+	+	+
Capraia, Punta della Fica						+	+	+
Formica Media							+	+
Formica Piccola								
Talamone								

Inoltre in Mediterraneo, come del resto anche in altri settori biogeografici, lo sviluppo massivo di feltri algali costituiti da alghe filamentose di ridotte dimensioni ed in grado di trattenere efficacemente notevoli quantità di sedimento, è ormai divenuto un fenomeno costante che spesso caratterizza fortemente l'aspetto del paesaggio vegetale sommerso. Nel bacino mediterraneo la composizione specifica di questi feltri, il cui sviluppo e la cui persistenza sono il risultato di una sinergia tra fattori biotici ed abiotici, è largamente dominata da due alghe, ambedue non indigene, appartenenti all'ordine delle Ceramiales: *Acrothamnion preissii* (Sonder) E.M. Wollaston e *Womersleyella setacea* (Hollenberg) R.E. Norris. Al pari delle due specie del genere *Caulerpa*, queste due turf-forming species sono in grado di modificare nel tempo la struttura e la biodiversità dei popolamenti bentonici di substrato duro raggiungendo rapidamente elevati valori di ricopertura. La loro massiva presenza induce infatti sostanziali modifiche fisico-chimiche nel sottostrato, riducendo l'irradianza, i livelli di ossigeno e la disponibilità di substrato, ma possono anche danneggiare direttamente organismi animali e vegetali con

portamento arbustivo od eretto in seguito a fenomeni di overgrowth. L'impatto negativo di queste due turf-forming species in località delle coste toscane è stato analizzato da Piazzini e Cinelli (2001) e dall'esame dei campioni raccolti nel corso del progetto BioMarT queste due specie, in particolare *W. setacea*, risultano spesso presenti soprattutto nei campionamenti effettuati alle batimetriche di -20 e -30 m.

### 4.3. SINTESI DELLE CARATTERISTICHE DELLE COMUNITÀ FITOPLANCTONICHE

#### 4.3.1. Condizioni fisiche e trofiche dell'ambiente pelagico

I campionamenti effettuati nel contesto del progetto BioMarT per lo studio della componente fitoplanctonica non hanno potuto coprire un intero ciclo annuale di variazione né certamente essere esaustivi per evidenziare le eventuali differenze tra le varie tipologie di località lungo la costa toscana. È stato quindi tracciato un primo quadro descrittivo sia delle caratteristiche ambientali che dell'abbondanza, composizione, diversità e funzionalità produttiva delle comunità fitoplanctoniche in alcuni punti ritenuti rappresentativi (Calafuria, Cerboli, Cala di Forno) e solo in alcuni mesi che rappresentassero la stagionalità.

Per quanto riguarda le condizioni fisiche della colonna d'acqua, sono state riscontrate le variazioni attese per le nostre latitudini, dall'isotermità invernale alla stratificazione estiva, con valori misurati di temperatura e salinità nell'ordine delle variazioni già note (Innamorati *et al.*, 2003).

Fattori fondamentali che influenzano lo sviluppo delle comunità e la consistenza della produzione primaria fitoplanctonica sono le concentrazioni dei nutrienti inorganici disciolti ed i loro rapporti. È da considerarsi normale che le acque costiere siano più eutrofiche delle acque marine del largo, per gli apporti terrigeni naturali e a causa delle attività antropiche, di modo che è maggiore l'eventualità di accrescimenti anomali e fioriture che determinano un'alterazione del funzionamento dell'ecosistema. Nei siti campionati le concentrazioni nutritive (Tab. 6) non sono generalmente alte e anche i valori massimi, come 3.248  $\mu\text{M}$  di DIN (Cala di Forno in settembre) o 0.128  $\mu\text{M}$  di DIP (Cerboli in giugno), sono episodici e al di sotto di valori considerabili eutrofici.

Tabella 6 – Concentrazioni medie  $\pm$  deviazione standard dei nutrienti analizzati ( $\mu\text{M}$ ), dei clorofeopigmenti (chl,  $\text{mg m}^{-3}$ ) e delle densità cellulari totali ( $\text{cell L}^{-1}$ ) nei diversi siti. Sono indicate anche le medie, i massimi e i minimi generali.

	DIN	DIP	SiO <sub>2</sub>	Chl	dens. cell.
Cala di Forno	0.948 $\pm$ 0.917	0.049 $\pm$ 0.022	1.761 $\pm$ 0.295	0.144 $\pm$ 0.028	70188 $\pm$ 35068
Cerboli	1.306 $\pm$ 0.699	0.055 $\pm$ 0.029	2.144 $\pm$ 0.654	0.241 $\pm$ 0.118	61176 $\pm$ 31096
Calafuria	0.517 $\pm$ 0.421	0.036 $\pm$ 0.026	1.642 $\pm$ 0.272	0.222 $\pm$ 0.079	75342 $\pm$ 32262
<b>media</b>	0.922 $\pm$ 0.749	0.046 $\pm$ 0.027	1.856 $\pm$ 0.495	0.217 $\pm$ 0.099	68978 $\pm$ 32209
<b>max</b>	3.248	0.128	2.894	0.419	170476
<b>min</b>	0.749	0.027	0.495	0.052	21542

Il DIN presenta l'intervallo più ampio di variazione, mentre il DIP è spesso al limite di rilevabilità ed aumenta in estate, i silicati mantengono valori relativamente alti, raramente minori di 1  $\mu\text{M}$ , valore considerato soglia di limitazione per

l'accrescimento delle diatomee, con i minimi all'inizio dell'estate. Le variazioni dei nutrienti che abbiamo misurato sembrano comunque riferibili ai normali cicli stagionali di disponibilità e di consumo e non si evidenziano apporti anomali particolari: le concentrazioni più alte sono nei mesi invernali, quando è minore il consumo e sono maggiori sia gli apporti terrigeni che quelli dovuti all'isopichnia delle acque, ed i minimi sono estivi, per le ragioni opposte. Come già evidenziato nelle acque dell'Arcipelago Toscano (Innamorati *et al.*, 2003), la situazione dei rapporti tra nutrienti indica una maggiore fosforo carenza nei mesi inverno-primaverili e una minore limitazione in periodo estivo, dove peraltro il consumo fitoplanctonico è solitamente minore. Non è evidente una particolare differenza tra i siti, tranne forse notare che Cerboli mostra le medie più alte.

Per quanto riguarda la biomassa autotrofa, anche i valori di clorofeopigmenti (Tab. 6) appaiono simili in tutti i siti e sostanzialmente di scarsa entità, oscillando tra un massimo di  $0.419 \text{ mg m}^{-3}$  primaverile a Cerboli, accompagnato anche da un altro aumento a settembre a Cala di Forno, e minimi estivi di un ordine di grandezza inferiore. Nelle nostre valutazioni mancano i riferimenti al periodo che va da dicembre ad aprile, periodo in cui possiamo supporre possibile l'instaurarsi della prima fioritura primaverile a carico delle diatomee, come è noto per la successione fitoplanctonica alle nostre latitudini (Margalef, 1963). Questa ipotesi può essere supportata da indicazioni indirette, come le minori concentrazioni nutritive primaverili rispetto alle invernali, la diminuzione di silicati tra la fine della primavera e l'inizio dell'estate, l'aumento di contributo della frazione organica al particolato totale sempre nello stesso periodo.

Abbiamo effettuato un primo sintetico confronto per evidenziare eventuali differenze insorte o quantomeno anomalie chiaramente visibili rispetto ai dati pregressi acquisiti lungo diverse aree del litorale toscano, particolarmente per quanto riguarda la situazione trofica. Rispetto alle acque prospicienti il Parco della Maremma (Lenzi Grillini e Lazzara, 1978; Mori *et al.*, 1995) e a quelle delle isole Giglio e Giannutri (Innamorati *et al.*, 2003), i risultati ottenuti dall'indagine BioMarT mostrano medie annuali di nutrienti e clorofilla confrontabili, nel caso delle isole, se non più basse, come nel caso dell'Uccellina.

Possiamo quindi affermare di essere in presenza di acque costiere oligotrofiche, come confermato anche da un confronto con la classificazione proposta da Simboursa *et al.* (2005), che indica lo stato di qualità ecologica (EQS), in accordo con le nuove normative della Direttiva 2000/60/CE (Tabella 7).

Tabella 7 – Stato di Qualità Ecologica basato sulla Chl *a* (Simboursa *et al.*, 2005).

Eutrophication scale	Chl <i>a</i> ( $\mu\text{g/L}$ )	EQS
Oligotrophic	<0.1	High
Lower mesotrophic	0.1-0.4	Good
	0.4-0.6	Moderate
Higher mesotrophic	0.6-2.21	Poor
Eutrophic	>2.21	Bad

Per quanto riguarda l'applicazione di questo indice ai nostri campioni, date le concentrazioni di clorofeopigmenti rinvenute nelle diverse stazioni, lo stato di qualità delle acque appare rientrare sempre nei livelli alto-buono. L'unico episodio con acque con EQS moderato è stato un campionamento in aprile a Cerboli, dove

la maggiore quantità di biomassa era in effetti associata al minor numero di taxa fitoplanctonici contati, 21 in media tra le varie quote di profondità.

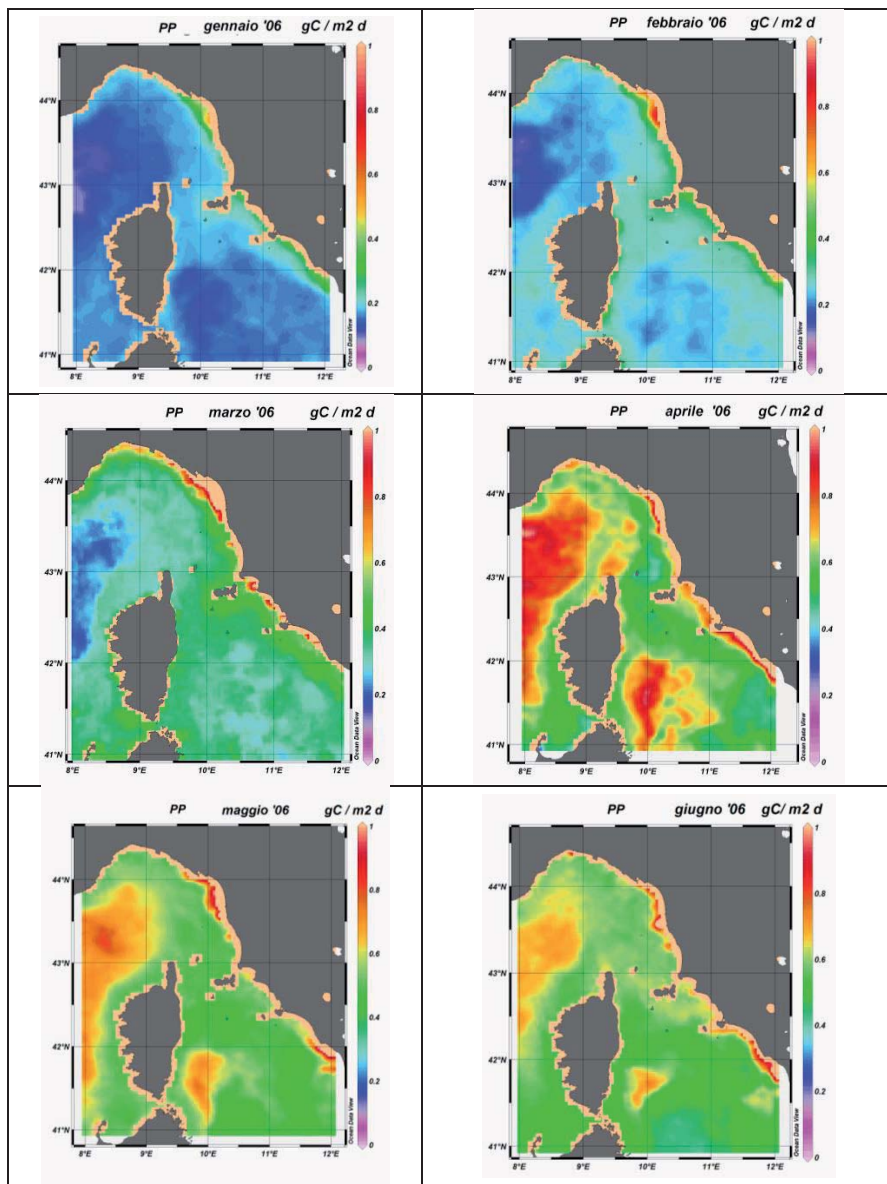


Fig. 48 – Distribuzione media mensile della Produzione Primaria pelagica in  $gC m^{-2} d^{-1}$  da gennaio a giugno 2006.

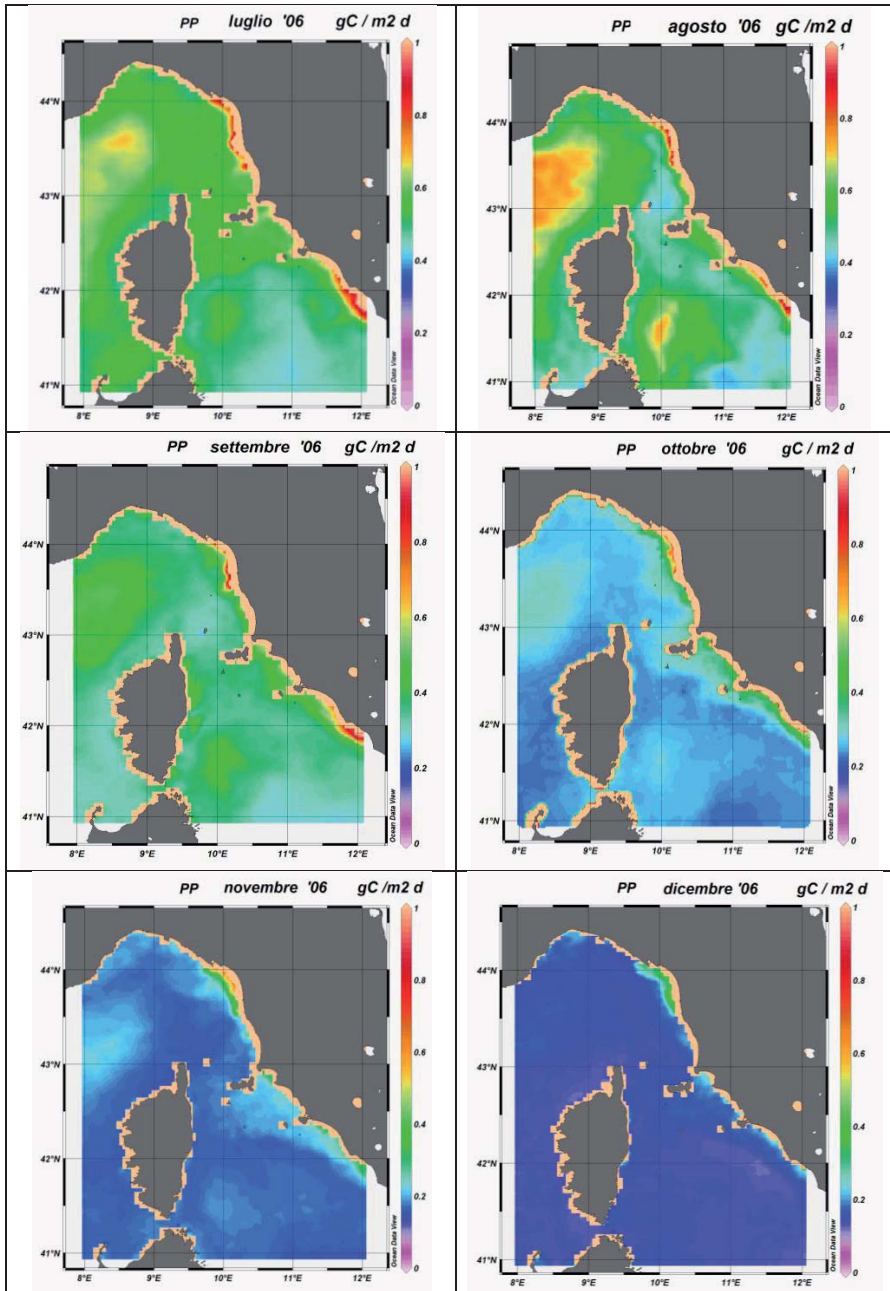


Fig. 49 – Distribuzione media mensile della Produzione Primaria pelagica in  $\text{gC m}^{-2} \text{d}^{-1}$  da luglio a dicembre 2006.

#### 4.3.2. Distribuzione della Produzione Primaria pelagica

La Produzione Primaria (PP) nel 2006 appare distribuita in modo assai variabile nel tempo (Figg. 48-49) tra i valori di 0.1 ed 1.0  $\text{gC m}^{-2} \text{g}^{-1}$ , risulta tuttavia capace di caratterizzare stagionalmente alcune ampie zone con caratteristiche idrodinamiche e trofiche comuni e ben differenziate, come: l'area della circolazione ciclonica nel Mar Ligure e il sistema costiero apuo-versiliano costantemente e la piattaforma continentale dell'Arcipelago Toscano prevalentemente in primavera ed estate.

Il ciclo annuale della PP nel 2006 (Fig. 50) con valori medi mensili compresi tra 120 e 520  $\text{mgC m}^{-2} \text{d}^{-1}$ , presenta come atteso un massimo primaverile in aprile, come già osservato quasi nella stessa area da Innamorati *et al.* (1995) ed inoltre valori estivi mediamente elevati, con un minimo invernale.

I valori di PP annua (142  $\text{gC m}^{-2} \text{anno}^{-1}$ ) confermano la generale oligotrofia della regione di mare considerata e risultano ampiamente compatibili con le stime da satellite già realizzate per l'intero Mediterraneo Occidentale (160  $\text{gC m}^{-2} \text{annui}$ , Bosch *et al.*, 2004) o provenienti da dati *in situ* per l'Alto Tirreno Toscano (104  $\text{gC m}^{-2} \text{annui}$ , Innamorati *et al.*, 1995). Inoltre, essendo nel Mediterraneo la fitomassa pelagica mediamente sovrastimata dai prodotti standard forniti dalla NASA per il sensore MODIS (algoritmo OC3M, O'Reilly *et al.*, 2000), probabilmente le future stime, basate su calibrazioni locali, potrebbero portare a valori ancora inferiori.

#### ATT - 2006

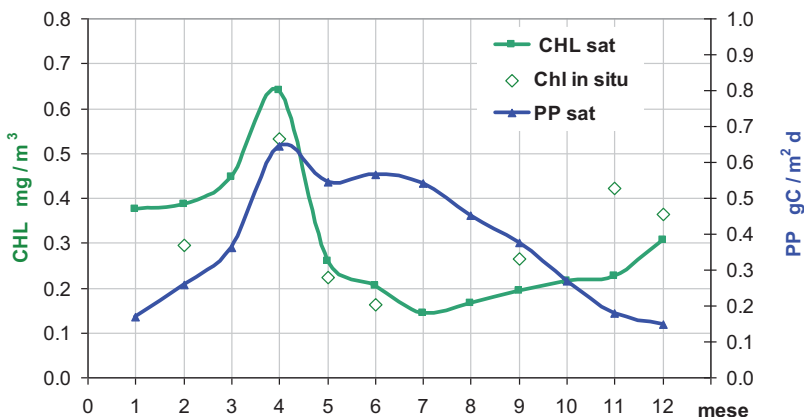


Fig. 50 – Ciclo annuale della fitomassa (CHL) e della Produzione Primaria pelagica (PP) dell'Alto Tirreno Toscano, nel 2006. I punti vuoti rappresentano i valori medi di clorofilla misurati lungo la costa toscana nei siti di campionamento prescelti (vedi metodi).

#### 4.3.3. Le comunità fitoplanctoniche

Dalle analisi microscopiche effettuate è stato possibile mettere in evidenza alcune caratteristiche generali, riguardanti l'abbondanza, la variabilità e la diversità delle comunità fitoplanctoniche dei siti campionati.

Le densità dei popolamenti sono costantemente nell'ordine di  $10^4$  cell  $L^{-1}$ , simili nei tre siti (Tabella 6) e soltanto in alcuni momenti si sono evidenziati aumenti di un ordine di grandezza dovuti soprattutto ad accrescimenti di diatomee e *Cryptomonadaceae*. Per quanto riguarda la composizione, abbiamo individuato e denominato un totale di 280 taxa suddivisi tra i diversi raggruppamenti. In questo caso, parliamo in generale di taxa in quanto non è stato sempre possibile arrivare alla determinazione specifica ma abbiamo diversi livelli di identificazione, dall'appartenenza alla classe alla varietà, a loro volta variabili a seconda del gruppo di appartenenza.

*L'elenco sistematico* relativo a questa località e la bibliografia consultata sono riportati sul sito del Museo di Storia Naturale <http://www.msn.unifi.it/CMprov-p-31.html>.

Le diatomee sono scarsamente presenti, determinando le abbondanze massime solo a settembre (Calafuria) e con una certa importanza relativa in periodi autunno-invernali. I dinoflagellati nanoplanctonici hanno una grande varietà di forme tecate (*Heterocapsa* spp.) ma risultano quantitativamente più abbondanti le forme non tecate (*Gymnodiniaceae*) e sono più presenti, come da aspettarsi, nei mesi estivi, particolarmente a giugno, pur non arrivando mai al 30% del popolamento. Anche i coccolitofori appaiono prevalere in estate, soprattutto per la presenza dominante sulle altre di *Emiliana huxleyi*. Le *Cryptomonadaceae* sono prevalentemente presenti tra l'inverno e la primavera mentre, per il momento, è difficile poter valutare univocamente il gruppo molto eterogeneo (*Prasinophyceae*, *Chrysophyceae*, *Dictyochophyceae*, ecc.) denominato "Altro Plancton", data la fragilità e le scarse evidenze morfologiche degli organismi che ne ostacolano la determinazione. Questa frazione nanoplanctonica risulta nella maggior parte dei casi numericamente prevalente nella comunità fitoplanctonica, influenzando quindi con ogni probabilità anche la composizione dei consumatori primari.

La frazione microplanctonica è generalmente numericamente rara, ma contribuisce notevolmente alla diversità delle comunità fitoplanctoniche e fornisce individualmente una notevole quantità di biomassa. Le densità ottenute dai conteggi del solo microplancton sono infatti tutte di almeno un ordine di grandezza inferiori rispetto a quelle ottenute dai conteggi totali, tra 500 e 3000 cell  $L^{-1}$  circa mentre il numero di taxa relativo al solo microplancton è di 186 specie diverse, rappresentando quindi una quota maggioritaria rispetto al totale complessivo dei 280 taxa.

È tra questi organismi microplanctonici che si riscontra quasi costantemente la dominanza delle diatomee con alcune specie presenti in maniera più indifferenziata o per lo più invernale (*Thalassionema nitzschioides*, *Cylindrotheca closterium*, *Lioloma pacificum*, *Licmophora gracilis*, *Asterionellopsis glacialis*, *Chaetoceros* spp.), o con presenza estiva (*Proboscia alata*, *Leptocylindrus danicus*, *Guinardia striata*) e una notevole presenza in tarda estate-autunno, quando si verifica la fioritura di *Asterionellopsis glacialis* con un certo numero di altre forme tipiche (*Pseudonitzschia* spp., altri *Chaetoceros* spp.).

Tra i dinoflagellati compaiono molte forme tecate che contribuiscono notevolmente alla quantità di biomassa autotrofa, come *Ceratium furca*, *C. fusus*, *Prorocentrum gracile*, *P. micans*, *Mesoporos* spp., *Torodinium robustum*, insieme ad alcune forme note come eterotrofe (*Protoperidinium* spp., *Gyrodinium* spp.).

Inoltre, tramite questi conteggi, sono risultati presenti anche molti altri coccolitofori più rari ma di taglia più grossa, come *Anoplosolenia brasiliensis*,

*Calcidiscus leptoporus*, *Coronosphaera mediterranea*, *Discosphaera tubifer*, *Scyphosphaera apsteinii*, *Syracosphaera pulchra* e *Umbilicosphaera sibogae*, che aumentano notevolmente il grado di diversificazione di questo gruppo che, nella frazione nanoplanctonica, è prevalentemente dominato soltanto da *Emiliana huxleyi*.

Un'ulteriore osservazione sulla composizione dei popolamenti riguarda la presenza di specie tossiche o potenzialmente tossiche: oltre alla diatomea *Pseudonitzschia* spp. sono state osservate alcuni dinoflagellati (*Akashivo sanguineum*, *Prorocentrum lima*, *Prorocentrum minimum*, *Dinophysis sacculus*) ma in casi sporadici e con un numero estremamente esiguo di individui che, almeno al momento, non fanno pensare alla possibilità di accumulo di sostanze tossiche nell'ambiente o negli organismi vettori.

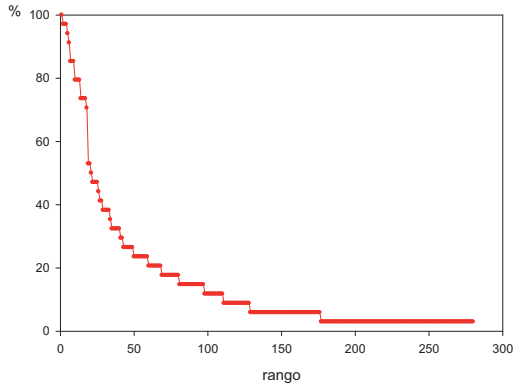
Dalle indagini pregresse nelle acque più costiere dell'Uccellina (Lenzi Grillini e Lazzara, 1980), la fioritura di diatomee era apparsa molto più abbondante che nei nostri campioni, forse favorita da condizioni nutritive più eutrofiche che infatti sembrano aver favorito accrescimenti consistenti (fino a  $800'000 \text{ cell L}^{-1}$ ) di diatomee nanoplanctoniche (*Skeletonema costatum*, *Thalassiosira* spp. *Chaetoceros* spp.) e più tipiche di ambienti di maggiore trofia. Nei nostri campioni non abbiamo colto il periodo di fine inverno-inizio primavera, ma possiamo dire che la presenza delle diatomee è dovuta a specie microplanctoniche, che possono aumentare in seguito a input di nutrienti che non costituiscono uno stato continuo di eutrofia e subiscono forse una limitazione a forti accrescimenti per un ambiente nutrizio in cui l'assimilazione di Si può essere limitata dalle non proporzionali concentrazioni di DIP e DIN.

Rispetto alle indagini effettuate nell'ambito del Progetto Mare e in brevi serie temporali nei successivi anni '80 e '90 nelle acque dell'Arcipelago (Innamorati *et al.*, 1993; Nuccio *et al.*, 1995; Innamorati *et al.*, 2003) possiamo senz'altro confermare alcune caratteristiche peculiari delle comunità fitoplanctoniche: la scarsa abbondanza generale di diatomee ma la presenza di specie microplanctoniche tipiche soprattutto dei periodi autunno-invernali come *Asterionellopsis glacialis* che è la diatomea che è stata rilevata nell'Arcipelago con le massime abbondanze, sia in marzo che in novembre (Nuccio *et al.*, 1995; Innamorati *et al.*, 2003), e che anche qui conferma la sua presenza invernale e un accrescimento a settembre, una certa dominanza di *Cryptomonadaceae* in periodo tardo invernale-primaverile, la presenza pressochè costante di un popolamento di flagellati nanoplanctonici, la dominante presenza di *Emiliana huxleyi* tra i coccolitofori.

La distribuzione delle presenze relative dei taxa fitoplanctonici nei campioni osservati (Fig. 51) mostra proprio che, accanto ad un certo numero di specie che caratterizzano più costantemente queste acque, una quindicina di specie presenti almeno nel 70% dei campioni, la maggior parte è presente un numero relativamente piccolo di volte e c'è quindi una costante copresenza di un alto numero di specie con un basso numero di individui.

Questo dato di ricchezza specifica è un primo segno di alta diversità, confermato dall'andamento dei valori dell'indice di Shannon. Rappresentando i valori di diversità calcolati per ogni campione (Fig. 52) in relazione al numero dei taxa individuati e a confronto con la diversità massima, possiamo notare come i valori di H' varino in un intervallo piuttosto ristretto ed elevato, tra 3 e 5 bits  $\text{cell}^{-1}$ , ed i massimi si hanno nei popolamenti estivi di giugno, sia di Cerboli che di Cala di

Forno, come è stato visibile anche dalle distribuzioni delle abbondanze degli individui tra le specie.



**Fig.**

Fig. 51 – Distribuzione dei taxa fitoplanctonici in base al numero di presenze sul numero totale dei campioni osservati.

La rappresentazione delle curve di distribuzione degli individui tra le specie (Odum, 1988), che abbiamo elaborato (Cappella, 2007) ma qui non mostriamo per brevità, disegna infatti quasi sempre distribuzioni di tipo “geometrico” o a “bastone spezzato”, cioè quelle che rappresentano gli stadi finali della successione fitoplanctonica in un ambiente impoverito di risorse totalmente ripartite tra gli individui e che sono già note nell'ambiente Mediterraneo (Jacques et Tréguer, 1986).

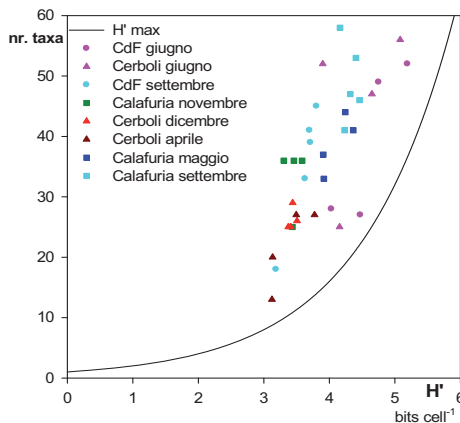


Fig. 52 – Diversità (Indice di Shannon) di tutti i campioni analizzati. È tracciata la curva di diversità massima  $H'max = \log_2 S$ , con  $S$  = numero delle specie.

Questo è sintetizzato dai valori di equitabilità (Fig. 53) che si collocano sempre al di sopra del 60% e superano l'80% nei campioni estivi che

effettivamente dovrebbero rappresentare uno stadio maturo della successione fitoplanctonica.

Ciò significa che non abbiamo colto gli eventuali momenti di piena fioritura e che si conferma possibile una generale limitazione ad abbondanti accrescimenti dovuta all'oligotrofia ma che l'ambiente permette una forte differenziazione delle comunità fitoplanctoniche sia nano- che microplanctoniche capaci di sfruttare al massimo le scarse risorse disponibili.

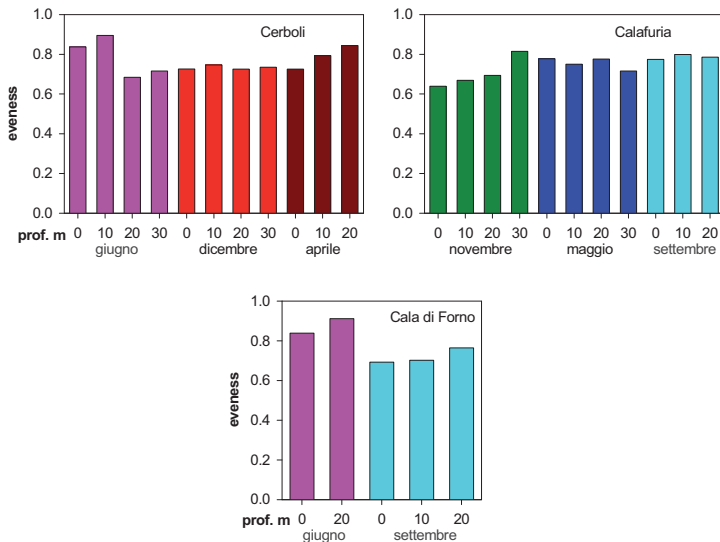


Fig. 53 – Valori di evenness  $e$  (o equità) calcolati per ognuno dei campioni analizzati.  $e = H'/H_{max}$ , con  $H'$  = diversità calcolata,  $H_{max} = \text{Log}_2 S$ , con  $S$  = numero delle specie.

#### 4.4. ANALISI DELLA BIODIVERSITÀ E INDIVIDUAZIONE DI HOTSPOT

La biodiversità ecosistemica, come è noto, è un concetto ampio che esprime l'eterogeneità dei diversi ambienti, sia dal punto di vista dei fattori abiotici che li caratterizzano che da quello della variabilità specifica che ospitano. Per calcolare proprio la diversità e la variabilità specifica dei sistemi bentonici, ci siamo avvalsi dell'uso dell'indice  $\Delta+$  o AvTD (Average Taxonomic Distinctness), che pesa sia il numero di specie presenti che la loro distanza tassonomica (in senso linneiano) e, conseguentemente, assegna uno score maggiore a quegli ambienti caratterizzati da maggiore diversità a livello di taxa superiori a quello specifico.

Per il calcolo di questo indice sono stati utilizzati tutti i dati raccolti nei 2 anni di campionamento, nei 25 siti oggetto di studio e alle 4 batimetrie indagate, questo ha portato all'utilizzo di una matrice di quasi 1000 specie diverse, che ci ha permesso di calcolare anche un indice  $\Delta+$  medio rappresentante l'intero campionamento effettuato. Nel grafico in Fig. 54 sono mostrati i valori  $\Delta+$  di diversità algale, relativi ad ogni singolo sito di campionamento, plottati rispetto all'indice  $\Delta+$  medio dell'intero campione ed ai suoi limiti di probabilità al 99% calcolati per diverse biodiversità simulate. Da questa figura si nota che solamente

tre delle località studiate, Puntala, Talamone, Calafuria, e parzialmente anche una stazione dell'Isola d'Elba, la Corallina, sono caratterizzate da una diversità tassonomica minore di quanto ci si aspetterebbe dal calcolo della biodiversità totale registrata in questa ricerca. Questi siti, ed in particolare Puntala e Talamone, quindi, nonostante presentino un numero di specie di poco inferiore alle altre località, sono più omogenei degli altri dal punto di vista tassonomico e quindi intrinsecamente meno biodiversi.

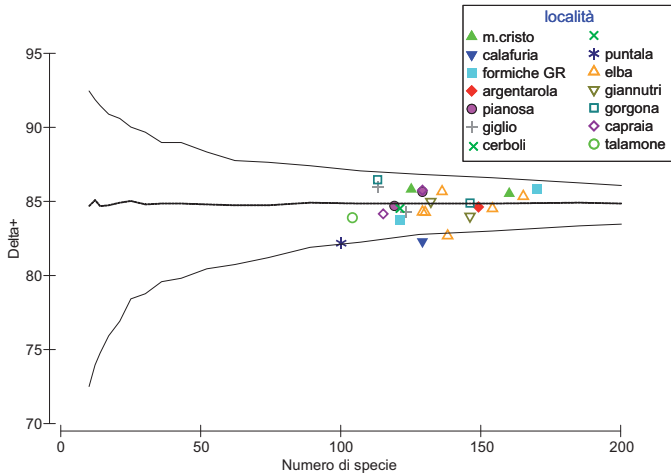


Fig. 54 – Funnel plot rappresentante i valori dell'indice di diversità tassonomica  $\Delta^+$  per le sole alghe dei singoli siti studiati in relazione all'indice di diversità medio dell'intero campione.

Per quanto riguarda invece la biodiversità animale, l'aspetto più evidente dei nostri risultati è la grande variabilità che caratterizza i campionamenti anche a piccola scala (Fig. 55), rappresentata ad esempio dai due siti di Giannutri che mostrano diversità tassonomiche ben al di sopra, il primo, e leggermente al di sotto di quanto atteso sulla media dei nostri dati. In particolare si nota una minor biodiversità specifica alle formiche di Grosseto, a Talamone, in uno dei due campionamenti di Giannutri e di Capraia, quest'ultimo in particolare risulta estremamente povero in specie, mentre assistiamo a una bassa diversità tassonomica, pur nell'ambito di un ampio numero di specie, nelle isole di Pianosa e Gorgona (Fig. 55).

L'analisi dei campioni, e i risultati ottenuti con l'indice di diversità tassonomica  $\Delta^+$  ci consentono di un quadro di buona salute dei popolamenti bentonici di substrato duro sia dell'Arcipelago che della costa Toscana. Il numero di specie, costantemente oltre le 100, si mantiene alto sia lungo la costa che sulle isole, anche quelle soggette a pressioni antropiche elevate, come Elba e Giglio, anche se, proprio in alcuni di questi siti, si ha minore diversità tassonomica, e quindi una minor varietà di generi e famiglie di alghe, dato questo associato in letteratura proprio a fattori di stress ambientale. Questo ci induce a ipotizzare che per i popolamenti fitobentonici ci sia una buona possibilità di scambio nella dispersione dei propaguli con la presenza quindi di corridoi ecologici efficienti, in

grado di coprire le isole minori, quelle maggiori e la terraferma e questo consente una buona diversità sia biologica che ecologica.

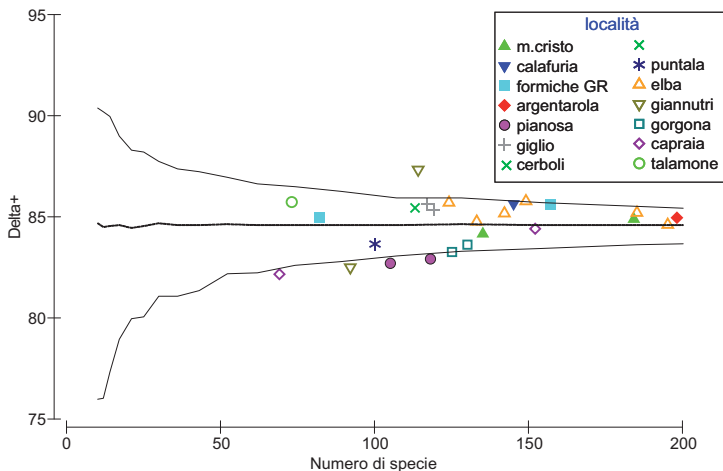


Fig. 55 – Funnel plot rappresentante i valori dell'indice di diversità tassonomica  $\Delta+$  per i soli invertebrati dei singoli siti studiati in relazione all'indice di diversità medio dell'intero campione.

Per quanto concerne le zoocenosi abbiamo rilevato una maggiore variabilità nel numero di specie presenti, con situazioni che vanno dalla presenza rilevata di circa 50 specie, in uno dei due siti di Capraia, a quella di quasi 200 specie, come nel caso dell'Argentorola, vero e proprio hot-spot di diversità bentonica. La scarsa diversità tassonomica di alcune delle isole minori, quali Pianosa e Gorgona, non riscontrata per quanto riguarda le alghe, a nostro avviso non rappresenta un allarme di impatto antropico, quanto una naturale difficoltà di isole piccole e/o maggiormente isolate nel catturare le fasi dispersive delle varie specie di invertebrati presenti nelle acque della nostra regione. È possibile comunque che la connessione tra le isole possa essere alterata non solo dai diversi fattori sia abiotici sia biotici, ma anche dall'interferenza umana, dato questo che richiederebbe approfondimenti maggiori.

Nel complesso possiamo affermare che i mari prospicienti la Toscana, sia per la parte del bacino del Tirreno Settentrionale sia per quella del Mar Ligure mostrano di essere mari oligotrofici con una buona diversità biologica e ecosistemica.

#### 4.5. ANALISI DEI DATI DEI MAMMIFERI MARINI

Con le campagne del progetto BioMarT effettuate negli anni 2005, 2006 e 2007, in parallelo al progetto BaleMare, sono state percorse 1439.82 Nm, in 39 giorni utili di osservazione, su un totale di 50 giorni di crociera, con condizioni di mare inferiori a Douglas 4 e Beaufort 5, per un totale di 329 ore di osservazione. La superficie coperta è stata di circa 5000 Nm<sup>2</sup> (Fig. 56).

Durante queste campagne sono state avvistate tre specie, tursiope (*Tursiops truncatus*), stenella striata (*Stenella coeruleoalba*) e balenottera comune

(*Balaenoptera physalus*), per un totale di 48 avvistamenti. I dati dettagliati relativi allo sforzo di avvistamento e agli avvistamenti nei singoli anni sono riportati nella Tabella 8 e rappresentati nei grafici di Fig. 57.

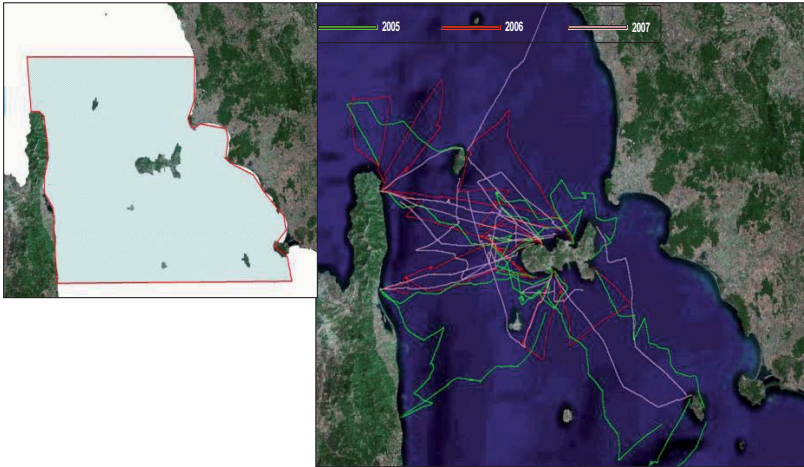


Fig. 56 – Rotte percorse durante le crociere di osservazione negli anni 2005, 2006 e 2007, nell'area di studio (in alto).

Tabella 8 – Sforzo di avvistamento e numero degli avvistamenti totali e per singole specie.

<b>Sforzo di avvistamento</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>Totale</b>
TMP - Totale Miglia Percorse (Nm)	502	428.12	509.7	1439.82
N° giorni osservazione	11	13	15	39
TOO - Totale Ore di Avvistamento (h)	128.33	100.92	99.75	329.00
NA - N° Avvistamenti	9	21	18	48
NAS - N° Avvistamenti Stenella	2	6	4	12
NAT - N° Avvistamenti Tursiope	7	14	13	34
NAB - N° Avvistamenti Balenottera	0	1	1	2

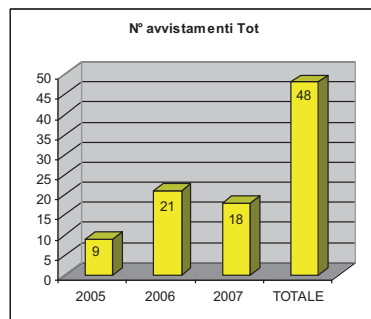
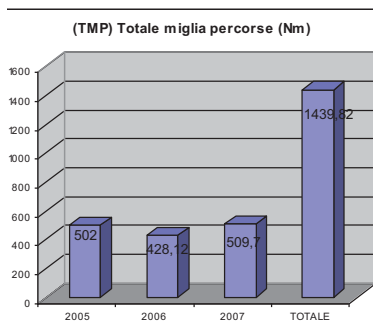


Fig. 57 – Sforzo di avvistamento: miglia marine percorse per campagna (a sinistra), numero totale di avvistamenti (a destra).

Il numero totale di animali avvistati nelle tre campagne è stato stimato in un minimo di 323 ed un massimo di 391 individui. I dati per le singole specie, per ogni anno di indagine, con i valori minimi e massimi, sono riportati nella Tabella 9 e rappresentati graficamente in Fig. 58.

Tabella 9 – Numero di animali avvistati per le singole specie.

Avvistamenti	2005		2006		2007		Totale	
	min	max	min	max	min	max	min	max
(NIS) N° Individui Stenella	25	40	35	66	55	105	115	211
(NIT) N° Individui Tursiope	33	44	87	116	57	74	177	234
(NIB) N° Individui Balenottera	–	–	2	2	3	3	5	5
(NI) N° Individui Totali	58	84	124	184	115	182	323	391

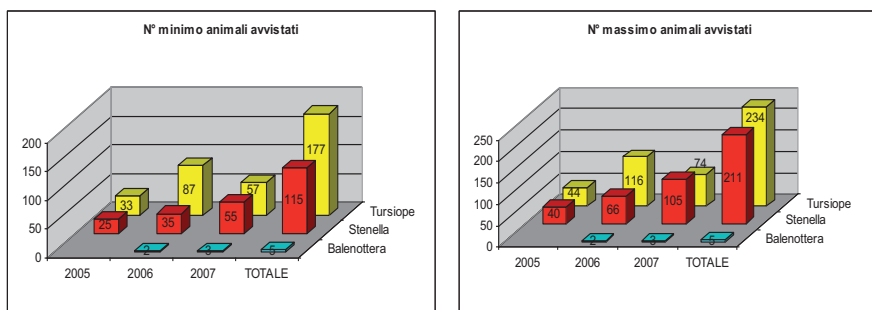


Fig. 58 – Istogrammi indicanti il valore minimo (a sinistra) e massimo (a destra) di animali avvistati per ogni specie durante i tre anni di campagna.

La Tabella 10 mostra la dimensione dei gruppi incontrati per le varie specie: per la stenella i gruppi erano composti da un minimo di 1 e un massimo di 50 esemplari; tra i tursiope i gruppi oscillavano da 1 singolo individuo a un massimo di 30; infine per la balenottera comune sono stati avvistati in un caso 2 e nell'altro 3 individui.

Tabella 10 – Dimensione minima e massima dei gruppi di animali avvistati.

Dimens. gruppi min- max	2005	2006	2007	media
Tursiope	2 - 10	1 - 20	1 - 30	6.07
Stenella	15 - 20	1 - 20	5 - 50	14.89
Balenottera	–	2	3	2.5

La distribuzione degli avvistamenti (Fig. 59) risulta maggiore nella zona settentrionale dell'area. I motivi sono da ricondurre ad un'indagine più dettagliata (maggior numero di transetti) in tale area in quanto le condizioni meteo-marine hanno impedito di effettuare lunghe traversate nell'area meridionale dell'arcipelago.

Se si confrontano le Figg. 60 e 61, relative alla distribuzione degli avvistamenti e il numero degli animali avvistati di stenella e tursiope, risulta evidente una certa differenza di distribuzione fra queste due specie.

*Stenella coeruleoalba*, specie pelagica, è stata avvistata generalmente a distanza maggiore dalle coste, tendenzialmente nel tratto di mare fra l'Isola d'Elba e la Corsica, dove le profondità sono più elevate. Al contrario *Turpsiops truncatus*, specie tipicamente costiera risulta presente vicino alla costa, in zone meno profonde.

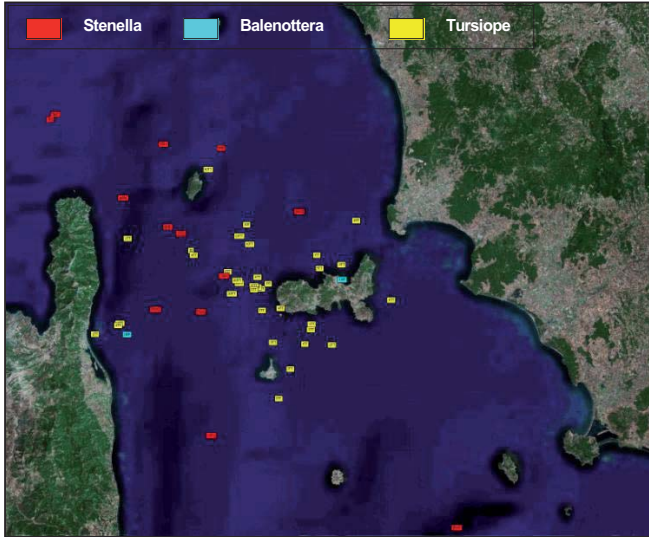


Fig. 59 – Distribuzione degli avvistamenti effettuati nei tre anni.

La Tabella 11 mostra come la maggioranza degli avvistamenti di tursiope sia avvenuta entro la batimetrica dei -100 m, mentre quelli di stenella siano avvenuti oltre tale batimetrica, con una lieve preponderanza tra i -200 e i -500 m. Per la balenottera comune gli unici due avvistamenti sono stati abbastanza prossimi alla costa (Fig. 62).

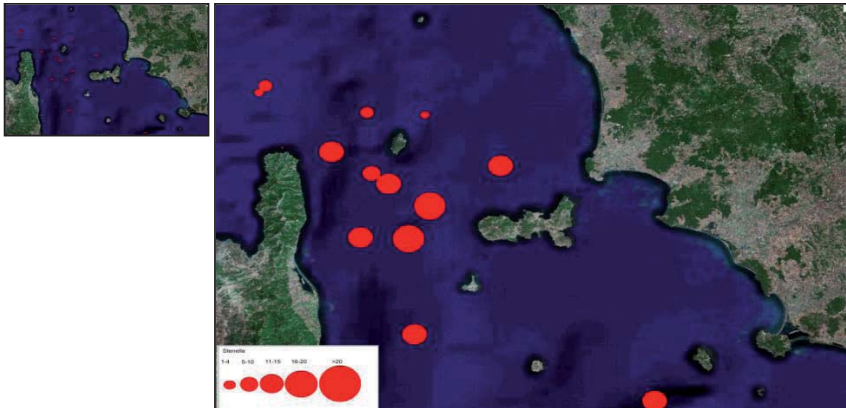


Fig. 60 – Distribuzione degli avvistamenti (in alto) e dimensione dei gruppi (a destra) di stenella.

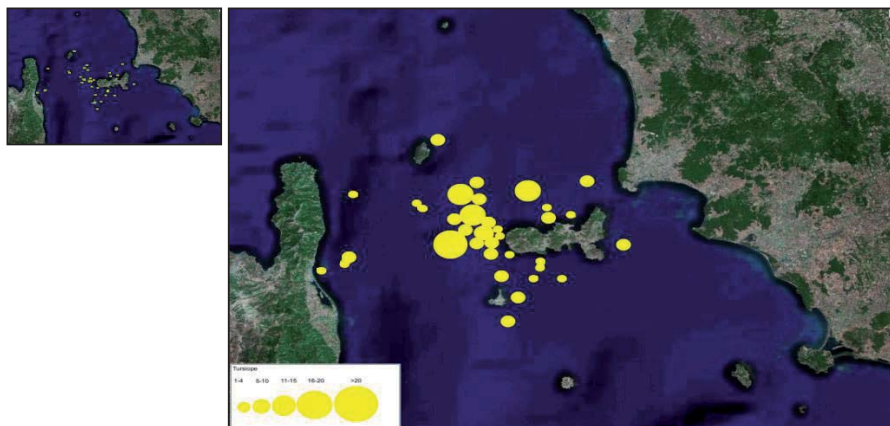


Fig. 61 – Distribuzione degli avvistamenti (in alto) e dimensione dei gruppi (a destra) di tursiope.

Sono stati calcolati anche alcuni indici di abbondanza relativa, sia sul totale dei cetacei avvistati che per le singole specie. Si tratta del Tasso di Avvistamento o Encounter Rate che considera il numero di animali avvistati ( $N^{\circ}$ ) fratto lo sforzo totale di avvistamento (SA). L'indice è stato valutato sia come numero di miglia percorse nei transetti che come ore di avvistamento, calcolando in questo modo il numero di animali avvistati per miglia percorse e per ore di osservazione. I dati riportati in Fig. 63 non sono, al momento, stati standardizzati e quindi hanno un valore puramente indicativo.

Tabella 11 – Numero di avvistamenti per fasce batimetriche.

<b>Batimetria (m)</b>	<b>Stenella</b>	<b>Tursiope</b>	<b>Balenottera</b>
0-50	0	1	1
50-100	0	24	0
<b>0-100</b>	<b>0</b>	<b>25</b>	<b>1</b>
100-200	3	4	0
200- 500	6	5	1
500-1000	4	0	0
<b>100-1000</b>	<b>13</b>	<b>9</b>	<b>1</b>

Questi dati, che al momento sono poco più che semplici considerazioni, andrebbero verificati con ulteriori campagne, in periodi diversi e con equal sforzo, sia nel Mar Ligure che nel Tirreno Settentrionale.

I dati provenienti dalla fotoidentificazione hanno consentito la creazione di un archivio di individui marcati, che permetterà, nel corso del tempo, con campagne ripetute, di valutare la consistenza e la composizione dei gruppi residenti nell'area di studio, la loro distribuzione sia spaziale che temporale ed eventuali modificazioni che si potranno verificare nel tempo, anche dovute a possibili cambiamenti ambientali. L'individuazione dei singoli individui e il loro grado di associazione con altri, confermato nel tempo, consentirà di valutare il grado di associazione fra individui e di valutare l'appartenenza dei diversi esemplari a un gruppo. Il coefficiente di associazione (Ca) (Schaller, 1972; Wells,

1986), associato ad alcune elaborazioni statistiche permetterà di definire la composizione del gruppo fornendo informazioni sul numero di individui adulti, giovani, nuovi nati, maschi e femmine consentendo di analizzare la struttura della popolazione residente e come questa possa variare negli anni.

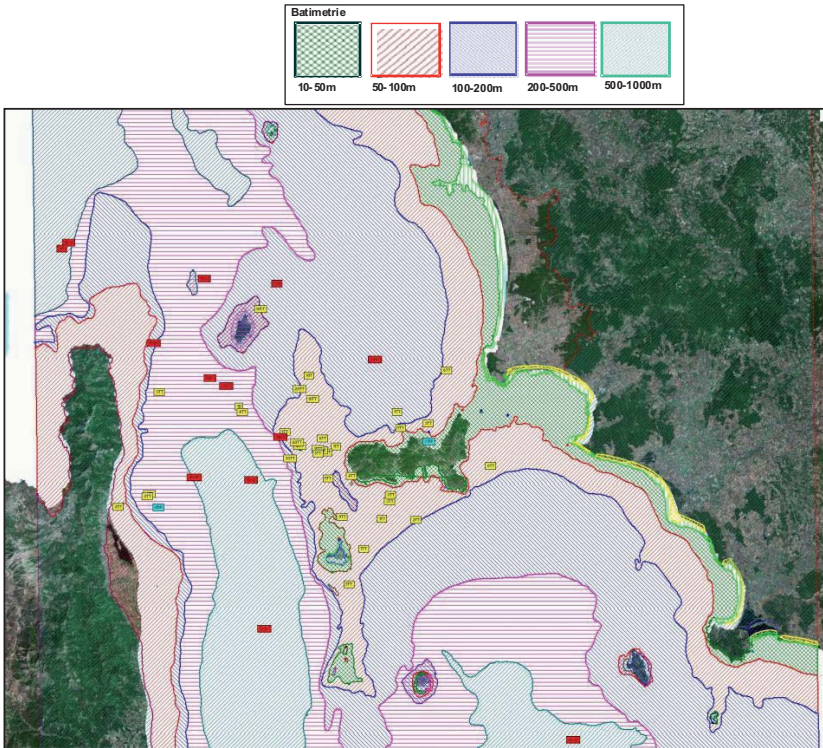


Fig. 62 – Distribuzione spaziale degli avvistamenti rispetto alla batimetria; in rosso stenella, in giallo tursiopo e in celeste balenottera.

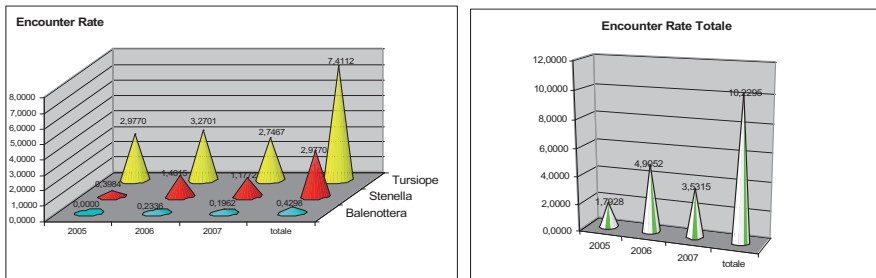


Fig. 63 – Encounter Rate valutato come miglia marine percorse per le singole specie (a sinistra) e complessivo (a destra) nei tre anni di campagne.

Dal confronto fra i diversi anni emerge come il tasso di avvistamento sia stato più basso nel 2005; in questo hanno influito le miglia percorse a sud dell'Elba dove, almeno durante il periodo della campagna del 2005, il numero di avvistamenti è stato molto più basso rispetto all'area a nord. Nel 2006 e 2007, per ragioni meteo-marine, invece la zona più battuta è stata quella a nord dell'Elba risultata, già nella prima campagna, più ricca di avvistamenti.

Sebbene siano stati fotografati con oltre 2000 scatti tutti gli avvistamenti, la fotoidentificazione è stata possibile solo su *Tursiops truncatus* grazie all'elevato numero di incontri. Identificando alcuni segni di marcatura stabili e univoci su alcuni animali è stato possibile riconoscere i singoli individui e dare inizio all'archivio degli esemplari identificati, che attualmente ne contiene 25. La stima delle dimensioni della popolazione si può ottenere utilizzando la Curva del Tasso di Scoperta, o "Rate of Discovery Curve". Per la costruzione di questa curva, si riportano in un grafico i numeri totali degli individui marcati (ordinate) per i giorni progressivi di avvistamento (ascisse). Quando la curva assume una crescita pari a zero significa che il numero di individui marcati corrisponde a una stima attendibile della dimensione della popolazione. Nel nostro caso, ovviamente, la curva del tasso di scoperta (Fig. 64) si trova ancora agli inizi e molto lontana dal plateau a crescita nulla. Questo indica che ad ogni nuovo avvistamento è molto probabile incontrare nuovi individui non ancora marcati che forniscono nuove informazioni sulle dimensioni del gruppo.

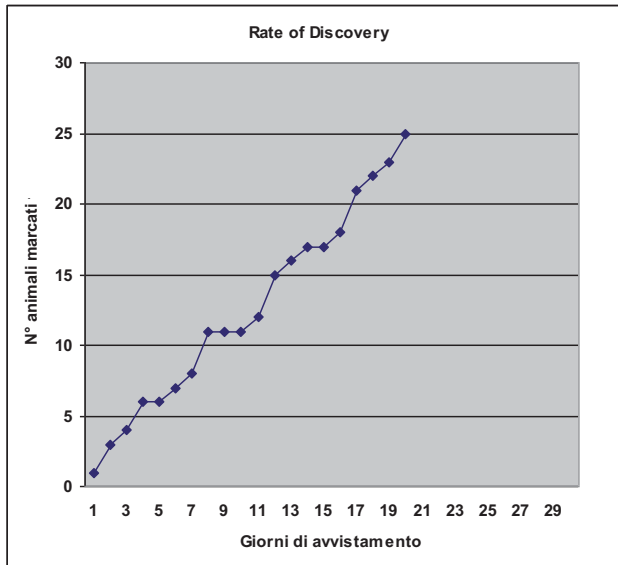


Fig. 64 – Rate discovery curve, curva del tasso di avvistamento, del tursiopo. Sulle ascisse è riportato il numero dei giorni in cui si sono avvistati animali, mentre sulle ordinate il numero cumulativo degli animali marcati.

Dopo tre anni di campagne, sono state avvistate solo tre specie, tursiopo (*Tursiops truncatus*), stenella striata (*Stenella coeruleoalba*) e balenottera comune (*Balaenoptera physalus*), contro le 13 specie conosciute per l'arcipelago e rinvenute piaggiate negli ultimi 20 anni (dati provenienti da "Cetacei Spiaggiati

lungo le coste italiane - rendiconti 1986-2003"). Alcune delle specie segnalate sono comunque da ritenersi rare, occasionali o addirittura eccezionali e quindi non costituiscono la fauna comune dell'arcipelago, altre specie invece, sia pur presenti costantemente nelle nostre acque, non risultano così frequenti e quindi sono di difficile individuazione. Le specie più frequenti, da letteratura, sono il tursiope e la stenella e tali si sono confermate in questo studio rispettivamente con 34 e 18 avvistamenti. Questo dato oggettivo non indica però l'abbondanza delle specie in quanto sono diverse le miglia percorse nelle diverse batimetriche, anche se il design di campionamento iniziale prevedeva una più equa distribuzione dei tempi e degli spazi dedicati a ciascun braccio di mare e alle diverse batimetriche, fermo restando il rientro serale nei diversi porti e quindi per rotte obbligate. Le condizioni meteo marine durante le campagne, in diverse giornate avverse e con venti che spesso spiravano da sud, hanno vincolato e costretto a modificare in fase d'opera le originali rotte di avvistamento. Inoltre, avendo individuato con la prima campagna del 2005 un gruppo di tursiopi pressoché stanziale posizionato a nord-ovest dell'Isola d'Elba, al rientro dalle giornate che avevano come riferimento il porto di Portoferraio è stato dedicato del tempo per quantificare il gruppo e fotoidentificare gli individui.

Un dato già noto in letteratura (Notarbartolo di Sciara *et al.*, 1993; Forcada *et al.*, 1994) confermato durante le campagne BioMarT è la diversa consistenza dei gruppi nelle due specie. Se si osserva il valore medio delle dimensioni dei gruppi di tursiope questo risultata di 6.23, mentre quello riscontrato nelle stenelle è di 13.58. Ciò rende evidente che i gruppi di *Stenella coeruleoalba* contano un numero maggiore di individui che mediamente risulta essere circa il doppio di quelli di *Tursiops truncatus*. Entrambe le specie hanno un comportamento gregario ma la loro diversa ecologia determina una diversa composizione dei gruppi: la stenella è un animale prevalentemente ittiofago, ossia si ciba di pesce, e predilige l'ambiente pelagico, mentre il tursiope, che è un generalista, ovvero si ciba in prevalenza di prede demersali come pesci, crostacei o cefalopodi, frequenta habitat più costieri. Le diverse strategie alimentari e la distribuzione delle specie, in particolare di *Tursiops truncatus*, forniscono un primo dato che dovrebbe essere tenuto in considerazione per la tutela di tale specie nell'ambito delle attività di gestione della pesca in queste zone sensibili.

Gli avvistamenti si sono avuti in tutte le campagne (luglio, settembre, marzo e ottobre), a dimostrazione della frequentazione regolare di entrambe le specie durante tutto l'arco dell'anno. Dato questo confermato anche dalle molte segnalazioni dei pescatori, i quali denunciano danni a carico delle reti da posta e la presenza di delfini al seguito dei pescherecci a strascico durante tutti i mesi dell'anno. Per quanto riguarda la balenottera comune, nonostante le sole due osservazioni effettuate durante il progetto, segnalazioni piuttosto frequenti vengono dai pescatori, diportisti e dalla Capitaneria di Porto che mostrano una certa regolarità nella presenza di questa specie in tutto l'Arcipelago.

Questi primi risultati suggeriscono di proseguire le crociere nel tempo e distribuite durante tutti i mesi dell'anno, consentendo, così, di verificare la stagionalità delle presenze e degli spostamenti, ma anche di raccogliere ulteriori dati di fotoidentificazione con i quali stimare la consistenza dei gruppi.



---

## 5. CONCLUSIONI

I campionamenti effettuati, come previsto dal progetto iniziale, sono riusciti a coprire la maggior parte degli ambienti di substrato duro presenti lungo le coste toscane. Le analisi della distribuzione delle comunità e degli habitat hanno permesso di identificare e definire le diverse biocenosi di ambiente roccioso (Relini *et al.*, 2004); in particolare, sono risultate presenti quasi tutte quelle proposte dalla Classification of the Benthic Marine Habitat Types for the Mediterranean Region, (UNEP(OCA)MED WG 154/7 e Wg, 149/5 Rev 1, 27 aprile 1999), in accordo con RAC/SPA di Tunisi, attuale riferimento nazionale per la cartografia della platea continentale. Alla luce dei risultati ottenuti si ritiene però opportuna una rivalutazione della scelta di alcune Facies e Associazioni, in quanto ritenute non caratterizzanti.

Il censimento effettuato con BioMarT ha permesso di identificare 949 specie bentoniche di fondi duri costieri, fornendo un importante contributo alle conoscenze della biodiversità dell'Arcipelago Toscano e delle coste toscane. Sono state inoltre individuate 36, di cui 13 di Cetacei, specie protette (L. 157/92 art. 2, Berna App. 1-3, CITES All. A, Direttiva Habitat All. 4-5, ASP Annex II,III, IUCN Red List) evidenziandone la distribuzione; alcune di queste sono risultate particolarmente abbondanti, come *Paracentrotus lividus*, altre invece sono risultate estremamente sporadiche. Inoltre sono state segnalate altre 22 specie che al momento non sono protette ma che risultano rare nell'intero Arcipelago e che sarebbe opportuno inserire almeno fra gli elementi di attenzione della Regione Toscana.

Fino a oggi non erano presenti lavori che comprendessero le intere coste toscane, se si eccettuano i contributi derivati dalle indagini di ampio respiro condotte alla fine degli anni '80 nell'ambito del "Progetto Mare" (Nuccio, 1993) finanziato dalla Regione Toscana, che hanno fornito un primo compendio sia floristico che faunistico per diverse località dell'Arcipelago, e di Borri & Sartoni (1998) e Falleni *et al.* (2005) che trattano delle comunità bentoniche rispettivamente di Pianosa e di Calafuria. Oltre a questi, per quanto concerne più in particolare la componente vegetale, vi sono altri lavori, alcuni dei quali riguardanti l'Arcipelago Toscano nel suo complesso, come quello di Rindi *et al.* (2002), mentre Cinelli (1969, 1970, 1971, 1993a), Papi *et al.* (1992, 1999, 2004), Sacchetti *et al.* (1985) e Sartoni (1992, 2004) prendono in esame singole isole. Per il comparto zoobentonico sono stati pubblicati i seguenti lavori: Abbiati (1987), Bogi *et al.* (1994), Campani (1983), Coppini *et al.* (2005), Drago *et al.* (1978), Drago *et al.* (1980), Geraci *et al.* (1980), Grippa (1990), Lardicci *et al.* (1991) e Vignoli *et al.* (2004). Nessuno di essi abbraccia più località o gruppi di specie e per la maggior parte sono riferiti a Molluschi e Policheti. I campionamenti effettuati con BioMarT censiscono dunque per la prima volta le comunità bentoniche presenti lungo tutta la costa toscana, isole comprese, raddoppiando, in molti casi, le specie segnalate in precedenza e spesso fornendo per la prima volta dati relativi allo zoobenthos presente.

L'analisi dei risultati ottenuti con l'indice di Distintività Tassonomica, Average Taxonomic Distinctness (AvTD o  $\Delta+$ ), ha consentito di trarre analoghe conclusioni per quanto concerne la situazione dei popolamenti bentonici di substrato duro dell'Arcipelago Toscano. Per quanto riguarda in particolare i popolamenti algali, questi risultano ricchi in specie e, nel complesso, tassonomicamente diversi, il che

ci permette di escludere una dominanza di pochi taxa, spesso dovuta a varie forme di impatto antropico. Per quanto riguarda invece i popolamenti bentonici animali, sebbene vi sia una buona diversità specifica nella maggior parte dei siti studiati, si osserva una maggiore variabilità, sia dal punto di vista del numero di specie che della diversità tassonomica dei popolamenti. Questo fenomeno può suggerire che, mentre per le specie algali lo scambio di propaguli fra le isole e la terraferma sia efficace, con la presenza quindi di un network di corridoi ecologici in grado di collegare le isole minori a quelle maggiori e alla terraferma stessa, per alcune specie animali gli stadi di dispersione, invece, non siano capaci di percorrere tali network o comunque possiedano una bassa mobilità, che non consente loro un efficace scambio tra isole e la terraferma. Questa ipotesi, richiede comunque ulteriori approfondimenti e verifiche. Sarebbe opportuno analizzare le specie mancanti e studiare in dettaglio la loro effettiva distribuzione. Nel complesso, comunque, il bacino del Tirreno Settentrionale e del Mar Ligure, nell'area oggetto di studio, mostrano di essere ambienti oligotrofici, con una buona biodiversità e un'elevata eterogeneità di specie sia bentoniche sia planctoniche.

Un importante risultato, in questo caso, metodologico, di questo studio è stata la creazione, per quanto riguarda le alghe, di nuovi raggruppamenti morfofunzionali formulati ad hoc e in numero maggiore a quelli già diffusi in letteratura, che ha permesso una maggiore discriminazione delle differenze tra le biocenosi studiate. Tramite l'uso di queste nuove categorie, e grazie a metodi statistici recenti e adatti a questo tipo di campionamento, sono emerse differenze significative sia a microscala spaziale, cioè fra siti di campionamento vicini tra loro, sia su scala temporale. In altre parole, i siti studiati risultano spesso diversi fra loro indipendentemente dall'esposizione, dal grado di tutela o dall'area di appartenenza. Questa forte variabilità dei popolamenti bentonici era già emersa in studi precedenti, mirati ad esempio a confrontare zone di completa tutela e zone di controllo, che hanno messo in evidenza la forte variabilità a piccola scala spaziale, che ha quindi mascherato le eventuali differenze tra le diverse zone (Benedetti-Cecchi *et al.*, 2003; Frascchetti *et al.*, 2005; Micheli *et al.*, 2005). I nostri risultati, confermando quelli precedenti, possono essere interpretati sia con un'oggettiva buona qualità delle zone non protette sia con una scarsa efficacia della tutela delle zone protette. In realtà spesso, nei nostri mari, i criteri di scelta delle aree marine da proteggere si sono basati, e tutt'ora si basano, più su ragioni di convenienza politica, economica e paesaggistica piuttosto che su concrete basi scientifiche (Villa *et al.*, 2002). Inoltre, la grande varietà delle componenti che concorrono a caratterizzare un sito, l'elevata diversità specifica e le molteplici successioni ecologiche, possono complicare le risposte alla protezione; il risultato è che la distribuzione di molte comunità può spesso fornire risposte contraddittorie in presenza di MPA (Benedetti-Cecchi *et al.*, 2003).

In BioMarT l'aumentata sensibilità del sistema di categorizzazione dei taxa rilevati, e di tecniche multivariate e permutazionali di ultima generazione, come PERMANOVA, hanno permesso di evidenziare con la massima efficienza anche modeste differenziazioni tra siti, tempi e livelli tali da mascherare eventuali differenze dovute all'effetto protezione. Anche i nostri risultati, quindi, pur ottenuti con nuove tecniche di analisi, permettono di ipotizzare che nel complesso anche le zone non soggette a tutela del nostro Arcipelago si trovino in condizioni non particolarmente critiche.

In generale questi problemi riguardano l'intero bacino del Mediterraneo, ma nel caso specifico le coste toscane, con la presenza dell'Arcipelago, formato da isole così diverse fra loro sia da un punto di vista geomorfologico che di livello di antropizzazione, comprendono un insieme di habitat e di biocenosi così complesso e diversificato da necessitare elaborati modelli spaziali. Solo con una raccolta dati pluriennale, secondo modelli di campionamento adeguati, in diverse fasi temporali, sarà possibile verificare con una qualche certezza l'efficacia della protezione e dare alcuni suggerimenti di carattere gestionale efficaci per la tutela del territorio.

Con BioMarT si sono inoltre forniti nuovi dati sulla presenza e distribuzione delle diverse specie del genere *Cystoseira* presenti nell'Arcipelago. I cistoseireti, com'è noto, favoriscono la biodiversità, fornendo un ambiente adatto a molte specie sia vagili sia sessili (Bulleri *et al.*, 2002; Chemello & Milazzo, 2002; Frascchetti *et al.*, 2002a). Alcuni studi sperimentali hanno messo in evidenza che la scomparsa di *Cystoseira* spp. favorisce la copertura del substrato da parte di altre alghe, che generano una sorta di feltro che impedisce l'accesso a molte specie di invertebrati, diminuendo così la biodiversità complessiva (Benedetti-Cecchi *et al.*, 1999; Benedetti-Cecchi *et al.*, 2001; Bulleri *et al.*, 2002). Un riscontro indiretto dell'importanza dei cistoseireti nella biodiversità è fornito dai dati emersi utilizzando l'indice Delta che evidenzia una maggiore biodiversità nell'Isola di Montecristo, caratterizzata da cistoseireti ben strutturati, con la presenza di numerose specie di *Cystoseira*, fatto dovuto presumibilmente, oltre alla sua ubicazione geografica, ai lunghi anni di protezione di cui gode. Dall'esame complessivo del materiale raccolto questo genere è ben rappresentato soprattutto nelle isole totalmente o parzialmente soggette a tutela, mentre sembra rarefarsi lungo la costa continentale e all'isola d'Elba. In considerazione del ruolo fondamentale svolto da queste alghe brune nell'economia del comparto bentonico, sarebbe quindi opportuna un'indagine mirata all'individuazione dei cistoseireti. Una mappa dettagliata del suo effettivo areale potrebbe fornire utili informazioni di base per eventuali futuri interventi di tutela. Del resto la presenza/assenza e la densità dei cistoseireti, con la nuova Direttiva 2000/60 della Comunità Europea, diverranno indici di valutazione ambientale, utili per definire lo stato ecologico delle acque costiere in tutta l'Ecoregione del Mediterraneo.

Nel corso del lavoro svolto è stato tra l'altro possibile censire la presenza e valutare la distribuzione di alcune specie alloctone. Negli ultimi anni l'introduzione di specie aliene in Mediterraneo ha subito una forte accelerazione e le coste peninsulari e insulari toscane non si sottraggono a questa sorta di "inquinamento biologico". Casi emblematici sono quelli relativi a due specie del genere *Caulerpa*, *C. taxifolia* e *C. racemosa* var. *cylindracea*. La prima al momento è stata trovata nella zona di Calafuria e all'isola d'Elba mentre *C. racemosa* var. *cylindracea*, anch'essa in fase di rapida espansione come la precedente, risulta maggiormente distribuita sia lungo il litorale toscano che nelle diverse isole dell'Arcipelago. In base ai dati ottenuti durante la ricerca la sua abbondanza sembra diminuire procedendo verso i settori costieri più meridionali, visto che non è stata rilevata nelle stazioni di Talamone e all'Isolotto dell'Argentarola; tuttavia la sua presenza anche in queste località non è comunque da escludere, in considerazione della sua esistenza all'Isola del Giglio e a Giannutri. L'unica isola dell'Arcipelago Toscano dove questa specie invasiva sembra al momento non essere presente è l'Isola di Gorgona. Le specie alloctone, spesso sono particolarmente invasive e possono interessare l'ecosistema "ospite" diminuendone la biodiversità (Ceccherelli *et al.*,

2002). Per verificare l'effettivo incremento di queste specie sono necessari tempi di monitoraggio molto lunghi.

I campionamenti effettuati nel contesto del progetto BioMarT per lo studio della componente fitoplanctonica non hanno coperto sufficientemente la variazione stagionale, aspetto che sarebbe fondamentale per valutare al meglio l'evoluzione della composizione delle comunità microalgali e della sua funzionalità produttiva in relazione alle variazioni ambientali. Sono stati comunque individuati 280 taxa fitoplanctonici appartenenti sostanzialmente a tutte le classi algali solitamente presenti in queste acque e comunità in cui è sempre evidente un alto grado di diversità specifica, sia come ricchezza in specie appartenenti a diverse classi che come livello di equiripartizione. Dato da mettere in relazione alla natura trofica delle acque campionate, che appaiono oligotrofiche, come confermato anche dalle stime di produzione primaria ( $140 \text{ gC m}^{-2} \text{ annui}$ ), e con una qualità, in base alla classificazione proposta da Simboura *et al.* (2005) in accordo con le nuove normative della Direttiva 2000/60/CEE, che rientra sempre nei livelli "alto"- "buono". Possiamo quindi affermare che, nell'ambito dei dati raccolti e analizzati, le acque costiere toscane non presentano particolari emergenze o anomalie che facciano pensare a disturbi o perturbazioni che possano determinare situazioni di emergenza, come le fioriture fitoplanctoniche di anomala abbondanza, da cui si possono sviluppare poi le condizioni a rischio per tutto il sistema, come l'eccesso di sostanza organica e l'eventuale stato di anossia conseguente.

I numerosi dati emersi con BioMarT forniscono indicazioni che possono essere utilizzate come base per stabilire alcuni criteri per l'istituzione di SIC (Siti di Interesse Comunitario) o AMP. Attualmente le AMP sono spesso create senza aver prima ben definito l'oggetto della protezione, la biodiversità territoriale da tutelare e le dimensioni dell'area da sottoporre a protezione. I risultati di questo progetto suggeriscono ad esempio la protezione del sito dell'Argentarola e delle coste a questo limitrofe, dato che quest'area risulta essere di gran lunga la più diversa tra le aree campionate lungo la costa e addirittura più diversa, in termini di specie bentoniche animali, delle stesse isole protette nel Parco dell'Arcipelago.

Più difficile è estrapolare dai nostri dati un suggerimento sulle dimensioni delle eventuali costituenti AMP, che dovrebbero essere studiate in funzione della capacità di dispersione dei propaguli o delle larve, delle specie e degli habitat che si vogliono tutelare e delle realtà socio-economiche locali. Attualmente molte delle AMP non hanno – o hanno solo in parte – le caratteristiche idonee per la conservazione e la protezione dell'ambiente a cui sono preposte e spesso non godono del dovuto monitoraggio e del controllo necessario (Fraschetti *et al.*, 2005). Sala *et al.* (2002) propongono di progettare una rete di riserve marine; questa potrebbe essere una possibilità auspicabile anche per l'Arcipelago Toscano, dove già sono presenti alcune zone di tutela. La creazione di un network di aree protette potrebbe favorire il mantenimento della biodiversità territoriale, favorendo la protezione dei diversi habitat e biocenosi senza creare superfici tutelate troppe estese, che spesso incontrano tra l'altro la resistenza delle realtà lavorative locali.

Il Censimento dei mammiferi marini attualmente ha fornito le prime indicazioni sulla presenza e distribuzione delle 3 specie più comuni, in ordine Stenella, Tursiope e Balenottera comune nell'intero Arcipelago. I gruppi esaminati sono stati contati e fotografati e sono stati raccolti alcuni dati comportamentali ed altre informazioni. In particolare *Tursiops truncatus* presenta alcuni evidenti segni esterni che consentono l'identificazione dei singoli individui ed è stato quindi

possibile la fotoidentificazione di diversi esemplari. Con questo metodo è possibile valutare la consistenza dei gruppi residenti, la loro composizione, le loro aree trofiche e i loro movimenti durante l'anno.


Questi primi risultati preliminari sono di stimolo a proseguire la ricerca con altre crociere di osservazione, distribuite durante tutti i mesi dell'anno, consentendo, così, di verificare la stagionalità delle presenze e degli spostamenti, ma anche di raccogliere ulteriori dati di fotoidentificazione con i quali fornire stime più esatte sulla consistenza dei gruppi. Il censimento della cetofauna toscana risulta particolarmente importante in quanto la Regione, oltre ad essere inserita nel Santuario dei Cetacei creato nel 1997, nel 2007 ha istituito l'Osservatorio Toscano dei Cetacei (OTC) dimostrando un grande interesse per la tutela e la gestione di questa risorsa.



---

## 6. ELEMENTI DI ATTENZIONE

Le specie animali e vegetali protette individuate nelle biocenosi di substrato duro delle coste toscane durante lo svolgimento del progetto costituiscono, in modo analogo per quanto effettuato sulla biodiversità terrestre dal progetto RE.NA.TO., gli elementi di attenzione.

Per ogni elemento di attenzione è stata predisposta una scheda informativa, parte integrante del database ReNaTo2.0-BioMarT , che riporta:

- *Nome specifico a notazione scientifica e nome volgare.*
- *Inquadramento sistematico.*
- *Cartina della distribuzione BioMarT.*
- *Immagine.* Le immagini riportate sono originali e realizzate durante il progetto.
- *Protezione.* Sono elencate le principali convenzioni internazionali di conservazione e protezione dell'elemento di attenzione. Le abbreviazioni usate sono:
  - L. 157/92 art. 2: specie specificatamente protette all'art. 2 della legge del 11 febbraio 1992.
  - Berna App. 1: allegato 1 convenzione sulla conservazione della vita selvatica dell'ambiente naturale in Europa, adottata a Berna il 19 settembre 1979.
  - Berna App. 2: allegato 2 convenzione sulla conservazione della vita selvatica dell'ambiente naturale in Europa, adottata a Berna il 19 settembre 1979.
  - Berna App. 3: allegato 3 convenzione sulla conservazione della vita selvatica dell'ambiente naturale in Europa, adottata a Berna il 19 settembre 1979.
  - CITES All. A: Allegato A del Regolamento (CE) n. 2307/97.
  - Habitat All. 4: Allegato 4 alla Direttiva 43/92/CEE "Habitat" denominato Specie animali e vegetali di interesse comunitario che richiedono una protezione rigorosa. Aggiornato con la Direttiva 97/62/CE del Consiglio del 27 ottobre 1997.
  - Habitat All. 5: Allegato 5 alla Direttiva 43/92/CEE "Habitat" denominato Specie animali e vegetali di interesse comunitario il cui prelievo nella natura e il cui sfruttamento potrebbero formare oggetto di misure di gestione. Aggiornato con la Direttiva 97/62/CE del Consiglio del 27 ottobre 1997.
  - ASP Annex II: Allegato al Convenzione per la protezione dell'ambiente marino e la regione costiera del Mediterraneo, adottato il 10 giugno 1995, recante le specie in pericolo e minacciate.
  - ASP Annex III: Allegato al Convenzione per la protezione dell'ambiente marino e la regione costiera del Mediterraneo, adottato il 10 giugno 1995, recante le specie il cui sfruttamento è regolato.
  - IUCN Red List of Threatened species: Lista delle specie minacciate a cura dell'IUCN Species Survival Commission ([www.iucn.redlist.org](http://www.iucn.redlist.org)); LR: specie a basso rischio; VU: specie Vulnerabile; EN: specie in pericolo; CR: specie in pericolo in modo critico.
- *Descrizione.* Breve descrizione morfologica della specie e caratteri diagnostici.
- *Distribuzione.* Distribuzione geografica dell'elemento di attenzione con particolare riferimento all'Alto Tirreno.
- *Ecologia.* Note ecologiche sull'habitat e sul ciclo vitale.
- *Cause di minaccia.* Principali minacce a cui la specie è sottoposta con particolare riferimento all'Alto Tirreno.
- *Misure di conservazione.* Misure in atto e/o auspicabili per aumentare la tutela dell'elemento di attenzione.

**6.1. CYSTOSEIRA AMENTACEA (C. AGARDH) BORY VAR. STRICTA MONTAGNE*****Cystoseira amentacea* (C. Agardh) Bory  
var. *stricta* Montagne**

Phylum: Ochrophyta  
 Classe: Fucophyceae  
 Ordine: Fucales  
 Famiglia: Cystoseiraceae



Protezione: Berna Ap1, ASP Annex II.

**Descrizione**

Tallo nettamente cespitoso, provvisto di una robusta ed estesa porzione basale, talvolta confluyente con quella di talli adiacenti, da cui si dipartono numerose fronde erette che mostrano una evidente iridescenza verdastra. Gli assi principali, privi di tofuli e con apice spinoso non prominente, sono alti 5-10 (15) cm ed originano ramificazioni primarie a sezione cilindrica, alte 40-50 cm e provviste di processi spiniformi semplici o bifidi. Sulle ramificazioni primarie, a partire da una certa distanza dalla base, si inseriscono ramificazioni secondarie di lunghezza progressivamente decrescente che, nel loro insieme, conferiscono alla fronda eretta una forma piramidale. I ricettacoli, compatti per la presenza di concettacoli addensati e con sparsi processi spiniformi, si sviluppano all'apice delle ramificazioni di ultimo ordine; la loro lunghezza oscilla da pochi millimetri fino a circa 2 cm mentre il loro diametro è di solito superiore a quello dell'asse sterile sottostante.

**Distribuzione**

Specie endemica del Mediterraneo, distribuita in tutto il bacino occidentale, comprese le coste dell'Africa minore. In Italia è segnalata sia sul versante adriatico, fino alle isole Tremiti, che in quello ionico e tirrenico.

**Ecologia**

Specie tipica della frangia infralitorale e dei primi metri del piano infralitorale, in grado di formare popolamenti compatti, in ambienti interessati da un accentuato idrodinamismo pluridirezionale, su substrati orizzontali o mediamente inclinati.

**Cause di minaccia**

Tra le numerose specie del genere *Cystoseira* presenti in Mediterraneo *C. amentacea* var. *stricta* è quella che occupa i livelli batimetrici più elevati per cui i suoi popolamenti risultano direttamente interessati dalle differenti forme di inquinamento delle acque superficiali, in particolare quelle dovute alla presenza di scarichi urbani, industriali ed agricoli. La progressiva rarefazione di questa specie negli ambienti costieri fortemente antropizzati o in prossimità di strutture portuali e complessi industriali è ampiamente documentata. È da sottolineare che la sua scomparsa in una determinata zona si rivela spesso un processo irreversibile dato che *C. amentacea* var. *stricta* è caratterizzata da propaguli una scarsa capacità di dispersione per cui il recruitment si manifesta unicamente in prossimità di popolamenti preesistenti.

**Misure per la conservazione**

L'elevata biodiversità insita nei popolamenti a *C. amentacea* var. *stricta* permette di considerare questa alga bruna di cospicue dimensioni come una delle specie cardine del fitobenthos mediterraneo. Un'indagine accurata sulla struttura e sul periodismo stagionale dei suoi popolamenti, da effettuarsi in zone soggette a tutela, fornirebbe un termine di confronto utile per evidenziare eventuali aree a rischio di impatto antropico dove comunque questa specie è ancora presente. Sarebbe inoltre quanto mai opportuna una documentazione cartografica della sua attuale distribuzione che del resto è prevista nell'ambito della Direttiva 2000/60/CE.

## 6.2. CYSTOSEIRA SPINOSA SAUVAGEAU

### *Cystoseira spinosa* Sauvageau

Phylum: Ochrophyta  
 Classe: Fucophyceae  
 Ordine: Fucales  
 Famiglia: Cystoseiraceae



Protezione: Berna Ap.1, ASP Annex II.

#### Descrizione

Talfo non cespitoso, provvisto di un disco basale da cui si diparte un solo asse eretto, semplice o scarsamente ramificato, che può raggiungere un'altezza di 30-40 cm ed un diametro di 3-6 mm. L'apice dell'asse principale è spinoso e non prominente. I tofuli, oblungi e spinosi o più raramente verrucosi o lisci, misurano 6-10 x 3-5 mm, sono disposti in serie sovrapposte ed originano ramificazioni primarie inizialmente a sezione cilindrica e poi leggermente compresse procedendo verso la porzione apicale; nelle porzioni appiattite, larghe 1-1,5 mm, si può evidenziare una sorta di nervatura mediana più o meno marcata. I rami secondari risultano simili o completamente appiattiti e, come le ramificazioni primarie, presentano processi spinosi subtriangolari, del diametro alla base di 0.5-1 mm, più abbondanti nelle porzioni cilindriche rispetto a quelle appiattite. Cripte pilifere sono distribuite sia sulle ramificazioni primarie che su quelle secondarie e sui processi spinosi. Le aerocisti risultano assenti. I concettacoli compaiono nel periodo primavera-estate alla base dei processi spinosi, dapprima dispersi e successivamente raggruppati in ricettacoli all'apice delle ultime ramificazioni.

#### Distribuzione

Specie endemica del Mediterraneo, in passato ampiamente diffusa anche se distribuita prevalentemente nel settore occidentale. In Italia è segnalata sia sul versante adriatico che in quello ionico e tirrenico.

#### Ecologia

Specie sciafila presente su substrati duri soggetti ad un ridotto idrodinamismo, in un ampio range batimetrico compreso tra -8 e -50 m; lo sviluppo ottimale si osserva comunque nei livelli inferiori del piano infralitorale e nella zona di confine tra il piano infralitorale ed il piano circalitorale, in ambienti non disturbati.

#### Cause di minaccia

I dati bibliografici indicano una forte regressione di *C. spinosa* in diversi settori del Mediterraneo. La pesca a strascico ed una diminuzione nella trasparenza della colonna d'acqua sono forse le cause principali che hanno determinato la progressiva scomparsa dei cistoseireti, in particolare di quelli più profondi. Comunque anche il sovrappascolo degli echinodermi, l'eccessiva sedimentazione e lo sviluppo di alghe opportuniste in grado di formare feltri compatti, tutti fattori che impediscono un adeguato recruitment, possono risultare determinanti nella rarefazione dei cistoseireti strutturati da questa specie.

#### Misure per la conservazione

Documentazione cartografica della distribuzione e della struttura dei cistoseireti a *C. spinosa* eventualmente presenti in aree soggette a tutela ma confinanti con zone interessate da impatto antropico o comunque da flussi turistici stagionali. Il dato cartografico risulta infatti uno strumento indispensabile per valutare l'evoluzione negli anni del popolamento e per indirizzare una efficace gestione ambientale.

### 6.3. *CYTOSEIRA ZOSTEROIDES* C. AGARDH

#### *Cystoseira zosteroides* C. Agardh

Phylum: Ochrophyta  
 Classe: Fucophyceae  
 Ordine: Fucales  
 Famiglia: Cystoseiraceae



Protezione: Berna Ap1, ASP Annex II.

#### Descrizione

Tallo non cespitoso, fissato al substrato tramite apteri semplici o variamente ramificati, non saldati lateralmente fra loro. L'asse principale troncoforme, semplice o talvolta ramificato, raggiunge una altezza di circa 10 cm e presenta un apice prominente privo di spine. I voluminosi e caratteristici tofuli lisci, da cui si originano ramificazioni primarie a sezione cilindrica o leggermente compresse lateralmente, hanno una forma ovoide o subcilindrica, sono sessili o brevemente pedicellati e misurano 5-20 x 4-8 mm. Le ramificazioni di 2° e 3° ordine, prive di aerocisti, risultano viceversa appiattite, larghe 1-1,5 mm e provviste di un'evanescente nervatura mediana e di processi spinosi a contorno triangolare sui margini. I ricettacoli sono generalmente situati alla base delle ramificazioni primarie e secondarie ma, occasionalmente, è possibile osservare anche ricettacoli terminali, talvolta forniti di sparsi processi spiniformi.

#### Distribuzione

Specie endemica del Mediterraneo, *C. zosteroides* è presente nel bacino occidentale ed in quello orientale. Sulle coste italiane è segnalata sia sul versante adriatico che su quello ionico e tirrenico.

#### Ecologia

Specie reofila di profondità che, in presenza di correnti unidirezionali, tipicamente colonizza i livelli superiori del piano circalitorale dove risulta una delle poche alghe in grado di sviluppare uno strato elevato.

#### Cause di minaccia

Relativamente alle coste toscane *C. zosteroides* mostra una distribuzione quanto mai sporadica dato che nella bibliografia storica è segnalata unicamente per l'isola d'Elba. Anche se recenti indagini hanno evidenziato la presenza di questa specie in altre due isole dell'arcipelago, Gorgona e Montecristo, si può comunque ipotizzare una sua limitata diffusione in questo settore tirrenico dove non si osservano cospicui popolamenti bensì individui isolati e quindi a rischio di scomparsa. Come per altre specie di questo genere che vivono in profondità, la pesca a strascico, una diminuzione nella trasparenza della colonna d'acqua ed una eccessiva sedimentazione sono forse i fattori che più di altri possono determinare una progressiva rarefazione di *C. zosteroides*.

#### Misure per la conservazione

È praticamente impossibile individuare efficaci misure di protezione in assenza di dati sull'attuale distribuzione di *C. zosteroides*. A titolo sperimentale sarebbe forse opportuno un coinvolgimento dei numerosi diving che operano lungo le coste continentali toscane e nelle isole dell'arcipelago fornendo alle guide ambientali subacquee materiale illustrativo e richiedendo una loro collaborazione per segnalare l'eventuale presenza di questa specie, facilmente identificabile anche in immersione per la presenza dei voluminosi tofuli.

## 6.4. *LITHOPHYLLUM BYSSOIDES* (LAMARCK) FOSLIE

### *Lithophyllum byssoides* (Lamarck) Foslìe

Sin. *Lithophyllum lichenoides* Philipp

Phylum: Rhodophyta  
 Classe: Rhodophyceae  
 Ordine: Corallinales  
 Famiglia: Lithophylloideae



Protezione: Berna Ap.1, ASP Annex II.

#### Descrizione

I talli adulti si presentano in forma di cuscini emisferici calcificati, di colore rosa-violaceo o grigiastro, la cui superficie risulta alveolata per la presenza di numerose lamelle avventizie a portamento eretto e con superficie squamulosa, serrate le une contro le altre e talvolta anastomizzate, alte fino a 2 cm e dello spessore inferiore al millimetro. Con il progressivo accrescimento i singoli talli si saldano fra loro a formare concrezioni organogene che con il passare degli anni raggiungono una larghezza di 10-50 cm (orli) e, in condizioni edafiche ottimali, cornici o "trottoir" ovvero concrezioni di larghezza superiore a 50 cm. La struttura anatomica comprende una zona di contatto con il substrato, pluristratificata e costituita da filamenti disposti orizzontalmente a formare la crosta basale, sia nella zona basale che in quella peritallica i filamenti contigui si collegano fra loro tramite sinapsi secondarie.

#### Distribuzione

*Lithophyllum byssoides* è largamente distribuita in tutto il Mediterraneo, sia nel bacino occidentale che in quello orientale. Lungo le coste italiane è presente nel basso, medio ed alto adriatico, sul versante ionico e su quello tirrenico, ma è comunque nel settore settentrionale del bacino occidentale che le concrezioni organogene edificate da questa corallinacea raggiungono le dimensioni più cospicue.

#### Ecologia

Specie tipica del piano mesolitorale inferiore in ambienti caratterizzati da un discreto idrodinamismo. Le condizioni edafiche ottimali per lo sviluppo della bioconcrezione sono: acque ben ossigenate, una irradianza non eccessiva ed una esposizione non diretta all'impatto del moto ondoso.

#### Cause di minaccia

In particolari situazioni le bioconcrezioni strutturate da *L. byssoides* possono raggiungere una larghezza di oltre 1 m e non è improprio considerarle come veri e propri monumenti naturali, considerato il lento accrescimento stimato in circa 1 cm all'anno. L'elaborata morfologia superficiale e la struttura porosa delle bioconcrezioni consentono inoltre l'insediamento di una diversificata componente animale e vegetale, per cui esse risultano vere e proprie oasi di biodiversità a livello della zona di marea. Nell'intero bacino occidentale le formazioni più imponenti mostrano attualmente una forte regressione che si manifesta con la desquamazione della parte vivente superficiale, la carsificazione della porzione sottostante compattata e la comparsa di alveolature che facilitano la progressiva erosione e lo smantellamento dell'intera struttura da parte del moto ondoso. Le cause sono da ricercare soprattutto nella presenza di films superficiali costituiti da idrocarburi e da sostanze tensioattive che si depositano sulla struttura, nell'eccessivo sviluppo di feltri algali costituiti da specie opportuniste dovuto a fenomeni locali di eutrofizzazione e dal calpestio dei turisti.

#### Misure per la conservazione

Documentazione cartografica della distribuzione, dello sviluppo dimensionale delle cornici e della loro vitalità (rapporto tra tallo morto e tallo vivo) da effettuarsi in particolare nelle aree protette del Parco dell'Arcipelago Toscano e nelle zone limitrofe, interessate da un discreto flusso turistico durante il periodo estivo (es: Giannutri e Capraia). Il quadro di riferimento fornirebbe utili indicazioni per eventuali interventi rivolti ad una più corretta gestione ambientale.

### 6.5. *AXINELLA POLYPOIDES* SCHMIDT, 1862

#### ***Axinella polypoides* Schmidt, 1862**

Spugna alberello

Phylum: Porifera  
Classe: Demospongiae  
Ordine: Axinellida  
Famiglia: Axinellidae



Protezione: Berna Ap.2, ASP Annex II.

#### *Descrizione*

Spugna generalmente gialla, talvolta arancio, di forma eretta arborescente, formata da un asse principale da cui si dipartono lunghe ramificazioni lisce o, più raramente, da un unico asse cilindrico. Di notevoli dimensioni, può raggiungere 80 cm di altezza. Gli osculi, i pori da cui la spugna espelle l'acqua filtrata al suo interno dalle ciglia dei coanociti, sono tipicamente raggruppati in una forma a stella.

#### *Distribuzione*

Frequente nel Mar Mediterraneo settentrionale.

#### *Ecologia*

Forma sessile eretta, vive esclusivamente su fondi rocciosi orizzontali o sub-orizzontali, anche in presenza di elevata sedimentazione. Presente generalmente tra -10 e -30 m di profondità, può arrivare anche fino a -100 m.

#### *Cause di minaccia*

La specie risulta minacciata dall'azione esercitata sul fondale dalle attività di pesca e dagli ancoraggi delle imbarcazioni da diporto.

#### *Misure per la conservazione*

Mappatura della specie, protezione degli habitat dove è presente tramite istituzione di zone di tutela, divieto di ancoraggio e limitazione degli accessi dei subacquei e controllo costante per disincentivarne il prelievo a scopo di collezionismo o puramente ornamentale.

## 6.6. AXINELLA CANNABINA (ESPER, 1794)

### ***Axinella cannabina* (Esper, 1794)**

Spugna a canna d'organo

Phylum: Porifera  
 Classe: Demospongiae  
 Ordine: Axinellida  
 Famiglia: Axinellidae



Protezione: ASP Annex II.

#### *Descrizione*

Spugna giallo-arancio, dalla forma eretta data da un asse principale da cui dipartono corte ramificazioni con caratteristiche protuberanze irregolari. Gli osculi, i pori da cui la spugna espelle l'acqua filtrata al suo interno dalle ciglia dei coanociti, sono tipicamente posti sulle estremità delle protuberanze che ricoprono la superficie. Raggiunge i 50 cm di altezza.

#### *Distribuzione*

Frequente nel Mar Mediterraneo meridionale.

#### *Ecologia*

Forma sessile, vive a profondità comprese tra -10 a oltre -100 m, ma si rinviene raramente a quote inferiori a -40 m. Tipicamente si osserva su substrati rocciosi, anche verticali, o fondi fangosi alla base di pareti rocciose.

#### *Cause di minaccia*

La specie risulta minacciata principalmente dall'azione esercitata sul fondale dalle attività di pesca e dagli ancoraggi delle imbarcazioni da diporto.

#### *Misure per la conservazione*

Mappatura della specie, protezione degli habitat dove è presente tramite istituzione di zone di tutela, divieto di ancoraggio e limitazione degli accessi dei subacquei e controllo costante per disincentivarne il prelievo a scopo di collezionismo o puramente ornamentale.

## 6.7. SPONGIA AGARICINA PALLAS, 1766

### ***Spongia agaricina* Pallas, 1766**

Spugna orecchio d'elefante

Phylum: Porifera  
Classe: Demospongiae  
Ordine: Dictyoceratida  
Famiglia: Spongiidae



Protezione: Berna Ap.3, ASP Annex III.

#### *Descrizione*

Spugna di colorazione grigiasta che può assumere l'aspetto di calice o, in presenza di correnti unidirezionali, di ventaglio (da cui il nome comune "orecchio d'elefante"). Di dimensioni anche notevoli, può raggiungere 1 m di diametro. I numerosi piccoli osculi, i pori da cui la spugna espelle l'acqua filtrata al suo interno dalle ciglia dei coanociti, sono presenti all'interno del calice o su un solo lato del ventaglio e sono disposti in modo molto regolare. La superficie è caratterizzata anche dalla presenza di conuli di piccola taglia, anch'essi disposti regolarmente.

#### *Distribuzione*

Mar Mediterraneo e Atlantico orientale.

#### *Ecologia*

Vive su substrati duri o detritici, a profondità comprese tra -10 e -100 m.

#### *Cause di minaccia*

Prelievo per impiego commerciale. Aumento della temperatura dell'acqua.

#### *Misure per la conservazione*

Mappatura della specie, protezione degli habitat dove è presente tramite istituzione di zone di tutela, divieto di ancoraggio e limitazione degli accessi dei subacquei e controllo costante per disincentivarne il prelievo a scopo di collezionismo o puramente ornamentale. Riconversione dell'attività di pesca in attività di spongicoltura.

**6.8. SPONGIA OFFICINALIS LINNAEUS, 1759*****Spongia officinalis* Linnaeus, 1759**

Spugna da bagno, spugna fine

Phylum: Porifera  
 Classe: Demospongiae  
 Ordine: Dictyoceratida  
 Famiglia: Spongiidae



Protezione: Berna Ap.3, ASP Annex III.

**Descrizione**

Il suo scheletro molle ed elastico, composto da minuscole spicole silicee e da un collagene chiamato spongina, viene usato come spugna da bagno. Ha una forma massiva, lobata, a cuscinetto e il colore varia a seconda dell'illuminazione del substrato su cui vive, da bianco sporco in assenza di luce a nero. La superficie presenta piccoli coni regolari e gli osculi, pori circolari da cui l'acqua filtra dalle ciglia dei coanociti viene espulsa all'esterno, sono spesso sopraelevati. Può superare i 35 cm di diametro.

**Distribuzione**

Frequente in tutto il bacino del Mediterraneo.

**Ecologia**

Comune tra la superficie e i -10 m di profondità sul substrato roccioso delle grotte e delle zone in ombra. A profondità maggiori, fino a -40 m, può vivere anche su rocce o massi, in zone non protette dalla luce solare.

**Cause di minaccia**

Prelievo per impiego commerciale. Aumento della temperatura dell'acqua. Ripetute epidemie.

**Misure per la conservazione**

Mappatura della specie, protezione degli habitat dove è presente tramite istituzione di zone di tutela, divieto di ancoraggio e limitazione degli accessi dei subacquei e controllo costante per disincentivarne il prelievo a scopo di collezionismo o puramente ornamentale. Riconversione dell'attività di pesca in attività di spongicoltura.

### 6.9. *TETHYA AURANTIUM* (PALLAS, 1766)

#### *Tethya aurantium* (Pallas, 1766)

Rancia di mare

Phylum: Porifera  
 Classe: Demospongiae  
 Ordine: Hadromerida  
 Famiglia: Tethyidae



Protezione: ASP Annex II.

#### *Descrizione*

Spugna di colore variabile dal rosso all'arancio pallido oppure giallo/verdastra, di forma sferica, con struttura scheletrica molto evidente; può raggiungere un diametro di oltre 10 cm. Presenta un grande osculo, generalmente posizionato nei pressi della sommità. Se toccata, subisce una rapida contrazione. La superficie è spesso ricoperta da piccole gemme peduncolate che per gemmazione colonizzano nuovi substrati tramite riproduzione a sessuata.

#### *Distribuzione*

Mar Mediterraneo (segnalata principalmente nell'Adriatico) e Oceano Atlantico nord-orientale, soprattutto nel Mare del Nord e nel Canale della Manica.

#### *Ecologia*

Specie comune sui fondali melmosi tra i -15 e -30 m di profondità o su fondali coralligeni, sabbiosi e rocciosi a profondità maggiori.

#### *Cause di minaccia*

Aumento della temperatura dell'acqua e rarefazione dell'habitat.

#### *Misure per la conservazione*

Mappatura della specie, protezione degli habitat dove è presente tramite istituzione di zone di tutela, divieto di ancoraggio e limitazione degli accessi dei subacquei e controllo costante per disincentivarne il prelievo a scopo di collezionismo o puramente ornamentale.

## 6.10. *CORALLIUM RUBRUM* (LINNAEUS, 1758)

### *Corallium rubrum* (Linnaeus, 1758)

Corallo rosso, Corallo nobile

Phylum: Cnidaria  
 Classe: Anthozoa  
 Ordine: Gorgonacea  
 Famiglia: Coralliidae



Protezione: Berna Ap.3, Habitat Ap.5, ASP Annex III.

#### Descrizione

*Corallium rubrum* è un gorgonaceo dal tipico scheletro calcareo, di colore dal rosso brillante al rosa, ma eccezionalmente anche nero o bianco, di aspetto arborescente, che può superare i 20-30 cm di altezza. Ogni scheletro ramificato è ricoperto da un sottile strato di tessuto molle, il cenosarco, che connette i millimetrici polipi retrattili che formano la colonia. I polipi, di colore bianco, sono caratterizzati da otto tentacoli muniti di appendici pinnate utili a filtrare l'acqua, per catturare il plancton e le particelle di sostanza organica di cui si nutrono.

#### Distribuzione

Specie tipica del Mediterraneo, in passato ampiamente diffusa, attualmente presente in modo prevalente lungo le coste di Marocco, Algeria, Tunisia, Francia e Spagna. In Italia la specie è segnalata sia sul versante adriatico sia su quello ionico e tirrenico. Oltre che nel Mediterraneo, è presente nell'Atlantico orientale (Portogallo, Canarie, Isole di Capo Verde).

#### Ecologia

Il corallo rosso è una specie tipica dei substrati rocciosi su cui si fissa con la parte basale. Estremamente sciafilo, necessita cioè di ambienti con scarsa illuminazione, è una specie di profondità, ma può essere trovata anche nell'infralitorale, in grotte o anfratti nella roccia, occupando quindi un ampio spettro batimetrico: da pochi metri fino a -200 m di profondità. Oltre alle condizioni di scarsa illuminazione, a causa della sua biologia, colonizza habitat con costante salinità (specie stenohalina), ridotto idrodinamismo e scarsa sedimentazione, e con adeguato apporto trofico. Se trova le condizioni favorevoli può essere localmente abbondante.

#### Cause di minaccia

Usato principalmente per fabbricare monili e gioielli, ma anche come moneta e afrodisiaco, il duro scheletro calcareo del corallo rosso è sempre stato considerato una gemma nelle diverse culture mediterranee, europee e africane. L'intensiva raccolta dello scheletro, effettuata senza regolamentazione fino a pochi anni fa, ha determinato l'attuale regressione della specie nel suo areale di distribuzione e la riduzione della taglia media delle colonie. Anche in condizioni ambientali ottimali infatti, il corallo rosso ha un tasso di accrescimento molto lento, mediamente di 0.5 mm annui di diametro basale, tale da renderlo particolarmente vulnerabile. Inoltre, la pesca del corallo spesso è stata fatta con metodi invasivi, distruggendo così il substrato utile ad una successiva colonizzazione da parte della planula di un'altra colonia.

#### Misure per la conservazione

Mappatura della specie, protezione degli habitat dove è presente tramite istituzione di zone di tutela, divieto di ancoraggio e limitazione degli accessi dei subacquei e controllo costante per disincentivarne il prelievo abusivo a scopo commerciale, collezionismo o puramente ornamentale.

### 6.11. *HORNERA LICHENOIDES* (LINNAEUS, 1758)

#### *Hornera lichenoides* (Linnaeus, 1758)

Phylum: Bryozoa  
Classe: Stenolaemata  
Ordine: Tubuliporata  
Famiglia: Horneridae



Protezione: ASP Annex II.

#### *Descrizione*

Specie coloniale in cui la colonia è tipicamente formata da singoli individui racchiusi entro zooidi calcarei. Gli zooidi sono ordinati in fasce longitudinali e nel loro insieme formano uno zoario arborescente ramificato. La colonia, che può raggiungere l'altezza di 5 cm, è di colore bianco-giallastro.

#### *Distribuzione*

Nel Mediterraneo è presente nel Mar Tirreno, nel Mar Adriatico meridionale e nel Mar Ionio. Nell'Oceano Atlantico orientale può essere osservata da Gibilterra alla Norvegia.

#### *Ecologia*

Tipica della biocenosi del coralligeno, si osserva più frequentemente a profondità maggiori di 40 m, anche se è talvolta presente a quote più basse, in prossimità di anfratti rocciosi e grotte semi-oscurate.

#### *Cause di minaccia*

Riduzione dell'habitat.

#### *Misure per la conservazione*

Protezione degli habitat dove è presente tramite istituzione di zone di tutela e divieto di ancoraggio.

## 6.12. *LITHOPHAGA LITHOPHAGA* (LINNAEUS, 1758)

### *Lithophaga lithophaga* (Linnaeus, 1758)

Dattero di mare

Phylum: Mollusca  
 Classe: Bivalvia  
 Ordine: Mytiloida  
 Famiglia: Mytilidae



Protezione: Berna Ap.2, Habitat Ap.4, Checklist M, ASP Annex II.

#### Descrizione

Conchiglia con la forma e il colore che ricordano quelle di un dattero, formata da due valve molto allungate, con estremità arrotondate, di grandi dimensioni, mediamente di 5-8 cm di lunghezza ed occasionalmente fino a 11 cm. La superficie esterna della conchiglia, di colore bruno-fulvo, è solcata dalle strie di accrescimento distanziate che si incrociano con fini strie radiali. La superficie interna della conchiglia è di colore bianco-azzurro. Umbone situato vicino all'estremità anteriore. Contrariamente ad altri mitili è priva di bisso.

#### Distribuzione

*Lithophaga lithophaga* è presente nel Mar Mediterraneo e nell'Oceano Atlantico orientale, dal Portogallo all'Angola.

#### Ecologia

Specie un tempo comune della zona infralitorale su substrati duri calcarei ad assetto verticale. Endolitica, perfora la roccia producendo, tramite ghiandole apposite, una secrezione mucosa acida con cui scava le lisce gallerie in cui vive. Si nutre di particelle organiche che filtra dall'acqua tramite i sifoni. Presente fino alla profondità di 100 m, raggiunge le massime densità di popolazione (fino a un massimo di 300 individui per m<sup>2</sup>) entro i primi -5 m di profondità.

#### Cause di minaccia

La pesca di frodo per uso alimentare del dattero di mare, considerato una vera prelibatezza, causa un notevole danno ambientale. Oltre alla difficoltà di ripopolamento (sono necessari 15-35 anni per avere esemplari con una conchiglia lunga 5 cm, 100 anni per 10 cm) la tecnica di pesca tramite estrazione dalla roccia del mollusco determina la distruzione dei fondi rocciosi e di intere comunità bentoniche su questi presenti. È stato stimato che per un piatto di linguine ai datteri è necessario distruggere una superficie rocciosa di circa 1 m<sup>2</sup>, con tutti gli organismi sessili in essa presenti; occorreranno 20 anni perché tale superficie si ricostruisca integralmente.

#### Misure per la conservazione

In seguito alla distruzione di porzioni di scogliera causate dalla pesca di questi molluschi, è stata vietata la raccolta di esemplari vivi e la commercializzazione del dattero di mare dal Decreto n. 401 del 20 agosto 1988 del Ministero della Marina Mercantile, nonostante questo esiste ancora un commercio illegale e il prelievo a scopo alimentare. È opportuno censire la specie, proteggerne l'habitat e fare un controllo costante per disincentivarne il prelievo abusivo.

**6.13. PINNA NOBILIS (LINNEO, 1758)*****Pinna nobilis* (Linneo, 1758)**

Pinna nobile, nacchera

Phylum: Mollusca  
 Classe: Bivalvia  
 Ordine: Mytiloidea  
 Famiglia: Pinnidae



Protezione: Habitat Ap.4, ASP Annex II.

**Descrizione**

*Pinna nobilis* è il bivalve più grande presente nel Mar Mediterraneo, infatti, la conchiglia misura mediamente 85-90 cm di lunghezza, più raramente 1 m. Le due valve uguali che formano la conchiglia hanno, come suggerisce il nome stesso, una forma triangolare allungata, arrotondata posteriormente, con la superficie esterna di colore bruno-rossiccio ornata da linee di accrescimento intersecate da circa 20 costole radiali con lamelle squamose sollevate in età giovanile. L'organismo si fissa al substrato fangoso o sabbioso, talvolta roccioso, tramite sottili e robusti filamenti che costituiscono il bisso. La superficie interna della conchiglia è bruno-madreperlaceo e talvolta sono rinvenibili perle irregolari di vario colore di nessun valore commerciale. Organismo filtratore, per nutrirsi e respirare pompa l'acqua nella cavità del mantello tramite un sifone inalante e la espelle tramite un sifone esalante.

**Distribuzione**

Specie diffusa nel Mar Mediterraneo e nell'Oceano Atlantico orientale dal Portogallo all'Angola.

**Ecologia**

La pinna nobile vive infissa con la sua estremità anteriore appuntita in substrati detritici, molli, sabbia e fango, nelle praterie a *Posidonia* e nelle secche rocciose intercalate da distese sabbiose, a profondità comprese tra -3 e -60 m. Questa specie ha una particolare valenza ecologica in quanto sulla superficie della conchiglia si trovano spesso comunità di organismi epifiti, alcuni in stretta associazione specifica. Ci sono inoltre alcune specie commensali che vivono all'interno delle valve, come il gamberetto *Pontonia pinnophilax* e il granchio *Pinnotheres pisum*, che in caso di pericolo inducono la chiusura delle valve toccando il mantello del mollusco.

**Cause di minaccia**

Il prelievo a fini collezionistici e ornamentali risulta il fattore di maggiore minaccia per la specie. In passato il bisso estremamente sviluppato era utilizzato per tessere preziosi indumenti (seta marina). Attualmente l'inquinamento delle acque marine da metalli pesanti, pesticidi o idrocarburi minaccia le popolazioni di pinna nobile come di altre specie di molluschi filtratori. Può essere danneggiata fortemente anche dagli ancoraggi delle imbarcazioni da diporto e dall'attività di pesca a strascico.

**Misure per la conservazione**

Mappatura della specie, protezione degli habitat dove è presente tramite istituzione di zone di tutela, divieto di ancoraggio e controllo costante per disincentivarne il prelievo a scopo di collezionismo o puramente ornamentale.

**6.14. PINNA RUDIS LINNAEUS, 1758*****Pinna rudis* Linnaeus, 1758**

Pernula

Phylum: Mollusca  
 Classe: Bivalvia  
 Ordine: Mytiloidea  
 Famiglia: Pinnidae



Protezione: ASP Annex II.

*Descrizione*

Bivalve dalla robusta conchiglia a forma triangolare con lato anteriore appuntito e posteriore arrotondato, lunga fino a 40 cm. Presenta sulla metà anteriore della superficie esterna delle valve una carena radiale mediana. La conchiglia è caratterizzata da linee di accrescimento ondulate, costole radiali molto marcate e caratteristiche lamelle squamose allungate e sollevate.

*Distribuzione*

Mar Mediterraneo e Oceano Atlantico orientale (dal Portogallo alle Canarie) e occidentale (provincia caraibica).

*Ecologia*

Specie che vive dall'infraitorale al circalitorale, attaccata su fondi rocciosi fotofili.

*Cause di minaccia*

Distruzione dell'habitat in seguito ad attività di pesca o riduzione delle popolazioni a causa dell'inquinamento antropico delle acque. Prelievo per fini collezionistici.

*Misure per la conservazione*

Mappatura della specie, protezione degli habitat dove è presente tramite istituzione di zone di tutela, divieto di ancoraggio e limitazione degli accessi dei subacquei e controllo costante per disincentivarne il prelievo a scopo di collezionismo o puramente ornamentale.

**6.15. LURIA LURIDA (LINNAEUS, 1758)*****Luria lurida* (Linnaeus, 1758)**

Ciprea, porcellana

Phylum: Mollusca  
 Classe: Gastropoda  
 Ordine: Mesogastropoda  
 Famiglia: Cypridae



Protezione: Berna Ap.2, ASP Annex II.

**Descrizione**

È una delle poche specie di cipree presenti nel Mar Mediterraneo. La robusta conchiglia di forma ovale allungata, convessa dorsalmente, presenta nella parte ventrale un'apertura lineare caratterizzata da numerosi dentelli lungo il suo margine. La superficie della conchiglia, che raggiunge la lunghezza massima di 6 cm, è liscia, lucida, di colore marrone, talvolta con due bande chiare sul dorso. Le estremità della conchiglia sono aranciate con due macchie nere. Nelle forme giovanili il mantello, che ricopre parzialmente la conchiglia come nelle altre specie della famiglia, presenta numerosi peduncoli che ne migliorano il mimetismo. La specie è piuttosto longeva: alcuni esemplari in cattività hanno raggiunto i 15 anni.

**Distribuzione**

Mar Mediterraneo, Africa Occidentale.

**Ecologia**

Questa rara specie vive su substrati rocciosi, ad una profondità compresa tra -2 e -40 m. Ad attività prevalentemente notturna, durante il giorno la ciprea vive sotto i massi e negli anfratti e cavità della roccia. Preferisce i fondali ricchi di spugne, delle quali si nutre, come quelli delle grotte semi-oscure.

**Cause di minaccia**

Distruzione dell'habitat in seguito ad attività di pesca. Prelievo per fini collezionistici.

**Misure per la conservazione**

Mappatura della specie, protezione degli habitat dove è presente tramite istituzione di zone di tutela, divieto di ancoraggio e limitazione degli accessi dei subacquei e controllo costante per disincentivarne il prelievo a scopo di collezionismo o puramente ornamentale.

**6.16. PATELLA FERRUGINEA GMELIN, 1791*****Patella ferruginea* Gmelin, 1791**

Patella ferrosa, patella gigante

Phylum: Mollusca  
 Classe: Gastropoda  
 Ordine: Docoglossa  
 Famiglia: Patellidae



Protezione: Berna Ap.2, Habitat Ap.4, ASP Annex II.

**Descrizione**

La conchiglia è quella tipica delle altre specie di patelle, di forma conica e tondeggiante, da cui si differenzia principalmente per le notevoli dimensioni; può raggiungere un diametro di 10 cm. La superficie esterna della conchiglia è solcata da 40-50 grosse costole radiali che terminano nella dentellatura del bordo. Il colore della conchiglia è, come suggerisce il nome, rosso-ruggine esternamente, mentre la parte interna è bianca porcellanata. Il piede è molto sviluppato e viene usato dall'animale come una ventosa per aderire fortemente al substrato roccioso.

**Distribuzione**

Specie endemica del Mar Mediterraneo occidentale. In Italia è presente sulle coste del Mar Tirreno.

**Ecologia**

Specie rara, vive nel medio litorale attaccata alla roccia, su cui brucia i feltri algali.

**Cause di minaccia**

Prelevata per uso alimentare e collezionistico, sensibile all'inquinamento da idrocarburi del litorale in cui vive, risulta inoltre penalizzata dalla sua biologia riproduttiva. Produce poche uova e le larve si fissano principalmente sulla conchiglia degli adulti, per cui il prelievo di quest'ultimi non determina solo il depauperamento della popolazione di patella ferrosa presente, ma pregiudica anche quello futuro.

**Misure per la conservazione**

Verificare in dettaglio dove la specie è ancora presente e proteggerne l'ambiente. Studio della sua biologia e capacità dispersiva delle larve, controllo costante per disincentivarne il prelievo a scopo alimentare o di collezionismo.

**6.17. MAJA SQUINADO (HERBST, 1788)*****Maja squinado* (Herbst, 1788)**

Granceola

Phylum: Arthropoda  
 Subphylum: Crustacea  
 Classe: Malacostraca  
 Ordine: Decapoda  
 Famiglia: Majidae



Protezione: Berna Ap.3, ASP Annex III.

**Descrizione**

*Maja squinado* è il più grande granchio del Mediterraneo. La parte anteriore è coperta da un coriaceo carapace ovale, rossastro, che può arrivare a misurare 20 cm di larghezza; la parte posteriore del corpo è fortemente ridotta e posta ventralmente a quella anteriore. Caratteristica la presenza sul carapace di tubercoli, peli uncinati, spine dorsali e laterali e di un rostro anteriore formato da due spine coniche divergenti. Questa ornamentazione le permette di mimetizzarsi con il substrato. Le quattro paia di zampe e il paio di chele anteriori sono molto allungate. Il suo colore varia dal giallo rossastro, al roseo, al rosso, al rosso castano, a seconda dei luoghi in cui vive.

**Distribuzione**

Mediterraneo e Atlantico orientale tra le latitudini 15-60°N.

**Ecologia**

Durante il periodo invernale vive su fondi sabbiosi a una profondità compresa tra i 20 e 60 m. Durante la primavera migra in zone meno profonde, fino alla zona dell'infralitorale, ricche di vegetazione, come le praterie di *Posidonia*, o fondali rocciosi ripidi con abbondanti cavità naturali nelle quali trovare riparo. Queste migrazioni stagionali sono possibili anche grazie alla dieta onnivora, con prevalenza di alghe e molluschi, che permette alla granceola di usufruire di un'ampia gamma di potenziali fonti di cibo e quindi di vari habitat nel corso dell'anno.

Il ciclo vitale della specie, di durata complessiva di 5-8 anni, dopo la breve fase pelagica larvale, prevede una fase giovanile bentonica di crescita che raggiunge la fase adulta riproduttiva solo dopo 2-3 anni, in corrispondenza dell'ultima muta.

**Cause di minaccia**

Catturata per uso alimentare tramite pesca con reti a strascico e reti da posa.

**Misure per la conservazione**

In relazione al ciclo biologico della specie sono fissati limiti sulla quantità e sulla taglia del pescato, e in alcune nazioni europee anche restrizioni durante i periodi di riproduzione e accrescimento che potrebbero essere adottate anche in Italia. Importante quindi è la vigilanza sulla taglia del pescato e la protezione degli habitat in cui vive (praterie di *Posidonia*, substrati duri).

**6.18. PALINURUS ELEPHAS (FABRICIUS, 1787)*****Palinurus elephas* (Fabricius, 1787)**

Aragosta

Phylum: Arthropoda  
 Subphylum: Crustacea  
 Classe: Malacostraca  
 Ordine: Decapoda  
 Famiglia: Palinuridae



Protezione: Berna Ap.3, ASP Annex III.

**Descrizione**

L'aragosta ha un corpo allungato diviso in una parte anteriore (cefalotorace) ricoperta da un robusto carapace e una parte posteriore (addome) segmentata. Il carapace cilindrico di colore rosso-bruno o violaceo-bruno è coperto da spine coniche. Anteriormente sono presenti un rostro molto ridotto, due occhi posti alla sommità di peduncoli mobili e due antenne lunghe più del corpo che se sfregate producono un suono crepitante. Le antenne e le cinque paia di zampe (pereopodi) non chelate presentano anelli di colore giallo. L'addome, formato da sei segmenti mobili, i primi cinque con appendici ventrali per il nuoto (pleopodi) e con caratteristiche macchie simmetriche dorsali di colore giallo, termina con una appendice (telson) a forma di ventaglio che agevola il nuoto a ritroso. L'aragosta può raggiungere i 50 cm di lunghezza, mediamente 20-40 cm, e il peso di 8 kg. Un'aragosta su 4'000'000 è di colore blu.

**Distribuzione**

L'Aragosta è presente nell'intero bacino del Mediterraneo, ad eccezione della parte sudorientale, nel versante est dell'Oceano Atlantico, dalla Norvegia alle Isole Britanniche a nord e dal Marocco (Capo Bojador) alle Isole Azzorre a sud.

**Ecologia**

*Palinurus elephas* compie migrazioni sia verticali che orizzontali agevolate dalla dieta molto varia e dall'elevata adattabilità della strategia alimentare da spazzino (plancton, alghe, spugne, anellidi, echinodermi, briozoi, crostacei, pesci, o anche carcasse di essi). Tra marzo e novembre vive tra i 15 e i 100 m di profondità, tra le alghe dei fondali rocciosi o ghiaiosi dove trova riparo; durante l'inverno si spinge anche in acque più profonde, fino a oltre 150 m.

**Cause di minaccia**

Pesca professionale essenzialmente con attrezzi fissi (reti e nasse) o con reti a strascico per uso alimentare delle sue carni di grande pregio.

**Misure per la conservazione**

In relazione al ciclo biologico della specie sono fissati limiti sulla quantità e sulla taglia del pescato, e dovrebbero essere adottate restrizioni anche durante i periodi di riproduzione e accrescimento. Importante quindi è la vigilanza sulla taglia del pescato e la protezione degli habitat in cui vive, ma anche limitazione degli accessi dei subacquei e maggiori controlli sugli stessi, vigilanza sulla taglia del pescato, restrizione dei prelievi durante i periodi riproduttivi.

**6.19. SCYLLARUS ARCTUS (LINNAEUS, 1758)****Scyllarus arctus (Linnaeus, 1758)**

Cicala di mare, magnosella

Phylum: Arthropoda  
 Subphylum: Crustacea  
 Classe: Malacostraca  
 Ordine: Decapoda  
 Famiglia: Scyllaridae



Protezione: Berna Ap.3, ASP Annex III.

**Descrizione**

Simile alla magnosa (*Scyllarus latus*), la magnosella ha dimensioni minori, dai 10 ai 16 cm di lunghezza. Antenne trasformate in lamine a forma di paletta con bordo anteriore con ampi lobi frastagliati. Corpo tozzo, parte anteriore ricoperta da un carapace quadrangolare, bruno con scaglie e spine gialle. Parte posteriore (addome) formata da segmenti con margini laterali arrotondati e terminante con un'appendice (telson) a forma di ventaglio. Colore bruno-nero con bande trasversali rosso lucenti sull'addome.

**Distribuzione**

Comune nel Mediterraneo, Mare di Marmara, Oceano Atlantico (specialmente Marocco, Azzorre, Canarie).

**Ecologia**

*Scyllarus arctus* vive su vari tipi di fondali; si può trovare dai 5 m della fascia inferiore del litorale con substrato roccioso o con sedimento grossolano fino ai -25/-50 m di profondità. Abita generalmente anfratti nelle rocce, ma è presente anche nelle praterie di *Posidonia*.

**Cause di minaccia**

Pesca per uso alimentare con attrezzi fissi (nasse) o reti a strascico.

**Misure per la conservazione**

Protezione in relazione al ciclo biologico della specie sono fissati limiti sulla quantità e sulla taglia del pescato, e dovrebbero essere adottate restrizioni anche durante i periodi di riproduzione. Importante quindi è la vigilanza sulla taglia del pescato e la protezione degli habitat in cui vive, ma anche limitazione degli accessi dei subacquei e maggiori controlli sugli stessi in relazione al ciclo biologico della specie.

## 6.20. *SCYLLARUS LATUS* (LATREILLE, 1803)

### *Scyllarus latus* (Latreille, 1803)

Magnosa, cicala grande

Phylum: Arthropoda  
 Subphylum: Crustacea  
 Classe: Malacostraca  
 Ordine: Decapoda  
 Famiglia: Scyllaridae



Protezione: Berna Ap.3, Habitat Ap.5, ASP Annex III.

#### Descrizione

Simile alla magnosella (*Scyllarus arctus*), la magnosa ha dimensioni maggiori, può raggiungere i 45 cm di lunghezza. Antenne trasformate in lamine a forma di paletta con bordo anteriore liscio. Corpo tozzo, parte anteriore coperta da un carapace quadrangolare con tre carene dentellate. Parte posteriore (addome) formata da segmenti con margini laterali appuntiti e terminante in un'appendice (telson) a forma di ventaglio. Colore ruggine sul dorso, giallo intenso sul ventre.

#### Distribuzione

Diffusa nel Mar Mediterraneo, eccetto lungo le coste adriatiche a nord dell'Abruzzo, e nell'Oceano Atlantico orientale dalle coste del Portogallo fino alle Isole di Capo Verde.

#### Ecologia

*Scyllarus latus* è una specie sciafila che vive su fondali rocciosi, tra -5 a oltre -50 m, nelle spaccature delle pareti, nelle grotte e zone poco illuminate, può anche trovarsi nelle praterie a *Posidonia* e nella zona infralitorale. Ad attività prevalentemente notturna, durante il giorno si mimetizza con il substrato grazie alle sue ornamentazioni e colore. Predatore carnivoro (specialmente vermi e molluschi), ha masticazione esterna.

#### Cause di minaccia

Pesca per uso alimentare con attrezzi fissi (nasse) o reti a strascico.

#### Misure per la conservazione

Protezione in relazione al ciclo biologico della specie sono fissati limiti sulla quantità e sulla taglia del pescato, e dovrebbero essere adottate restrizioni anche durante i periodi di riproduzione. Importante quindi oltre la vigilanza sulla taglia del pescato, la protezione degli habitat in cui vive, ma anche limitazione degli accessi dei subacquei e maggiori controlli sugli stessi.

**6.21. OPHIDIASTER OPHIDIANUS (LAMARCK, 1816)*****Ophidiaster ophidianus* (Lamarck, 1816)**

Stella serpente

Phylum: Echinodermata  
 Classe: Asteroidea  
 Ordine: Valvatida  
 Famiglia: Ophidiasteridae



Protezione: Berna Ap.2, ASP Annex II.

**Descrizione**

Tipicamente a simmetria pentaraggiata, questa specie ha notevoli dimensioni; il diametro può raggiungere infatti i 45 cm. Si distingue per il disco centrale piccolo da cui partano le lunghe braccia un po' ristrette alla base, cilindriche e uniformi fino all'estremità, smussate e piegate. Il colore è rosso brillante o arancione con macchie rosse, meno intenso nella faccia ventrale. La superficie dorsale è coperta da piastre a granulazione uniforme che rendono la stella serpente vellutata al tatto. Placche dorsali triangolari.

**Distribuzione**

Presente nel Mar Mediterraneo, in modo irregolare, e nell'Oceano Atlantico orientale.

**Ecologia**

*Ophidiaster ophidianus* è una specie carnivora, che si ciba di invertebrati. Vive nelle fenditure di substrati rocciosi, con preferenza delle zone sciafle e nelle biocenosi coralligene, con distribuzione batimetrica da pochi metri fino ai 100 m, in habitat anche con elevato idrodinamismo.

**Cause di minaccia**

Prelievo come souvenir o per uso decorativo.

**Misure per la conservazione**

Verificare in dettaglio dove la specie è ancora presente e proteggerne l'ambiente. Studio della sua biologia e capacità dispersiva delle larve, controllo costante per disincentivarne il prelievo a scopo ornamentale.

**6.22. PARACENTROTUS LIVIDUS (LAMARCK, 1816)*****Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816)**

Riccio di mare di roccia, riccio viola, riccio femmina

Phylum: Echinodermata  
 Classe: Echinoidea  
 Ordine: Diadematoida  
 Famiglia: Echinidae



Protezione: Berna Ap.3, ASP Annex III.

**Descrizione**

Riccio di mare con il corpo tipicamente a simmetria raggiata, leggermente schiacciato, con un diametro medio di 7 cm. Gli aculei, di diversa lunghezza, sono generalmente di colore rosso-marrone, ma anche viola, verdi o neri. Il robusto dermascheletro osservabile spesso tra il materiale spiaggiato, è di colore verde intenso con le piastre ambulacrali a 5-6 paia di pori. Specie ermafrodita.

**Distribuzione**

Specie comune nel Mar Mediterraneo e nell'Oceano Atlantico orientale, dalla Scozia alle Canarie.

**Ecologia**

Vive nell'infralitorale, su fondali rocciosi e detritici, praterie di *Posidonia* e fondi coralligeni, dalla superficie fino ad 80 metri di profondità, in ambienti con idrodinamismo da moderato a forte. Specie fotofoba, ad attività notturna, scava delle nicchie nella roccia, in cui ripararsi dalla luce, e si copre il corpo con alghe, conchiglie e piccoli pezzi di roccia che trattiene con i pedicelli. Brucatore, si nutre di qualsiasi alimento, non solo di origine vegetale ma anche animale, come spugne e celenterati.

**Cause di minaccia**

Prelievo per fini decorativi, collezionistici ed eduli; sono infatti consumate crude le gonadi femminili di colore arancione.

**Misure per la conservazione**

La pesca del riccio di mare, attualmente, è regolata dal decreto ministeriale del 12 gennaio 1995. Il limite per il pescatore non professionista è di 50 ricci al giorno ed è consentito solo manualmente, utilizzando attrezzi da raccolta limitati all'asta a specchio e al rastrello. Il limite minimo di lunghezza per la cattura è fissato in 7 cm, compresi gli aculei. La pesca è vietata nei mesi di maggio e giugno. Protezione degli habitat della specie e limitazione e controllo dei prelievi indiscriminati a scopo alimentare.

**6.23. BALAENOPTERA ACUTOROSTRATA LACÉPÈDE, 1804*****Balaenoptera acutorostrata* Lacépède, 1804**

Balenottera minore

Phylum: Chordata  
 Classe: Mammalia  
 Ordine: Cetacea  
 Famiglia: Balaenopteridae



Protezione: L. 157/92 art. 2, CITES All. A, Habitat Ap.4, Berna Ap.2, IUCN LR/nt.

**Descrizione**

Corpo idrodinamico simile alla balenottera comune, ma più tozzo, capo cuneiforme appiattito con estremità appuntita (da cui il nome specifico), sfiatatoio in posizione arretrata, pinna dorsale alta, pettorali piccole, coda larga. Parti superiori del corpo scure, con sfumature bianche (tipiche quelle a forma di V), inferiori biancastre, colorazione simmetrica anche sulla mandibola, caratteristica larga macchia bianca sulla faccia dorsale delle pinne pettorali. Fanoni fra 460 e 720, triangolari, bianco-giallastri. Femmina più grande del maschio, lunghezza massima 9 m e peso 2.5 t. Ottima nuotatrice, con velocità costante di circa 7 km/h anche su grandi distanze, velocità massima 25 km/h. In superficie abitualmente a circa 2 m con 2-6 emersioni del capo, per respirare, e del dorso fino alla pinna dorsale, immersione fino a 20 min, coda sempre immersa.

**Distribuzione**

Specie cosmopolita, non frequente nel Mediterraneo. In acque italiane rinvenuta con maggiore frequenza negli ultimi anni soprattutto nel mar Ligure e nel Tirreno.

**Ecologia**

Più frequente in acque sovrastanti la piattaforma continentale, oltre che in mare aperto. Dieta prevalentemente a base di krill e di piccoli pesci. Capace di lunghe migrazioni (anche 9'000 km), con accoppiamento e riproduzione in inverno in acque temperate e tropicali, svezzamento e alimentazione in estate in acque fredde polari ricche di cibo. Gestazione circa 10 mesi, neonato circa 2.5 m di lunghezza e circa 400 kg di peso, svezzamento a meno di un anno. Specie moderatamente sociale, generalmente in gruppi omogenei per sesso o età. Maturità sessuale a circa 7 anni, longevità fino a circa 50 anni.

**Fattori di minaccia**

Specie oggetto di caccia a scopi commerciali in molte zone, soprattutto a seguito della diminuzione numerica dei Balenoteridi di dimensioni maggiori. Mancano dati precisi sull'effetto dei prelievi del Giappone (circa 300 esemplari all'anno) e della Norvegia. In Mediterraneo non è frequente ed è soggetta alla forte pressione antropica, come le altre specie di cetacei presenti. Oltre alla mancanza di dati sulla sua consistenza numerica, ulteriori fattori che possono minacciare la sua sopravvivenza sono le catture accidentali effettuate con attrezzi da pesca, le collisioni con natanti veloci, la riduzione e l'alterazione degli habitat, con forme varie di inquinamento acustico e chimico.

**Misure per la conservazione**

Nel 1986 l'International Whale Commission approva la moratoria internazionale che vieta la caccia a tutti i cetacei, ma che comunque la permette a popolazioni locali che basano la loro sussistenza su tale risorsa o che fa parte delle loro tradizioni. In Mediterraneo come misura di tutela viene invece proibita la pesca con reti derivanti. Inoltre nel 2001 l'Italia ratifica e rende esecutiva l'istituzione del Santuario Pelagos per i mammiferi marini del Mediterraneo, nel bacino corso-liguro-provenzale, che si estende per circa 90'000 km<sup>2</sup> e che comprende il Mar Ligure, parte del Mar Tirreno e il Mar di Corsica. Ulteriori misure per la conservazione sono l'intensificazione dell'attività contro l'inquinamento di qualsiasi origine, la soppressione progressiva degli scarichi tossici derivanti da fonti a terra, il divieto di catture, la regolamentazione di competizioni a motore, la regolamentazione delle attività turistiche di osservazione dei cetacei (whale-watching), l'incremento di programmi di ricerca scientifica e di campagne di sensibilizzazione. Specie poco conosciuta, necessità di raccolta dati sulla consistenza numerica, la distribuzione, il comportamento e la biologia per progetti e programmi gestionali e protezionistici al fine di contribuire alla sua conservazione e ad una corretta gestione della risorsa.

**6.24. BALAENOPTERA PHYSALUS (LINNAEUS, 1758)*****Balaenoptera physalus* (Linnaeus, 1758)**

Balenottera comune

Phylum: Chordata  
 Classe: Mammalia  
 Ordine: Cetacea  
 Famiglia: Balaenopteridae



Protezione: L. 157/92 art. 2, CITES All. A, Bon Ap.1, Habitat Ap.4, Berna Ap.2, Checklist M, IUCN EN A1abd.

**Descrizione**

Il più grande cetaceo del Mediterraneo, con lunghezza media di 18-25 m, femmina leggermente più lunga del maschio, ed oltre 50 t di peso. Corpo molto snello e affusolato, capo triangolare cuneiforme appiattito, largo a forma di "V", con una cresta mediana longitudinale fino allo sfiatatoio. Pinna dorsale piccola, appuntita, falcata e triangolare, situata all'inizio del terzo posteriore. Pinne pettorali piccole e lanceolate, scure sopra e chiare inferiormente. Pinna caudale con seno interlobare marcato e pagina inferiore chiara. Solchi golari da 70 a 100. Colore uniforme, grigio scuro sul dorso (ardesia), bianco sul ventre e sul lato inferiore delle pinne dorsali e della coda. Caratteristica colorazione asimmetrica del capo con estensione del colore bianco ventrale, talvolta giallastro, alla regione mandibolare destra. Fanoni, in numero da 500 a 940, scuri a sinistra e metà scuri e metà chiari a destra. Nuoto lento (mediamente 7 km/h, massimo 37 km/h) sotto la superficie con affioramenti per la respirazione ogni 15-30 min, soffio, verticale, di 4/6 m di altezza a forma di cono rovesciato. Inizio immersione con dorso e peduncolo caudale inarcato, coda mai visibile. con immersioni fino a 500 m.

**Distribuzione**

Specie cosmopolita distribuita in tutti gli oceani, soprattutto nelle acque temperate e fredde, frequente nei mari italiani. Più frequente nel Mediterraneo centro-occidentale. In acque italiane presente in gran numero in estate nel mar Ligure occidentale, nel Tirreno e nello Ionio, più rara nell'Adriatico.

**Ecologia**

Cetaceo con abitudini pelagiche, osservato prevalentemente in mare aperto ma anche in acque costiere per motivi alimentari o di spostamento. Individui isolati o in gruppi di 2-3 esemplari. Natura dei legami sociali sconosciuta; quello tra la madre ed il suo piccolo accertato e duraturo, gestazione circa 11-12 mesi. Dieta soprattutto a base di krill, ma anche di pesci e cefalopodi. Periodo riproduttivo e nascite in inverno in acque temperato-calde e tropicali, neonato tra 5.5 e 6.5 m con peso di 2 t circa, svezzamento in acque polari. Longevità fino a 90 anni, maturità sessuale 8-12 anni.

**Fattori di minaccia**

Principali fattori di minaccia alla consistenza numerica di questo cetaceo, ancor più accentuati in un bacino chiuso e fortemente antropizzato come il Mediterraneo in cui la consistenza numerica si aggirerebbe intorno a qualche migliaio di esemplari, sono costituiti da catture accidentali con reti pelagiche derivanti per la pesca al pesce spada, collisioni con natanti veloci, riduzione ed alterazione degli habitat con forme di inquinamento acustico e chimico,

**Misure per la conservazione**

Nel 1986 l'International Whale Commission approva la moratoria internazionale che vieta la caccia a tutti i cetacei, ma che comunque la permette a popolazioni locali che basano la loro sussistenza su tale risorsa o che fa parte delle loro tradizioni. In Mediterraneo come misura di tutela viene invece proibita la pesca con reti derivanti. Inoltre nel 2001 l'Italia ratifica e rende esecutiva l'istituzione del Santuario Pelagos per i mammiferi marini del Mediterraneo, nel bacino corso-liguro-provenzale, che si estende per circa 90'000 km<sup>2</sup> e che comprende il Mar Ligure, parte del Mar Tirreno e il Mar di Corsica. Ulteriori misure per la conservazione sono l'intensificazione dell'attività contro l'inquinamento di qualsiasi origine, la soppressione progressiva degli scarichi tossici derivanti da fonti a terra, il divieto di catture, la regolamentazione di competizioni a motore, la regolamentazione delle attività turistiche di osservazione dei cetacei (whale-watching), l'incremento di programmi di ricerca scientifica e di campagne di sensibilizzazione.

**6.25. DELPHINUS DELPHIS LINNAEUS, 1758*****Delphinus delphis* Linnaeus, 1758**

Delfino comune

Phylum: Chordata  
 Classe: Mammalia  
 Ordine: Cetacea  
 Famiglia: Delphinidae



Protezione: L. 157/92 art. 2, CITES All. A, Habitat Ap.4, Berna Ap.2, IUCN LR/cd.

**Descrizione**

Corpo affusolato e idrodinamico, lunghezza media di 2 m (massimo 2,5 m), maschio più grande della femmina, peso di circa 75-85 kg. Rostro allungato, sottile e melone sfuggente, bocca con 160-260 denti, piccoli, conici, appuntiti. Pinna dorsale alta, a metà del corpo, di forma falcata, generalmente di colore scuro. Pettorali larghe con margini convessi, leggermente appuntite, di colore nero o grigio. Coda e peduncolo caudale sottili. Caratteristica e specifica colorazione del corpo "a clessidra": dorso di colore nero o grigio scuro, ventre bianco, due zone fusiformi orizzontali lungo i fianchi, quella anteriore bianco-giallastra, la posteriore grigio chiaro, unite nel centro, a forma di clessidra color crema anteriormente e grigia posteriormente. Melone scuro, separato dal rostro anch'esso scuro, da una linea bianca; anello nero intorno all'occhio; striscia scura dalla mandibola fino alla base della pinna pettorale, linea color crema dalla bocca fino alla zona genitale, grigia da meta corpo. Cetaceo agilissimo ed aggraziato, in grado di compiere salti ed acrobazie, capace di velocità elevate (65 km/h). Immersioni fino a 300 m, apnee di circa 10 min.

**Distribuzione**

Specie cosmopolita, presente nei mari temperati e caldi, occasionalmente in acque subpolari. La specie più comune nel Mediterraneo fino alla prima metà del XX secolo, meno frequente attualmente, tranne che in prossimità di Gibilterra e nei mari della Grecia.

**Ecologia**

Cetaceo con abitudini sia pelagiche sia più costiere. Dieta prevalentemente ittiofaga, all'occorrenza anche a base di cefalopodi e crostacei. Altamente gregario, con branchi numerosi, occasionalmente anche di qualche centinaio di esemplari. Scarse informazioni su composizione e struttura sociale dei branchi. Longevità di almeno 20 anni, in Mediterraneo maturità sessuale nei maschi fra i 5 ed i 12 anni, nelle femmine tra i 6 ed i 7. Riproduzione in primavera-autunno, gestazione circa 10-11 mesi; lunghezza alla nascita circa 80 cm, intervallo tra un parto e l'altro almeno 2 anni.

**Fattori di minaccia**

Fino ad ora non sono state identificate in modo preciso le cause del declino che la specie ha subito nelle acque del Mediterraneo. In generale, le popolazioni mediterranee del delfino comune, come le altre specie di cetacei presenti, sono soggette alle conseguenze della forte pressione antropica a cui è sottoposto questo bacino chiuso: catture accidentali effettuate con attrezzi da pesca, soprattutto le reti pelagiche derivanti, usate per la pesca del pesce spada; collisioni con natanti veloci; riduzione ed l'alterazione degli habitat, con forme varie di inquinamento acustico e chimico.

**Misure per la conservazione**

Sicuramente per proporre adeguate misure di conservazione, non si può prescindere da un aumento dei programmi di ricerca rivolti a incrementare i dati sulla consistenza numerica, la distribuzione, il comportamento e la biologia di questa specie così poco conosciuta. Nel 1986 l'International Whale Commission approva la moratoria internazionale che vieta la caccia a tutti i cetacei, ma che comunque la permette a popolazioni locali che basano la loro sussistenza su tale risorsa o che fa parte delle loro tradizioni. In Mediterraneo come misura di tutela viene invece proibita la pesca con reti derivanti. Inoltre nel 2001 l'Italia ratifica e rende esecutiva l'istituzione del Santuario Pelagos per i mammiferi marini del Mediterraneo, nel bacino corso-liguro-provenzale, che si estende per circa 90'000 km<sup>2</sup> e che comprende il Mar Ligure, parte del Mar Tirreno e il Mar di Corsica. Ulteriori misure per la conservazione sono l'intensificazione dell'attività contro l'inquinamento di qualsiasi origine, la soppressione progressiva degli scarichi tossici derivanti da fonti a terra, il divieto di catture, la regolamentazione di competizioni a motore, la regolamentazione delle attività turistiche di osservazione dei cetacei (whale-watching), l'incremento di programmi di ricerca scientifica e di campagne di sensibilizzazione.

**6.26. GLOBICEPHALA MELAS (TRAILL, 1809)*****Globicephala melas* (Traill, 1809)**

Globicefalo

Phylum: Chordata  
 Classe: Mammalia  
 Ordine: Cetacea  
 Famiglia: Delphinidae



Protezione: L. 157/92 art. 2, CITES All. A, Habitat Ap.4, Berna Ap.2, IUCN LR/lc.

**Descrizione**

Corpo molto allungato, massiccio e cilindrico, lunghezza di 6-7 m e peso di 2 t nel maschio, 5-6 m e 1 t nella femmina. Capo tipicamente globoso, specialmente nei maschi vecchi. Melone grande e arrotondato esteso sopra il rostro appena visibile. Bocca con 30-50 denti conici e robusti. Pinna dorsale caratteristica: bassa, lunga alla base, ripiegata ad uncino all'indietro, con apice arrotondato, falciforme (nelle femmine adulte e immature) o squadrata (nei maschi adulti), e inserita anteriormente sul dorso. Pinne pettorali lunghe, affusolate, appuntite e falciformi. Peduncolo caudale con margine superiore molto convesso. Colore molto scuro, nero lucido o bruno scuro con sfumature di grigio talvolta dietro la pinna dorsale e ai lati degli occhi, giovani di colore marrone o nocciola. Disegno biancastro a forma di ancora (osservabile però anche in altre specie) sulla gola e sul petto degli adulti, allungato sul ventre e allargato nell'area genitale. Agile e veloce (35 km/h), di regola lento in superficie. Immersioni profonde fino a circa 600 m con apnee da 10 a 60 min.

**Distribuzione**

Presente nei due emisferi, boreale e australe, nell'intera fascia fredda e temperata con l'esclusione del Pacifico settentrionale. Frequente nel Mediterraneo occidentale, rarissimo ed occasionale in quello orientale. Nei mari italiani piuttosto frequente nel mar Ligure e nelle acque a ovest della Sardegna, ma con distribuzione alquanto frammentaria.

**Ecologia**

Pelagico, di acque profonde, dieta prevalentemente teutofaga, all'occorrenza anche ittiofaga. Specie gregaria, branchi di varie decine di individui, a volte anche centinaia, costituiti principalmente da femmine adulte con piccoli; maschi adulti, specialmente nella stagione riproduttiva, in movimento da un gruppo all'altro. Grande coesione sociale dei branchi probabilmente connessa con i massicci spiaggiamenti. Riproduzione in primavera e all'inizio dell'estate, lotte tra maschi per il possesso delle femmine. Vita media 40-50 anni, maturità sessuale nelle femmine a 3-4 m di lunghezza, 6-10 anni di età, nei maschi a 5 m e 15-20 anni. Gestazione di 14-15 mesi, intervallo medio tra due parti 3 anni. Neonato di circa 1.7 m, peso di 80-100 kg.

**Fattori di minaccia**

Semberebbe una specie senza particolari problemi di sopravvivenza. In generale, le popolazioni mediterranee di globicefalo, come le altre specie di cetacei presenti, sono soggette alle conseguenze della forte pressione antropica a cui è sottoposto questo bacino chiuso: catture accidentali effettuate con attrezzi da pesca, soprattutto le reti pelagiche derivanti, collisioni con natanti veloci, riduzione ed l'alterazione degli habitat, con forme varie di inquinamento acustico e chimico.

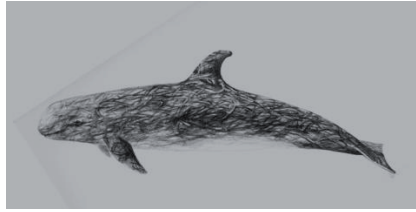
**Misure per la conservazione**

In Mediterraneo non si hanno dati attendibili sulla consistenza numerica delle sue popolazioni e sicuramente per proporre adeguate misure di conservazione, non si può prescindere da un aumento dei programmi di ricerca rivolti a incrementare i dati sulla consistenza numerica, la distribuzione, il comportamento e la biologia di questa specie così poco conosciuta. Nel 1986 l'International Whale Commission approva la moratoria internazionale che vieta la caccia a tutti i cetacei, ma che comunque la permette a popolazioni locali che basano la loro sussistenza su tale risorsa o che fa parte delle loro tradizioni. In Mediterraneo come misura di tutela viene invece proibita la pesca con reti derivanti. Inoltre nel 2001 l'Italia ratifica e rende esecutiva l'istituzione del Santuario Pelagos per i mammiferi marini del Mediterraneo, nel bacino corso-liguro-provenzale, che si estende per circa 90'000 km<sup>2</sup> e che comprende il Mar Ligure, parte del Mar Tirreno e il Mar di Corsica. Ulteriori misure per la conservazione sono l'intensificazione dell'attività contro l'inquinamento di qualsiasi origine, la soppressione progressiva degli scarichi tossici derivanti da fonti a terra, il divieto di catture, la regolamentazione di competizioni a motore, la regolamentazione delle attività turistiche di osservazione dei cetacei (whale-watching), l'incremento di programmi di ricerca scientifica e di campagne di sensibilizzazione.

**6.27. GRAMPUS GRISEUS (G. CUVIER, 1812)****Grampus griseus (G. Cuvier, 1812)**

Grampo

Phylum: Chordata  
 Classe: Mammalia  
 Ordine: Cetacea  
 Famiglia: Delphinidae



Protezione: L. 157/92 art. 2, CITES All. A, Habitat Ap.4, Berna Ap.2, IUCN DD.

*Descrizione*

Corpo siluriforme, tozzo e robusto, soprattutto dal capo alla pinna dorsale. Lunghezza media 3.5 m (massima 4.3 m), maschi leggermente più grandi delle femmine e con maggiore sviluppo del capo, peso fino a 500 kg. Capo arrotondato, rostro indistinto, fronte divisa in due lobi da un solco fra lo sfiatatoio e il labbro superiore. Mascella leggermente prominente rispetto alla mandibola, rima boccale inclinata verso l'alto. Denti, da 6 a 14, conici e robusti, presenti nella porzione anteriore della mandibola. Pinna dorsale in posizione mediana alta, falcata e appuntita, più alta ed eretta nei maschi adulti. Pinne pettorali allungate e appuntite, peduncolo caudale sottile. Colore grigio, sfumato verso lo scuro sul dorso e sui fianchi e verso il chiaro sul ventre, caratteristiche graffiature bianche (cicatrici) permanenti, particolarmente numerose negli individui più vecchi, talvolta con il capo completamente bianco. Disegno ventrale biancastro a forma di ancora molto simile a quello del globicefalo. Neonato grigio chiaro, giovani di colore scuro, bruno nerastro. Agile e veloce (25 km/h), normalmente lento in superficie con emersioni respiratorie costanti. Apnee fino a 30 min, immersioni fino a 300 m.

*Distribuzione*

Specie cosmopolita, con esclusione delle alte latitudini dei due emisferi. Abbastanza comune in Mediterraneo, più raro nelle acque orientali. Nei mari italiani più frequente nel Ligure e nel Tirreno.

*Ecologia*

Habitat in acque tropicali e temperate, con temperatura mai sotto i 10 °C. Comunemente in zone di scarpata continentale a profilo più ripido, talvolta in acque costiere con fondali alti. Dieta prevalentemente teutofaga, occasionalmente ittiofaga. Specie gregaria con gruppi di 10-30 individui, talvolta riuniti in branchi anche di centinaia di esemplari. Dati relativi al ciclo vitale molto scarsi. Maturità sessuale a circa 3 m nei maschi, 2.7 m nelle femmine, accoppiamenti probabilmente nel periodo caldo, gestazione di circa 14 mesi.

*Fattori di minaccia*

Sembrirebbe una specie senza particolari problemi di sopravvivenza. In generale, le popolazioni mediterranee di grampo, come le altre specie di cetacei presenti, sono soggette alle conseguenze della forte pressione antropica a cui è sottoposto questo bacino chiuso: catture accidentali effettuate con attrezzi da pesca, soprattutto le reti pelagiche derivanti, collisioni con natanti veloci, riduzione ed l'alterazione degli habitat, con forme varie di inquinamento acustico e chimico.

*Misure per la conservazione*

In Mediterraneo non si hanno dati attendibili sulla consistenza numerica delle sue popolazioni e sicuramente per proporre adeguate misure di conservazione, non si può prescindere da un aumento dei programmi di ricerca rivolti a incrementare i dati sulla consistenza numerica, la distribuzione, il comportamento e la biologia di questa specie così poco conosciuta. Nel 1986 l'International Whale Commission approva la moratoria internazionale che vieta la caccia a tutti i cetacei, ma che comunque la permette a popolazioni locali che basano la loro sussistenza su tale risorsa o che fa parte delle loro tradizioni. In Mediterraneo come misura di tutela viene invece proibita la pesca con reti derivanti. Inoltre nel 2001 l'Italia ratifica e rende esecutiva l'istituzione del Santuario Pelagos per i mammiferi marini del Mediterraneo, nel bacino corso-liguro-provenzale, che si estende per circa 90'000 km<sup>2</sup> e che comprende il Mar Ligure, parte del Mar Tirreno e il Mar di Corsica. Ulteriori misure per la conservazione sono l'intensificazione dell'attività contro l'inquinamento di qualsiasi origine, la soppressione progressiva degli scarichi tossici derivanti da fonti a terra, il divieto di catture, la regolamentazione di competizioni a motore, la regolamentazione delle attività turistiche di osservazione dei cetacei (whale-watching), l'incremento di programmi di ricerca scientifica e di campagne di sensibilizzazione.

**6.28. ORCINUS ORCA (LINNAEUS, 1758)****Orcinus orca (Linnaeus, 1758)**

Orca

Phylum: Chordata  
 Classe: Mammalia  
 Ordine: Cetacea  
 Famiglia: Delphinidae



Protezione: L. 157/92 art. 2, CITES All. A, Habitat Ap.4, Berna Ap.2, IUCN LR/lc.

**Descrizione**

Il più grande delfinide, con marcato dimorfismo sessuale, 7,5 m (massimo 10 m) di lunghezza e circa 5 t (massimo 8 t) di peso nel maschio, 5 m (massimo 7 m) e 3 t nella femmina. Corpo massiccio e robusto, capo tondeggiante, melone proporzionato e rostro poco distinto. Bocca con 40-56 denti robusti, grandi e conici. Pinna dorsale caratteristica, alta fino a 1,8 m nei maschi, con apice rettilineo o incurvato in avanti, falcata e molto più bassa nelle femmine e nei maschi giovani. Coda con seno interlobare pronunciato. Pinne pettorali molto grandi e arrotondate. Colorazione tipica e distintiva: parti dorsali nere, ventrali bianche, separate tra loro nettamente, macchia bianca ovale dietro l'occhio, bianco ventrale esteso sui fianchi dalla regione genitale con una forma lobata. Macchia grigiasta, detta sella, generalmente presente sul dorso. Pinne pettorali nere, caudale inferiormente bianca. Nuoto veloce e possente (40-45 km/h), immersioni fino a circa 1000 m, apnee di 20 min.

**Distribuzione**

Specie cosmopolita, con predilezione dei mari freddi. Rara nel Mediterraneo, con avvistamenti sporadici ed occasionali nel Mediterraneo occidentale, in Italia nel Mar Ligure e nelle acque intorno alla Sardegna e alla Sicilia. Segnalata sporadicamente ma ripetutamente nell'Arcipelago Toscano.

**Ecologia**

Habitat molto vari, dalle acque pelagiche alle zone costiere, nelle fredde acque polari l'estate, in quelle calde tropicali, talvolta anche in acque dolci nei grandi fiumi. Tipico predatore con dieta molto varia, pesci, cefalopodi, uccelli e mammiferi acquatici, come balene e balenottere, caccia effettuata in gruppo con i compagni di branco. Specie tipicamente gregaria, branchi, detti pod, mediamente di 15 individui, dei due sessi, di classi di età varie, probabilmente imparentati tra loro. Maturità sessuale nei maschi 5,2-6,2 m, nelle femmine 4,6-5,4 m. Accoppiamenti e nascite distribuite nell'arco di molti mesi (in genere primavera inizio estate) in relazione all'area geografica. Gestazione 12 - 16 mesi, allattamento oltre 12 mesi. Intervallo tra due parti da 3 a 8 anni. Neonato circa 2-2,5 m, peso circa 180 kg. Longevità probabile, ma non confermata, oltre 50 anni.

**Fattori di minaccia**

Non esistono dati sulla sua consistenza globale, data l'enorme diffusione geografica e anche se vengono catturate per scopi alimentari in varie zone del mondo, non sembra che i prelievi siano così pesanti da minacciarne la consistenza. In Mediterraneo la specie è del tutto occasionale, ma come le altre specie di cetacei presenti, è soggetta alle conseguenze della forte pressione antropica a cui è sottoposto questo bacino chiuso: catture accidentali effettuate con attrezzi da pesca, come le reti pelagiche derivanti, usate per la pesca del pesce spada; collisioni con natanti veloci; riduzione ed l'alterazione degli habitat, con forme varie di inquinamento acustico e chimico.

**Misure per la conservazione**

Essendo la specie sporadica nei nostri mari, le misure di conservazione sono quelle per tutelare gli ormai depauperati stock di grandi mysticeti e odontoceti stanziali. Nel 1986 l'International Whale Commission approva la moratoria internazionale che vieta la caccia a tutti i cetacei, ma che comunque la permette a popolazioni locali che basano la loro sussistenza su tale risorsa o che fa parte delle loro tradizioni. In Mediterraneo come misura di tutela viene invece proibita la pesca con reti derivanti. Inoltre nel 2001 l'Italia ratifica e rende esecutiva l'istituzione del Santuario Pelagos per i mammiferi marini del Mediterraneo, nel bacino corso-liguro-provenzale, che si estende per circa 90'000 km<sup>2</sup> e che comprende il Mar Ligure, parte del Mar Tirreno e il Mar di Corsica. Ulteriori misure per la conservazione sono l'intensificazione dell'attività contro l'inquinamento di qualsiasi origine, la soppressione progressiva degli scarichi tossici derivanti da fonti a terra, il divieto di catture, la regolamentazione di competizioni a motore, la regolamentazione delle attività turistiche di osservazione dei cetacei (whale-watching), l'incremento di programmi di ricerca scientifica e di campagne di sensibilizzazione.

**6.29. PSEUDORCA CRASSIDENS (OWEN, 1846)*****Pseudorca crassidens* (Owen, 1846)**

Pseudorca

Phylum: Chordata  
 Classe: Mammalia  
 Ordine: Cetacea  
 Famiglia: Delphinidae



Protezione: L. 157/92 art. 2, CITES All. A, Habitat Ap.4, Berna Ap.2, IUCN LR/lc.

**Descrizione**

Specie, nonostante il nome, simile all'orca solo a livello scheletrico. Lunghezza massima nel maschio 6 m, peso 2 t, mediamente 4-5 m nella femmina. Corpo particolarmente affusolato e allungato, con capo piccolo e tondeggiante, rostro non evidente. Pinna dorsale appuntita, abbastanza alta e falcata, a circa metà del corpo; pinne pettorali piccole e appuntite, con margine anteriore ben angolato. Colore grigio scuro quasi nero, uniforme, macchia chiara ventrale a forma di ancora. Mascella sporgente rispetto alla mandibola, denti particolarmente robusti, da 32 a 44. All'occorrenza veloce ed agile soprattutto durante la caccia, abitualmente abbastanza lenta in superficie con emersioni respiratorie costanti (15-20 sec).

**Distribuzione**

Presente in tutte le acque tropicali e temperate oceaniche con predilezione di quelle calde. Rara nel Mediterraneo, segnalata soprattutto nella parte occidentale in comunicazione con l'Atlantico. Singoli spiaggiamenti in Liguria, in Sicilia e in Sardegna, oltre alla cattura di 7 esemplari al largo di Cesenatico agli inizi degli anni '60.

**Ecologia**

Specie tipica di ambiente pelagico tropicale. Dieta a base di cefalopodi e di pesci pelagici anche di notevoli dimensioni, talvolta di piccoli delfinidi. Segnalata in branchi di 20-50 individui, a volte anche più di 100, con condivisione del cibo data l'elevata socialità. Comportamento riproduttivo poco conosciuto, accoppiamenti probabilmente tutto l'anno, gestazione 12-16 mesi, nascite in tutte le stagioni, neonato di circa 1.5-1.8 m, svezzamento circa un anno e mezzo. Maturità sessuale fra 8 e 14 anni, nei maschi intorno ai 4 m, oltre 3.5 m nelle femmine. Longevità ipotizzata circa 20 anni.

**Cause di minaccia**

Essendo una specie rara per i mari italiani, e per tutto il Mediterraneo, non esistono dati sulle dimensioni delle popolazioni presenti, nemmeno per le zone in cui è più frequente. Tuttavia, come le altre specie di cetacei presenti, anche la pseudorca risulta soggetta alle conseguenze della forte pressione antropica a cui è sottoposto questo bacino chiuso. Fattori che possono minacciare la sopravvivenza della specie sono le catture accidentali effettuate con attrezzi da pesca come le reti pelagiche derivanti usate per la pesca del pesce spada, le collisioni con natanti veloci, la riduzione ed l'alterazione degli habitat per inquinamento acustico e chimico.

**Misure per la conservazione**

Nel 1986 l'International Whale Commission approva la moratoria internazionale che vieta la caccia a tutti i cetacei, ma che comunque la permette a popolazioni locali che basano la loro sussistenza su tale risorsa o che fa parte delle loro tradizioni. In Mediterraneo come misura di tutela viene invece proibita la pesca con reti derivanti. Inoltre nel 2001 l'Italia ratifica e rende esecutiva l'istituzione del Santuario Pelagos per i mammiferi marini del Mediterraneo, nel bacino corso-liguro-provenzale, che si estende per circa 90'000 km<sup>2</sup> e che comprende il Mar Ligure, parte del Mar Tirreno e il Mar di Corsica. Ulteriori misure per la conservazione sono l'intensificazione dell'attività contro l'inquinamento di qualsiasi origine, la soppressione progressiva degli scarichi tossici derivanti da fonti a terra, il divieto di catture, la regolamentazione di competizioni a motore, la regolamentazione delle attività turistiche di osservazione dei cetacei (whale-watching), l'incremento di programmi di ricerca scientifica e di campagne di sensibilizzazione. Per una specie così poco conosciuta, non si può prescindere da un aumento programmi di ricerca rivolti a incrementare i dati sulla consistenza numerica, la distribuzione, il comportamento e la sua biologia.

**6.30. STENELLA COERULEALBA (MEYEN, 1833)*****Stenella coerulealba* (Meyen, 1833)***Stenella striata*

Phylum: Chordata  
 Classe: Mammalia  
 Ordine: Cetacea  
 Famiglia: Delphinidae



Protezione: L. 157/92 art. 2, CITES All. A, Habitat Ap.4, Berna Ap.2, IUCN LR/cd.

**Descrizione**

Corpo affusolato, snello e siluriforme, lunghezza 1.70 - 2.10 m, maschio leggermente più grande della femmina, peso 80-110 kg. Capo arrotondato con melone ben distinto, rostro lungo e sottile, con proporzioni intermedie fra il tozzo rostro del tursiopo e quello sottile del delfino comune, chiara linea di separazione tra rostro e melone, bocca con 160-200 denti piccoli, conici. Pinna dorsale piccola, triangolare e leggermente falcata; pinne pettorali sottili, piccole, affusolate con margini appuntiti; coda e peduncolo caudale sottili. Colorazione distintiva della specie, con molte possibili varianti: dorso di colore grigio-azzurro, fianchi grigio chiaro, ventre quasi bianco, talvolta rosato; tipica guadrappa dorsale grigio scura con caratteristica "fiamma" biancastra, variabile per intensità e lunghezza, dai lati del capo verso la base della pinna dorsale. Sui fianchi striature ben evidenti da cui il nome specifico. Tre linee nere dall'occhio: una, lungo i fianchi, fino alla regione ano-genitale, una fino alla base delle pinne pettorali, la terza tra le due. Uno dei cetacei più agili, aggraziati, spettacolarmente acrobatici e veloci, fino a 50 km/h. Capace di immersioni fino a qualche centinaio di metri, con apnee dai 5 ai 10 min.

**Distribuzione**

Specie cosmopolita e ampiamente distribuita in tutte le acque temperate e tropicali. Delfinide più abbondante del Mediterraneo con prevalenza ad occidente. Specie più frequente nelle acque italiane fatta eccezione per l'Adriatico settentrionale e per il canale di Sicilia.

**Ecologia**

Specie pelagica, di acque aperte e profonde, raramente in prossimità della costa. Dieta a base di pesci, calamari e crostacei, ben adattata a variazioni stagionali e geografiche di disponibilità di prede. Tipicamente gregaria, con gruppi di 10-40 individui coetanei, di adulti oppure di giovani, con possibilità di formazione di branchi di centinaia di individui, talvolta in associazione con altre specie. Periodo riproduttivo probabilmente in estate-inverno, gestazione di circa 12 mesi, nascite concentrate nel periodo estivo, neonati lunghi circa 1 m, peso 11 kg, svezzamento fra 1 e 2 anni. Intervallo tra un parto e l'altro da 1.5 a 3 anni. Maturità sessuale a 9 anni. Longevità oltre 30 anni.

**Fattori di minaccia**

In Mediterraneo non esistono stime precise sulle dimensioni delle popolazioni, sembra presente con un totale di circa 100'000 individui. La specie in passato è stata soggetta a un depauperamento a causa dell'infezione da Morbillivirus che la ha colpita tra il 1990 e il 1991. Pur non esistendo dati comprovanti di un eventuale declino delle popolazioni mediterranee la stenella striata, come altre specie di cetacei mediterranei, è soggetta alle conseguenze della forte pressione antropica a cui è sottoposto questo bacino chiuso: catture accidentali effettuate con attrezzi da pesca, soprattutto le reti pelagiche derivanti, collisioni con natanti veloci, riduzione ed l'alterazione degli habitat, con forme varie di inquinamento acustico e chimico.

**Misure per la conservazione**

Nel 1986 l'International Whale Commission approva la moratoria internazionale che vieta la caccia a tutti i cetacei, ma che comunque la permette a popolazioni locali che basano la loro sussistenza su tale risorsa o che fa parte delle loro tradizioni. In Mediterraneo come misura di tutela viene invece proibita la pesca con reti derivanti. Inoltre nel 2001 l'Italia ratifica e rende esecutiva l'istituzione del Santuario Pelagos per i mammiferi marini del Mediterraneo, nel bacino corso-liguro-provenzale, che si estende per circa 90'000 km<sup>2</sup> e che comprende il Mar Ligure, parte del Mar Tirreno e il Mar di Corsica. Ulteriori misure per la conservazione sono l'intensificazione dell'attività contro l'inquinamento di qualsiasi origine, la soppressione progressiva degli scarichi tossici derivanti da fonti a terra, il divieto di catture, la regolamentazione di competizioni a motore, la regolamentazione delle attività turistiche di osservazione dei cetacei (whale-watching), l'incremento di programmi di ricerca scientifica e di campagne di sensibilizzazione.

**6.31. STENO BREDANENSIS (LESSON, 1828)****Steno bredanensis (Lesson, 1828)**

Steno

Phylum: Chordata  
 Classe: Mammalia  
 Ordine: Cetacea  
 Famiglia: Delphinidae



Protezione: L. 157/92 art. 2, CITES All. A, Habitat Ap.4, Berna Ap.2, IUCN DD.

**Descrizione**

Corpo sottile, slanciato e siluriforme, lunghezza da 2.2 m a 2.4 m, maschio leggermente più grande della femmina, peso circa 150 kg. Capo dal caratteristico profilo grossolanamente conico, con melone poco pronunciato, degradante dolcemente fino alla punta del rostro, lungo e sottile, denti, 80-100, solcati da fini rugosità verticali tipiche della specie. Pinna dorsale più lunga che alta, leggermente falcata, in posizione mediana; pinne pettorali larghe, falcate anteriormente. Dorso grigio scuro o nero, progressivamente più chiari i fianchi, ventre biancastro o rosato, caratteristica leggera mazzatura, chiara o scura, talvolta evidenziata in piccole macchie irregolari, bocca spesso orlata di bianco. Agile e molto veloce, oltre 25 km/h, capacità di immersione poco conosciuta, sicuramente oltre 70 m.

**Distribuzione**

Specie cosmopolita presente nelle acque tropicali, subtropicali e temperato-calde di tutti gli oceani, anche se poco abbondante. Raro nei mari italiani, segnalato nel Tirreno, nel Santuario dei Cetacei e ripetutamente a sud della Sicilia.

**Ecologia**

Tipicamente pelagico, presente in acque con profondità notevoli fuori dalla scarpata continentale, dieta a base di pesci e cefalopodi. Mancanza di studi dettagliati sul comportamento sociale, spesso avvistato con altri cetacei (es. tursiopo). Spiccatamente gregario, in gruppi mediamente di 10-20 individui, talvolta più numerosi (50-500) probabilmente per aggregazioni temporanee. Stagione riproduttiva, durata della gestazione e dell'allattamento sconosciute, neonato di 80 cm. Maturità sessuale a circa 2.2 m di lunghezza, raggiunta a circa 14 anni. Longevità presumibile oltre 30 anni.

**Fattori di minaccia**

A causa delle scarse conoscenze sulla consistenza della specie non è dato sapere se esistano allo stato attuale fattori di minaccia. In alcune zone asiatiche la cattura della specie per scopi alimentari non desta particolari preoccupazioni per la sua sopravvivenza. In Mediterraneo lo steno è soggetto alle conseguenze della forte pressione antropica a cui è sottoposto questo bacino chiuso, come le altre specie di cetacei presenti: catture accidentali effettuate con attrezzi da pesca soprattutto le reti pelagiche derivanti, collisioni con natanti veloci, riduzione ed l'alterazione degli habitat, con forme varie di inquinamento acustico e chimico.

**Misure per la conservazione**

Nel 1986 l'International Whale Commission approva la moratoria internazionale che vieta la caccia a tutti i cetacei, ma che comunque la permette a popolazioni locali che basano la loro sussistenza su tale risorsa o che fa parte delle loro tradizioni. In Mediterraneo come misura di tutela viene invece proibita la pesca con reti derivanti. Inoltre nel 2001 l'Italia ratifica e rende esecutiva l'istituzione del Santuario Pelagos per i mammiferi marini del Mediterraneo, nel bacino corso-liguro-provenzale, che si estende per circa 90'000 km<sup>2</sup> e che comprende il Mar Ligure, parte del Mar Tirreno e il Mar di Corsica. Ulteriori misure per la conservazione sono l'intensificazione dell'attività contro l'inquinamento di qualsiasi origine, la soppressione progressiva degli scarichi tossici derivanti da fonti a terra, il divieto di catture, la regolamentazione di competizioni a motore, la regolamentazione delle attività turistiche di osservazione dei cetacei (whale-watching), l'incremento di programmi di ricerca scientifica e di campagne di sensibilizzazione. Sicuramente per una specie così poco conosciuta, una corretta gestione di questa risorsa non può prescindere da un aumento programmi di ricerca rivolti a incrementare i dati sulla consistenza numerica, distribuzione, comportamento e biologia.

**6.32. TURSIOPS TRUNCATUS (MONTAGU, 1821)*****Tursiops truncatus* (Montagu, 1821)**

Tursiopo

Phylum: Chordata  
 Classe: Mammalia  
 Ordine: Cetacea  
 Famiglia: Delphinidae



Protezione: L. 157/92 art. 2, CITES All. A, Habitat Ap.2, Habitat Ap.4, Berna Ap.2, IUCN DD.

**Descrizione**

Corpo molto robusto, specialmente negli individui pelagici, in confronto ad altri delfinidi, come stenella striata e delfino comune. Maschio più grande della femmina, lunghezza 2.5-3.8 m, peso fino a 350 kg. Rostro corto e tozzo, ben distinto dal melone, naso a bottiglia. Mandibola leggermente più lunga della mascella. Denti robusti, piccoli, leggermente ricurvi, in totale 100-104. Pinna dorsale, in posizione mediana, falcata, pinne pettorali corte e sottili. Colorazione generale molto variabile e individuale. Dorso grigio scuro, fianchi chiari, ventre biancastro o rosato, senza nette linee di demarcazione. Riga scura a V sui lati del melone, ulteriore linea scura dagli occhi alle pettorali. Talvolta presente fiamma chiara dai fianchi verso la pinna dorsale. Agilissimo ed aggraziato, con notevoli capacità acrobatiche. Velocità massima oltre 30 km/h, immersioni probabili fino a 600 m, apnee fino a 8 min.

**Distribuzione**

Specie cosmopolita di acque tropicali, subtropicali e temperate. Molto comune nel Mediterraneo e nel Mar Nero, specie più diffusa in tutti i mari italiani, più rara nel bacino liguro-provenzale, predominante nell'Adriatico, unica nella sua parte settentrionale. Comunissimo nell'Arcipelago Toscano, detto ferone o ferrone all'isola d'Elba, per il colore metallico della livrea.

**Ecologia**

Molto adattabile, presente in differenti habitat, zone costiere, pelagiche, talvolta negli estuari. Due possibili forme specifiche, due ecotipi: uno costiero, di dimensioni più ridotte, prevalentemente ittifago e bentofago (cefalopodi, crostacei e altri invertebrati), e uno pelagico più robusto, prevalentemente teutofago. Specie socievole, gregaria, talvolta con branchi di oltre 100 individui, abitualmente in gruppi di 10-20 con forti legami sociali. Gruppi di sole femmine con cuccioli, detti unità familiari, fino allo svezamento, con formazione successiva di branchi di coetanei; femmine maturate aggregate in branchi di altre femmine, maschi aggregati in gruppi maschili, uniti a quelli femminili solo nel periodo riproduttivo. Accoppiamenti e nascite durante la stagione calda. Gestazione di 12 mesi, neonato lungo circa 1 metro, svezamento 2 anni. Maturità sessuale intorno ai 10 anni nelle femmine, tra 10-13 nei maschi. Longevità ipotizzata circa 40 anni.

**Cause di minaccia**

Nel Mediterraneo la consistenza delle popolazioni non è nota. I fattori principali di minaccia sono le catture accidentali nelle reti da pesca come le reti pelagiche derivanti usate per la pesca del pesce spada, le collisioni con natanti, la riduzione ed l'alterazione degli habitat per inquinamento acustico e chimico. In passato sono stati vittime di epidemie causate da infezioni virali che hanno coinvolto anche le stenelle striate.

**Misure per la conservazione**

Nel 1986 l'International Whale Commission approva la moratoria internazionale che vieta la caccia a tutti i cetacei, ma che comunque la permette a popolazioni locali che basano la loro sussistenza su tale risorsa o che fa parte delle loro tradizioni. In Mediterraneo come misura di tutela viene invece proibita la pesca con reti derivanti. Inoltre nel 2001 l'Italia ratifica e rende esecutiva l'istituzione del Santuario Pelagos per i mammiferi marini del Mediterraneo, nel bacino corso-liguro-provenzale, che si estende per circa 90'000 km<sup>2</sup> e che comprende il Mar Ligure, parte del Mar Tirreno e il Mar di Corsica. Ulteriori misure per la conservazione sono l'intensificazione dell'attività contro l'inquinamento di qualsiasi origine, la soppressione progressiva degli scarichi tossici derivanti da fonti a terra, il divieto di catture, la regolamentazione di competizioni a motore, la regolamentazione delle attività turistiche di osservazione dei cetacei (whale-watching), l'incremento di programmi di ricerca scientifica e di campagne di sensibilizzazione.

**6.33. KOGIA SIMUS (OWEN, 1866)*****Kogia simus* (Owen, 1866)**

Cogia di Owen

Phylum: Chordata  
 Classe: Mammalia  
 Ordine: Cetacea  
 Famiglia: Physeteridae



Protezione: L. 157/92 art. 2, CITES All. A, Habitat Ap.4, Berna Ap.2, IUCN LR/lc.

**Descrizione**

Il minore dei grandi cetacei (lunghezza massima 2.7 m e peso fino a 270 kg). Corpo tozzo, capo squadrato e corto munito di un piccolo organo dello spermaceti. Bocca con denti piccoli, aguzzi, rivolti posteriormente, in numero totale di circa 14-24, presenti solo sulla mandibola, raramente anche sulla mascella in numero di 6. Pinna dorsale abbastanza grande, triangolare, in posizione leggermente arretrata; pinne pettorali di ridotte dimensioni. Colore grigio scuro sul dorso, progressivamente più chiaro sui fianchi e biancastro sul ventre. Posteriormente agli occhi presenti due sfumature a mezzaluna, simili vagamente a aperture branchiali. Nuoto lento, immersioni oltre 250 m.

**Distribuzione**

In tutte le acque tropicali e temperato-calde anche se mai molto abbondante. In Mediterraneo 2 sole segnalazioni documentate, un esemplare spiaggiato nel 1988 in Toscana, presso la foce del fiume Chiarore, un secondo esemplare spiaggiato vivo presso Agrigento nel 2002. Si trattava di un esemplare lungo 2.2 m, chiaramente al di fuori del suo areale distributivo.

**Ecologia**

Preferenza delle acque soprastanti la scarpata continentale, data la dieta costituita principalmente da piccoli molluschi cefalopodi. Non esiste alcuna stima sulla consistenza numerica di questa specie e viene osservato solo raramente, comportamento schivo e timoroso, moderatamente gregario, gruppi al massimo di 10 individui. Stagione riproduttiva ignota, gestazione 9 mesi, nascita in estate, allattamento fino a 1.5 m, maturità sessuale poco oltre ai 2 m.

**Fattori di minaccia**

Data la scarsità di conoscenze sulla specie, non è possibile sapere se la consistenza delle popolazioni è in qualche modo diminuita nel tempo. In generale, la presenza del cogia di Owen nel Mediterraneo, come quella delle altre specie di cetacei, è soggetta alle conseguenze della forte pressione antropica a cui è sottoposto questo bacino chiuso: catture accidentali effettuate con attrezzi da pesca, come le reti pelagiche derivanti, usate per la pesca del pesce spada; collisioni con natanti veloci; riduzione ed alterazione degli habitat, con forme varie di inquinamento acustico e chimico.

**Misure per la conservazione**

In Mediterraneo non si hanno dati attendibili sulla consistenza numerica delle sue popolazioni e sicuramente per proporre adeguate misure di conservazione, non si può prescindere da un aumento dei programmi di ricerca rivolti a incrementare i dati sulla consistenza numerica, la distribuzione, il comportamento e la biologia di questa specie così poco conosciuta. Nel 1986 l'International Whale Commission approva la moratoria internazionale che vieta la caccia a tutti i cetacei, ma che comunque la permette a popolazioni locali che basano la loro sussistenza su tale risorsa o che fa parte delle loro tradizioni. In Mediterraneo come misura di tutela viene invece proibita la pesca con reti derivanti. Inoltre nel 2001 l'Italia ratifica e rende esecutiva l'istituzione del Santuario Pelagos per i mammiferi marini del Mediterraneo, nel bacino corso-liguro-provenzale, che si estende per circa 90'000 km<sup>2</sup> e che comprende il Mar Ligure, parte del Mar Tirreno e il Mar di Corsica. Ulteriori misure per la conservazione sono l'intensificazione dell'attività contro l'inquinamento di qualsiasi origine, la soppressione progressiva degli scarichi tossici derivanti da fonti a terra, il divieto di catture, la regolamentazione di competizioni a motore, la regolamentazione delle attività turistiche di osservazione dei cetacei (whale-watching), l'incremento di programmi di ricerca scientifica e di campagne di sensibilizzazione.

**6.34. PHYSETER MACROCEPHALUS (LINNAEUS, 1758)*****Physeter macrocephalus* (Linnaeus, 1758)**Sin. *Physeter catodon* Linnaeus, 1758

Capodoglio

Phylum: Chordata  
 Classe: Mammalia  
 Ordine: Cetacea  
 Famiglia: Physeteridae



Protezione: L. 157/92 art. 2, CITES All. A, Habitat Ap.4, Berna Ap.2, IUCN VU A1bd.

**Descrizione**

Di grandi dimensioni, 15-20 m il maschio con peso di 45-70 t, 10-15 m la femmina con 15-20 t. Particolare forma del corpo, capo enorme, circa 1/3 della lunghezza totale, rettangolare, compresso lateralmente, pinna dorsale bassa, triangolare, arretrata, seguita da una serie di protuberanze o "gobbe" lungo la cresta dorsale, di dimensioni decrescenti verso la coda. Coda triangolare, con seno interlobare ben marcato, margine posteriore rettilineo, molto larga, da 1/3 a 1/4 della lunghezza totale, visibile al momento dell'immersione. Pinne pettorali larghe e ovaleggianti, lunghe fino a 2 m. Mandibola sottile, lunga e stretta, con 40-52 denti robusti, lunghi 16-22 cm, molto più corta della mascella. Pelle corrugata e ondulata. Colorazione uniforme nerastra o grigio ardesia, con parti più chiare sui fianchi e sul ventre, talora con aree biancastre in corrispondenza della mandibola e della mascella. Organo dello spermaceti presente nella porzione anteriore del capo. Nuotatore lento con velocità massima di 16 km/h, inizio dell'immersione, dopo affioramenti ripetuti per la respirazione, estraendo vistosamente la grande coda, immersioni fino a 2500 m, apnee fino a 140 min. Soffio proiettato in avanti sul lato sinistro.

**Distribuzione**

Cosmopolita, con preferenza, specialmente nelle femmine e giovani, di acque temperato-calde, maschi adulti anche in acque polari nella stagione calda. Maggiormente diffuso nel Mediterraneo occidentale, in zone ad elevata batimetria, presente regolarmente nei mari italiani, soprattutto Ligure, Tirreno e intorno a Sicilia, Calabria e Sardegna occidentale, occasionale nell'Adriatico centro settentrionale.

**Ecologia**

Tipico di acque pelagiche profonde, particolarmente ricche di cefalopodi per la sua dieta prevalentemente teutofaga, ma anche ittiofaga. Segnalato anche vicino alle coste in presenza di fondali scoscesi. Il più grande predatore vivente, con sistema di caccia basato sull'uso di ecolocalizzazioni, effettuate con il biosonar, strumento biologico, presente in tutti gli Odontoceti, basato sull'emissione di onde sonore ad altissima frequenza e sull'eco da esse prodotto rimbalzando su un ostacolo. A sua volta preda, specialmente nella fase giovanile, di orche e squali. Specie gregaria con gruppi al massimo di 40-50 individui, nel Mediterraneo generalmente non più di 10. Due tipi di gruppi sociali: quello degli scapoli, cioè giovani maschi prossimi alla maturità sessuale, e quello familiare, formato da femmine mature con i piccoli ad organizzazione patriarcale, con rapporti sociali strettissimi e duraturi. Formazione temporanea di branchi harem durante il periodo riproduttivo, costituiti da un solo maschio con un gruppo di femmine, dopo l'avvenuta eliminazione dei maschi rivali. I maschi più grossi generalmente solitari, senza aggregazione in gruppi. Longevità fino a 70 anni, maturità sessuale nelle femmine a 7-13 anni (a circa 8-9 m di lunghezza), nei maschi a 18-21 (a circa 11-12 m). Accoppiamenti in estate, gestazione di 14-15 mesi, neonato lungo 3.5-5 m, allattamento circa 2 anni.

**Cause di minaccia**

Oltre all'assenza di stime sulla consistenza delle popolazioni, le minacce principali sono costituite dalla cattura accidentale in reti pelagiche derivanti usate per la pesca al pesce spada, dal traffico marittimo, dalla riduzione ed alterazione degli habitat, dall'inquinamento acustico e chimico.

**Misure per la conservazione**

Nel 1986 l'International Whale Commission approva la moratoria internazionale che vieta la caccia a tutti i cetacei, ma che comunque la permette a popolazioni locali che basano la loro sussistenza su tale risorsa o che fa parte delle loro tradizioni. In Mediterraneo come misura di tutela viene invece proibita la pesca con reti derivanti. Inoltre nel 2001 l'Italia ratifica e rende esecutiva l'istituzione del Santuario Pelagos per i mammiferi marini del Mediterraneo, nel bacino corso-liguro-provenzale, che si estende per circa 90'000 km<sup>2</sup> e che comprende il Mar Ligure, parte del Mar Tirreno e il Mar di Corsica. Ulteriori misure per la conservazione sono l'intensificazione dell'attività contro l'inquinamento di qualsiasi origine, la soppressione progressiva degli scarichi tossici derivanti da fonti a terra, il divieto di catture, la regolamentazione di competizioni a motore, la regolamentazione delle attività turistiche di osservazione dei cetacei (whale-watching), l'incremento di programmi di ricerca scientifica e di campagne di sensibilizzazione.

**6.35. ZIPHIUS CAVIROSTRIS G. CUVIER, 1823*****Ziphius cavirostris* G. Cuvier, 1823**

Zifio

Phylum: Chordata  
 Classe: Mammalia  
 Ordine: Cetacea  
 Famiglia: Ziphiidae



Protezione: L. 157/92 art. 2, CITES All. A, Habitat Ap.4, Berna Ap.2, IUCN DD.

**Descrizione**

Corpo cilindrico, tozzo e massiccio, lunghezza fino a circa 7 m, mediamente 5-6, per un peso di circa 2-3 t. Capo relativamente piccolo, compresso lateralmente, con un piccolo melone e con rostro corto e poco distinto. Caratteristico il profilo "a becco d'oca" con mandibola incurvata verso l'alto, a "sogghigno" sigmoide, sporgente rispetto alla mascella. Bocca con 2 denti all'estremità anteriore della mandibola nei maschi, interni alle gengive nelle femmine e nei giovani. Presenza sotto la gola di 2 solchi a forma di V non chiusa, con vertice anteriore. Pinna dorsale piccola, triangolare più o meno falcata, all'inizio del terzo posteriore, pinne pettorali piccole, sottili, alloggiata in una depressione lungo i fianchi, coda grande con seno interlobare quasi assente. Colorazione molto variabile col sesso e con l'età; nei maschi adulti da grigio ardesia a bruno, con dorso e capo chiari, spesso con il capo quasi bianco, nelle femmine da grigio scuro a bruno rossiccio. Numerose cicatrici chiare caratteristiche, simili a graffi e macchie ovali, su tutto il corpo. Nuoto abitualmente lento, 4-6 km/h, talvolta fino a 18 km/h, sequenze respiratorie rapide, immersioni oltre 1000 m, apnee oltre 40 min.

**Distribuzione**

Specie cosmopolita, diffusa nei mari tropicali, temperati caldi e freddi, assente in quelli polari. Presente in tutto il Mediterraneo, maggiormente in quello occidentale. Nelle acque italiane sembra più frequente nel Mar Ligure e nel Tirreno, completamente assente nell'Adriatico settentrionale.

**Ecologia**

Tipicamente pelagico, di acque temperate e tropicali; raramente in prossimità della costa o della piattaforma continentale. Prevalentemente teutofago, ma anche ittiofago in funzione della batimetria di caccia. Schivo e timido, comportamento sociale quasi sconosciuto, generalmente solitario o in piccoli branchi fino a un massimo di 25 individui, in media di 3-4. Longevità fino a 40 anni, maturità sessuale a circa 5 m, ignota l'esistenza di precise stagioni riproduttive; neonato lungo 2-3 m, peso circa 250 kg.

**Cause di minaccia**

Nonostante la sua ampia diffusione, specie poco abbondante. Nel Mediterraneo, oltre all'assenza di stime sulla consistenza delle popolazioni data la difficoltà di avvistamenti, le minacce principali sono costituite dalla cattura accidentale in reti pelagiche derivanti usate per la pesca al pesce spada, dal traffico marittimo, dall'inquinamento di tipo acustico, derivante principalmente dall'uso di sonar soprattutto militari, causa probabile di spiaggiamenti di massa.

**Misure per la conservazione**

Nel 1986 l'International Whale Commission approva la moratoria internazionale che vieta la caccia a tutti i cetacei, ma che comunque la permette a popolazioni locali che basano la loro sussistenza su tale risorsa o che fa parte delle loro tradizioni. In Mediterraneo come misura di tutela viene invece proibita la pesca con reti derivanti. Inoltre nel 2001 l'Italia ratifica e rende esecutiva l'istituzione del Santuario Pelagos per i mammiferi marini del Mediterraneo, nel bacino corso-liguro-provenzale, che si estende per circa 90'000 km<sup>2</sup> e che comprende il Mar Ligure, parte del Mar Tirreno e il Mar di Corsica. Ulteriori misure per la conservazione sono l'intensificazione dell'attività contro l'inquinamento di qualsiasi origine, la soppressione progressiva degli scarichi tossici derivanti da fonti a terra, il divieto di catture, la regolamentazione di competizioni a motore, la regolamentazione delle attività turistiche di osservazione dei cetacei (whale-watching), l'incremento di programmi di ricerca scientifica e di campagne di sensibilizzazione.