

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna

FACOLTÀ DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI

Dipartimento di Biologia Evoluzionistica Sperimentale

Corso di Laurea in Scienze Naturali

2002-2005: Sub per l'Ambiente Progetto Biodiversità Subacquea del Mediterraneo.

**Un monitoraggio ambientale in collaborazione con
l'industria del turismo subacqueo.**

Risultati del primo anno di ricerca.

**Tesi di Laurea di:
ANTONIO ORLANDI**

**Relatore:
Prof. FRANCESCO ZACCANTI**

**Correlatore:
Dott. STEFANO GOFFREDO**

Sessione II

Anno Accademico 2002-2003

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna

FACOLTÀ DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE NATURALI

Dipartimento di Biologia Evoluzionistica Sperimentale

Corso di Laurea in Scienze Naturali

2002-2005: Sub per l'Ambiente Progetto Biodiversità Subacquea del Mediterraneo

**Un monitoraggio ambientale in collaborazione con
l'industria del turismo subacqueo**

Risultati del primo anno di ricerca

Tesi di Laurea di:

ANTONIO ORLANDI

Relatore:

Prof. FRANCESCO ZACCANTI

Correlatore:

Dott. STEFANO GOFFREDO

Sessione II

Anno Accademico 2002-2003

"Suppose that the ultimate standard of our work were to be, not professionalism and profitability, but the health and durability of human and natural communities"

Wendell Berry

"Tutti gli uomini,
per natura,
desiderano di sapere"

Aristotele



Questo progetto è stato ideato, inserito e sviluppato
all'interno delle attività di ricerca del
MARINE SCIENCE *interdisciplinary research* GROUP

www.marinesciencegroup.org

ASTOI

ASSOCIAZIONE TOUR OPERATOR ITALIANI



QUARK



Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio

INDICE

Capitolo 1 – Introduzione	pag. 1
Capitolo 2 – Scopo della ricerca	pag. 4
Capitolo 3 – Materiali e metodi	pag. 5
3.1 Scheda di rilevamento	pag. 5
3.2 Il coinvolgimento dei volontari	pag. 6
3.3 Sostegno economico alla ricerca e patrocinio	pag. 8
3.4 Elaborazione statistica: parametri delle stazioni di rilevamento	pag. 8
3.5 Elaborazione statistica: valutazione sintetica della qualità ambientale	pag. 9
Capitolo 4 – Risultati	pag. 10
4.1 Distribuzione dei rilevamenti	pag. 10
4.2 Gerarchia della frequenza di segnalazione	pag. 11
4.3 Distribuzione delle segnalazioni dei taxa più frequenti sul fondale roccioso	pag. 11
4.4 Distribuzione delle segnalazioni dei taxa più frequenti sul fondale sabbioso	pag. 12
4.5 Lo stato della biodiversità sui fondali rocciosi	pag. 13
4.6 Lo stato della biodiversità sui fondali sabbiosi	pag. 15
Capitolo 5 – Discussione	pag. 16
5.1 Uso dei volontari per il monitoraggio ambientale	pag. 16
5.2 Lo stato della biodiversità nei mari italiani	pag. 21
5.3 Le applicazioni potenziali di Sub per l’Ambiente	pag. 22
Ringraziamenti e riconoscimenti	pag. 23
Bibliografia	pag. 26
Tabelle	pag. 34
Figure	pag. 42

CAPITOLO 1 - INTRODUZIONE

Con diversità biologica, o biodiversità, si intende un insieme di concetti comprendente molti aspetti tra loro correlati, dalla genetica e biologia molecolare alla struttura della comunità e l'eterogeneità dell'habitat. Il significato fondamentale di biodiversità probabilmente risiede nel concetto di ricchezza di specie (Baltanás 1992; May 1995; Bianchi e Morri 2000), intesa come il numero di specie presenti in un determinato luogo, regione o ecosistema. Gli ecologi sono soliti misurare la diversità mediante una serie di indici che, più o meno direttamente, mettono in relazione il numero delle specie con la loro abbondanza e/o dominanza numerica (Magurran 1988). Questo ultimo approccio è quello seguito in questa tesi.

La biodiversità ha un grande valore ecologico come indicatore dello stato di salute dell'ambiente e della capacità funzionale degli ecosistemi (Culotta 1996; Bengtsson et al. 1997; Grime 1997). I servizi prodotti dai sistemi ecologici sono critici per il funzionamento del "sistema pianeta". Essi contribuiscono al benessere umano, sia direttamente sia indirettamente e perciò rappresentano parte del valore economico totale del pianeta. Costanza et al. (1997), basandosi su studi pubblicati e su alcuni calcoli originali, hanno stimato che il valore economico dei servizi ecosistemici dell'intera biosfera oscilla con stima conservativa tra i 16 e i 54 trilioni (10^{12}) di dollari l'anno. Il crescente interesse per la diversità biologica deriva quindi dalla convinzione che ad una perdita di biodiversità segua una perdita di funzioni dell'ecosistema ed una conseguente perdita di "servizi" per l'umanità. Questi servizi includono un numero di funzioni dipendenti sia dalle interazioni chimiche e fisiche degli organismi con l'ambiente, sia dal valore che gli organismi stessi hanno come risorsa alimentare o materiale grezzo (Duarte 2000).

Il collegamento tra biodiversità, funzioni ecosistemiche e servizi è stato descritto, ad esempio, in Tilman et al. (1996), Naeem et al. (1997), Schlöpfer e Schmid (1999) per gli ambienti terrestri, e, per gli ambienti marini, ad esempio in Duarte (2000), fornendo motivazioni, oltre a quelle etiche, per la preservazione della biodiversità nel suo complesso, piuttosto che per la conservazione delle sole specie modello o di quelle "simpatiche" (il così detto effetto "Walt-Disney" descritto in Bianchi e Morri 2000). Gli sforzi per monitorare adeguatamente la

biodiversità e descriverne i collegamenti con i servizi alla società si stanno moltiplicando tanto da divenire prioritari nei programmi di ricerca internazionali sulla diversità biologica (Sheil 2001; Noss 1999; Tilman 1997; Danielsen et al 2000; Duarte 2000).

Da tutti i resoconti risulta che la diversità di specie è in rapido declino e che il suo tasso di riduzione è tale da poter essere paragonato a quello di una delle cinque maggiori estinzioni di massa che hanno colpito il nostro pianeta negli ultimi 500 milioni di anni. La prima, dell'Ordoviciano-Siluriano, ha luogo attorno a 450 milioni di anni fa e porta alla scomparsa di molluschi e coralli. La seconda, del Devoniano-Carbonifero, ha luogo circa 350 milioni di anni fa e porta alla scomparsa del 70% delle specie marine e degli invertebrati. La terza, del Permiano-Triassico, ha luogo attorno a 250 milioni di anni fa ed è la più distruttiva: scompaiono quasi tutte le specie marine e terrestri. La quarta, del Triassico-Giurassico, ha luogo circa 200 milioni di anni fa e vede scomparire il 75% della fauna marina. La quinta, del Cretaceo, avvenuta 65 milioni di anni fa, probabilmente causata dall'impatto di un meteorite, pone termine al predominio dei rettili sulla terra. Attualmente il tasso di annientamento delle specie è stimato in 50.000 l'anno, un tasso comparabile a quello delle estinzioni di massa in epoca geologica, tanto consistente che Leakey e Lewin (1995) indicano i suoi effetti come "la sesta estinzione". Orr (2003) riporta come cause principali di questo declino la crescita della popolazione umana, l'espansione economica, l'inquinamento, il cambiamento climatico, l'attività estrattiva, il disboscamento, l'espansione urbana, le coltivazioni intensive, lo spostamento delle popolazioni indigene. In ogni caso, la maggior parte della preoccupazione e dei dibattiti relativi alla biodiversità appaiono attualmente come un "affare terrestre", la biodiversità marina ha ricevuto, infatti, solo una piccola frazione dell'attenzione complessiva (Ormond 1996). Ciononostante la crisi della biodiversità marina sta evidenziandosi in maniera eclatante. Più evidente nelle aree costiere, dove, ad esempio, la riduzione delle mangrovie, delle scogliere coralline e delle praterie di fanerogame, risulta, secondo quanto riportato da Fortes (1988) e Short ed Wyllie-Echeverria (1996) un fenomeno diffuso, la crisi della biodiversità marina si estende però anche all'ambiente pelagico dove le popolazioni di grandi pesci sono state decimate (Pauly et al. 1998).

Dai dati reperibili nella letteratura scientifica, risulta che il Mar Mediterraneo accoglie oltre 8500 specie di organismi macroscopici. Comparando questo dato con quello relativo agli oceani di tutto il mondo, risulta che il Mediterraneo ospita il 6.3% delle specie marine del pianeta. Se si considera inoltre che Defant (1961) ha calcolato che questo mare rappresenta solo lo 0.82% della superficie degli oceani e che una frazione apprezzabile della sua biodiversità, una specie su quattro, è rappresentata, come indicano Giaccone (1999), Fredj et al. (1992) e Tortonese (1985), da endemismi, diventa lampante quanto sia grande la sua ricchezza di specie (Bianchi e Morri 2000).

La biodiversità del Mediterraneo sta subendo una rapida alterazione. Esistono evidenze che una delle principali ragioni possa essere riconosciuta nel cambiamento climatico (Francour et al. 1994; Bianchi e Morri 2000). Ad esempio, come evidenziato in Bethoux et al. (1990), Sparnocchia et al. (1994), Astraldi et al. (1995), il Mar Ligure, una delle aree più fredde dell'intero bacino del Mediterraneo, sta mostrando una tendenza al riscaldamento. Come probabile conseguenza, nell'ultimo ventennio è stata registrata in tale area una elevata presenza di specie di acque calde, con la costituzione di popolazioni stabili, contemporaneamente a catastrofici episodi di mortalità di massa di organismi bentonici (Bianchi e Morri 1993, 1994; Nieder et al. 2000; Cerrano et al. 2000). Le modificazioni climatiche sembrano combinarsi a quelle di natura direttamente antropica, causando forti degradazioni degli interi popolamenti macrobentonici e delle loro facies. Emblematico è il caso descritto da Bourcier (1996) riguardante la costa della Provenza a est di Marsiglia. E' possibile trovare anche esempi di alterazioni di origine antropica della biodiversità del Mediterraneo. Pérès e Picard (1964) e Romero (1985) mostrano un significativo deterioramento delle praterie di *Posidonia oceanica*, la comunità climax dei fondi molli della fascia infralitorale. Tale deterioramento, come proposto da Bianchi e Peirano (1995) e Peirano e Bianchi (1997), potrebbe ritenersi dovuto allo sviluppo urbano ed industriale. Un altro esempio di alterazione antropogenica della biodiversità del Mediterraneo riguarda le modificazioni apparentemente irreversibili che l'introduzione dell'alga verde tropicale *Caulerpa taxifolia* ha causato agli ecosistemi costieri (DeVillèle e Verlaque. 1995; Meinesz e Boudouresque 1996; Meusnier et al. 2001; Wiedemann et al. 2001).

Le azioni di conservazione della diversità biologica e la pianificazione per un uso sostenibile dei suoi componenti sono necessità prioritarie su scala globale. Tra le otto azioni che la Convenzione sulla Diversità Biologica di Rio de Janeiro del 1992, sottoscritta da più di 200 nazioni, indica come prioritarie vi è il monitoraggio dei componenti della biodiversità su grande scala geografica (De Fontaubert et al. 1996; Baird et al. 2000; Danielsen et al. 2000). Il monitoraggio fornisce le linee guida per la gestione della diversità biologica in termini di produzione e conservazione, quantificando i cambiamenti delle risorse nel tempo e nello spazio (Niemełä 2000; Sheil 2001).

Come proposto da Greenwood (1994), Pattengill-Semmens e Semmens (2003), i cittadini volontari possono contribuire efficacemente alla raccolta di dati nell'ambito di attività di monitoraggio. I lavori di Schmitt e Sullivan (1996), Fore et al. (2001), Newman et al. (2003) dimostrano che i volontari, quando preparati adeguatamente, possono raccogliere dati affidabili e eseguire valutazioni comparabili a quelle eseguite dai professionisti. Il coinvolgimento e l'addestramento di volontari assicura alla ricerca la disponibilità di operatori motivati, il contenimento dei costi e una quantità di informazioni difficilmente reperibili da un singolo ricercatore. Medio (1997), Bryskle (2002) e Goffredo et al. (2003) hanno sottolineato che il coinvolgimento dei cittadini ha, inoltre, un importante valore educativo in quanto accresce la sensibilità alle problematiche della conservazione. Questo influenza positivamente il comportamento dei cittadini e può determinare una riduzione dell'impatto sull'ambiente (Medio 1997; Bryskle 2002). Il limite maggiore nella collaborazione con i volontari è stato riscontrato nell'impossibilità di ottenere uno sforzo di rilevamento uniformemente distribuito nel tempo e nello spazio (Fore et al 2001; Goffredo et al. 2003).

CAPITOLO 2 - SCOPO DELLA RICERCA

La presente ricerca, denominata "Sub per l'Ambiente – Progetto Biodiversità Subacquea del Mediterraneo", ha lo scopo di ottenere indicazioni sullo stato della biodiversità marina lungo le coste italiane, avvalendosi della collaborazione di subacquei ricreativi volontari (Figura 1). Tale progetto nasce sulla base dei risultati ottenuti da una precedente monitoraggio ideato nel nostro laboratorio (Missione *Hippocampus* Mediterraneo; Goffredo et al. 2003), nel

quale le popolazioni di cavalluccio marino mediterranee sono state censite in collaborazione con i subacquei ricreativi. “Sub per l’Ambiente” rappresenta la prosecuzione di un originale filone di ricerca concernente il monitoraggio della biodiversità, che trova, come proposto da Greenwood (1994), i fondamenti della sua realizzazione nel rapporto tra ricercatori professionisti e cittadini volontari.

CAPITOLO 3 - MATERIALI E METODI

3.1 Scheda di rilevamento

Il progetto ha una durata quadriennale (2002-2005). Per la raccolta dei dati sulla biodiversità marina delle aree costiere dei mari italiani sono coinvolti i subacquei ricreativi. In Schmitt e Sullivan (1996), Pattengill-Semmens e Semmens (2003) e Goffredo et al. (2003) sono reperibili le metodiche di monitoraggio coinvolgenti i subacquei e la descrizione delle caratteristiche della attività subacquea ricreativa. Ai subacquei volontari è chiesto di compilare una apposita scheda di rilevamento. Essa è costituita di due sezioni, una atta alla identificazione degli organismi censiti (Figura 2), una atta alla registrazione dei dati (Figura 3).

I taxa censiti sono stati scelti sulla base di due caratteristiche principali:

- facilità di riconoscimento del taxon da parte di un operatore non professionista;
- appartenenza al dominio bentonico o stanzialità.

Queste caratteristiche dovrebbero assicurare che il metodo di indagine sia adeguato alle capacità effettive degli operatori coinvolti (“method calibration” in Newman et al. 2003) e che lo stato della biodiversità censita sia correlato ai fattori di stress locali (Richards e Bohnsack 1990; Leppäkoski et al. 1999; Niemelä 2000; Therriault e Kolasa 2000).

I taxa così individuati sono stati 44 (3 piante e 41 animali), appartenenti a 11 phyla differenti (3 per le piante e 8 per gli animali).

In accordo con i lavori di Schmitt e Sullivan (1996), Goffredo et al. (2003), Pattengill-Semmens e Semmens (2003), i dati richiesti sono: le generalità del rilevatore, il suo livello di esperienza, l’agenzia di didattica subacquea di appartenenza, le caratteristiche tecniche dell’immersione (luogo, data, ora,

profondità, tempo), il tipo di ambiente esplorato (fondale sabbioso, roccioso o altro), l'abbondanza degli organismi avvistati. Per ciascun organismo censito sono stati definiti gli intervalli per le classi di abbondanza "raro", "frequente", "abbondante", sulla base della frequenza con cui i singoli organismi sono normalmente presenti in natura. Ad esempio, il pesce *Chromis chromis* (castagnola, identificato nella scheda con il codice 17/M), è considerato "raro" sino a 10 esemplari avvistati, "frequente" sino a 100, "abbondante" oltre 100; il pesce *Epinephelus guaza* (cernia bruna, identificato nella scheda con il codice 17/H), è considerato "raro" sino a 2 esemplari avvistati, "frequente" sino a 4, "abbondante" oltre 4. Infine, è richiesta la segnalazione dell'eventuale avvistamento di rifiuti solidi.

3.2 Il coinvolgimento dei volontari

Come visto in Goffredo et al. (2003) il ruolo delle agenzie didattiche è essenziale nel coinvolgimento di subacquei ricreativi e "Sub per l'Ambiente" è sostenuto dalle più importanti agenzie di didattica subacquea operanti in Italia: IDEA - International Diving Educators Association, PADI - Professional Association Diving Instructor, SNSI - Scuba Nitrox Safety International, SSI - Scuba Schools International. Le agenzie didattiche hanno il compito di stampare le copie delle schede di rilevamento e di distribuirle nelle scuole di subacquea, nelle piscine, nei centri d'immersione e nei negozi specializzati. Inoltre, sotto la supervisione di ricercatori del Dipartimento di Biologia dell'Università di Bologna, esse hanno organizzato e organizzano stage di formazione sulle problematiche e sulle metodiche della ricerca per le loro guide ed istruttori. Tali incontri formativi si tengono presso i centri di immersione e presso le scuole subacquee di gran parte d'Italia nel corso di fine settimana dedicati alla formazione del personale, ma anche durante manifestazioni, pubbliche o appositamente organizzate, comunque inerenti l'attività turistica e subacquea ricreativa. In questo modo, una volta ripresa l'attività quotidiana, le guide e gli istruttori sono in grado di sensibilizzare e coinvolgere al meglio i subacquei ricreativi dei loro gruppi. In particolare, in occasione del salone europeo delle attività subacquee "EU.DI. Show" che si svolge annualmente in Italia, è stato possibile organizzare un fine

settimana di conferenze e stage per alcune migliaia di guide ed istruttori subacquei.

Considerato costi e benefici, la realizzazione di questi incontri di formazione si è rivelata un metodo efficiente. Come esposto in Newman et al. 2003, essa ha, infatti, permesso la formazione simultanea, in un tempo relativamente breve, di un gran numero di subacquei motivati a raccogliere dati e a coinvolgere altre persone. Inoltre, in collaborazione con l'Ufficio Stampa dell'Università di Bologna e in accordo con quanto proposto nel lavoro di Day e Monroe (2000), in cui si evidenzia il prezioso ruolo dei mass media nell'educazione ambientale e nel coinvolgimento dei cittadini, al fine di sensibilizzare e avvicinare alla ricerca il più alto numero possibile di subacquei ricreativi, sono stati contattati i principali mass-media Italiani: le redazioni di televisioni, radio, giornali e siti internet hanno risposto positivamente, descrivendo, in appositi spazi, le problematiche, gli scopi e le metodiche della ricerca e invitando i subacquei a prenderne parte. In questa ottica sono stati definiti anche precisi accordi di collaborazione con alcune testate divulgative: per la carta stampata, la rivista Quark (Hachette – Rusconi) per la televisione, il programma SuperQuark (RAI - Radiotelevisione Italiana). Per aggiornare in tempo reale i collaboratori volontari sull'andamento della ricerca e sulle iniziative ad essa correlate (manifestazioni e stage di formazione, congressi, escursioni subacquee per il monitoraggio) è stato realizzato anche il sito internet www.marinesciencegroup.org. Sulla base delle esperienze pregresse del progetto "Orca", sul sito www.earthwatch.org, e del progetto "Missione *Hippocampus* Mediterraneo" in Goffredo et al. (2003), l'istituzione di un sito internet e le azioni di corrispondenza sono ritenute fondamentali per la gratificazione e la fidelizzazione dei volontari. Periodicamente, tramite posta elettronica e/o posta normale, sono state inviate ai subacquei anche le relazioni con gli aggiornamenti sull'andamento della ricerca, attestati di partecipazione, ringraziamenti e varie comunicazioni.

Le associazioni ambientaliste Underwater Life Project e Project Aware contribuiscono alla ricerca con la pianificazione e l'organizzazione di programmi di educazione ambientale integrati al progetto.

3.3 Sostegno economico alla ricerca e patrocinio

La ricerca è sostenuta economicamente da ASTOI, Associazione dei Tour Operator Italiani, ADISUB, Associazione delle Didattiche Subacquee operanti in Italia - IDEA Europe, PADI Europe, SNSI, SSI Italia - Moby's, azienda di attrezzature subacquee, dal Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca ed è patrocinata dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (Figure 1 e 4). Tra gli altri, Medio et al. (1997), Suter (1998) e Sheil (2001) suggeriscono che i progetti di monitoraggio e conservazione debbano essere basati su rapporti interdisciplinari che coinvolgano, ad esempio, le realtà dei parchi, dell'industria, della ricerca e della politica.

3.4 Elaborazione statistica: parametri delle stazioni di rilevamento

Le schede pervenute nell'anno sono state scorporate per ambienti roccioso, sabbioso e altro. L'elaborazione statistica è stata eseguita per gli ambienti sabbioso e roccioso. Le schede relative a questi ambienti sono state scorporate per siti di immersione. Un sito di immersione corrisponde ad una superficie esplorata media di 10.000 m² (Medio et al. 1997). I siti di immersione da cui sono provenute almeno 10 schede nel corso dell'anno sono definiti "stazioni di rilevamento". Per ciascuna stazione di rilevamento si è proceduto alla analisi statistica con il calcolo dei seguenti parametri ambientali, secondo quanto indicato in Schmitt e Sullivan (1996), Goffredo et al. (2003) e Pattengill-Semmens e Semmens (2003):

- numero di schede registrate nell'anno;
- data e profondità media dei rilevamenti;
- numero di taxa vegetali rilevati (S_V);
- frequenza di avvistamento di ciascun taxa vegetale in termini di percentuale di immersioni in cui il taxa è stato segnalato;
- abbondanza relativa di ciascun taxa vegetale come media della abbondanza con cui il taxon è stato segnalato;
- valore della biodiversità vegetale calcolato con l'indice di Shannon-Wiener (biodiversità osservata H_{SHV} , biodiversità massima $L(S_V)$, indice di equipartizione E_{SHV} ; Shannon 1948; Spellerberg e Fedor 2003);

- numero di taxa animali rilevati (S_A);
- frequenza di avvistamento di ciascun taxa animale in termini di percentuale di immersioni in cui il taxa è stato segnalato;
- abbondanza relativa di ciascun taxa animale come media delle abbondanze con cui il taxon è stato segnalato;
- valore della biodiversità animale calcolato con l'indice di Shannon-Wiener (biodiversità osservata H_{SHA} , biodiversità massima $L(S_A)$, indice di equiripartizione E_{SHA});
- frequenza di avvistamento di rifiuti solidi in termini di percentuale di immersioni in cui i rifiuti sono stati segnalati, f_r .

I siti di immersione che non hanno raggiunto la quota delle 10 schede in un anno sono definiti "siti sparsi" e le loro schede saranno elaborate in seguito ad eventuali ulteriori apporti di informazioni.

3.5 Elaborazione statistica: valutazione sintetica della qualità ambientale

Al fine di una valutazione sintetica dello stato delle singole stazioni è stato costruito un modello di "stazione standard" di riferimento. Per il calcolo dei parametri della stazione standard si è proceduto come segue:

I) Calcolo dei limiti di confidenza dei parametri ambientali. Per le stazioni individuate per un determinato ambiente, sono stati presi in considerazione i parametri S_V , H_{SHV} , E_{SHV} , S_A , H_{SHA} , E_{SHA} e f_r ("parametri principali") e le frequenze di avvistamento dei singoli taxa ("parametri speciali"). Per i primi sei parametri principali e per i parametri speciali sono stati calcolati media e limite di confidenza inferiore, per il parametro principale f_r media e limite di confidenza superiore;

II) Approssimazioni successive per il calcolo dei parametri ambientali della stazione standard. Per approssimazioni successive, le stazioni che non hanno raggiunto il limite di confidenza per i parametri S_V , H_{SHV} , E_{SHV} , S_A , H_{SHA} , E_{SHA} , o che hanno superato il limite di confidenza per il parametro principale f_r sono state scartate. Le approssimazioni successive sono proseguite per n volte, sino a quando i limiti di confidenza dei parametri principali non hanno raggiunto valori asintotici. I valori asintotici dei limiti di confidenza dei parametri principali e dei

parametri speciali sono stati assunti come parametri ambientali della stazione standard;

III) Indice di qualità ambientale delle stazioni di rilevamento. I parametri ambientali delle singole stazioni sono stati comparati a quelli della stazione standard. I parametri che non hanno raggiunto i requisiti minimi sono stati considerati come anomalie (per i parametri S_V , H_{SHV} , E_{SHV} , S_A , H_{SHA} , E_{SHA} e frequenze di avvistamento dei singoli taxa, il valore della stazione doveva essere maggiore o uguale al valore della stazione standard, per il parametro f_r , il valore della stazione doveva essere minore o uguale al valore della stazione standard). Il numero di anomalie individuato nella stazione è stato normalizzato su una scala da 0 a -1, nella quale lo 0 indica assenza di anomalie e -1 indica totalità di anomalie.

CAPITOLO 4 - RISULTATI

4.1 Distribuzione dei rilevamenti

Nell'anno 2002, 1006 persone hanno registrato 3721 schede di rilevamento, corrispondenti a 2705 ore di immersione. Di queste schede l'83.1% è riferito all'ambiente roccioso, il 13.5% a quello sabbioso e il 3.3% ad altro ambiente (Tabella 1). Le schede elaborate, cioè quelle appartenenti a "stazioni di rilevamento", sono state 2054, distribuite in 77 stazioni, per l'ambiente roccioso e 136, distribuite in 7 stazioni, per l'ambiente sabbioso; le schede non elaborate, cioè quelle appartenenti a "siti sparsi" sono state 1040 per l'ambiente roccioso e 368 per l'ambiente sabbioso. Il numero massimo di schede elaborate per stazione è stato 106 per le stazioni dell'ambiente roccioso e 30 per le stazioni dell'ambiente sabbioso (Figura 5). Le stazioni sono state campionate tra Aprile e Novembre, con la maggioranza dei rilevamenti eseguiti nel periodo estivo (data media dei rilevamenti per l'ambiente roccioso = 8 Luglio 2002, E. S. ± 1.3 , data media dei rilevamenti per l'ambiente sabbioso = 25 Luglio 2002, E. S. ± 5.0 ; Figura 6). La profondità esplorata è variata tra 7 e 28 m per le stazioni dell'ambiente roccioso (profondità media dei rilevamenti = 18.8 m, E. S. ± 0.2 ; Figura 7A) e tra 5 e 17 m per le stazioni dell'ambiente sabbioso (profondità media dei rilevamenti = 10.9, E. S. ± 0.4 ; Figura 7B). I mari Ligure e Tirreno

settentrionale sono stati quelli più rilevati, con il 77.9% delle schede di rilevamento elaborate (Figura 8).

4.2 Gerarchia della frequenza di segnalazione

Le frequenze di segnalazione degli organismi nei due ambienti principali sono risultate differenziali (Tabelle 2, 3). Ad esempio, mentre il corallo rosso (*Corallium rubrum*), la gorgonia rossa (*Paramuricea clavata*), l'aragosta (*Palinurus elephas*), la trina di mare (*Sertella septentrionalis*), la stella serpentina liscia (*Ophioderma longicaudum*) e la patata di mare (*Halocynthia papillosa*) hanno avuto frequenze di segnalazione significativamente superiori sui fondali rocciosi, il granchio melograno (*Calappa granulata*), la razza diodata (*Raja clavata*) e il cavalluccio marino ramuloso (*Hippocampus ramulosus*) hanno avuto frequenze di segnalazione significativamente superiori sui fondali sabbiosi.

4.3 Distribuzione delle segnalazioni dei taxa più frequenti sul fondale roccioso

Le frequenze di segnalazione dei singoli organismi sono variate significativamente tra le stazioni sul fondale roccioso (Tabella 4). Tra gli organismi che risultano più frequenti su questo tipo di fondale, il corallo rosso è risultato più segnalato (in oltre il 50% delle immersioni) nelle stazioni liguri nei pressi di Portofino (Genova; segnalato sino al 77.8% delle immersioni nella stazione "dragone") e in quelle toscane, sia costiere, nei pressi di Quercianella (Livorno; segnalato sino al 100% delle immersioni nella stazione "spacca") e di Porto S. Stefano (Grosseto; sino al 64.3% delle immersioni nella stazione "argentarola"), sia insulari, all'Elba (sino al 63.6% delle immersioni nella stazione "corallina"). La gorgonia rossa ha presentato una distribuzione geografica delle frequenze di avvistamento simile a quella descritta per il corallo rosso. In comune con quest'ultimo, ha mostrato, tra le aree di maggior frequenza, Portofino (segnalata sino al 100% delle immersioni nella stazione "secca isuela"), Quercianella (sino al 92.3% nella stazione "spacca"), Porto S. Stefano (sino allo 85.7% nella stazione "argentarola") e l'isola d'Elba (sino allo 80% nella stazione "fetovaia"). Inoltre, la gorgonia rossa è risultata frequente nella zona di Menton

(Provenza; segnalata sino al 100% delle immersioni nella stazione “pertuso”), in quella di Bonifacio (nel 72.7% delle immersioni nella stazione “lavezzi”), all’isola del Giglio (sino allo 82.2% nella stazione “scole”) e all’isola di Giannutri (sino allo 68.8% nella stazione “punta S. Francesco”). L’aragosta è risultata più segnalata nelle stazioni della Sardegna nord-occidentale (con una punta del 76.9% nelle immersioni a “punta salippi”), nella stazione “secca di S. Pietro” nei pressi di Levanto (La Spezia; segnalata nel 100% delle immersioni), nelle stazioni nei pressi di Quercianella (nel 92.3% delle immersioni nella stazione “spacca”) e in alcune stazioni dell’isola d’Elba (nel 57.9% alle “formiche della zanca”). La trina di mare è risultata più segnalata nella stazione “secca di S. Pietro” (Levanto; nel 91.7% delle immersioni), in stazioni nei pressi di Quercianella (nell’81.8% delle immersioni nella stazione “finestre”), in stazioni nei pressi di Grosseto (nel 66.7% a “cala grande”), in stazioni dell’isola d’Elba (54.2% all’“enfola”), in stazioni dell’isola del Giglio (58.3% a “gabbianara”), nelle stazioni di Pantelleria (80% a “punta del russo”) e a “cala porta alga” nei pressi di Polignano a mare (Bari; segnalata nel 63.6% delle immersioni). La stella serpentina liscia è risultata più segnalata nella stazione “punta secca” (Isola di Giannutri; segnalata nel 64% delle immersioni) e nelle stazioni nei pressi di Polignano a mare (sino al 100% delle immersioni nelle stazioni “cala penza” e “cala porta alga”). La patata di mare è l’unico taxon, tra quelli che sono risultati più frequenti sul fondale roccioso, ad avere presentato una distribuzione delle frequenze di avvistamento piuttosto omogenea, risultando segnalata in oltre il 50% delle immersioni nella maggioranza delle stazioni (46 stazioni su 77, pari al 59.7%).

4.4 Distribuzione delle segnalazioni dei taxa più frequenti sul fondale sabbioso

Tra gli organismi che sono risultati più frequenti sul fondale sabbioso (Tabella 5), il granchio melograno e la razza chiodata sono risultati più segnalati nella stazione “torre delle stelle” nei pressi di Fiumi di Quarto (Cagliari; segnalati nel 100 e 50% delle immersioni rispettivamente), il cavalluccio marino ramuloso nella stazione “spiaggia di Sistiana” nei pressi di Trieste (segnalato nel 100% delle immersioni).

4.5 Lo stato della biodiversità sui fondali rocciosi

Il numero di taxa vegetali per stazione atteso dallo standard di riferimento per l'ambiente roccioso è stato 4 (Figura 9A). L'80.5% delle stazioni ha rispettato le attese dello standard. Una concentrazione di stazioni che non hanno rispettato il valore atteso si evidenzia nei pressi di Polignano a mare (Bari; 2 stazioni su 3) e, tra Menton e Levanto, lungo la costa delle Provenza e della Liguria (10 stazioni su 16). La biodiversità vegetale è apparsa, in generale, al disotto dei valori attesi (Figura 9B, C; differenza media tra valore osservato e atteso -53.9%, E. S. ± 8.6 per la biodiversità osservata e -31.2%, E. S. ± 14.4 per l'indice di equiripartizione). Solo alcune situazioni puntiformi si sono differenziate in senso positivo avendo superato il valore minimo atteso. Queste sono state le stazioni "salto" e "punta salippi" nella Sardegna Nord occidentale nei pressi di Stintino, "canalone" e "pifferaio" nei pressi di Bergeggi e "canyon" nei pressi di Levanto, lungo la costa della Liguria, "scoglio dell'eremita" nella costa pugliese nei pressi di Polignano a mare, "cala del caffè" all'isola di Caprara (arcipelago delle Tremiti), "il castello" nei pressi di Medveja (Istria nord orientale).

Il numero di taxa animali per stazione previsto dallo standard di riferimento per l'ambiente roccioso è stato di almeno 55 (Figura 9D). Solo il 7.8% delle stazioni ha rispettato le attese dello standard. Queste stazioni sono state localizzate, in Toscana, lungo la costa continentale ("le gorgonie" nei pressi di Quercianella e "cala grande" nei pressi di porto S. Stefano) e nelle isole dell'arcipelago ("il turco" a Capraia e "l'enfola" all'Elba) e in Sicilia presso l'isola di Pantelleria ("porto dietro l'isola" e "punta polacca"). La biodiversità animale, calcolata per le stazioni dell'ambiente roccioso, è apparsa, in generale, al disotto dei valori attesi con differenze medie del -21.0% (E. S. ± 1.95) e del -19.9% (E. S. ± 1.8) per la biodiversità osservata e per l'indice di equiripartizione, rispettivamente (Figura 9E, F). Solo alcune stazioni si sono differenziate in senso positivo rispettando le attese dallo standard di riferimento. Queste stazioni sono state "il faro" nei pressi di Portofino, "calafuria" e "cartellino" nella costa a sud di Livorno tra Antignano e Quercianella, "cala del corvo" all'isola del Giglio, "punta s. francesco" e "punta secca" all'isola di Giannutri, "scogliera del parco marino" nei pressi di Grignano (Trieste).

La frequenza di avvistamento di rifiuti per stazione ammessa dallo standard di riferimento è stata di 9.3 segnalazioni su 100 immersioni (Figura 10). In generale, le stazioni hanno superato ampiamente il limite concesso, con una differenza media del +249.4% (E. S. ± 34.2). Quindici stazioni hanno rispettato le attese mostrando frequenze uguali o inferiori a quelle dello standard di riferimento. Queste stazioni sono state localizzate per il 60.0% sulle isole (“lavezzi” nei pressi di Bonifacio, “punta salippi” all’Asinara, “cala rotonda” a Pantelleria, “l’aereo”, “capo”, “formiche” e “zenobito” a Capraia, “corbella” all’Elba e “punta s. francesco” a Giannutri), per il 33.3% al largo della costa continentale, ad oltre 200 m di distanza (di fronte alla costa toscana, “cartellino”, “finestre”, “spacca” e “tato point” tra Antignano e Quercianella e “argentarola” nei pressi di Porto . Stefano) e per il 6.7% sulla costa continentale (“cristo degli abissi”, nei pressi di Portofino). In particolare, l’area con le frequenze di avvistamento di rifiuti più basse è risultata l’isola di Capraia (frequenza media 8.8%, E. S. ± 2.2), quella con le frequenze più alte la costa continentale pugliese nei pressi di Polignano a mare (frequenza media 80.4%, E. S. ± 10.9).

L’indice di qualità calcolato per ogni stazione è variato da valori minimi compresi tra -0.875 e -0.626 (qualità bassa) a valori massimi compresi tra -0.375 e -0.126 (qualità discreta; Figure 11, 12). In particolare, le stazioni in cui è risultata una qualità bassa (14 stazioni) sono state distribuite in maggioranza (92.9%) sul continente, quelle in cui è risultata una qualità discreta (17 stazioni) sono state distribuite in maggioranza (76.5%) sulle isole. Tra le aree geografiche campionate, quelle che hanno presentato i valori più bassi dell’indice di qualità sono state la costa della Provenza e della Liguria (area V; indice medio -0.667, E. S. ± 0.035) e quella pugliese nei pressi di Polignano a mare (area XII; indice medio -0.614, E. S. ± 0.123), quelle che hanno presentato i valori più alti sono state l’Isola di Pantelleria (area IV; indice medio -0.320, E. S. ± 0.018) e l’Isola di Giannutri (area X; indice medio -0.319, E. S. ± 0.005), quest’ultima però con solo due stazioni campionate.

4.6 Lo stato della biodiversità sui fondali sabbiosi

Il numero di taxa vegetali per stazione atteso dallo standard di riferimento per l'ambiente sabbioso è stato di 3 (Figura 13A). Tra le stazioni, si sono evidenziate in senso positivo “scoglione” all'isola di Capraia, “riportò” e “spiaggia del relitto” all'isola d'Elba e “cala dell'allume” all'isola del Giglio, in senso negativo “spiaggia di sistiana” nei pressi di Trieste. La biodiversità vegetale è apparsa, in generale, al disopra dei valori attesi (Figura 13B, C; differenza media tra valore osservato nella stazione e atteso +38.6%, E. S. ± 26.4 per la biodiversità osservata e +39.2%, E. S. ± 22.4 per l'indice di equiripartizione). La stazione “cala dell'allume” si è differenziata presentando valori inferiori allo standard sia per la biodiversità osservata (-39.5%) sia per l'indice di equiripartizione (-47.5%).

Il numero di taxa animali per stazione previsto dallo standard di riferimento è stato di almeno 14 (Figura 13D). Solo la stazione “spiaggia di bergeggi” nei pressi di Savona non ha raggiunto il valore minimo previsto, con soli 5 taxa segnalati. La biodiversità animale, calcolata per le stazioni dell'ambiente sabbioso è apparsa, in generale, al disopra dei valori attesi con differenze medie del +65.1% (E. S. ± 27.2) e del +41.9% (E. S. ± 20.6) per la biodiversità osservata e per l'indice di equiripartizione, rispettivamente (Figura 13E, F). Solo la stazione “torre delle stelle” nei pressi di Fiume di Quarto (Cagliari) si è differenziata in senso negativo non rispettando le attese dello standard di riferimento (-37.8% per la biodiversità osservata, -44.6% per l'indice di equiripartizione).

La frequenza di avvistamento di rifiuti per stazione ammessa dallo standard di riferimento è stata di 64.9 segnalazioni su 100 immersioni (Figura 14). Quattro stazioni hanno rispettato le attese mostrando frequenze inferiori a quelle dello standard. Di queste, una è stata localizzata nella Sardegna meridionale (“torre delle stelle”) e tre sono state localizzate nelle isole dell'arcipelago toscano (“scoglione” a Capraia, “spiaggia del relitto” all'Elba e “cala dell'allume” al Giglio). Due delle tre stazioni che non hanno rispettato le attese sono state localizzate sulla costa continentale (“spiaggia di bergeggi” nei pressi di Savona e “spiaggia di sistiana” nei pressi di Trieste), una all'isola d'Elba (“riportò” nei pressi di Marciana Marina).

L'indice di qualità calcolato per ogni stazione è variato da valori minimi compresi tra -0.375 e -0.126 (qualità discreta) e valori massimi compresi tra -0.125 e 0.000 (qualità buona; Figure 15 e 16). In particolare, delle quattro stazioni in cui è risultata una qualità discreta, due sono state localizzate sul continente ("spiaggia di bergeggi" nei pressi di Savona e "spiaggia di sistiana" nei pressi di Trieste), una nella Sardegna meridionale ("torre delle stelle" nei pressi di Fiumi di Quarto) e una all'isola del Giglio ("cala dell'allume" nei pressi di Campese); le tre stazioni in cui è risultata una qualità buona sono tutte insulari ("scoglione" a Capraia, "riportò" e "spiaggia del relitto" all'Elba).

CAPITOLO 5 – DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

5.1 Uso dei volontari per il monitoraggio ambientale

I dati raccolti in questa ricerca provengono esclusivamente dall'operato di subacquei volontari. Negli ultimi anni, nell'ambito accademico-scientifico internazionale, sta nascendo la consapevolezza che l'impiego dei volontari in opere di monitoraggio degli ambienti naturali possa contribuire all'acquisizione di informazioni. Tale contributo risulta ancora più indicato nel caso in cui scarseggino le risorse per un siffatto modello di ricerca. Un gruppo intergovernativo statunitense ha censito nel Nord America l'esistenza di oltre 500 associazioni di cittadini impegnate costantemente nel monitoraggio della qualità delle acque e ha suggerito che gli sforzi di queste associazioni siano integrati ufficialmente nei programmi governativi (U. S. G. S. 1995). L'U. S. E. P. A. (1997), l'Agenzia per la Protezione Ambientale degli Stati Uniti, supporta il monitoraggio eseguito da volontari con azioni che vanno dalla sponsorizzazione di conferenze per favorire lo scambio di informazioni tra gruppi di volontariato, agenzie governative, realtà imprenditoriali ed educatori, alla elargizione di fondi dedicati alla formazione dei volontari e alla realizzazione dei monitoraggi. In Europa esempi di studi scientifici basati sulla collaborazione dei volontari non-professionisti provengono, tra gli altri, dalla Gran Bretagna e dall'Italia. In Gran Bretagna, "The British Trust for Ornithology's Garden Bird Watch Survey" (www.bto.org/gbw) e "The Bat Conservation Trust" (www.bats.org.uk) hanno realizzato censimenti di uccelli e di pipistrelli su grande scala geografica, in Italia

“Missione *Hippocampus Mediterraneo*” (Goffredo et al. 2003) ha realizzato un censimento di cavallucci marini. L’impiego di cittadini volontari per raccogliere informazioni mancanti o di difficile reperimento sembrerebbe un metodo ovvio per riempire le lacune, ma ricercatori e amministratori devono fare attenzione alla qualità e alla validità dei dati provenienti dal volontariato. Alcuni studi hanno dimostrato che i cittadini, quando stimolati, coinvolti e formati correttamente, possono raccogliere informazioni qualitativamente simili a quelle raccolte da professionisti (Greenwood 1994; Fore et al. 2001; Newman et al. 2003). Nel nostro caso, i subacquei ricreativi sono stati assistiti sul campo durante la fase di raccolta dati da guide ed istruttori subacquei, a loro volta formati nel corso di appositi seminari. Inoltre, le specie censite sono risultate di facile riconoscimento per caratteristiche morfologiche peculiari che le rendono identificabili fin dal primo avvistamento e per essere le “specie obiettivo” dei subacquei ricreativi, rappresentate nei manuali di istruzione sin dai livelli base. A sostegno della affidabilità dei rilevamenti, le distribuzioni per ambienti delle frequenze di avvistamento dei taxa rilevate dai subacquei, sono risultate sostanzialmente in accordo con le distribuzioni ecologiche note. Inoltre, le frequenze di avvistamento rilevate sono state sostanzialmente in accordo con le distribuzioni geografiche reperibili in letteratura per alcuni dei taxa censiti. Ad esempio, tra gli organismi caratteristici dei fondi duri, il corallo rosso è risultato più segnalato dai subacquei nelle stazioni continentali nei pressi di Portofino, Quercianella, Porto S. Stefano e in quelle insulari dell’isola Elba, in accordo con dati presenti nei lavori di Abbiati et al. (1992, 1993), Garrabou e Harmelin (2002), Santangelo et al. (2003); la gorgonia rossa è risultata più segnalata nelle stazioni continentali nei pressi di Menton, Portofino, Quercianella, Porto S. Stefano e in quelle insulari dell’Elba, Giglio, Giannutri e Lavezzi, in accordo con i dati presenti in Weinberg (1978), Gili et al. (1989), Cerrano et al. (2000). Tra gli organismi caratteristici dei fondi molli, il cavalluccio marino ramuloso è risultato più segnalato nei pressi di Sestiana, in accordo con i dati presenti in Goffredo et al. (2003). Altre informazioni richieste, come località, profondità, tempi, ambienti, sono dati con i quali i subacquei hanno una ottima confidenza, in quanto, indipendentemente dalla partecipazione ad eventuali monitoraggi, essi sono discussi al termine di tutte le immersioni ricreative per potere essere registrati sui log book, libretti personali di immersione. In Schmitt e Sullivan (1996), Goffredo et al. (2003) e Pattengill-

Semmens e Semmens (2003), è possibile riscontrare come anche altri studi, in cui i subacquei sono stati gli operatori volontari della ricerca per aver registrato dati sulla presenza di pesci in apposite schede, sono stati in grado di fornire quadri rappresentativi della distribuzione geografica ed ecologica dei taxa censiti.

Il limite più importante nella collaborazione con i volontari riscontrato nel corso del primo anno di ricerca è stato la difficoltà di ottenere un campionamento uniformemente distribuito su vasta scala geografica. La netta maggioranza della schede di rilevamento è, infatti, provenuta dai fondali rocciosi e dalle coste dei mari Ligure e Tirreno settentrionale. La disomogeneità del campionamento può essere attribuita a varie cause:

a) comportamentali: i subacquei volontari del nostro progetto hanno fatto immersioni a scopo ricreativo e perciò si sono immersi soprattutto nei luoghi prediletti - i fondali rocciosi sono più visitati perché più ricchi di vita rispetto a quelli sabbiosi. I mari Ligure e Tirreno risultano generalmente più accessibili e complessivamente più graditi alla maggioranza dei subacquei per avere acque più trasparenti rispetto all'Adriatico e per avere immersioni meno impegnative e, per questo, più divertenti anche per subacquei poco esperti;

b) logistiche: il supporto logistico (attrezzature, barche, guide, apparecchiature di sicurezza) è indispensabile all'attività subacquea ed è determinante nella scelta delle aree di immersione. Esso è fornito da strutture, denominate "diving center", presenti sul territorio costiero. Garantendo supporto ad un abbondante numero di subacquei, l'elevata densità di diving center che si riscontra sulle coste liguri e tirreniche settentrionali (21.4 centri per 100 km di costa contro una media nazionale di 6.7. Dati provenienti da www.diveitaly.com) ha, probabilmente, facilitato la concentrazione di subacquei in queste aree e la raccolta dei dati;

c) politiche: nel nord Italia sono presenti le sedi nazionali delle agenzie didattiche che sostengono ufficialmente il progetto e la maggioranza delle scuole subacquee ad esse affiliate; per motivi logistici e per la qualità delle immersioni (vedi i due punti sopra) i subacquei dell'Italia settentrionale hanno come meta abituale le regioni Liguria e Toscana da dove è provenuta la maggioranza delle schede.

Al fine dell'uniformazione del campionamento, nei prossimi tre anni di ricerca, si possono tentare le seguenti azioni:

a) informare i collaboratori volontari su quali sono le aree meno monitorate divulgando periodicamente i risultati sull'andamento della ricerca mediante posta, e-mail, internet e mass media;

b) incentivare le immersioni nelle aree da cui provengono poche schede. Tale azione potrebbe essere svolta efficacemente mediante l'istituzione di riconoscimenti e/o premi. Ad esempio, con la pubblicazione dei nomi dei subacquei più valenti sul sito internet del progetto e/o nelle relazioni periodiche sullo stato delle ricerche, con l'invio di lettere di ringraziamento personalizzate o con la vincita di abbonamenti a riviste divulgative del settore subacqueo, turistico e scientifico offerti dai partner del progetto, così come di viaggi premio in località di immersione;

c) sensibilizzare direttamente i responsabili dei diving center delle aree meno coperte dai rilevamenti per coinvolgerli nel progetto;

d) organizzare conferenze sul progetto e stage di formazione nei centri turistici delle aree poco rilevate coinvolgendo le amministrazioni locali (regione, provincia, comune), le forze dell'ordine (capitaneria di porto), le attività turistiche (Pro Loco) e i mass media;

e) incentivare la realizzazione di "giornate della biodiversità", eventualmente correlate alle attività al punto d), da parte dei diving center e delle aziende turistiche delle aree meno rilevate. Durante queste giornate i turisti subacquei potrebbero usufruire di prezzi di favore per le spese di soggiorno e di immersione. Iniziative di questo genere, così come quelle al punto c) e d) potrebbero essere utili non soltanto ai fini della ricerca, ma anche alle economie locali (Medio 1997; Martinez 2001; Bryskle 2002).

L'entità delle sforzo di rilevamento sostenuto dai subacquei ricreativi nel corso del primo anno di ricerca ha comunque superato quella attesa. Essa è stata quantificata sui risultati di "Missione *Hippocampus* Mediterraneo", un monitoraggio ambientale condotto in collaborazione con i subacquei ricreativi volontari ideato dai membri del nostro gruppo di ricerca nel 1999 e concluso nel 2001 (Goffredo et al. 2003). La consistenza stessa della partecipazione a "Sub per l'Ambiente", potrebbe essere correlata alla realizzazione di "Missione *Hippocampus* Mediterraneo": probabilmente i subacquei volontari hanno risposto con entusiasmo alla nuova proposta per avere trovato gratificazioni personali nel partecipare al primo monitoraggio e per essere stati efficacemente sensibilizzati

dalle azioni di educazione ambientale e di coinvolgimento indispensabili alla sua attuazione. Può essere stimato che un ricercatore professionista avrebbe impiegato 9 anni per svolgere le 2.705 ore di lavoro subacqueo compiute dai volontari di questo progetto nel corso del primo anno, spendendo in missioni la cifra di 511.454 euro. Questi dati sottolineano che:

a) i cittadini sono interessati a partecipare ai monitoraggi biologici e che anche altre attività amatoriali, diverse dalla subacquea ricreativa, potrebbero essere coinvolte in monitoraggi ambientali;

b) i volontari possono contribuire al monitoraggio dell'ambiente sia da un punto di vista scientifico, riuscendo a svolgere in un tempo relativamente breve un considerevole lavoro di osservazione e monitoraggio dell'ambiente, sia da un punto di vista economico, contribuendo alla spese della ricerca.

Un ulteriore aspetto da prendere in considerazione è l'interesse destato nella imprenditoria privata dai progetti di monitoraggio che coinvolgono grandi numeri di collaboratori volontari (Schmitt e Sullivan 1996; Pattengill-Semmens e Semmens 2003; Goffredo et al. 2003). I partner privati sono stimolati ad investire economicamente in questo tipo di ricerca per due motivi principali:

a) qualificazione dell'immagine della azienda sostenente progetti di utilità sociale;

b) accesso agevolato alla pubblicità mass-mediatica tramite la divulgazione del progetto di ricerca (Tabella 6).

I subacquei ricreativi hanno un naturale interesse personale per lo stato di salute del mare e perciò risultano candidati ideali per il monitoraggio degli ambienti marini. Essi appartengono a club, praticano la loro attività presso appositi centri di immersione, sono accompagnati sott'acqua da guide o istruttori subacquei che a loro volta appartengono ad agenzie didattiche internazionali: i subacquei ricreativi costituiscono la base di un complesso sistema piramidale di organizzazione il cui vertice è rappresentato dalle agenzie didattiche. Coinvolgendo queste ultime è possibile ottenere, con un sistema a cascata, la partecipazione in progetti di monitoraggio di migliaia di istruttori e di conseguenza di subacquei ricreativi, con un ridotto dispendio energetico in lavoro di formazione (Goffredo et al. 2003; Newman et al. 2003). Noi riteniamo che l'attività subacquea ricreativa possa essere utile al monitoraggio degli ambienti marini e che progetti come "Missione *Hippocampus* Mediterraneo" e "Sub per

l’Ambiente” possano rappresentare dei modelli per il monitoraggio della biodiversità marina esportabili in altri paesi e/o altri biomi.

5.2 Lo stato della biodiversità nei mari italiani

L’indice elaborato in questa tesi, potrebbe essere denominato “Indice di Qualità della Diversità Marina”. Esso sembra in grado di leggere differenze e evidenziare gradienti nello stato della biodiversità che sono interpretabili con dati reperibili in letteratura provenienti da diverse metodiche di monitoraggio. I risultati del primo anno sembrano indicare due tendenze:

- una condizione delle piccole isole migliore rispetto a quella continentale;
- una condizione della costa continentale della Liguria peggiore rispetto a quella della costa continentale della Toscana.

La migliore condizione registrata per le piccole isole rispetto a quella continentale, potrebbe essere correlata al minore stress antropico secondo quanto è suggerito da Pergent-Martini (1998), Escartín e Porte (1999), Baroli et al. (2001) e al minore livello di inquinanti presenti nelle realtà insulari rispetto a quelli presenti sul continente, come è mostrato in Gabriellides (1995), Maldonado et al. (1999), Zoller e Hushan (2000) e Saad et al. (2001). Per quanto riguarda la condizione registrata per la costa della Liguria, questa potrebbe essere correlata, oltre all’elevato stress antropico e all’elevato livello di inquinanti industriali e urbani (Gabriellides 1995; Migon e Nicolas 1998, Moreno et al 2001) anche a fenomeni di inquinamento biologico, come l’introduzione dell’alga tropicale *Caulerpa taxifolia* in grado di provocare intense modificazioni dell’ecosistema costiero (Meinesz et al. 2001) e a fenomeni di mortalità di massa di ampi popolamenti di invertebrati bentonici che sono coincisi con incrementi anomali della temperatura dell’acqua (Cerrano et al. 2000; Garrabou et al. 2001).

I prossimi 3 anni di monitoraggio potrebbero rivelare eventuali mutamenti occorrenti su diversa scala spaziale nello stato della biodiversità e fornire indicazioni per le aree che oggi risultano poco rilevate. Riteniamo che i nostri dati possono rappresentare un contributo alla penuria, o mancanza, di dati storici che spesso rende difficile interpretare i fenomeni di cambiamento della biodiversità

registrati in Mediterraneo nelle ultime decine di anni (Harvell et al. 1999; Cerrano et al. 2000).

5.3 Le potenziali applicazioni di Sub per l'Ambiente

Al termine del primo anno è stato possibile individuare per “Sub per l'Ambiente” alcuni limiti e alcuni vantaggi. Il limite più importante per questo tipo di monitoraggi risiede nella difficoltà di ottenere uno sforzo di rilevamento uniformemente distribuito su grande scala geografica. Tra i vantaggi è possibile ricordare la considerevole quantità di dati ottenuti e il significativo contenimento dei costi per l'Accademia. Nei prossimi anni il nostro laboratorio cercherà di rendere più efficace la metodica di indagine attraverso le attività sopra citate che potrebbero contribuire alla diffusione del progetto e quindi alla riuscita della ricerca.

Al termine di quest'anno è sembrato possibile, grazie alla possibilità che “Sub per l'Ambiente” ha di poter fornire un contributo alla quantità di dati storici, ipotizzare per questo progetto anche una serie di applicazioni pratiche:

- contribuire all'osservazione, alla comprensione e alla valutazione dello stato degli ambienti marini grazie ad un “Indice di Qualità della Diversità Marina”;
- contribuire alla conoscenza della distribuzione geografica degli organismi che ancora manca in letteratura;
- contribuire alla realizzazione della banca dati necessaria al lavoro di istituzioni e organizzazioni, pubbliche o private, preposte allo studio, alla conservazione e alla gestione del Mar Mediterraneo;
- contribuire alla realizzazione dei progetti di monitoraggio ambientale connessi all'attività di gestione e conservazione delle aree marine protette tramite la creazione di apposite partnership;
- promuovere la “scienza dei cittadini” (Horlick-Jones T. 1997; Irwin 2001) e contribuire ad avvicinare il mondo civile all'Accademia;
- contribuire allo sviluppo della sensibilità ambientale dei cittadini avvicinandoli in modo critico ed attivo ai problemi ambientali legati alle risorse marine;

- contribuire alla realizzazione di progetti pubblici o privati rivolti a dare maggiore notorietà e/o qualificazione alle aree turistiche costiere.

Questi sono alcuni indicativi apporti che “Sub per l’Ambiente” potrebbe garantire alla ricerca e alla società. Fornendo un grande numero di osservatori motivati, un metodo di indagine standardizzato e un valido meccanismo di elaborazione e di presentazione dei dati, “Sub per l’Ambiente” potrebbe, infatti, contribuire efficacemente ad implementare la varietà di azioni necessarie alla soddisfazione di alcune essenziali esigenze, non soltanto scientifiche, ma anche culturali, sociali e, forse, anche economiche, di molte attività umane intrinsecamente connesse alla biodiversità del Mediterraneo e al suo stato di salute.

RICONOSCIMENTI E RINGRAZIAMENTI

La ricerca non sarebbe stata possibile senza il supporto di ASTOI, l’Associazione Tour Operator Italiani (l’attenzione che in questa sede è stata dedicata a “Sub per l’Ambiente” dal Dott. Alberto Corti e dal Dott. Roberto Martinez è stata motivo di orgoglio e profonda gratificazione), di A.Di. Sub, l’Associazione Didattiche Subacquee (per IDEA Europe, vorrei ringraziare il Presidente Gaetano Occhiuzzi, per PADI Europe, il Public Affair Manager Massimo Zarafa, per SNSI Italia, la Presidente Fulvia Lami e per SSI Italia, l’inarrivabile Presidente Umberto Pepoli) e del Ministero dell’Istruzione, dell’Università e della Ricerca. Sub per l’Ambiente è inoltre patrocinato dal Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio dal quale mi auguro possa essere presto valorizzata l’innovativa metodica di indagine. Contributo significativo alla divulgazione delle problematiche e delle metodiche della ricerca è stato dato sia dalla testata di divulgazione scientifica “Quark”, sia dalla trasmissione televisiva “Superquark”. Senza l’impegno delle scuole subacquee, dell’entusiasmo e della serietà delle guide e dei loro istruttori, così come senza la passione di tutti i subacquei ricreativi che hanno raccolto i dati, “Sub per l’Ambiente” non avrebbe potuto fornire alcun risultato. Rivolgo ad ognuno di loro

un elogio particolare ed un sentito ringraziamento. La mia gratitudine incondizionata va all'amato, temuto, alle volte anche odiato, ma, soprattutto, profondamente stimato Dottor Stefano Goffredo, scienziato capace, modello di serietà professionale e di assoluta concentrazione umana, maestro esigente, indispensabile suggeritore e nuovo (regolarmente incompreso) amico, senza il quale, molto probabilmente, avrei capito chi sono soltanto più avanti. A tutto lo staff del Marine Science Group devo la possibilità di finire l'Università un po' meglio di come l'ho iniziata e vissuta: oltre ad avere contribuito alla progettazione della scheda di rilevamento, il gruppo ha fornito il supporto scientifico, logistico e psicologico necessario alla realizzazione di questa tesi. Grazie alla disponibilità del Professor Corrado Piccinetti e alla supervisione del Professor Francesco Zaccanti ho avuto la possibilità di terminare gli studi universitari in Italia come non avrei sperato possibile. Grazie alle mie colleghe di "Sub per l'Ambiente", ho potuto dare il mio contributo al raggiungimento dei traguardi prefissati: impareggiabile è stata la qualità dell'aiuto offertomi dall'insostituibile Patrizia Neri cui rimarrò eternamente grato; Maria Scola Gagliardi e Angela Velardi si sono rivelate subito per quelle che sono: generose amiche e preziosissime collaboratrici, ad Eleni Sofia Kasfiki rivolgo un sincero in bocca al lupo per il lavoro che inizierà a svolgere dopo di me. Ringrazio Lucia Mezzomonaco, Josipa Radetic', Valentina Airy, Sabrina Di Ceglie, Erik Caroselli e la dolcissima Theodora DD Sideratou, mia paziente compagna in quest'ultimo scorcio di anni (ti voglio bene, Rusty, grazie di avermi..."truffato"!), per avermi aiutato a comprendere il fascino della vita di laboratorio. Gianni Neto ha fornito le immagini per la scheda di rilevamento e per alcune sezioni del sito internet www.marinesciencegroup.org che non avrei comunque potuto realizzare senza i validi consigli di Mario Pasquini. Ringrazio mio padre Gianluigi per avermi costretto ad arrivare fin qui senza mai chiedermi di farlo e per l'esempio di valori e condotta che è stato capace di darmi. Ringrazio mia madre Chiara per essere

mia madre, per le sua capacità e per il suo modo di voler bene, per le parole che è capace di trovare e per aver saputo resistere. Ringrazio i miei fratelli Stefano e Paolo Umberto e gli amici più cari Riccardo Toni, Andrea Ventura e Luisa Fabbri per l'aver dato senza avere (quasi) mai chiesto, riconosco inoltre a loro e ai miei parenti più stretti il merito di aver preso quanto di meglio è caratterialmente in me e per aver saputo serenamente aspettare di vedere dove mi avrebbero portato le mie passioni e i miei sbagli. A mia nonna Elvira Cattoli devo la mia capacità di commuovermi per le piccole cose e la certezza di potere affermare che le persone straordinarie esistono davvero, alle mie zie Masy, Luisa e Teresa Orlandi e alle loro e alla mia famiglie, riconosco il merito di avermi dato la possibilità di comprendere ed apprezzare il legame alle proprie origini e alle tradizioni (ma che fatica le convenzioni!), ai miei zii, Nice, Teresa e Giovanni Giovannucci devo la determinazione, la generosità, la capacità di ascoltare e di sapere resistere e reagire. L'elenco è lungo, ma senza anche una sola di queste persone avrei senz'altro dovuto trovare un modo di diverso realizzarmi rispetto a quello che ho avuto il privilegio e la forza di scegliermi.

A imperituro ricordo della lezione imparata in questi dieci velocissimi anni infine, ringrazio la mia curiosità e le buone letture, le Marlboro, l'incapacità di accontentarsi, lo yoga e tutto, tutto me stesso per aver scelto questo presente così carico di sensazioni.

Tant'è. Capitolo chiuso.

Sotto a chi tocca.

BIBLIOGRAFIA

- Abbiati M., Buffonin G., Caforio G., Di Cola G., Santangelo G. 1992: Harvesting, predation, and competition effects on a Red Coral Population. *Netherlands Journal of Sea Research* 30: 219-228.
- Abbiati M., Santangelo G., Novelli S. 1993: Genetic variation within and between two Thyrrenian populations of the Mediterranean alcyonarian *Corallium rubrum*. *Marine Ecology Progress Series* 95: 245-250.
- Astraldi M., Bianchi C. N., Gasparini G. P., Morri C. 1995: Climatic fluctuations, current variabilità and marine species distribution: a case study in the Ligurian Sea (north-west Mediterranean). *Oceanologica Acta* 18: 139-149.
- Baird B. E., Miller-Henson M., Semmens B. X. 2000: Improving California's system of marine managed areas: final report of the State Interagency Marine Managed Area Workgroup. Resource Agency of California, Ocean Resources Management Program, Sacramento. <http://ceres.ca.gov/cra/ocean>
- Baltanás A. 1992: On the use of some methods for the estimation of species richness. *Oikos* 65: 484-492.
- Baroli M., Cristini A., Cossu A., De Falco G., Gazale V., Pergent-Martini C., Pergent G. 2001: Concentrations of trace metals (Cd, Cu, Fe, Pb) in *Posidonia oceanica* seagrass of Liscia Bay, Sardinia (Italy). In: Faranda F. M., Guglielmo L., Spezie G. (eds) *Mediterranean ecosystems: structures and processes*. Springer-Verlag, Milano, pp 95-99
- Bengtsson J., Jones H. Setälä H. 1997: The value of biodiversity. *Trends in Ecology and Evolution* 12: 334-336.
- Bethoux J. P., Gentili B., Raunet J, Taillez D 1990: Warming trend in the western Mediterranean deep water. *Nature* 347: 660-662.
- Bianchi C. N., Morri C. 1993: Range extension of warm-water species in the northern Mediterranean: evidences for climatic fluctuations? *Porcupine Newsletter* 5:156-159.
- Bianchi C. N., Morri C. 1994: Southern species in the Ligurian Sea (northern Mediterranean): new records and a review. *Bollettino dei Musei e degli Istituti Biologici dell'Università di Genova* 58/59: 181-197.

- Bianchi C. N., Morri C. 2000: Marine biodiversity of the Mediterranean Sea: situation, problems and prospects for future research. *Marine Pollution Bulletin* 40: 367-376.
- Bianchi C. N., Periano A. 1995: Atlante delle fanerogame marine della Liguria: *Posidonia oceanica* e *Cymodocea nodosa*. ENEA, Centro Ricerche Ambiente Marino, La Spezia.
- Bourcier M. 1996: Long-term changes (1954-1982) in the benthic macrofauna under the combined effects of antropogenic and climatic action (example of one Mediterranean bay). *Oceanologica Acta* 19: 67-78.
- Bryskle A. F. 2002: The role of environmental education in mitigating tourist-related damage to coral reefs: a training model for tourism professionals and resource managers. Instructional Technologies Inc., Cape Coral.
- Cerrano C., Bavestrello G., Bianchi C. N., Cattaneo-vietti R., Bava S., Morganti C., Morri C., Picco P., Sara G., Schiapparelli S., Siccardi A., Sponga F. 2000: A catastrophic mass-mortality episode of gorgonians and other organisms in the Ligurian Sea (North-western Mediterranean), summer 1999. *Ecology Letters* 3: 284-293.
- Costanza R., d'Arge R., de Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O'Neill R.V., Paruelo J., Raskin R.G., Sutton P., van den Belt M. 1997: The value of world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253-260.
- Culotta E. 1996: Exploring biodiversity benefits. *Science* 273: 1045-1046.
- Danielsen F., Balet D. S., Poulsen M. K., Enghoff M., Nozawa C. M., Jensen A.E. 2000: A symple system for monitoring biodiversity in protected areas of a developing country. *Biodiversity and Conservation* 9: 1671-1705.
- Day B. A., Monroe M. C. 2000: Environmental education and communication for a sustainable world. Academy for educational development, Washington.
- De Fontaubert A. C., Downes D. R., Agardy T. S. 1996: Biodiversity in the seas: implementing the Conservation on Biological Diversity in marine and coastal habitats. IUCN Cambridge.
- Defant A. 1961: Physical Oceanography, Vol 1. Pergamon Press New York.
- DeVillèle X., Verlaque M. 1995: Changes and degradation in a *Posidonia oceanica* bed invaded by the introduced tropical alga *Caulerpa taxifolia* in the north western Mediterranean. *Botanica Marina* 38: 79-87.

- Duarte C. M. 2000: Marine biodiversity and ecosystem services: an elusive link. *Journal of Experimental Biology and Ecology* 250: 117–131.
- Escartín E., Porte C. 1999: Assessment of PAH pollution in coastal areas from the NW Mediterranean through the analysis of fish bile. *Marine Pollution Bulletin* 38: 1200-1206.
- Fore S. L., Paulsen K., O’Laughlin K 2001: Assessing the performance of volunteers in monitoring streams. *Freshwater Biology* 46: 109-123.
- Fortes M. D., 1988: Mangroves and seagrass beds of East Asia: habitats under stress. *Ambio* 17: 207-213.
- Francour P, Boudoresque C. F., Harmelin J. G., Harmelin-Vivien M. L., Quignard J. P. 1994: Are the Mediterranean becoming warmer? Information from biological indicators. *Marine Pollution Bulletin* 28: 523-526.
- Fredj G., Bellan-Santini D., Menardi M. 1992 Etat de connaissances sur la faune marine mediterraneé. *Bulletin de l’institut Océanographique de Monaco* 9: 133-145.
- Gabrielides G. P. 1995: Pollution of the Mediterranean Sea. *Water Science and Technology* 32: 1-10.
- Garrabou J., Perez T., Sartoretto S., Armelin J. G. 2001: Mass mortality event in red coral *Corallium rubrum* populations in the Provence region (France, NW Mediterranean). *Marine Ecology Progress Series* 217: 267-272.
- Garrabou J., Harmelin J. G. 2002: A 20-year study on life-hystory traits of a harvested long-lived temperate coral in the NW Mediterranean: insights into conservation and management needs. *Journal of Animal Ecology* 71: 966-978.
- Giaccone G. 1999: L’origine della biodiversità vegetale del Mediterraneo. *Notiziario della Società Italiana di Biologia Marina* 35: 35-51.
- Gili J., Murillo J., Ros J. D. 1989: The distribution pattern of benthic cnidarians in the western Mediterranean. *Scientia Marina* 53: 19-35.
- Goffredo S., Piccinetti C., Zaccanti F. 2003: Mediterranean *Hippocampus* Mission: a study on the geographical and ecological distribution of seahorses carried out in collaboration with recreational scuba divers. *Conservation Biology* in press.
- Greenwood J. J. D. 1994: Trust the wildlife volunteers. *Nature* 368: 490.

- Grime J.P. 1997 Biodiversity and ecosystem function: the debate deepens
 Science 277: 1260-1261.
- Harvell C. D., Kim K., Burkholder J. M., Colwell R. R., Epstein P. R., Grimes D. J., Hofmann E. E., Lipp E. K., Osterhaus A. D. M. E., Overstreet R. M., Porter J. W., Smith J. W., Vasta J. R. 1999: Emerging marine diseases: climate links and anthropogenic factors. Science 285: 1505-1510.
- Horlick-Jones T 1997: Citizen science: a study of people, expertise and sustainable development. Science, Technology and Human Values 22: 522-527.
- Irwin A. 2001: Constructing the scientific citizen: science and democracy in the biosciences. Public Understanding of Science 10: 1-18.
- Leakey R., Lewin R. 1995: The sixth extinction. Doubleday, New York.
- Leppäkoski E., Helminen H., Hänninen J., Tallqvist M. 1999: Aquatic biodiversity under anthropogenic stress: an insight from the Archipelago Sea (SW Finland). Biodiversity and Conservation 8: 55-70.
- Magurran A. E. 1988: Ecological diversity and its measurement. Croom Helm, London.
- Maldonado C., Dachs J., Bayona J. M. 1999: Trialkylamines and coprostanol as tracers of urban pollution in waters from enclosed seas: the Mediterranean and Black Sea. Environmental Science and Technology 33: 3290-3296.
- Martinez R. 2001: Una moderna strategia di marketing deve includere il patrimonio ambientale. Geotema 15: 8-9.
- May R. M. 1995: Conceptual aspects of the quantification of the extent of biological diversity. Philosophical Transaction of the Royal Society of London 345: 13-20.
- Medio, D., Ormond R. F. G., Pearson M. 1997: Effects of briefings on rates of damage to corals by scuba divers. Biological Conservation 79: 91-95.
- Meinesz A., Blesher T., Thibaut T., Antolic B., Mustapha K. B., Boudourescue C. F., Chiaverini D., Cinelli F., Cottalorda J. M., Djellouli A., El Abed A., Orestano C., Grau A. M., Ivesa L., Jaklin A., Langar H., Massuti-Pasqual E., Peirano A., Tunesi L., de Vaugelas J., Zavodnik N., Zuljevic A. 2001: The introduced green alga *Caulerpa taxifolia* continues to spread in the Mediterranean. Biological Invasions 3: 201-210.

- Meinesz A., Boudouresque C. F. 1996: On the origin of *Caulerpa taxifolia* in the Mediterranean Sea. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris, Sciences de la Vie* 319: 603-613.
- Meusnier I., Olsen J.L., Stam W.T., Destombe C., Valero M. 2001: Phylogenetic analyses of *Caulerpa taxifolia* (Chlorophyta) and its associated bacterial microflora provide clues to the origin of the Mediterranean introduction. *Molecular Ecology* 10: 931-946.
- Migon C., Nicolas E. 1998: Effects of antipollution policy on anthropogenic lead transfers in the Ligurian Sea. *Marine Pollution Bulletin* 36: 775-779.
- Moreno D., Aguilera P. A., Castro H. 2001: Assessment of the conservation status of seagrass (*Posidonia oceanica*) meadows: implications for monitoring strategy and the decision-making process. *Biological Conservation* 102: 325-332.
- Naeem S., Li S., 1997: Biodiversity enhances ecosystem reliability. *Nature* 390: 507-509.
- Newman C., Buesching C. D., Macdonald D. W. 2003: Validating mammal monitoring methods and assessing the performance of volunteers in wildlife conservation – “Sed quis custodiet ipsos custodiet”. *Biological Conservation* 113: 189-197.
- Nieder J, La Mesa G., Vacchi M. 2000: Blennidea along the Italian coasts of the Ligurian and the Tyrrhenian Sea: community structure and new records of *Scartella cristata* for northern Italy. *CYBIUM* 24: 359-369.
- Niemelä J. 2000: Biodiversity monitoring for decision making. *Annales Zoologici Fennici* 37: 307-317.
- Noss R.F. 1999: Assessing and monitoring forest biodiversity: a suggested framework and indicators. *Forest Ecology and Management* 115: 135-146.
- Ormond, R. F. G. 1996: Marine biodiversity: causes and consequences. *Journal of the Marine Biological Association of the UK* 76: 151-152.
- Orr W. D. 2003: Diversity. *Conservation Biology* 17: 948-951.
- Pattengill-Semmens C. V., Semmens B. X. 2003: Conservation and management application of the reef volunteer fish monitoring program. *Environmental Monitoring and Assessment* 81: 43-50.

- Pauly D., Christensen V., Dalsgaard J, Froese R., Torres Jr. F. 1988: Fishing down marine foods webs. *Science* 279: 860-863.
- Peirano A., Bianchi C. N. 1997: Decline of the seagrass *Posidonia oceanica* in response to environmental disturbance: a simulation-like approach off Liguria (NW Mediterranean Sea). In: Hawkins L. E., Hutchinson S. (eds). *The Response of Marine Organisms to their Environments*. University of Southampton, Southampton, pp 87-95.
- Pérès J. M., Picard. J. 1964: Nouveau manuel de bionomie bentonique de la Méditerranée. *Recueil des travaux de la Station Marine d'Endoume* 31:1-137.
- Pergent-Martini C. 1998: *Posidonia oceanica*: a biological indicator of past and present mercury contamination in the Mediterranean Sea. *Marine Environmental Research* 45: 101-111.
- Richards W. J., Bohnsack J. A. 1990: The Caribbean Sea a large ecosystem in crisis. In: Sherman K., Alexander L., Gold B. (eds) *Large marine ecosystems: patterns processes and yields*. American Association for the Advancement of Science, Washington, pp 44-52.
- Romero J. 1985: Estudio ecológico de las fanerógamas marinas de la costa catalana: produccion primaria de *Posidonia oceanica* (L.) Delile en las isles Medas. Ph.D. thesis. University of Barcelona. Spain.
- Santangelo G., Carletti E., Maggi E., Bramanti L. 2003: Reproduction and population sexual structure of the overexploited Mediterranean red coral *Corallium rubrum*. *Marine Ecology Progress Series* 248: 99-108.
- Saad M. A. H., Abdel-Moati M. A., Younis W. A. 2001: Impact of land-based sources of pollution on the levels of lead and cadmium in Mex-Bay, a Mediterranean basin under stress. *Fresenius Environmental Bulletin* 10: 561-565.
- Schlapfer F., Schmid B. 1999: Ecosystem effects of biodiversity: a classification of hypotheses and exploration of empirical results. *Ecological Applications* 9: 893-912.
- Schmitt E. F., Sullivan K. M. 1996: Analysis of a volunteer method for collecting fish presence and abundance data in the Florida keys. *Bulletin of Marine Science* 59: 404-416.

- Shannon C. E. 1948: A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal* 27: 379-423.
- Sheil D. 2001: Conservation and biodiversity monitoring in the tropics: realities, priorities, and distractions. *Conservation Biology* 15: 1179-1182.
- Short F. T., Wyllie-Echeverria S. 1996: Natural and human induced disturbance of sea-grass. *Environmental Conservation* 23: 17-27.
- Sparnocchia S., Manzella G. M. R., La Violette P. E. 1994: The interannual and seasonal variability of the MAW and LIW core properties in the Western Mediterranean Sea. *Coastal and Estuarine Studies* 46: 177-194.
- Spellerberg I. F., Fedor P. J. 2003: A tribute to Claude Shannon (1916-2001) and a plea for more rigorous use of species richness, species diversity and the "Shannon – Wiener" index. *Global Ecology and Biogeography* 12: 177-179.
- Suter W. 1998: Involving conservation biology in biodiversity strategy and action planning. *Biological Conservation* 83: 235-237.
- Therriault T. W., Kolasa J. 2000: Explicit links among physical stress, habitat heterogeneity and biodiversity. *Oikos* 89: 387-391.
- Tilman D. 1997: Biodiversity and ecosystem functioning. In: Daily G. C. (ed). *Nature's services. Societal dependence on natural ecosystems*. Island Press, Washington, pp 93-112.
- Tilman D., Wedin D., Knops J. 1996: Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grasslands ecosystems. *Nature* 379: 718-720.
- Tortonese E. 1985: Distribution and ecology of endemic elements in the Mediterranean fauna (fishes and echinoderms). In: Moraitou-Apostolopoulou M., Kiortsis V. (eds). *Mediterranean Marine Ecosystems*. Plenum Press, New York, pp 57-83.
- U. S. E. P. A. (United States Environmental Protection Agency) 1997: What is volunteer monitoring? <http://www.epa.gov/owow/monitoring/volunteer/>
- U. S. G. S. (United States Geological Survey) 1995: The strategy for improving water-quality monitoring in the United States – Final report of the intergovernmental task force on monitoring water quality. Open-file report 95-742, <http://water.usgs.gov/wicp/itfm.html>.
- Weinberg S. 1978: Mediterranean octocorallian communities and the abiotic environment. *Marine Biology* 49: 41-57.

- Wiedemann J., Baumstark A., Pillen T.L., Meinesz A., Vogel W. 2001: DNA fingerprints of *Caulerpa taxifolia* provide evidence for the introduction of an aquarium strain into the Mediterranean Sea and its close relationship to an Australian population.
- Zoller U., Hushan M. 2000: The nonionic surfactant pollution profile of Israel's Mediterranean Sea coastal water. *Water Science and Technology* 42: 429-435.

Tabelle

Tabella 1. Distribuzione per ambienti dei rilevamenti eseguiti nell'anno 2002.

tipo di fondale	schede	ore d'immersione
roccioso	3094	2246
sabbioso	504	371
altro	123	88
totale	3721	2705

Tabella 2. Frequenza di segnalazione degli organismi nei fondali roccioso e sabbioso e calcolo della significatività con il test del χ^2 . n. s. = non significativo; * = significativo (P < 0.05); ** = molto significativo (P < 0.01).

Codice	Taxon	Fondale roccioso	Fondale sabbioso	Significatività
		Frazione di immersioni con segnalazione (%)	Frazione di immersioni con segnalazione (%)	
1/A	ombrellino di mare	48.5	63.2	n. s.
1/B	rosa di mare	41.9	23.5	*
1/C	posidonia	62.6	85.3	n. s.
altri vegetali	altri vegetali	34.6	22.8	n. s.
2/A	condrilla	40.3	27.9	n. s.
2/B	petrosia	50.7	41.9	n. s.
altre spugne	altre spugne	40.1	34.6	n. s.
3/A	corallo rosso	22.3	0.0	**
3/B	gorgonia rossa	30.3	2.2	**
3/C	mano di San Pietro	2.9	0.0	n. s.
altri ottocoralli	altri ottocoralli	22.3	3.7	**
4/A	anemone di mare	33.2	46.3	n. s.
4/B	margherita di mare	39.4	24.3	n. s.
4/C	cerianto	22.6	40.4	*
altri esacoralli	altri esacoralli	18.5	14.7	n. s.
5/A	spirografo	65.9	57.4	n. s.
altri v. sedentari	altri vermi sedentari	25.9	20.6	n. s.
6/A	doglio	3.5	0.0	n. s.
6/B	murice spinoso	11.3	2.9	*
6/C	vacchetta di mare	28.6	21.3	n. s.
altri gasteropodi	altri gasteropodi	22.8	24.3	n. s.
7/A	pinna	35.4	25.7	n. s.
7/B	ostrica alata	3.8	3.7	n. s.
altri bivalvi	altri bivalvi	17.7	21.3	n. s.
8/A	polpo comune	25.3	23.5	n. s.
8/B	seppia	5.6	6.6	n. s.
altri cefalopodi	altri cefalopodi	1.5	0.7	n. s.
9/A	astice	3.8	1.5	n. s.
9/B	aragosta	20.3	1.5	**
9/C	granceola	8.0	4.4	n. s.
9/D	granchio melograno	1.5	19.9	**
altri decapodi	altri decapodi	12.7	22.1	n. s.
10/A	falso corallo	40.7	36.8	n. s.
10/B	trina di mare	28.3	8.8	**
altri briozoi	altri briozoi	15.3	19.9	n. s.
11/A	giglio di mare	6.4	0.7	*
altri crinoidei	altri crinoidei	2.5	1.5	n. s.
12/A	lingua di mare	11.0	8.8	n. s.
altri oloturoidei	altri oloturoidei	27.7	22.8	n. s.
13/A	stella pentagono	5.8	2.2	n. s.
altri asteroidei	altri asteroidei	32.4	16.9	*
14/A	stella serpentina liscia	10.5	0.7	**
altri ofiuroidei	altri ofiuroidei	12.4	12.5	n. s.
15/A	riccio saetta	5.7	0.0	*
altri echinoidei	altri echinoidei	31.9	21.3	n. s.
16/A	patata di mare	56.7	19.1	**
altri ascidiacei	altri ascidiacei	15.5	14.0	n. s.
17/A	torpedine ocellata	1.5	3.7	n. s.
17/B	razza chiodata	1.1	10.3	**
17/C	murena	42.0	33.8	n. s.
17/D	pesce San Pietro	1.7	8.1	*
17/E	ippocampo ramuloso	1.5	16.2	**
17/F	ippocampo camuso	1.1	5.9	n. s.
17/G	pesce civetta	2.6	0.7	n. s.
17/H	cernia bruna	33.8	29.4	n. s.
17/I	corvina	14.3	27.2	*
17/L	salpa	56.6	55.9	n. s.
17/M	castagnola	79.4	61.0	n. s.
17/N	donzella	71.2	58.1	n. s.
17/O	rana pescatrice	5.5	2.2	n. s.
altri pesci	altri pesci	49.8	61.8	n. s.
rifiuti	rifiuti	27.6	38.2	n. s.

Tabella 3. Gerarchia delle frequenze di segnalazione degli organismi nei fondali roccioso e sabbioso (la significatività è stata calcolata con il test del χ^2 ; ** = molto significativo, $P < 0.01$). In azzurro le frequenze degli organismi che risultano caratteristici del fondale roccioso, in giallo quelle degli organismi che risultano caratteristici del fondale sabbioso.

Codice	Taxon	Fondale roccioso	Fondale sabbioso	Significatività
		Frazione di immersioni con segnalazione (%)	Frazione di immersioni con segnalazione (%)	
3/A	corallo rosso	22.3	0.0	**
14/A	stella serpentina liscia	10.5	0.7	**
9/B	aragosta	20.3	1.5	**
3/B	gorgonia rossa	30.3	2.2	**
10/B	trina di mare	28.3	8.8	**
16/A	patata di mare	56.7	19.1	**
17/B	razza chiodata	1.1	10.3	**
17/E	cavalluccio marino ramuloso	1.5	16.2	**
9/D	granchio melograno	1.5	19.9	**

Tabella 6. Numero di contatti prodotti dalla azione di divulgazione di “Sub per l’Ambiente”, realizzata dal nostro laboratorio (periodo Maggio 2002 - Novembre 2003).

RIVISTE		
data	nome	contatti
1-giu-02	Sub	60.000
1-ago-02	Il Tirreno	578.000
1-ott-02	Agire	15.000
1-mar-03	MF Milano Finanza	376.000
1-mar-03	Quark	810.000
1-mar-03	Qui Touring	780.000
1-apr-03	Airone	697.000
1-apr-03	Azzurra Visions	253.790
1-apr-03	Mondo Sommerso	96.000
1-apr-03	Quark	
1-mag-03	Atmosphere	588.500
1-mag-03	Hydra	12.000
1-mag-03	Quark	
14-mag-03	Il Tirreno	578.000
1-giu-03	Adriatic Sea	13.000
1-giu-03	Gulliver	292.000
1-giu-03	Quark	
1-giu-03	Pianeta Natura	750.000
1-lug-03	Mondo Sommerso	
1-lug-03	Quark	
1-ago-03	Monsieur	100.000
1-ago-03	Quark	
5-nov-03	MF Milano Finanza	
Totale riviste		5.999.290
RADIO E TV		
data	nome	contatti
9-mag-02	Rai tre - Tg3 h15-h20.30	3.859.000
12-feb-03	Rai due - Tg cultura h15	1.651.000
13-feb-03	Rai tre - Tg3 h15 -h20.30	3.668.000
5/9-mag-03	Canale 5 - Chi vuole essere milionario (h 20.00)	4.000.000
16-mar-03	RTL 102.5 h 16.00	54.800
25-mag-03	Kiss Kiss Network h 15.35	49.040
18-giu-03	Rete 4 - 2000 h 23.05	211.430
15-lug-03	Rai uno - Superquark h 20.45	10.000.000
8-set-03	Canale 5 - Tg5 h 13.00	1.200.000
3-ott-03	Radio Dee Jay - DJ Chiama Italia h.11.00	1.740.000
9-nov-03	Rete 4 - Pianeta Mare h 17.30	1.970.000
Totale radio e tv		28.403.270
TOTALE CONTATTI		34.402.560
fonti: ads, anes, audiradio, auditel, audipress, compagnie aeree		

Figure

Figura 1. La copertina della scheda di rilevamento, emblema della ricerca.

ASTOI
ASSOCIAZIONE TOUR OPERATOR ITALIANI



Università di Bologna
Dipartimento di Biologia

Con il patrocinio



SUB PER L'AMBIENTE

2002-2005: PROGETTO BIODIVERSITÀ SUBACQUEA DEL MEDITERRANEO

FOTO G. NETO



PADI

SNSI

SSI

QUARK



Figura 2. Sezione della scheda di rilevamento atta all'identificazione degli organismi censiti.

1 - VEGETALI   			2 - SPUGNE  		3 - CELENERATI, ANTOZOI, OTTOCORALLI   					
4 - CELENERATI, ANTOZOI, ESACORALLI   			5 - ANELLIDI, POLICHETI, SEDENTARI 		6 - MOLLUSCHI, GASTEROPODI   					
7 - MOLLUSCHI, BIVALVI  		8 - MOLLUSCHI, CEFALOPODI  		9 - ARTROPODI, CROSTACEI, DECAPODI    						
10 - BRIOZOI  		11 - ECHINODERMI, CRINOIDEI 		12 - ECHINODERMI, OLOTURIDEI 		13 - ECHINODERMI, ASTEROIDEI 		14 - ECHINODERMI, OFIUROIIDEI 		15 - ECHINODERMI, ECHINOIDEI 
16 - TUNICATI, ASCIDIACEI 		17 - PESCI       								
RIFIUTI 			 		 		 			

Figura 3. Sezione della scheda di rilevamento atta alla registrazione dei dati.

Cognome _____ Nome _____
 Indirizzo (via, n. cap, città) - E-mail _____
 Brevetto (livello e agenzia didattica) _____
 Punto d'immersione _____
 Centro abitato più vicino _____ Provincia (per essere) _____
 Scuola-Diving Center _____
 Data dell'immersione _____ Profondità massima (m) _____
 Profondità di maggiore permanenza (m) _____ Tempo reale d'immersione (minuti) _____ Ora inizio immersione (p.zi) _____

Quale ambiente hai esplorato per più tempo?(indicare solo uno) sabbioso roccioso altro

Per cortesia, segna con una croce gli organismi che hai visto, dando una stima della loro abbondanza. Il tuo istruttore ti può aiutare!

	RARO	FREQUENTE	ABBONDANTE
1 - VEGETALI			
1/A - ombrellino di mare (<i>Acetabularia acetabulum</i>)	<input type="checkbox"/> sino a 100 esemplari	<input type="checkbox"/> sino a 1000	<input type="checkbox"/> oltre 1000
1/B - rosa di mare (<i>Polysiphonia squamaria</i>)	<input type="checkbox"/> sino a 10 esemplari	<input type="checkbox"/> sino a 100	<input type="checkbox"/> oltre 100
1/C - posidonia (<i>Posidonia oceanica</i>)	<input type="checkbox"/> un otto, sino a 100mq	<input type="checkbox"/> un prato, sino a 1000	<input type="checkbox"/> una prateria, oltre 1000
altri vegetali	<input type="checkbox"/> sino a 50 esemplari	<input type="checkbox"/> sino a 500	<input type="checkbox"/> oltre 500
2 - SPUGNE			
2/A - condritta (<i>Chondrilla nucula</i>)	<input type="checkbox"/> sino a 10 esemplari	<input type="checkbox"/> sino a 100	<input type="checkbox"/> oltre 100
2/B - petrosia (<i>Petrosia ficiformis</i>)	<input type="checkbox"/> sino a 2 esemplari	<input type="checkbox"/> sino a 5	<input type="checkbox"/> oltre 5
altre spugne	<input type="checkbox"/> sino a 5 esemplari	<input type="checkbox"/> sino a 50	<input type="checkbox"/> oltre 50
3 - CELENERATI, ANTOZOI, OTTOCORALLI			
3/A - corallo rosso (<i>Corallium rubrum</i>)	<input type="checkbox"/> sino a 10 colonie	<input type="checkbox"/> sino a 100	<input type="checkbox"/> oltre 100
3/B - gorgonia rossa (<i>Paramuricea clavata</i>)	<input type="checkbox"/> sino a 3 colonie	<input type="checkbox"/> sino a 10	<input type="checkbox"/> oltre 10
3/C - mano di San Pietro (<i>Aplysina palmatum</i>)	<input type="checkbox"/> sino a 1 colonia	<input type="checkbox"/> sino a 3	<input type="checkbox"/> oltre 3
altri ottocoralli	<input type="checkbox"/> sino a 5 colonie	<input type="checkbox"/> sino a 40	<input type="checkbox"/> oltre 40
4 - CELENERATI, ANTOZOI, ESACORALLI			
4/A - anemone di mare (<i>Anemone sulcata</i>)	<input type="checkbox"/> sino a 15 esemplari	<input type="checkbox"/> sino a 40	<input type="checkbox"/> oltre 40
4/B - margherita di mare (<i>Parazoanthus axineflae</i>)	<input type="checkbox"/> sino a 100 esemplari	<input type="checkbox"/> sino a 1000	<input type="checkbox"/> oltre 1000
4/C - cerianto (<i>Cerianthus membranaceus</i>)	<input type="checkbox"/> sino a 2 esemplari	<input type="checkbox"/> sino a 5	<input type="checkbox"/> oltre 5
altri esacoralli	<input type="checkbox"/> sino a 10 esemplari	<input type="checkbox"/> sino a 30	<input type="checkbox"/> oltre 30
5 - VERMI SEDENTARI			
5/A - spinogato (<i>Sabella spaelanzani</i>)	<input type="checkbox"/> sino a 2 esemplari	<input type="checkbox"/> sino a 5	<input type="checkbox"/> oltre 5
altri vermi sedentari	<input type="checkbox"/> sino a 2 esemplari	<input type="checkbox"/> sino a 6	<input type="checkbox"/> oltre 6
6 - MOLLUSCHI, GASTEROPODI			
6/A - doglio (<i>Tonna galae</i>)	<input type="checkbox"/> sino a 1 esemplare	<input type="checkbox"/> sino a 3	<input type="checkbox"/> oltre 3
6/B - murice spinoso (<i>Bolinus brandanii</i>)	<input type="checkbox"/> sino a 3 esemplari	<input type="checkbox"/> sino a 5	<input type="checkbox"/> oltre 5
6/C - vicchetta di mare (<i>Pectodoris atrorufa</i>)	<input type="checkbox"/> sino a 2 esemplari	<input type="checkbox"/> sino a 5	<input type="checkbox"/> oltre 5
altri gasteropodi	<input type="checkbox"/> sino a 2 esemplari	<input type="checkbox"/> sino a 4	<input type="checkbox"/> oltre 4
7 - MOLLUSCHI, BIVALVI			
7/A - pinna (<i>Pinna nobilis</i>)	<input type="checkbox"/> sino a 2 esemplari	<input type="checkbox"/> sino a 5	<input type="checkbox"/> oltre 5
7/B - ostrica alata (<i>Pteria hirundo</i>)	<input type="checkbox"/> sino a 1 esemplare	<input type="checkbox"/> sino a 3	<input type="checkbox"/> oltre 3
altri bivalvi	<input type="checkbox"/> sino a 2 esemplari	<input type="checkbox"/> sino a 4	<input type="checkbox"/> oltre 4

Fronte

8 - MOLLUSCHI, CEFALOPODI			
8/A - polpo comune (<i>Octopus vulgaris</i>)	<input type="checkbox"/> sino a 2 esemplari	<input type="checkbox"/> sino a 4	<input type="checkbox"/> oltre 4
8/B - seppia (<i>Sepia officinalis</i>)	<input type="checkbox"/> sino a 1 esemplare	<input type="checkbox"/> sino a 3	<input type="checkbox"/> oltre 3
altri cefalopodi	<input type="checkbox"/> sino a 2 esemplari	<input type="checkbox"/> sino a 4	<input type="checkbox"/> oltre 4
9 - ARTROPODI, CROSTACEI, DECAPODI			
9/A - astice (<i>Homarus gammarus</i>)	<input type="checkbox"/> sino a 1 esemplare	<input type="checkbox"/> sino a 2	<input type="checkbox"/> oltre 2
9/B - aragosta (<i>Palinurus elephas</i>)	<input type="checkbox"/> sino a 2 esemplari	<input type="checkbox"/> sino a 4	<input type="checkbox"/> oltre 4
9/C - granchiola (<i>Maja squinado</i>)	<input type="checkbox"/> sino a 3 esemplari	<input type="checkbox"/> sino a 5	<input type="checkbox"/> oltre 5
9/D - granchio melograno (<i>Callinectes granulosus</i>)	<input type="checkbox"/> sino a 2 esemplari	<input type="checkbox"/> sino a 4	<input type="checkbox"/> oltre 4
altri decapodi	<input type="checkbox"/> sino a 2 esemplari	<input type="checkbox"/> sino a 4	<input type="checkbox"/> oltre 4
10 - BRIOZOI			
10/A - falso corallo (<i>Myriapora truncata</i>)	<input type="checkbox"/> sino a 10 colonie	<input type="checkbox"/> sino a 100	<input type="checkbox"/> oltre 100
10/B - trina di mare (<i>Sertella septentrionalis</i>)	<input type="checkbox"/> sino a 10 colonie	<input type="checkbox"/> sino a 100	<input type="checkbox"/> oltre 100
altri briozoi	<input type="checkbox"/> sino a 10 colonie	<input type="checkbox"/> sino a 100	<input type="checkbox"/> oltre 100
11 - ECHINODERMI, CRINOIDEI			
11/A - giglio di mare (<i>Antedon mediterranea</i>)	<input type="checkbox"/> sino a 2 esemplari	<input type="checkbox"/> sino a 5	<input type="checkbox"/> oltre 5
altri crinoidei	<input type="checkbox"/> sino a 2 esemplari	<input type="checkbox"/> sino a 5	<input type="checkbox"/> oltre 5
12 - ECHINODERMI, OLOTUROIDEI			
12/A - lingua di mare (<i>Scolopos regalis</i>)	<input type="checkbox"/> sino a 2 esemplari	<input type="checkbox"/> sino a 7	<input type="checkbox"/> oltre 7
altri olosturoidei	<input type="checkbox"/> sino a 4 esemplari	<input type="checkbox"/> sino a 10	<input type="checkbox"/> oltre 10
13 - ECHINODERMI, ASTEROIDEI			
13/A - stella pentagono (<i>Ceramaster placenta</i>)	<input type="checkbox"/> sino a 2 esemplari	<input type="checkbox"/> sino a 5	<input type="checkbox"/> oltre 5
altri asteroidei	<input type="checkbox"/> sino a 4 esemplari	<input type="checkbox"/> sino a 10	<input type="checkbox"/> oltre 10
14 - ECHINODERMI, OFIUROIDEI			
14/A - stella serpentina liscia (<i>Ophioderma longicaudum</i>)	<input type="checkbox"/> sino a 2 esemplari	<input type="checkbox"/> sino a 5	<input type="checkbox"/> oltre 5
altri ofiuroidei	<input type="checkbox"/> sino a 2 esemplari	<input type="checkbox"/> sino a 5	<input type="checkbox"/> oltre 5
15 - ECHINODERMI, ECHINOIDEI			
15/A - riccio saetta (<i>Stylocidaris affinis</i>)	<input type="checkbox"/> sino a 2 esemplari	<input type="checkbox"/> sino a 4	<input type="checkbox"/> oltre 4
altri echinoidei	<input type="checkbox"/> sino a 10 esemplari	<input type="checkbox"/> sino a 50	<input type="checkbox"/> oltre 50
16 - TUNICATI, ASCIDIACEI			
16/A - patata di mare (<i>Haliocynthia papillosa</i>)	<input type="checkbox"/> sino a 3 esemplari	<input type="checkbox"/> sino a 6	<input type="checkbox"/> oltre 6
altri ascidiacei	<input type="checkbox"/> sino a 3 esemplari	<input type="checkbox"/> sino a 6	<input type="checkbox"/> oltre 6
17 - PESCI			
17/A - torpedine ocellata (<i>Torpedo torpedo</i>)	<input type="checkbox"/> sino a 1 esemplare	<input type="checkbox"/> sino a 2	<input type="checkbox"/> oltre 2
17/B - razza chiodata (<i>Raja clavata</i>)	<input type="checkbox"/> sino a 1 esemplare	<input type="checkbox"/> sino a 2	<input type="checkbox"/> oltre 2
17/C - murena (<i>Muraena helena</i>)	<input type="checkbox"/> sino a 2 esemplari	<input type="checkbox"/> sino a 5	<input type="checkbox"/> oltre 5
17/D - pesce San Pietro (<i>Zeus faber</i>)	<input type="checkbox"/> sino a 2 esemplari	<input type="checkbox"/> sino a 4	<input type="checkbox"/> oltre 4
17/E - cavalluccio marino ramuloso (<i>Hippocampus ramulosus</i>)	<input type="checkbox"/> sino a 1 esemplare	<input type="checkbox"/> sino a 2	<input type="checkbox"/> oltre 2
17/F - cavalluccio marino carnoso (<i>Hippocampus hippocampus</i>)	<input type="checkbox"/> sino a 1 esemplare	<input type="checkbox"/> sino a 2	<input type="checkbox"/> oltre 2
17/G - pesce ciavetta (<i>Diactylopusius voltianus</i>)	<input type="checkbox"/> sino a 1 esemplare	<input type="checkbox"/> sino a 3	<input type="checkbox"/> oltre 3
17/H - cernia bruna (<i>Epigonus telescopus</i>)	<input type="checkbox"/> sino a 2 esemplari	<input type="checkbox"/> sino a 4	<input type="checkbox"/> oltre 4
17/I - corvina (<i>Sciaenops ocellatus</i>)	<input type="checkbox"/> sino a 2 esemplari	<input type="checkbox"/> sino a 5	<input type="checkbox"/> oltre 5
17/L - salpa (<i>Salpa salpa</i>)	<input type="checkbox"/> sino a 5 esemplari	<input type="checkbox"/> sino a 50	<input type="checkbox"/> oltre 50
17/M - castagnola (<i>Chromis chromis</i>)	<input type="checkbox"/> sino a 10 esemplari	<input type="checkbox"/> sino a 100	<input type="checkbox"/> oltre 100
17/N - donzella (<i>Coris julis</i>)	<input type="checkbox"/> sino a 4 esemplari	<input type="checkbox"/> sino a 10	<input type="checkbox"/> oltre 10
17/O - rana pescatrice (<i>Lophius piscatorius</i>)	<input type="checkbox"/> sino a 1 esemplare	<input type="checkbox"/> sino a 3	<input type="checkbox"/> oltre 3
altri pesci	<input type="checkbox"/> sino a 3 esemplari	<input type="checkbox"/> sino a 15	<input type="checkbox"/> oltre 15
RIFIUTI	<input type="checkbox"/> sino a 1 pezzo	<input type="checkbox"/> sino a 3	<input type="checkbox"/> oltre 3

Retro

Figura 4. Sezione della scheda di rilevamento con la presentazione dei partner sostenitori della ricerca.

ASTOI
ASSOCIAZIONE TOUR OPERATOR ITALIANI

ADELTUR	HIT-HOLDING ITALIANA TURISMO	SUNTUR INTERNATIONAL
AEROCAR ITALIANA	HOTELPLAN ITALIA	SWAN TOUR
AGAMARE	INCOMIT	TEOREMA
AIRONTOUR- I VIAGGI DELL'AIRONE	INTERNATIONAL TRAVEL	TOUR & TRAVEL
ALJANTOUR	INTER-STUDIOVIAGGI	TOURS SERVICE
ALPITOUR	ITERMAR	TOURING VIAGGI
APPIAN LINE	KEL 12 DUNE	TURISANDA
ATTITUR	KUONI GASTALDI TOURS	VALTUR TOUR OPERATOR
AVIOMAR	MEDOV	VERATOUR
BEST TOURS	METAMONDO T.O.	VIAGGI DEL VENTAGUO
BINI VIAGGI	METATOURS DI META FELIX	VIAGGI DELL'ELEFANTE
BLUWINGS T. O.	MIB TRAVEL	VIAGGI DEL MAPPAMONDO
BOSCOLO TOURS	NUOVA DALUNIA - GTOURS	VIAGGIDEA
CLUB MEDITERRANEE	ORIZZONTI	VILORATOUR
COLUMBUS	PIANETA TERRA	VOLANDO
COSTA CROCIERE	RATEO VIAGGI - I.C.I.	
CTS VIAGGI	SCIROCCO TOURS	
DIMSI-DIMENSIONE SICILIA	SEI VIAGGI	
DIMENSIONE TURISMO	SETTEMARI	
EDEN VIAGGI	SKORPION	
FESTIVAL CROCIERE	SPORTING VACANZE	
FRANCOROSSO INT.	SPRINTOURS	
FUTURVIAGGI		

www.astoi.com

ASTOI, l'Associazione dei Tour Operator Italiani, è impegnata per lo sviluppo di un turismo organizzato e sostenibile come fattore di progresso sociale e culturale.

IDEA EUROPE - Via Malino di Pilo 3 - 67100 L'Anquila
Tel. 0862.310499 Fax 0862.310542 - posta@idea-europe.it

PADI FONDAZIONE PROJECT A.W.A.R.E.
Tulachenstrasse 89a - CH 8404 Wädenswil (Svizzera)
Tel 004152.2431212 Fax 004152.2431213 - aware@padi.ch

SNSI SNSI-ITALIA - Via Aurelia km. 300 - 57015 Quarcianella (LI)
Tel/fax 0586.754563 - snsi-italy@noi.it

SSI SSI ITALIA - Via Bregani 4 - 40133 Bologna
Tel 051.383082 Fax 051.383554 - info@ssi-italy.org



MARINE SCIENCE GROUP
Dip. di Biologia Università di Bologna
Via Selmi 3 - 40126 Bologna
Tel. 339.5991403 Fax 051.251208
info@marinesciencegroup.org

la muta preferita dai nostri esperti!

SPAGGI è la scelta che si fa di persona. Una muta scelta ad altissime prestazioni, realizzata in modo
realistico che assicura calore, comfort e protezione per consumi, tecnologia e divertimento.
Di serie, sempre sempre scegli Moby's: qualità ed esperienza e servizio della soddisfazione.

Fidati dei nostri esperti!

Il nostro salto di qualità.

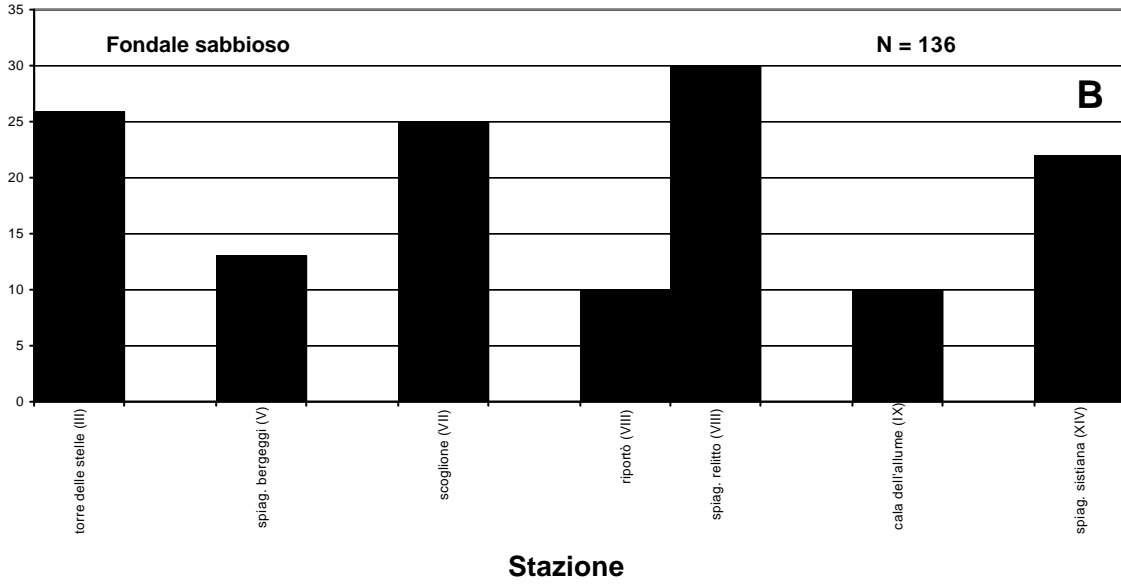
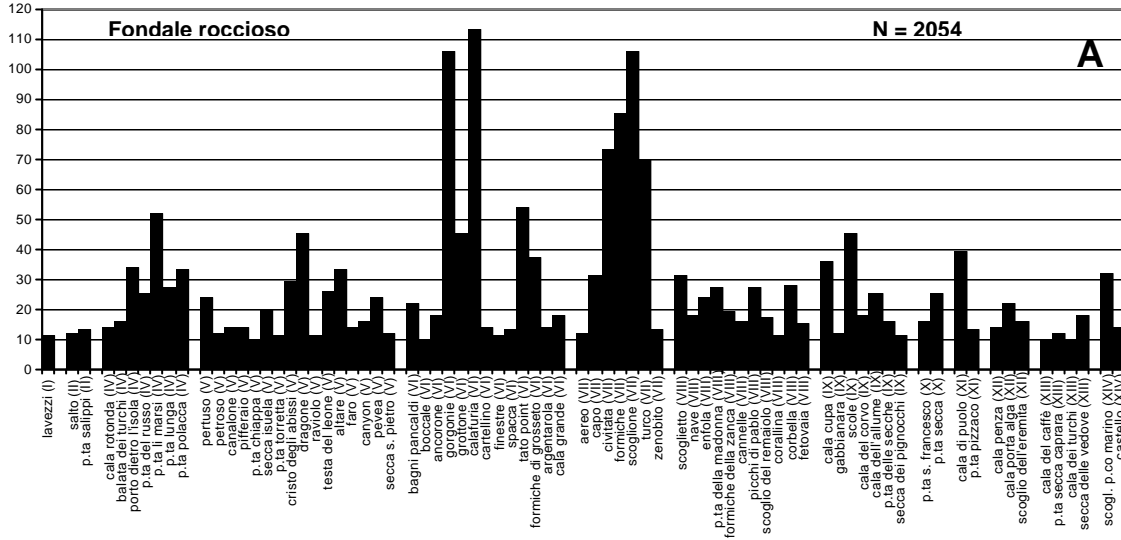
MOBY'S.com
moby.pierobonitoni.com

Via Vittoria Colonna, 54 - 20149 Milano
Tel. 02 43.913.55 - fax 02 43.9136.2

NAUI Via Diocleziano 209 - 80125 Napoli Tel 081.7623000 fax 081.7621818 - info@naui.it
PADI EUROPE SERVICE Oberwiler Strasse 3 - 8542 HETTLINGEN SVIZZERA
Tel 0041.52.3041414 Fax 0041.52.3041499 awan@padi.ch
SNSI ITALIA Via Aurelia km 300 - 57015 Quarcianella (LI) Tel/Fax 0586.754563 snsi-italy@noi.it
SSI ITALIA Via Bregani 4 - 40133 Bologna Tel 051.383082 Fax 051.383554 - info@ssi-italy.org

Figura 5: Numero di schede elaborate per l'anno 2002, per le stazioni del fondale roccioso (A) e per quelle del fondale sabbioso (B). I numeri romani indicano aree geografiche omogenee: I = Corsica meridionale (Bonifacio); II = Sardegna nord-occidentale (Stintino, provincia di Sassari); III = Sardegna meridionale (Fiumi di Quarto, provincia di Cagliari); IV = Pantelleria (provincia di Trapani); V = costa della Provenza (Menton) e della Liguria (Bergeggi, provincia di Savona; Portofino, provincia di Genova; Levanto, provincia di La Spezia); VI = costa toscana (Livorno - Quercianella, provincia di Livorno; Talamone - Porto S. Stefano, provincia di Grosseto); VII = isola di Capraia (provincia di Livorno); VIII = isola d'Elba (Portoferraio - Marciana Marina - Porto Azzurro - Lacona - Pomonte - Fetovaia, provincia di Livorno); IX = isola del Giglio (provincia di Grosseto); X = isola di Giannutri (provincia di Grosseto); XI = golfo di Napoli (Massa Lubrense - Procida, provincia di Napoli); XII = costa pugliese (Polignano a mare, provincia di Bari); XIII = isole Tremiti (isola di Caprara, provincia di Foggia); XIV = Adriatico nord-orientale (Sistiana, provincia di Trieste; Medveja, Istria).

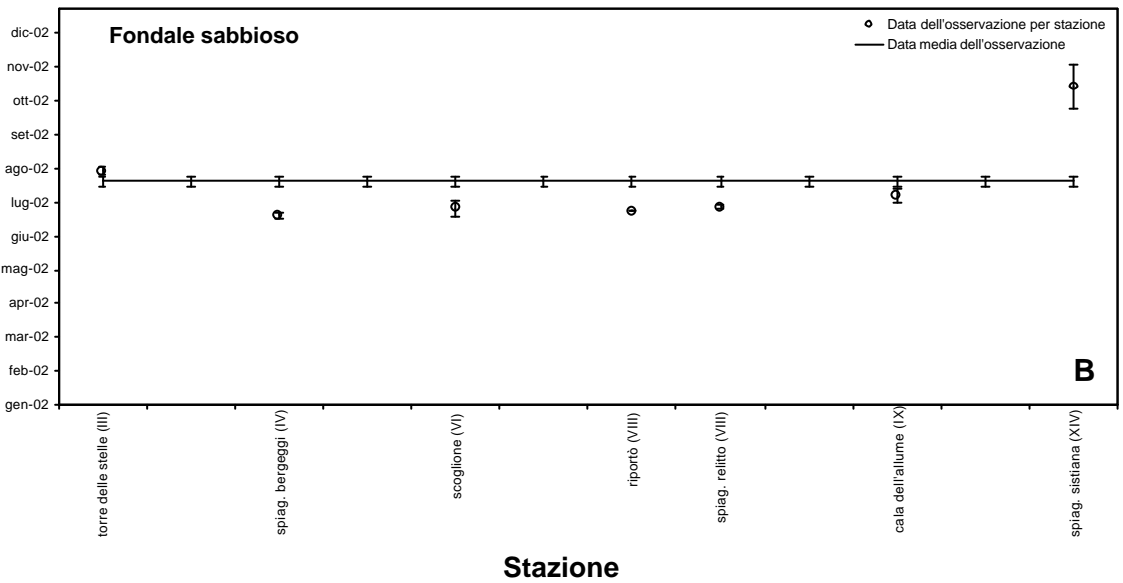
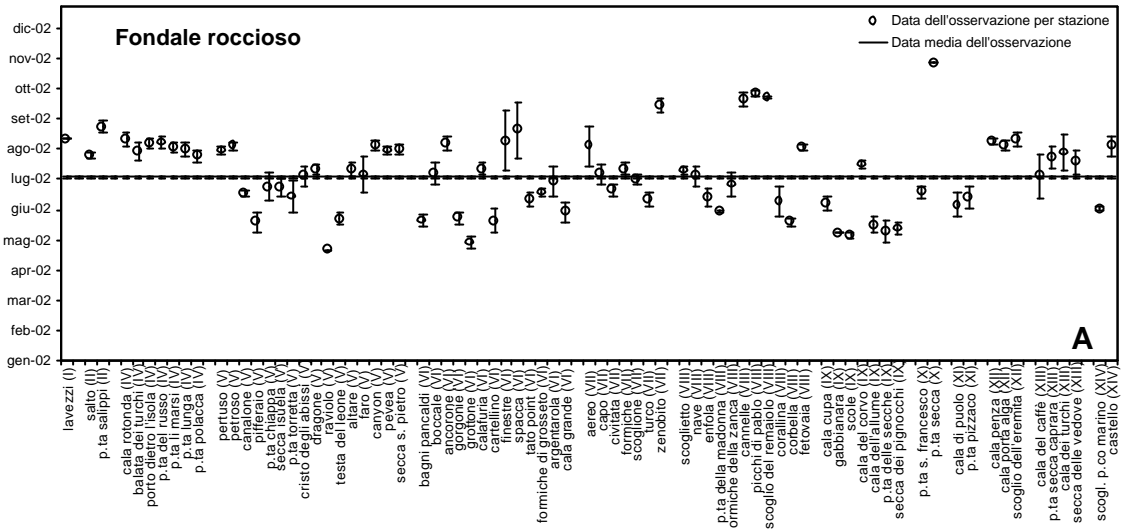
Numero di schede



Stazione

Figura 6. Distribuzione temporale dei rilevamenti eseguiti nell'anno 2002. Per ogni stazione del fondale roccioso (A) e di quello sabbioso (B) è indicata la data media delle osservazioni. I numeri romani indicano aree geografiche omogenee: I = Corsica meridionale (Bonifacio); II = Sardegna nord-occidentale (Stintino, provincia di Sassari); III = Sardegna meridionale (Fiumi di Quarto, provincia di Cagliari); IV = Pantelleria (provincia di Trapani); V = costa della Provenza (Menton) e della Liguria (Bergeggi, provincia di Savona; Portofino, provincia di Genova; Levanto, provincia di La Spezia); VI = costa toscana (Livorno - Quercianella, provincia di Livorno; Talamone - Porto S. Stefano, provincia di Grosseto); VII = isola di Capraia (provincia di Livorno); VIII = isola d'Elba (Portoferraio - Marciana Marina - Porto Azzurro - Lacona - Pomonte - Fetovaia, provincia di Livorno); IX = isola del Giglio (provincia di Grosseto); X = isola di Giannutri (provincia di Grosseto); XI = golfo di Napoli (Massa Lubrense - Procida, provincia di Napoli); XII = costa pugliese (Polignano a mare, provincia di Bari); XIII = isole Tremiti (isola di Caprara, provincia di Foggia); XIV = Adriatico nord-orientale (Sistiana, provincia di Trieste; Medveja, Istria).

Data dell'osservazione \pm E.S.)



Stazione

Figura 7. Distribuzione batimetrica dei rilevamenti eseguiti nell'anno 2002. Per ogni stazione del fondale roccioso (A) e di quello sabbioso (B) è indicata la profondità media delle osservazioni. I numeri romani indicano aree geografiche omogenee: I = Corsica meridionale (Bonifacio); II = Sardegna nord-occidentale (Stintino, provincia di Sassari); III = Sardegna meridionale (Fiumi di Quarto, provincia di Cagliari); IV = Pantelleria (provincia di Trapani); V = costa della Provenza (Menton) e della Liguria (Bergeggi, provincia di Savona; Portofino, provincia di Genova; Levanto, provincia di La Spezia); VI = costa toscana (Livorno - Quercianella, provincia di Livorno; Talamone - Porto S. Stefano, provincia di Grosseto); VII = isola di Capraia (provincia di Livorno); VIII = isola d'Elba (Portoferraio - Marciana Marina - Porto Azzurro - Lacona - Pomonte - Fetovaia, provincia di Livorno); IX = isola del Giglio (provincia di Grosseto); X = isola di Giannutri (provincia di Grosseto); XI = golfo di Napoli (Massa Lubrense - Procida, provincia di Napoli); XII = costa pugliese (Polignano a mare, provincia di Bari); XIII = isole Tremiti (isola di Caprara, provincia di Foggia); XIV = Adriatico nord-orientale (Sistiana, provincia di Trieste; Medveja, Istria).

Profondità esplorata m ± E.S.)

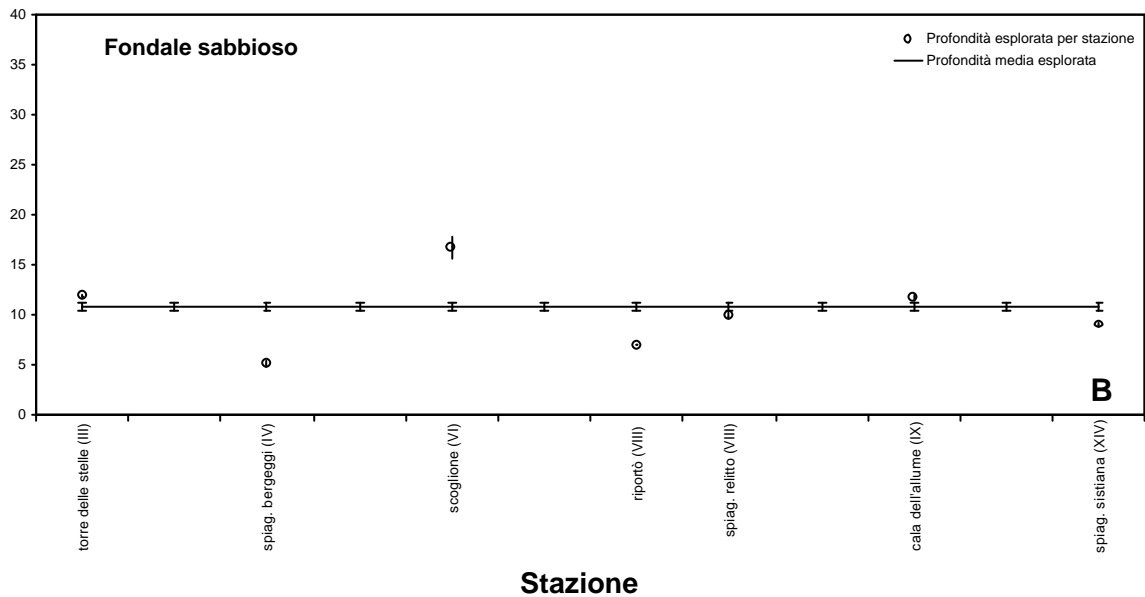
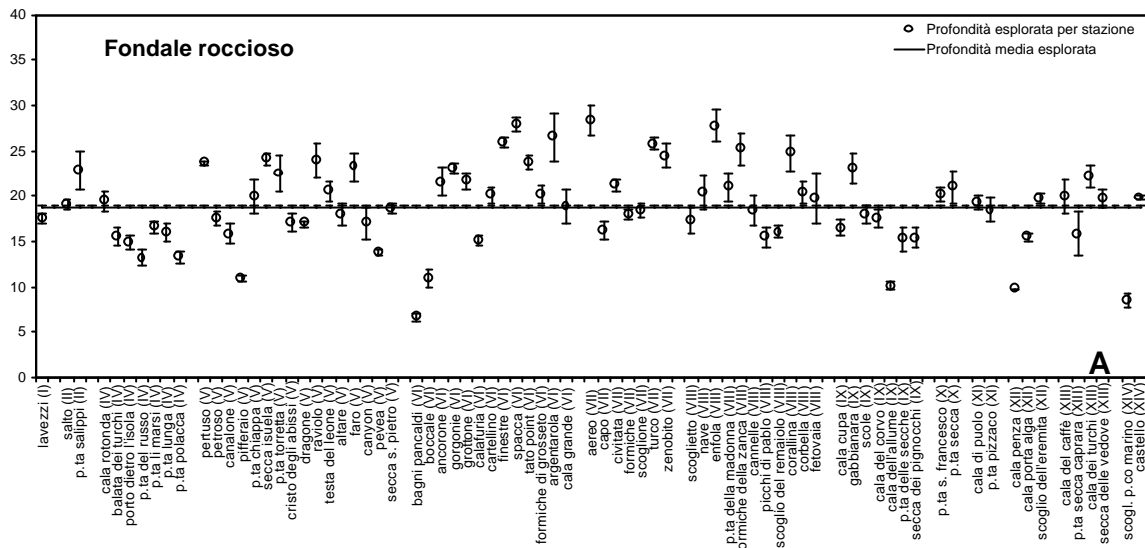
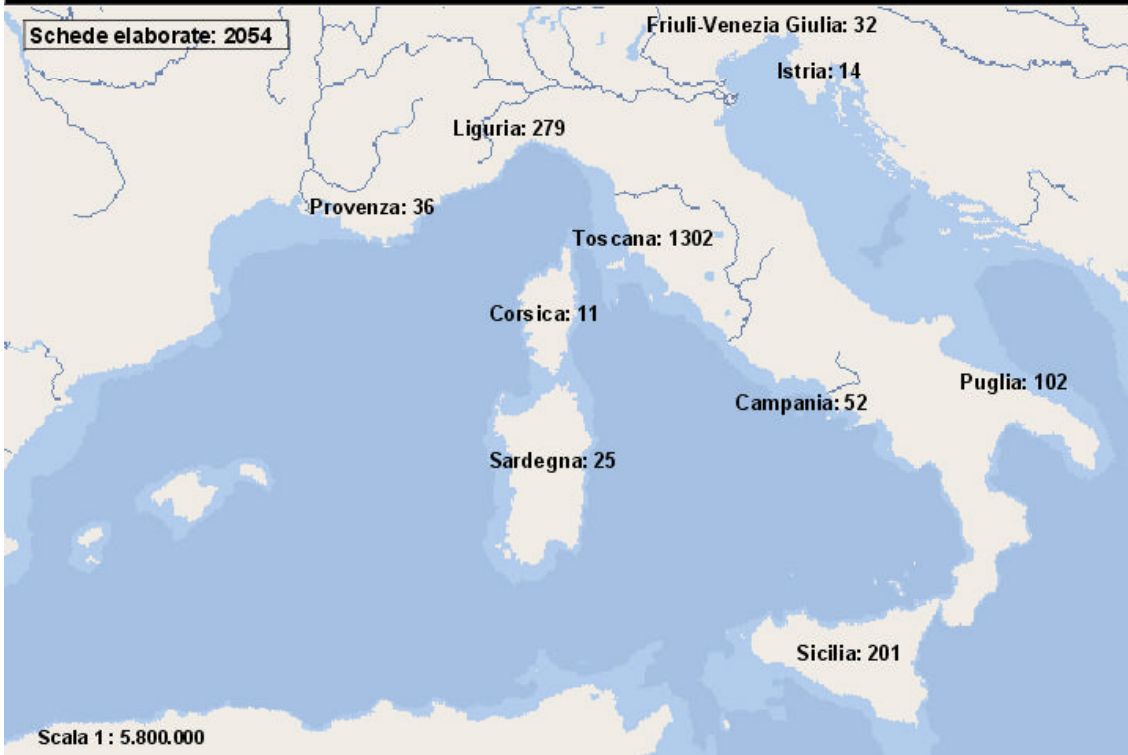


Figura 8. Distribuzione geografica delle schede elaborate per l'anno 2002.

FONDALE ROCCIOSO - ANNO 2002
DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA DELLE SCHEDE ELABORATE



FONDALE SABBIOSO - ANNO 2002
DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA DELLE SCHEDE ELABORATE



Figura 9 Lo stato della biodiversità per le stazioni del fondale roccioso. Nota le differenti scale delle ordinate. I numeri romani indicano aree geografiche omogenee: I = Corsica meridionale (Bonifacio); II = Sardegna nord-occidentale (Stintino, provincia di Sassari); IV = Pantelleria (provincia di Trapani); V = costa della Provenza (Menton) e della Liguria (Bergeggi, provincia di Savona; Portofino, provincia di Genova; Levanto, provincia di La Spezia); VI = costa toscana (Livorno - Quercianella, provincia di Livorno; Talamone - Porto S. Stefano, provincia di Grosseto); VII = isola di Capraia (provincia di Livorno); VIII = isola d'Elba (Portoferraio - Marciana Marina - Porto Azzurro - Lacona - Pomonte - Fetovaia, provincia di Livorno); IX = isola del Giglio (provincia di Grosseto); X = isola di Giannutri (provincia di Grosseto); XI = golfo di Napoli (Massa Lubrense - Procida, provincia di Napoli); XII = costa pugliese (Polignano a mare, provincia di Bari); XIII = isole Tremiti (isola di Caprara, provincia di Foggia); XIV = Adriatico nord-orientale (Sistiana, provincia di Trieste; Medveja, Istria).

Fondale Roccioso

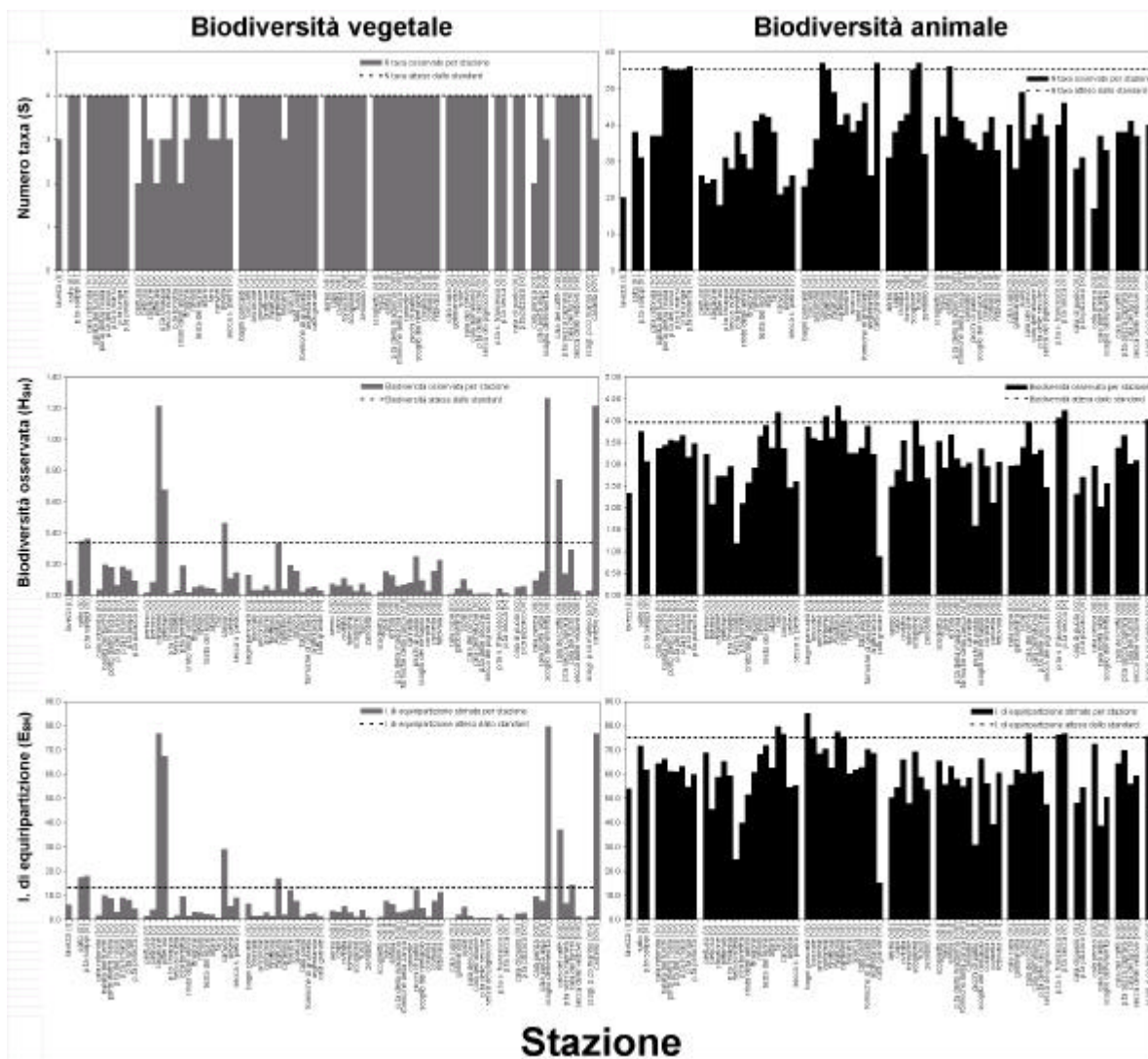
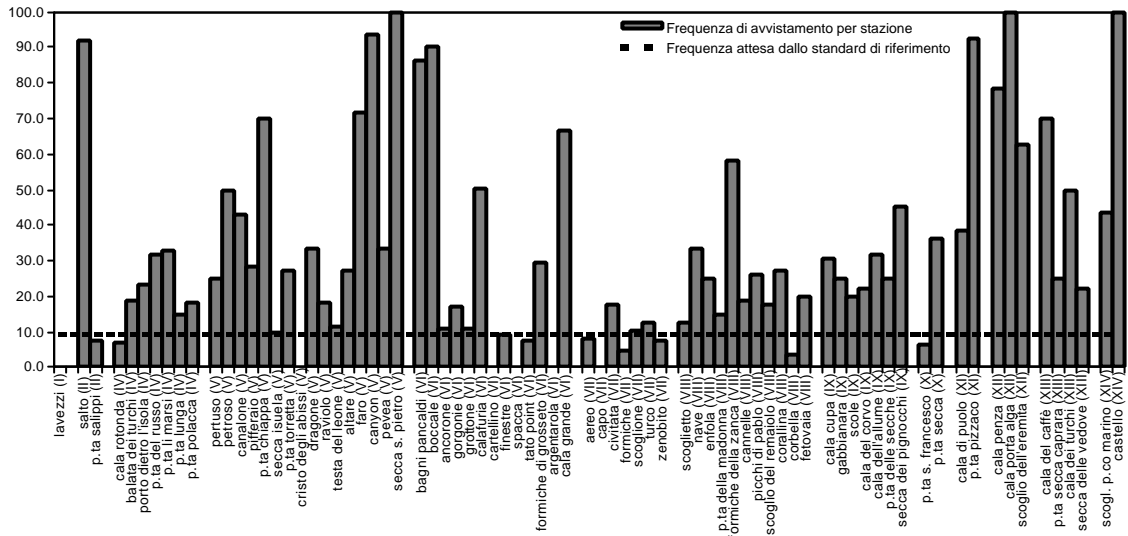


Figura 10. Frequenza di avvistamento di rifiuti per le stazioni del fondale roccioso. I numeri romani indicano aree geografiche omogenee: I = Corsica meridionale (Bonifacio); II = Sardegna nord-occidentale (Stintino, provincia di Sassari); IV = Pantelleria (provincia di Trapani); V = costa della Provenza (Menton) e della Liguria (Bergeggi, provincia di Savona; Portofino, provincia di Genova; Levanto, provincia di La Spezia); VI = costa toscana (Livorno - Quercianella, provincia di Livorno; Talamone - Porto S. Stefano, provincia di Grosseto); VII = isola di Capraia (provincia di Livorno); VIII = isola d'Elba (Portoferraio - Marciana Marina - Porto Azzurro - Lacona - Pomonte - Fetovaia, provincia di Livorno); IX = isola del Giglio (provincia di Grosseto); X = isola di Giannutri (provincia di Grosseto); XI = golfo di Napoli (Massa Lubrense - Procida, provincia di Napoli); XII = costa pugliese (Polignano a mare, provincia di Bari); XIII = isole Tremiti (isola di Caprara, provincia di Foggia); XIV = Adriatico nord-orientale (Sistiana, provincia di Trieste; Medveja, Istria).

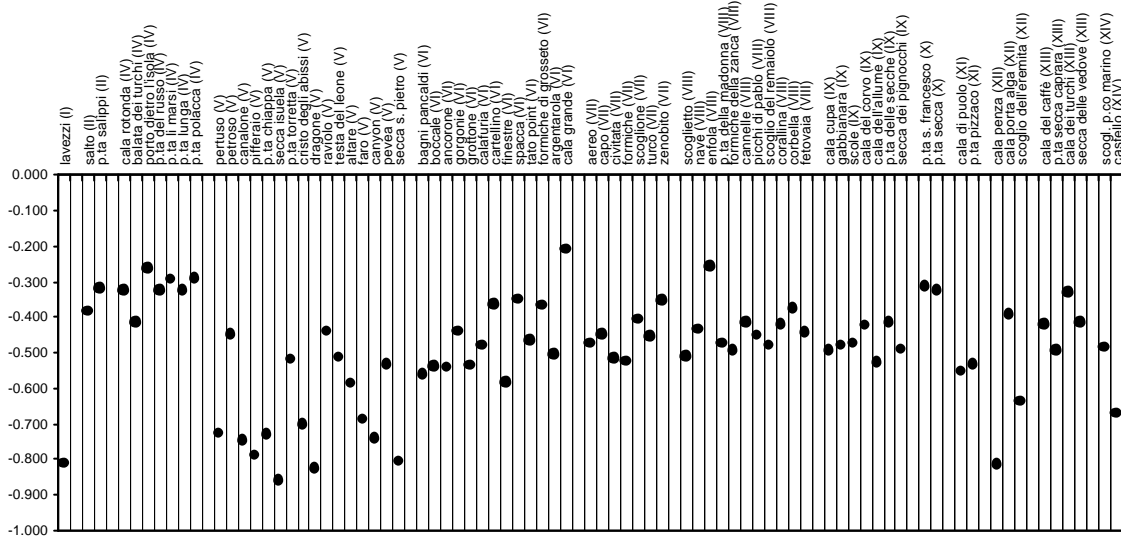
Avvistamento di rifiuti (% di immersioni con avvistam.)



Stazione

Figura 11. Indice di qualità ambientale per le stazioni del fondale roccioso. I numeri romani indicano aree geografiche omogenee: I = Corsica meridionale (Bonifacio); II = Sardegna nord-occidentale (Stintino, provincia di Sassari); IV = Pantelleria (provincia di Trapani); V = costa della Provenza (Menton) e della Liguria (Bergeggi, provincia di Savona; Portofino, provincia di Genova; Levanto, provincia di La Spezia); VI = costa toscana (Livorno - Quercianella, provincia di Livorno; Talamone - Porto S. Stefano, provincia di Grosseto); VII = isola di Capraia (provincia di Livorno); VIII = isola d'Elba (Portoferraio - Marciana Marina - Porto Azzurro - Lacona - Pomonte - Fetovaia, provincia di Livorno); IX = isola del Giglio (provincia di Grosseto); X = isola di Giannutri (provincia di Grosseto); XI = golfo di Napoli (Massa Lubrense - Procida, provincia di Napoli); XII = costa pugliese (Polignano a mare, provincia di Bari); XIII = isole Tremiti (isola di Caprara, provincia di Foggia); XIV = Adriatico nord-orientale (Sistiana, provincia di Trieste; Medveja, Istria).

Indice di qualità ambientale



Stazione

Figura 12. Rappresentazione dell'indice di qualità per il fondale roccioso.

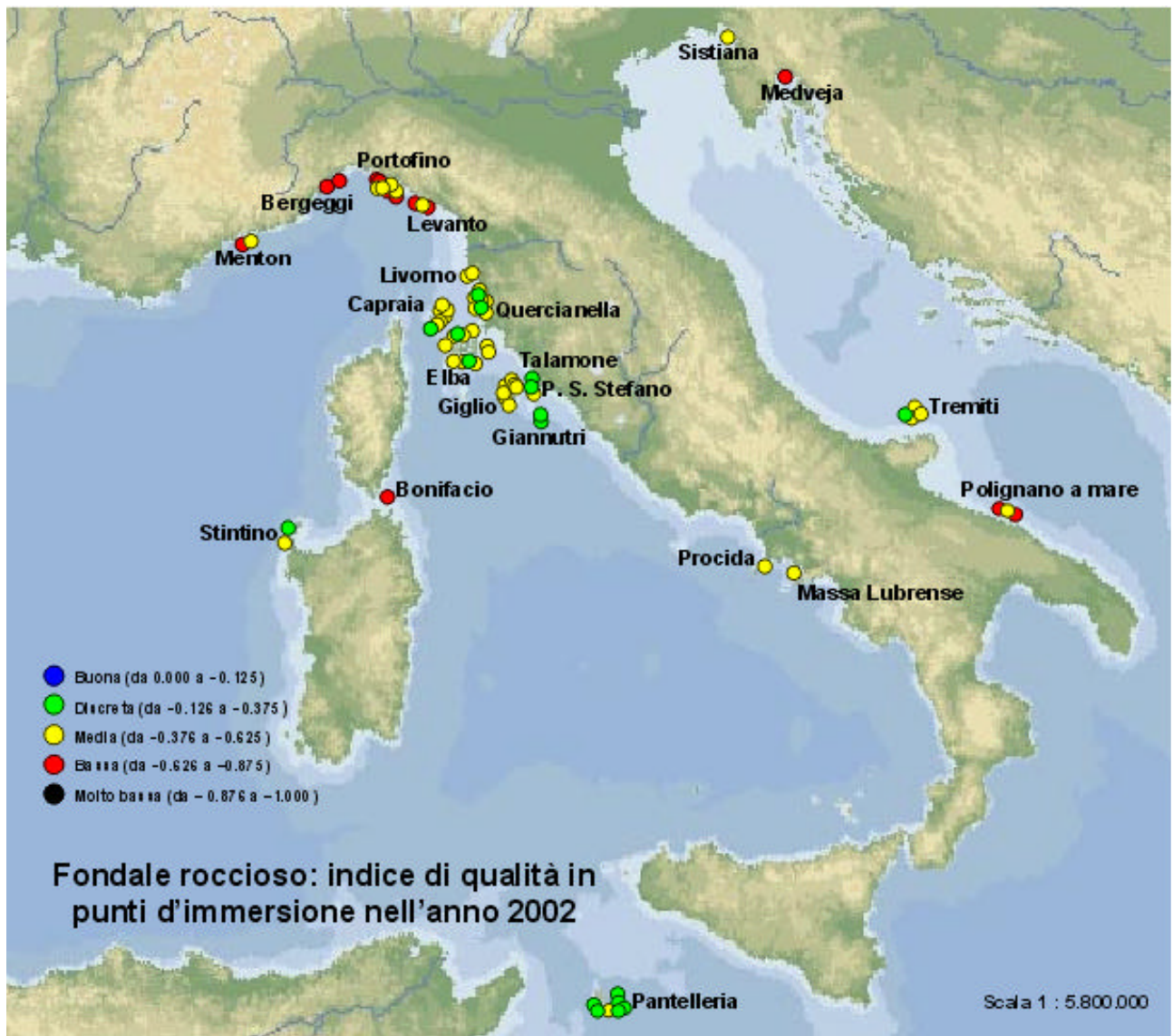


Figura 13. Lo stato della biodiversità per le stazioni del fondale sabbioso. Nota le differenti scale delle ordinate. I numeri romani indicano aree geografiche omogenee: III = Sardegna meridionale (Fiumi di Quarto, provincia di Cagliari); V = costa della Provenza (Menton) e della Liguria (Bergeggi, provincia di Savona; Portofino, provincia di Genova; Levanto, provincia di La Spezia); VII = isola di Capraia (provincia di Livorno); VIII = isola d'Elba (Portoferraio - Marciana Marina - Porto Azzurro - Lacona - Pomonte - Fetovaia, provincia di Livorno); IX = isola del Giglio (provincia di Grosseto); XIV = adriatico nord-orientale (Sistiana, provincia di Trieste; Medveja, Istria).

Fondale Sabbioso

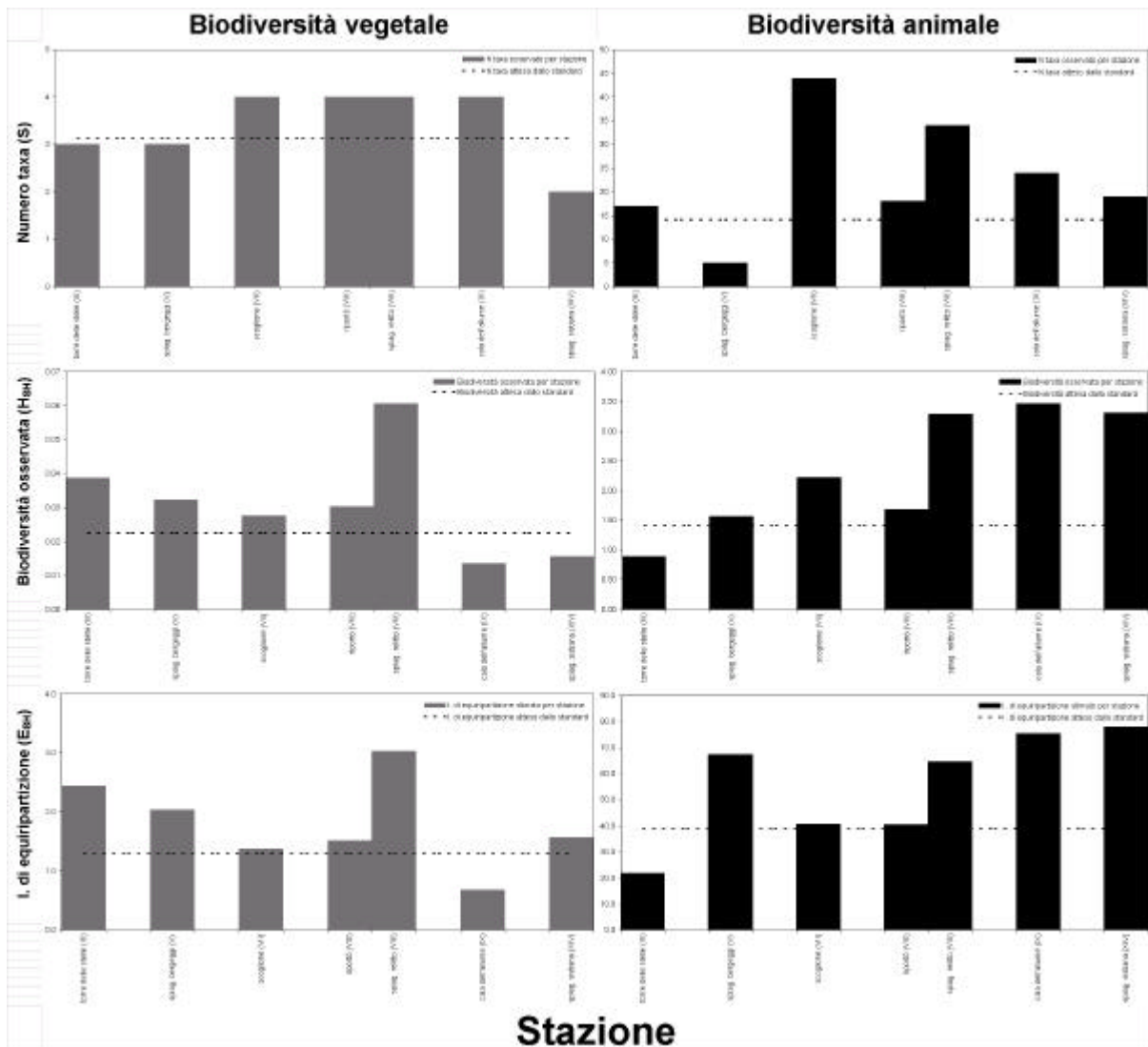


Figura 14. Frequenza di avvistamento di rifiuti per le stazioni del fondale sabbioso. I numeri romani indicano aree geografiche omogenee: III = Sardegna meridionale (Fiumi di Quarto, provincia di Cagliari); V = costa della Provenza (Menton) e della Liguria (Bergeggi, provincia di Savona; Portofino, provincia di Genova; Levanto, provincia di La Spezia); VII = isola di Capraia (provincia di Livorno); VIII = isola d'Elba (Portoferraio - Marciana Marina - Porto Azzurro - Lacona - Pomonte - Fetovaia, provincia di Livorno); IX = isola del Giglio (provincia di Grosseto); XIV = adriatico nord-orientale (Sistiana, provincia di Trieste; Medveja, Istria).

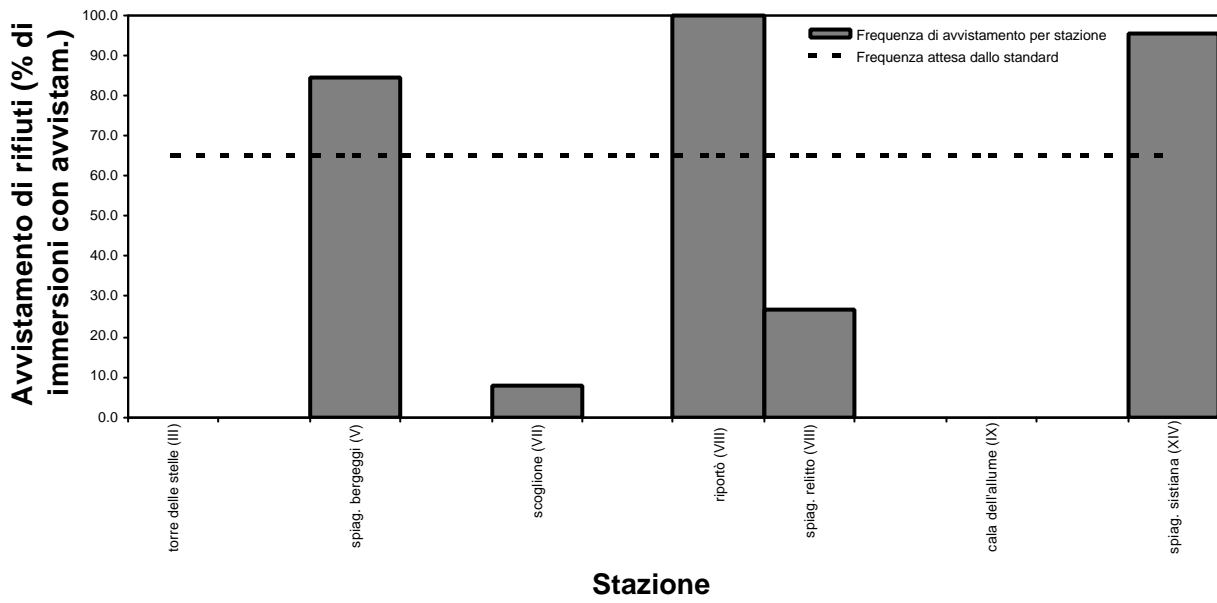


Figura 15. Indice di qualità ambientale per le stazioni del fondale sabbioso. I numeri romani indicano aree geografiche omogenee: III = Sardegna meridionale (Fiumi di Quarto, provincia di Cagliari); V = costa della Provenza (Menton) e della Liguria (Bergeggi, provincia di Savona; Portofino, provincia di Genova; Levanto, provincia di La Spezia); VII = isola di Capraia (provincia di Livorno); VIII = isola d'Elba (Portoferraio - Marciana Marina - Porto Azzurro - Lacona - Pomonte - Fetovaia, provincia di Livorno); IX = isola del Giglio (provincia di Grosseto); XIV = adriatico nord-orientale (Sistiana, provincia di Trieste; Medveja, Istria).

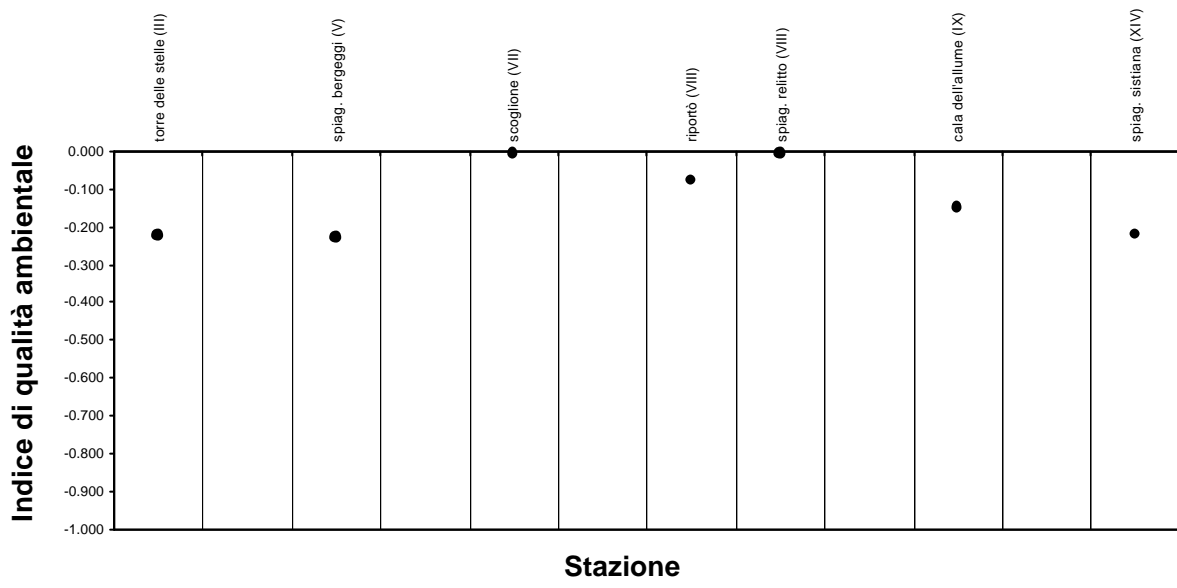


Figura 16. Rappresentazione dell'indice di qualità per il fondale sabbioso.

