



Committente



Autorità Portuale di Olbia, Golfo Aranci e Porto Torres



Direzione Scientifica:
Dott. Augusto Navone

Collaboratori:
Dott. Pier Panzalis
Cristian Del Vecchio
Pietro Navone

Sommario

1. INTRODUZIONE	3
2. INQUADRAMENTO AMBIENTALE DELL'AREA VASTA	5
3. INQUADRAMENTO DELL'AREA DI STUDIO	8
4. PIANO DI CAMPIONAMENTO	10
5. VERITÀ MARE	12
➤ Analisi fisionomica e fotografica per la verifica delle biocenosi.....	13
6. MATERIALI E METODI	15
7. LA ZONAZIONE BIONOMICA	16
8. DESCRIZIONE DELLE BIOCENOSI NELL'AREA ESAMINATA.....	23
9. <i>POSIDONIA OCEANICA</i>	29
➤ Densità.....	29
➤ Dimensioni della superficie da campionare	29
➤ Posizionamento dell'area	30
➤ Numero di repliche.....	30
➤ Copertura.....	31
➤ Metodi	31
➤ Rilevamenti effettuati ed elaborazione dei dati.....	31
10. CONCLUSIONI.....	33
11. Bibliografia	34

1. INTRODUZIONE

Il presente lavoro riguarda in una serie di attività di studio finalizzate alla realizzazione del prolungamento dell'Antemurale del Molo di Ponente del porto civico di Porto Torres. Tale opera fa parte progetto "Hub portuale di Porto Torres" che comprende anche la resecazione della banchina alti fondali del porto civico di Porto Torres. L'opera si inserisce nell'ambito dei lavori di adeguamento del porto civico di Porto Torres al PRP, iniziati nel 2002 con diversi interventi finanziati dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Lo studio è finalizzato ad un'indagine per rilevare la presenza di *Posidonia oceanica* nelle acque e nei fondali interessati alla realizzazione dell'opera.

Le indagini biologiche sono state condotte dalla ditta Pragma due, incaricata dall'Autorità Portuale di Olbia, Golfo Aranci e Porto Torres e sotto la direzione scientifica della dott. Biologo Augusto Navone.

I rilievi sono stati effettuati in immersione con ARA. Tramite l'interpretazione di fotografie aeree è stato possibile effettuare un piano di campionamento mirato per determinare le principali biocenosi marine e il limite della fanerogama marina *Posidonia oceanica*. I transetti e le immersioni puntuali, tutti in seguito georeferenziati, hanno permesso la stesura di una cartografia di dettaglio del fondale marino. La cartografia ambientale tematica riveste un ruolo di primaria importanza sia per gli aspetti di ricerca di base, legati alla conoscenza degli ecosistemi, sia per gli aspetti finalizzati, legati a necessità di intervento e gestione del territorio. Tricart e Kilian (1985) affermano che il rilevamento cartografico è insostituibile per analizzare gli aspetti spaziali dell'ambiente naturale. Per questi motivi, la cartografia ecologica è molto sviluppata in ambiente terrestre, dove la mappatura della vegetazione o delle caratteristiche mesologiche e pedologiche costituisce ormai un elemento fondamentale nell'ambito degli studi ambientali e della gestione territoriale. L'immersione di personale scientifico subacqueo rimane la tecnica più accurata di mappatura delle praterie di fanerogame, ed è comunque insostituibile come "verità mare" di immagini satellitari, fotografie aeree o sonogrammi. I costi elevati e l'operatività inevitabilmente limitata, però fanno sì che la mappatura in immersione sia conveniente solo per carte a grande scala di praterie con estensione ridotta. Tra le metodiche usate figurano: la fotografia aerea e immersioni subacquee. Benché diversi tra loro, questi metodi non devono essere considerati alternativi, ma piuttosto complementari. Solo l'uso congiunto di diverse tecniche può garantire

efficienza e risultati verificati. (Meinesz *et al.* 1988). Al fine di gestire l'ambiente in maniera razionale e sostenibile, il supporto cartografico riveste una sempre maggiore importanza. Infatti qualsiasi pianificazione che intervenga sull'ambiente esterno deve essere valutata con strumenti adatti. Le rappresentazioni cartografiche non sono quindi univoche, ma sono "adattate" all'ambiente che vogliono rappresentare. Gli ambienti costieri sono ambienti di transizione, infatti in tali ambienti insistono processi fisici ed ecologici di natura diversa. La complessità di tali ambienti è dovuta alle interazioni fra questi processi a cui si aggiungono interventi antropici. Il monitoraggio di tali ambienti è quindi necessario ogni qual volta si interviene e si modifica la struttura fisica ed ecologica di questi sistemi. *Posidonia oceanica* (L.) Delile, è la pianta marina più diffusa del mar Mediterraneo di cui è endemica (Pergent *et al.*, 1995), tale pianta colonizza generalmente i fondali mobili: sabbie da fini a grossolane fino alla profondità di circa 40 metri in acque oligotrofe (Boudouresque *et al.*, 1990).

La *Posidonia oceanica* forma nelle acque costiere vere e proprie praterie che sono un ecosistema chiave per l'ambiente costiero. Inoltre possono essere importanti per la stabilizzazione dei sedimenti costieri e la protezione degli arenili (De Falco *et al.* 2003, Jeudy de Grissac and Boudouresque, 1985) o per alcune attività antropiche quali per esempio la pesca (Mazzella *et al.*, 1993). L'analisi d'immagine ha trovato applicazioni in molti settori del monitoraggio di ambienti terrestri, di transizione (Boak and Turner 2005) e marini (Baroli *et al.* 2004, Cancemi *et al.* 2000). Le informazioni ottenute attraverso le analisi a cui si sottopongono le fonti di informazione siano esse semplici foto aeree, immagini satellitari o altro, sono spesso inseriti in ambiente GIS e restituiti cartograficamente evidenziando i tematismi che più interessano. Esistono infatti differenti rappresentazione dell'ambiente studiato es: carte geomorfologiche (Orrù *et al.* 1991), carte bionomche (Bianchi *et al.* 1991), carte rappresentati la dinamica dei litorali (Fierro *et al.* 1999) e carte che identificano il rischio costiero (Atzeni *et al.* 2004). La mappatura delle praterie è considerato un utile strumento per la gestione delle praterie, per determinarne lo stato e eventuali misure protettive. Numerosi sono gli studi di monitoraggio delle praterie di *Posidonia oceanica* effettuati con l'utilizzo di foto aeree ed immagini satellitari (Pasqualini *et al.* 1998, De Falco *et al.* 2006, Fornes *et al.* 2006).

2. INQUADRAMENTO AMBIENTALE DELL'AREA VASTA

Nel territorio del comune di Porto Torres ricadono aree di notevole interesse naturalistico. L'Isola dell'Asinara è interessata nella sua totalità da due scale di tutela differenti, una comunitaria e una nazionale e per ciascuna scala sono due le corrispondenti entità sul territorio: per quanto riguarda il livello europeo l'area è individuata sia come Sito di Importanza Comunitaria (SIC) che come Zona di Protezione Speciale (ZPS), mentre a livello nazionale l'isola in senso stretto è stata designata come Parco Nazionale. La fascia di mare che circonda l'Isola è iscritta tra le Aree Marine Protette italiane. Con la Legge Regionale 31/89 l'Asinara fu designata come Riserva Naturale e oggi è inserita totalmente nella lista delle Oasi Permanenti di Protezione Faunistica. Il Parco Nazionale "Asinara" interessa una superficie a terra di circa 5.090 ettari ed è stato istituito con Legge 344/8/10/1997 – Decreto Ministeriale 28/11/97, Decreto del Presidente della Repubblica 3/10/02, mentre l'Area Marina Protetta "Isola dell'Asinara" ha, una estensione a mare di 10.732 ettari ed interessa 79.635 metri di costa. Il Decreto Istitutivo è del 13 agosto 2002.

Il SIC "Isola dell'Asinara" (ITB010082) occupa una superficie di 17.192 ettari. I confini del SIC comprendono l'isola dell'Asinara, l'isola Piana e un'ampia porzione di mare di larghezza variabile dalla costa, compresa tra circa 1,5 e 5 km. I confini coincidono in parte con quelli dell'Area Marina Protetta "Isola dell'Asinara" (circa 45 km) e in parte con quelli del "Santuario per i Mammiferi Marini" (circa 3,5 km).

La ZPS "Isola Asinara" (ITB010001) comprende esclusivamente l'Asinara e ha una superficie di 9669 ettari. La ZPS "Isola Piana di Porto Torres" (ITB013011) comprende esclusivamente l'isola omonima e si estende per 399 ettari di cui il 70% a mare.

La superficie marina che circonda tutto il territorio di Porto Torres è parte integrante del Santuario dei Cetacei, istituito in Italia dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio con il nome di "Santuario per i mammiferi marini" e noto in Francia come "Santuario Pelagos", speciale area marina protetta che si estende per circa 90.000 km² nel Mediterraneo nord-occidentale tra Italia, Francia e Sardegna comprendendo la Corsica e l'Arcipelago Toscano. Tale area protetta è stata istituita con la Legge 11 ottobre 2001, n. 391 "Ratifica ed esecuzione dell'Accordo relativo alla creazione nel Mediterraneo di un santuario per i mammiferi marini", fatto a Roma il 25 novembre 1999 tra Italia, Francia e Principato di Monaco.

Una porzione di territorio del comune di Porto Torres dell'isola madre (0,27% escluse le isole) interessa il SIC "Stagno e ginepreto di Platamona" (ITB010003). Si tratta di 28,41 ettari pari all'1,76% dell'intero Sito.

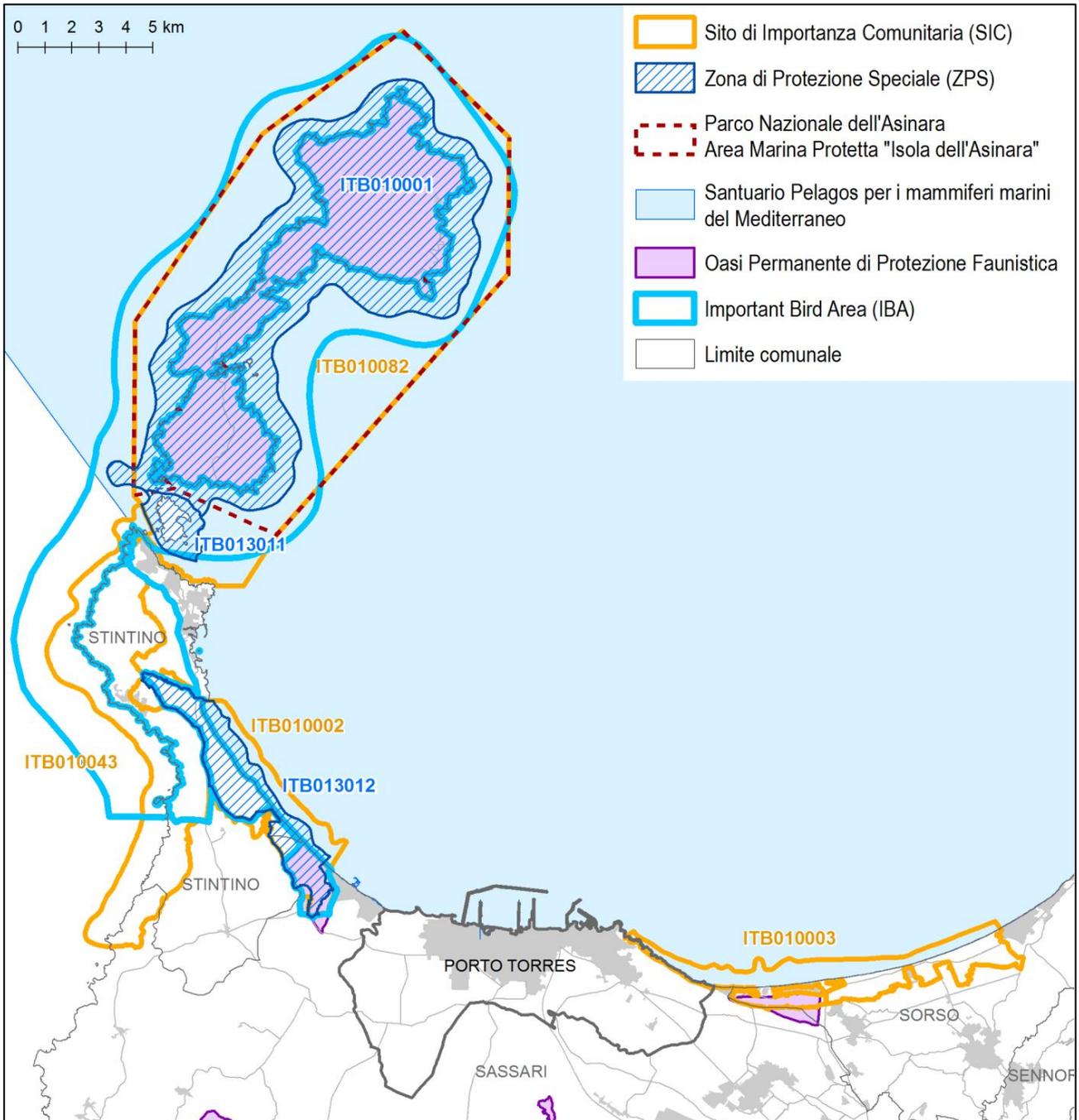


Figura 1 Aree tutelate

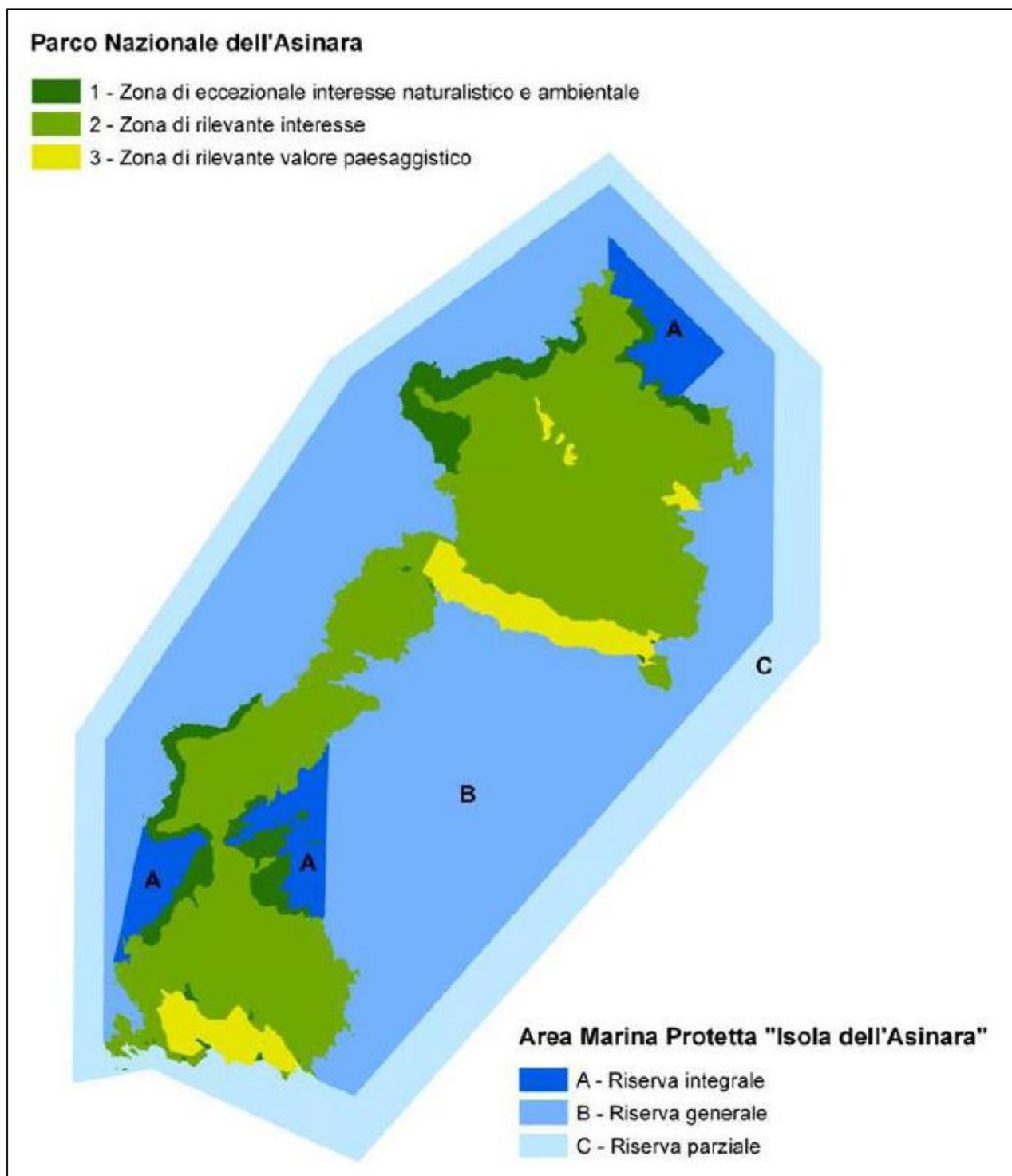


Figura 2: Zonizzazione del Parco Nazionale dell'Asinara e dell'Area Marina Protetta "Isola dell'Asinara"

Sotto il profilo bioclimatico l'area del comune di Porto Torres viene riferita al bioclima Mediterraneo pluvistagionale oceanico e al piano fitoclimatico Termomediterraneo superiore, secco superiore, euceanico.

3. INQUADRAMENTO DELL'AREA DI STUDIO

L'area interessata dalle opere in progetto ricade nel territorio comunale di Porto Torres (SS), nello specifico all'interno nel porto commerciale. Materialmente l'intervento si localizza nello specchio d'acqua in continuità con l'attuale molo di Ponente e fronte l'imboccatura del porto civico.



Figura 3: inquadratura dell'area

Cartograficamente l'area è compresa nella:

- Carta d'Italia (IGMI), scala 1:25000, foglio n° 441, sez. III, Porto Torres.

In riferimento alla cartografia regionale (CTR) l'area è all'interno di:

- CTR numerico Porto Torres sez. 441130, scala 1:10000.
- Carta Nautica n° 286, scala 1:10000 IIM

Il fondale a partire dalla testata dell'attuale Antemurale del Molo di Ponente lungo lo sviluppo del futuro molo si presenta pressoché piatto con una batimetria che varia dai metri -17 ai metri -21,90. È un fondale caratterizzato da un sedimento molle che con diversa potenza, compresa tra i metri -1 ed i metri -0,30 si appoggia al substrato duro calcarenitico.

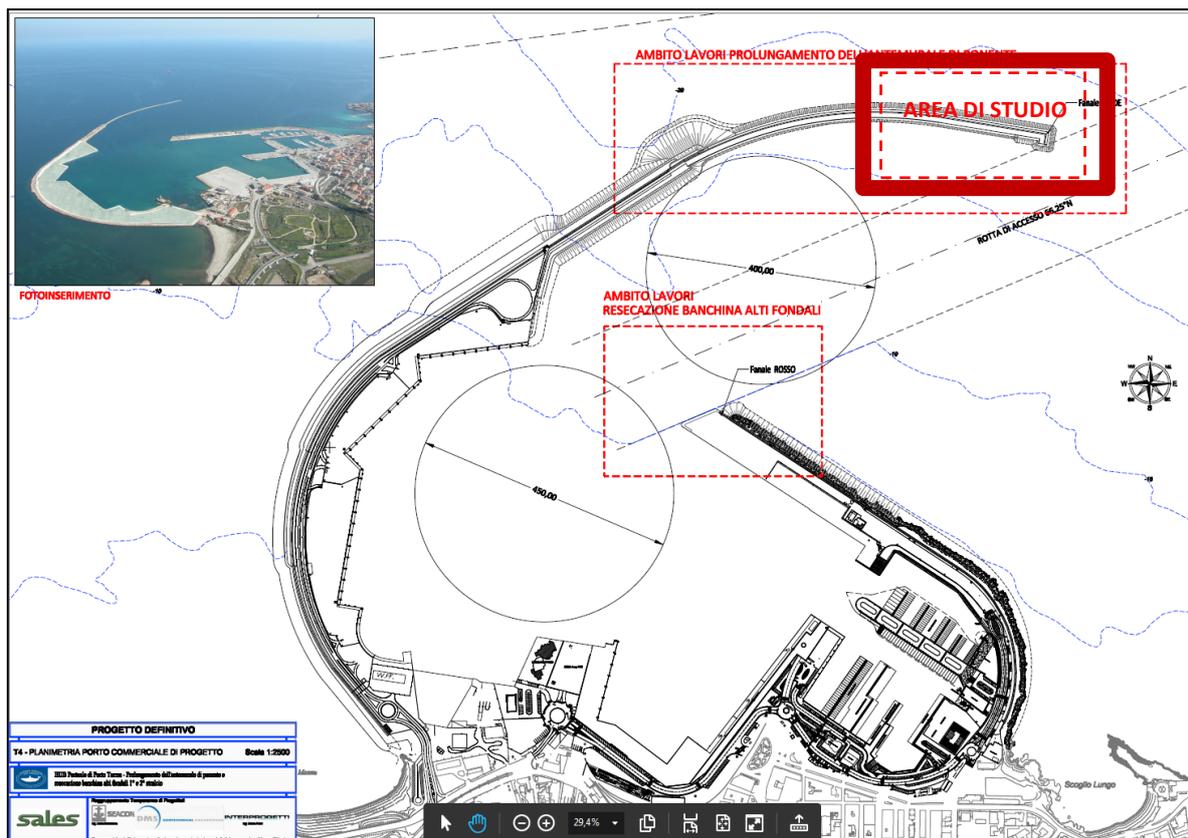


Figura 4: Schema progettuale e area di studio

4. PIANO DI CAMPIONAMENTO

Per il piano di campionamento sono stati previsti 4 transetti da 100 m e 12 verità mare.

Rilievo	latitudine	longitudine	lunghezza
Transetto 1	40° 50.893' N	008° 24.343' E	100 m
Transetto 2	40° 50.893' N	008° 24.446' E	100 m
Transetto 3	40° 50.893' N	008° 24.710' E	100 m
Transetto 4	40° 50.893' N	008° 24.957' E	100 m
Verità mare 1	40° 51.154' N	008° 24.323' E	Rilievo puntuale
Verità mare 2	40° 51.143' N	008° 24.323' E	Rilievo puntuale
Verità mare 3	40° 51.113' N	008° 24.323' E	Rilievo puntuale
Verità mare 4	40° 51.154' N	008° 24.363' E	Rilievo puntuale
Verità mare 5	40° 51.143' N	008° 24.363' E	Rilievo puntuale
Verità mare 6	40° 51.113' N	008° 24.363' E	Rilievo puntuale
Verità mare 7	40° 51.154' N	008° 24.957' E	Rilievo puntuale
Verità mare 8	40° 51.213' N	008° 24.146' E	Rilievo puntuale
Verità mare 9	40° 51.104' N	008° 24.910' E	Rilievo puntuale
Verità mare 10	40° 50.893' N	008° 24.915' E	Rilievo puntuale
Verità mare 11	40° 51.106' N	008° 25.157' E	Rilievo puntuale
Verità mare 12	40° 51.143' N	008° 25.157' E	Rilievo puntuale
Verità mare 13	40° 51.113' N	008° 25.157' E	Rilievo puntuale

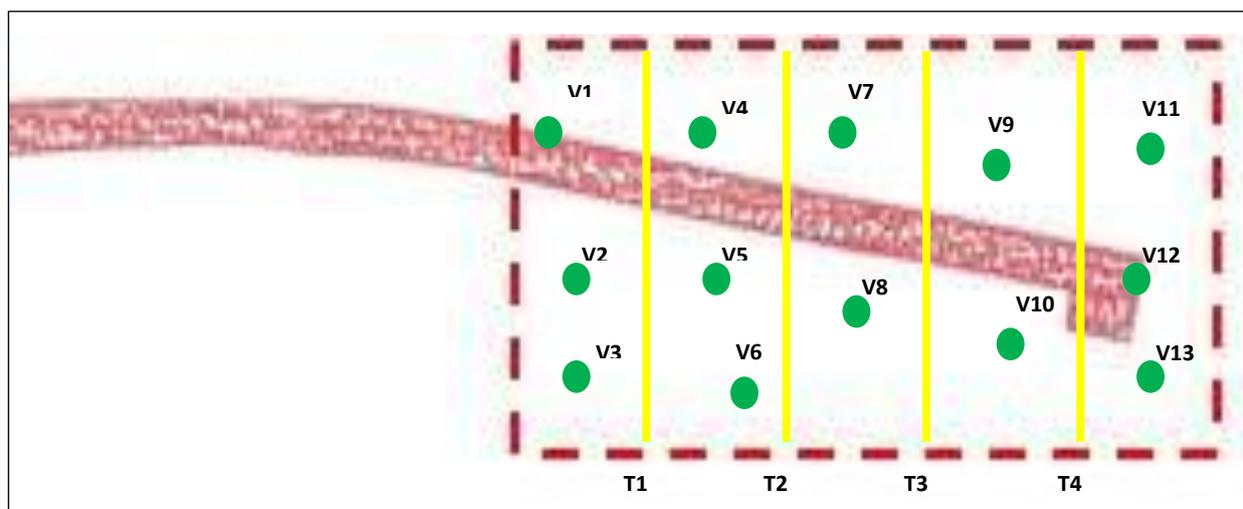


Figura 5: Piano di Campionamento



Foto 1 Rilievi in immersione



Foto 2 Area di studio

5. VERITÀ MARE

Nelle pagine che seguono vengono sinteticamente riportate quelle osservazioni subacquee, effettuate nei siti oggetto del piano di campionamento, che presentano interesse ai fini della cartografia bionomica del fondale marino. I siti sono distribuiti nell'ambito dell'intera area dove si prevede l'opera in oggetto. In tal modo è possibile ottenere informazioni su tutta la zona presa in esame, seppur in misura minima, nella zona esterna posta nelle immediate vicinanze della zona dei futuri lavori. Le osservazioni subacquee sono state effettuate secondo gli approcci tipici del rilevamento bionomico tramite immersione scientifica (*Bianchi et al., 1999*). In particolare, vengono riferiti i punti dove il transetto ha avuto inizio la direzione seguita durante la stesura dello stesso, le coordinate geografiche di fine transetto, la profondità massima esplorata, una breve caratterizzazione, e la lista degli habitat e delle specie osservate. Le coordinate geografiche sono state ricavate con GPS (Global Positioning System) portatile, riferito all'ellissoide WGS 84. La caratterizzazione rappresenta una sintesi delle note di campo e soprattutto tende a definire le unità di popolamento riconosciute in situ con criterio misto tra fisionomico (prevalente) e di fedeltà, quando le specie caratteristiche erano sufficientemente cospicue o determinanti.

➤ **Analisi fisionomica e fotografica per la verifica delle biocenosi**



V1



V2



V3



V4



V5



V6



V7



V8



V9



V10



V11



V12

6. MATERIALI E METODI

L'indagine dell'area esaminata è stata condotta con la tecnica dei campionamenti in situ, ed l'analisi di immagini satellitari ed aeree. Sono stati eseguiti quattro transetti della lunghezza di 100 m seguendo una direzione di 0°. La posizione dei transetti è stata scelta riferendosi ai progetti e all'analisi delle foto aeree. Identificato un punto di partenza, del transetto, si è seguita una direzione fissa, in modo tale da avere il maggior riscontro sulle biocenosi presenti. In tal modo è stato possibile coprire un'ampia porzione di fondale marino per valutarne meglio le diverse biocenosi. Altre immersioni sono state effettuate per valutare le "verità mare". Grazie, infatti, alla fotointerpretazione è stato possibile identificare dei punti chiave per la cartografia. La mappatura delle strutture, siano esse abiotiche o biotiche, dell'ambiente marino avviene oramai quasi in toto grazie al supporto della tecnologia, infatti sia a elevate come a basse profondità strumenti come ecografi, multibeam, sidescan sonar, foto aeree e immagini satellitari sono utilizzate al fine di identificare le caratteristiche e/o le perturbazioni in ambiente sommerso. Specificatamente si ritrovano in bibliografia molti casi nei quali la mappatura delle praterie di *Posidonia oceanica* avviene combinando informazioni provenienti da foto aeree con rilievi effettuati in situ o con immagini side scan sonar (Baroli et al 2004, Cancemi et al 2000, De Falco et al. 2000, Pasqualini et al. 1999, Pasqualini et al 1998). Per ottenere tale mappatura sono state incrociate differenti tipologie di informazioni. Infatti sono state analizzate foto aeree della zona, dati riguardanti le batimetrie e rilievi effettuati in immersione. Data la bassa profondità delle acque tra 0 e 24 metri, si è scelto di privilegiare le informazioni ottenute attraverso una serie di survey sul posto (transetti e verità mare), i quali hanno permesso in seguito di analizzare le foto aeree della zona e quindi di ottenere una cartografia bionomica adeguata.

7. LA ZONAZIONE BIONOMICA

Campo di studio della bionomia è la zonazione dei popolamenti biologici. Uno dei concetti basilari in bionomia è quello di biocenosi: secondo la teoria individualistica è un raggruppamento di specie organizzato e funzionalmente integrato. Il significato del termine bionomia può essere reso con “definizione dell’ambiente attraverso criteri biologici”. Il suo campo di studio è conoscere quali raggruppamenti di organismi sono presenti, come sono distribuiti e perché. Si tratta dunque di una caratterizzazione biologica dell’ambiente che mira a definire zone diverse sulla base del popolamento biologico che lo abita; in ultima analisi, bionomia è lo studio della zonazione degli organismi.

In mare la distribuzione degli organismi non è omogenea ma varia in accordo alle caratteristiche dei diversi ambienti che sott’acqua si possono incontrare. Come è noto una prima suddivisione che si fa dell’ambiente marino è la distinzione tra benthos, costituito dall’insieme degli organismi legati al fondo marino, e pelagos, costituito dagli organismi di acque libere (plancton e necton), che non traggono contatti diretti e permanenti col fondo. Anche limitandosi al benthos, tuttavia, è constatazione comune che esiste una netta zonazione biologica, che i raggruppamenti floro-faunistici cambiano ad esempi, in relazione alla natura del substrato: sui fondi rocciosi sono preponderanti gli organismi che vivono al di sopra del substrato (epibenthos), mentre sui fondi sabbiosi e fangosi sono nel complesso più rappresentati gli organismi che vivono infossati nei sedimenti (endobenthos). (Bianchi C. N. 1991).

Per l’analisi delle biocenosi prenderemo in considerazione la zonazione verticale, che divide l’ambiente marino in zone o piani. I vari piani (zona verticale di spazio in cui le condizioni ambientali sono più o meno omogenee) sono separati tra loro da delle discontinuità ambientali e da marcati rinnovamenti floro-faunistici.

Partendo da qualche metro sopra il livello del mare abbiamo il sopralitorale o anche detto zona degli spruzzi, questa fascia nonostante si trovi fuori del mare, ha grosse interazioni con esso, e non viene quasi mai sommersa. Il mesolitorale è la zona in cui si ha alternanza di emersione ed immersione. L’infralitorale si estende dalla superficie fino alla massima profondità alla quale si trovano fanerogame marine. Il circalitorale dal limite inferiore delle fanerogame marine fino al margine della platea continentale. Il sistema profondo non lo prenderemo in considerazione. Ognuna di queste zone ha un differenti tipi di popolamenti benthici in relazione ai tipi di substrato.

Per questo è emersa l'esigenza da parte degli studiosi di creare un modello di zonazione delle comunità - o biocenosi bentoniche - come utile strumento operativo al fine di possedere un quadro di riferimento per poter identificare i principali elementi che caratterizzano l'ambiente in esame. Il modello attualmente più utilizzato, tra i vari proposti per il Mar Mediterraneo, è quello di Pérès e Picard (1964) che individua sia per il sistema fitale (presenza di luce) che per quello afitale (senza luce) le diverse biocenosi presenti sui fondali mobili e duri. Secondo tale modello all'interno di ciascun sistema si possono individuare dei "piani" che si susseguono verticalmente e si estendono tra due livelli "critici" entro i quali le condizioni ambientali si mantengono più o meno costanti. All'interno di ogni piano si trovano le biocenosi tipiche dello stesso, che sono costituite da specie caratteristiche, accompagnatrici e accidentali. Le specie caratteristiche sono dette esclusive nel caso in cui siano legate ad un determinato biotopo e si trovino solo eccezionalmente altrove; sono dette preferenziali se sono nettamente più abbondanti in un determinato biotopo, ma, allo stesso tempo possono essere accompagnatrici in un altro. Le specie accompagnatrici possono essere ugualmente abbondanti in diversi biotopi, in quanto sono specie distribuite nell'intero piano, oppure indicatrici di un certo fattore edafico, o ancora a larga ripartizione ecologica. Infine le specie accidentali sono quelle caratteristiche di un'altra biocenosi, che, vengono trovate eccezionalmente nel biotopo in esame.

Nella zona in esame sono state rinvenute le seguenti biocenosi bentoniche, che vengono successivamente brevemente descritte e rappresentate cartograficamente in figura 8 a pagina 26.

HP: biocenosi delle praterie a *Posidonia oceanica*

A differenza del tipico ambiente di scogliera dove si sviluppano un'infinità di microambienti secondo la maggiore o minore quantità di luce presente, il posidonieto è un ambiente piuttosto omogeneo che possiamo dividere in due aree fondamentali: la parte superiore illuminata in prossimità dell'apice delle foglie e quello in ombra che si crea in prossimità dei rizomi. La presenza biologica più evidente sono i pesci. Tra le foglie della prateria troviamo numerosi gamberetti, che si nutrono dell'abbondante residuo organico presente. Tra i policheti sessili troviamo lo spirografo *Spirographis spallanzani*, che con il ciuffo branchiale si protende dal tubo calcareo in cerca di piccole prede. L'attiniario *Alicia mirabilis* si espande quasi esclusivamente di notte, ma non è raro trovarlo tra i rizomi di *Posidonia oceanica*. Tra i molluschi che si trovano tra la prateria la specie più appariscente è *Pinna nobilis*, il più gran mollusco bivalve del Mediterraneo. Anche solamente le foglie di posidonia sono un piccolo ecosistema: infatti queste, soprattutto nella parte apicale, sono

ricche d'organismi, come i briozoi. Tra questi ricordiamo: *Electra posidoniae*, con filari di zooidi che corrono in genere parallelamente ai bordi delle foglie, *Carbasea papyrea*, simile alla precedente, *Callopora lineata*, forma incrostazioni a disco con lo zoario di colore grigio con piccoli aculei, *Chlidonia pyriformis*, ramificata, presente nei rizomi a basse profondità e svariate altre specie.

SFBC: biocenosi delle sabbie fini ben calibrate

Associazione a *Cymodocea nodosa* su sabbie fini ben calibrate, associazione a *Caulerpa prolifera* reperiscono popolamenti bentonici caratterizzati da specie tipicamente sabulicole, come il polichete *Nephtys hombergi* e il bivalve *Tellina pulchella*, e da organismi limicoli, come il polichete *Glycera unicornis* e il bivalve *Abra alba*.

Tra le biocenosi SFBC, troviamo anche specie caratteristiche esclusive e preferenziali, quali il bivalve *Spisula subtruncata*, il polichete *Owenia fusiformis*, il decapode *Diogenes pugilator* e l'echinoderma *Ophiura ophiura*, si ritrova ad una profondità compresa tra 5 e 15m.

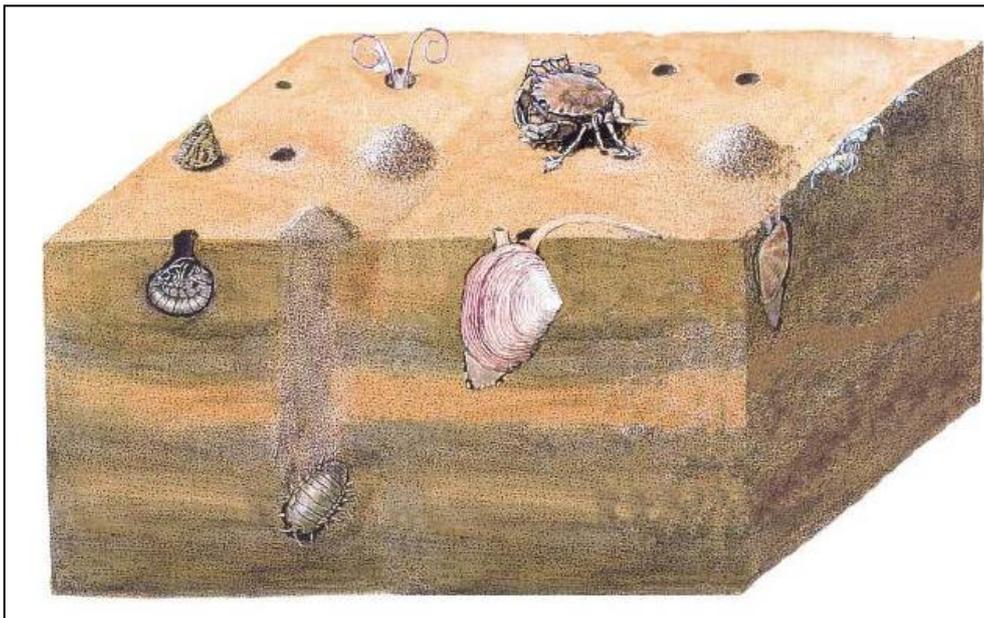


Figura 6 rappresentazione schematica del popolamento SFBC

SVMC: Biocenosi delle sabbie fangose superficiali di ambiente calmo

Queste sabbie melmose, spesso mescolate a ghiaia, generalmente non oltrepassano la profondità di tre metri, e se lo fanno avviene in condizioni di assoluta calma. Si ritrovano anche a meno di 1,5 m nelle cale protette da barriere naturali (radici di Posidonia), o artificiali (moli, dighe frangiflutti). La biocenosi si può ritrovare anche dentro i porti, le cui acque sono poco inquinate. Presente in

tutto il Mediterraneo, in particolare in stagni, lagune, piccoli porti con scarso inquinamento, in baie e cale riparate e in zone costiere protette dalle barriere.

Le specie caratteristiche della biocenosi sono:

I Molluschi bivalvi: *Tapes decussatus*, *Paphia aurea*

I Molluschi gasteropodi: *Cerithium rupestre* *Cerithium vulgatum*

I Crostacei decapodi *Clibanarius misanthropus* *Upogebia pupilla* *Carcinus mediterraneus*:

Gli Anellidi policheti: *Phyloaricia fetida*, *Paradoneis lyra* e *Heteromastus filicornis*

Il Sipunculide: *Golfingia vulgare*

Tra le associazioni presenti troviamo:

Associazione a *Cymodocea nodosa*

Questa fanerogama, diffusa lungo le coste del Mediterraneo, colonizza i fondi mobili da 0 a 20 m di profondità.

L'incapacità dei rizomi di accrescersi in senso ortotropico impedisce l'edificazione di una vera e propria "matte" cosicché i prati consistono in uno strato superficiale di sedimento contenente un denso sviluppo vegetale, comprensivo di un compatto intreccio radicale cui si dà il nome inglese di "turf" per i prati a *Cymodocea*. Questa specie presenta una densità che tende ad aumentare dall'inverno all'estate e foglie più lunghe in primavera. Si afferma su sedimenti con prevalenza di elementi fini scarsamente ossidati.

Associazione a *Caulerpa prolifera*: *Caulerpetum proliferae*

Specie caratteristica: *Caulerpa prolifera*; forma prati talvolta molto densi; è presente un elevato numero di organismi vegetali e animali epibionti e coinquilini.

Associazione a *Caulerpa cylindracea* : *Caulerpetum cylindracea*

Specie caratteristica: *Caulerpa cylindracea* diffusa in molte varietà e forme ecologiche. La vegetazione è di tipo psammofilo-pelofilo. I prati si presentano con una struttura orizzontale a mosaico o in densi prati continui. L'associazione si sta diffondendo con rapidità in tutto il Mediterraneo.

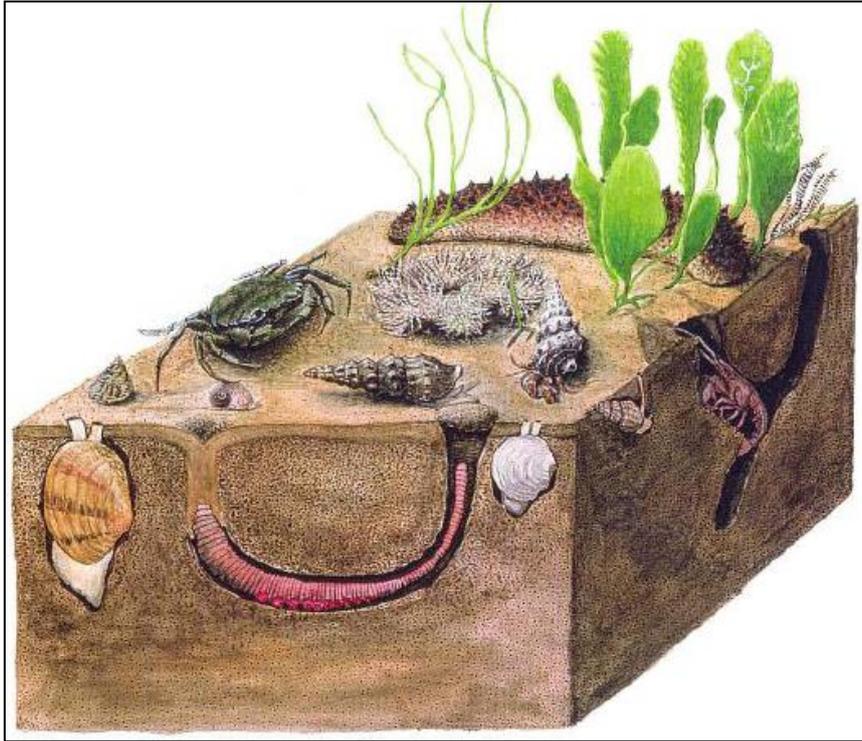


Figura 7 Rappresentazione schematica del popolamento SVMC

SGCF: Biocenosi delle Sabbie Grossolane e Ghiaie Fini sotto l’Influenza delle Correnti di Fondo

Questo habitat è ritrovato in Mediterraneo tra 3-4 m e 20-25 m di profondità, ma, localmente, può arrivare fino a – 70 m. Appartiene, dunque, a due piani: Infralitorale e Circalitorale. È frequente in canali tra isole soggetti a correnti violente e frequenti, che costituiscono la principale causa dell’esistenza di questo habitat. Si trova anche in canali intermatte scavati delle correnti nelle praterie di Posidonia.

Questo habitat, strettamente correlato alle correnti di fondo, può cambiare se il movimento dell’acqua è modificato artificialmente o naturalmente, per esempio durante lunghi periodi di mare calmo.

La sua estensione in profondità, fino al piano Circalitorale, è legata a fenomeni di idrodinamismo particolarmente intenso, o direttamente sotto ai banchi rocciosi del margine della piattaforma o negli stretti (le Bocche di Bonifacio). In queste condizioni, può presentare variazioni quali - quantitative nelle sue popolazioni abituali. Variazioni stagionali sono segnate da differenze nell’abbondanza e nella sostituzione delle specie. Il sedimento è rappresentato da sabbia grossolana e ghiaia fine. Presente tra 3 e 25 m di profondità, ma anche fino a 75 m.

Tra le specie caratteristiche e indicatrici, occorre segnalare:

- ✓ gli Anellidi Policheti: *Sigalion squamatum*, *Armandia polyophtalma*, *Euthalanessa occulta*
- ✓ i Molluschi Bivalvi: *Venus casina*, *Glycimeris glycimeris*, *Laevicardium crassum*, *Donax variegatus*, *Dosinia exoleta*;

gli Echinodermi: *Ophiopsila annulosa*, *Spatangus purpureus*;

Questa biocenosi, il cui sedimento presenta un alto grado di porosità, è estremamente ricca in meiofauna e mesopsammon, gruppi ecologici poco noti ma molto importanti per l'alimentazione di altri organismi. Questo habitat non può tollerare il minimo grado di infangamento. La qualità dell'acqua, in particolare la quantità di materiale in sospensione, è pertanto estremamente importante.



Foto 3 popolamenti rilevati in immersione

8. DESCRIZIONE DELLE BIOCENOSI NELL'AREA ESAMINATA

Nell'area esaminata insistono differenti biocenosi. Secondo la classificazione proposta da Pérès e Picard (1964) tre di queste sono ascrivibili ai fondi mobili:

Biocenosi delle Sabbie Grossolane e Ghiaie Fini sotto l'Influenza delle Correnti di Fondo (SGCF), Biocenosi di Sabbie Fangose di Moda Calma (SVMC); Biocenosi delle sabbie fini ben calibrate o classate (SFBC). È presente inoltre la biocenosi *Posidonia oceanica* (HP).

Le prime tre biocenosi sono caratterizzate da popolamenti bentonici costituiti prevalentemente da organismi endobionti: le diverse specie, infatti, sono in grado di penetrare più o meno in profondità all'interno del substrato, favorendone così l'ossigenazione, ad esempio con la costruzione di gallerie. Lo spessore colonizzato varia sensibilmente in base alla granulometria, che risulta essere il parametro più importante per l'insediamento di una specie.

Inoltre tre biocenosi si trovano in tutta l'area esaminata che va dalla superficie fino a circa 24 metri di profondità.

Nella zona presa in esame si ha lo sviluppo della fanerogama marina *Posidonia oceanica* che ha dei complessi popolamenti che hanno una loro classificazione bionomica: biocenosi delle praterie a *Posidonia* (HP). La prateria è presente, con un ricoprimento di circa il 45 %, in circa un quarto della superficie esaminata.

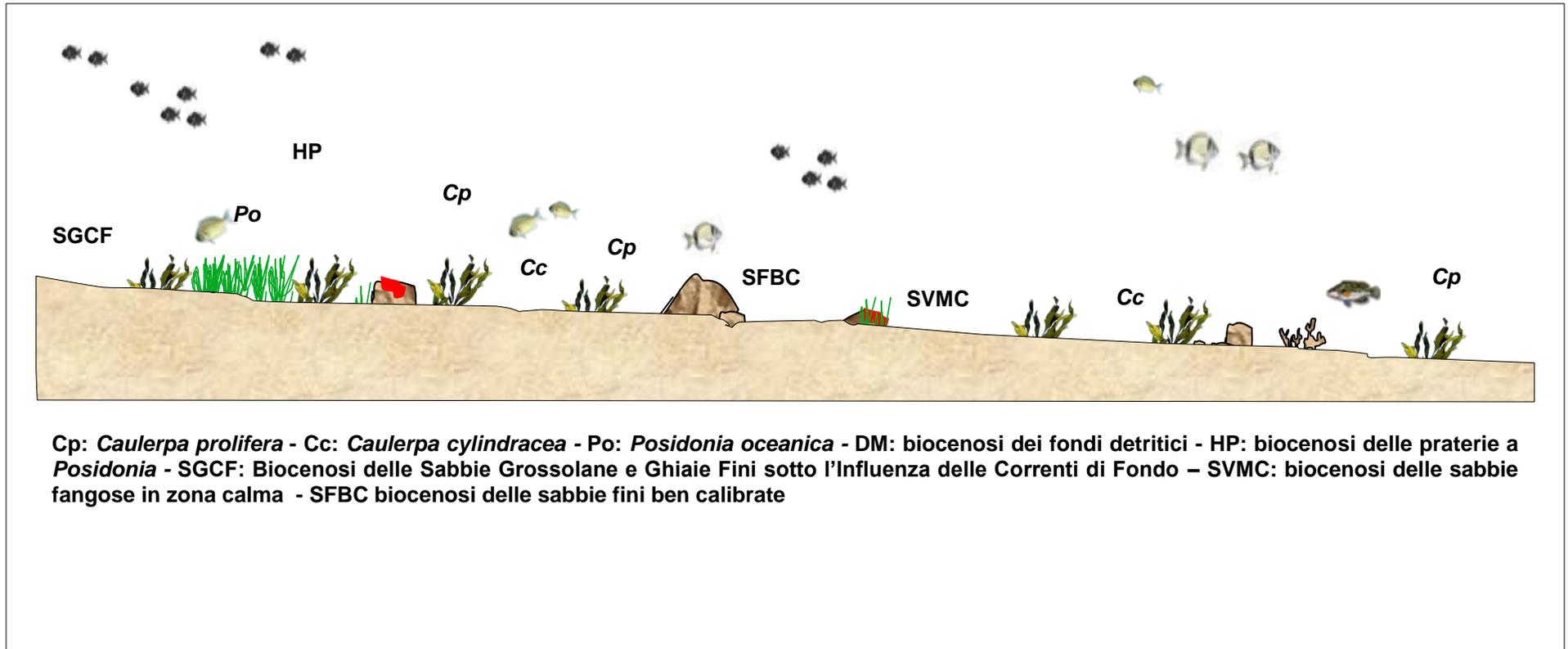
La classificazione delle biocenosi è generalmente effettuata in base alle specie cospicue e predominanti ed in base alla granulometria del substrato. Tuttavia, alcune sono legate ad altri fattori ambientali, quali la temperatura e la salinità (per le biocenosi eurialine ed euritermali) o la presenza di sostanze inquinanti. A parte sono considerate le praterie a *Posidonia oceanica*. Le biocenosi ritrovate in questo piano sono a loro volta aderenti ad associazioni e Facies: tra le principali che ritroviamo:

- Associazione a *Caulerpa prolifera*
- Associazione a *Caulerpa cylindracea*
- Prati misti a *Caulerpa* e *Cymodocea*

Dal punto di vista bionomico il corteggio faunistico è dominato dai rappresentanti delle Biocenosi delle Sabbie Grossolane e Ghiaie Fini (SGCF), e della Biocenosi delle Sabbie Infangate di Moda Calma (SVMC). Inoltre un elevato numero di specie, sono indicatrici di materia organica (MO) o sono descritte in letteratura come specie a larga ripartizione ecologica (Lre). Queste biocenosi (SGCF, SVMC), che non concorrono esse sole a definire l'intero quadro bionomico, sono affiancate da specie ubiquiste a larga ripartizione ecologica e specie che tipicamente colonizzano le aree portuali, come tipicamente accade negli ambienti stressati (Picard, 1985). Dal punto di vista trofico non è identificabile una vera e propria zonazione essendo detritivori e carnivori sempre le categorie più rappresentate. I primi sono generalmente legati a zone a basso idrodinamismo (Gambi & Giangrande, 1985), i secondi sono correlati solo indirettamente alla natura del substrato. La loro presenza è maggiormente legata alla disponibilità delle prede e testimonia un maggior livello strutturale della comunità.

SCHEMA DELLA ZONAZIONE BIOLOGICA DEI POPOLAMENTI BENTICI

FONDALI MOBILI DEL PIANO INFRALITORALE DELL'AREA ESAMINATA



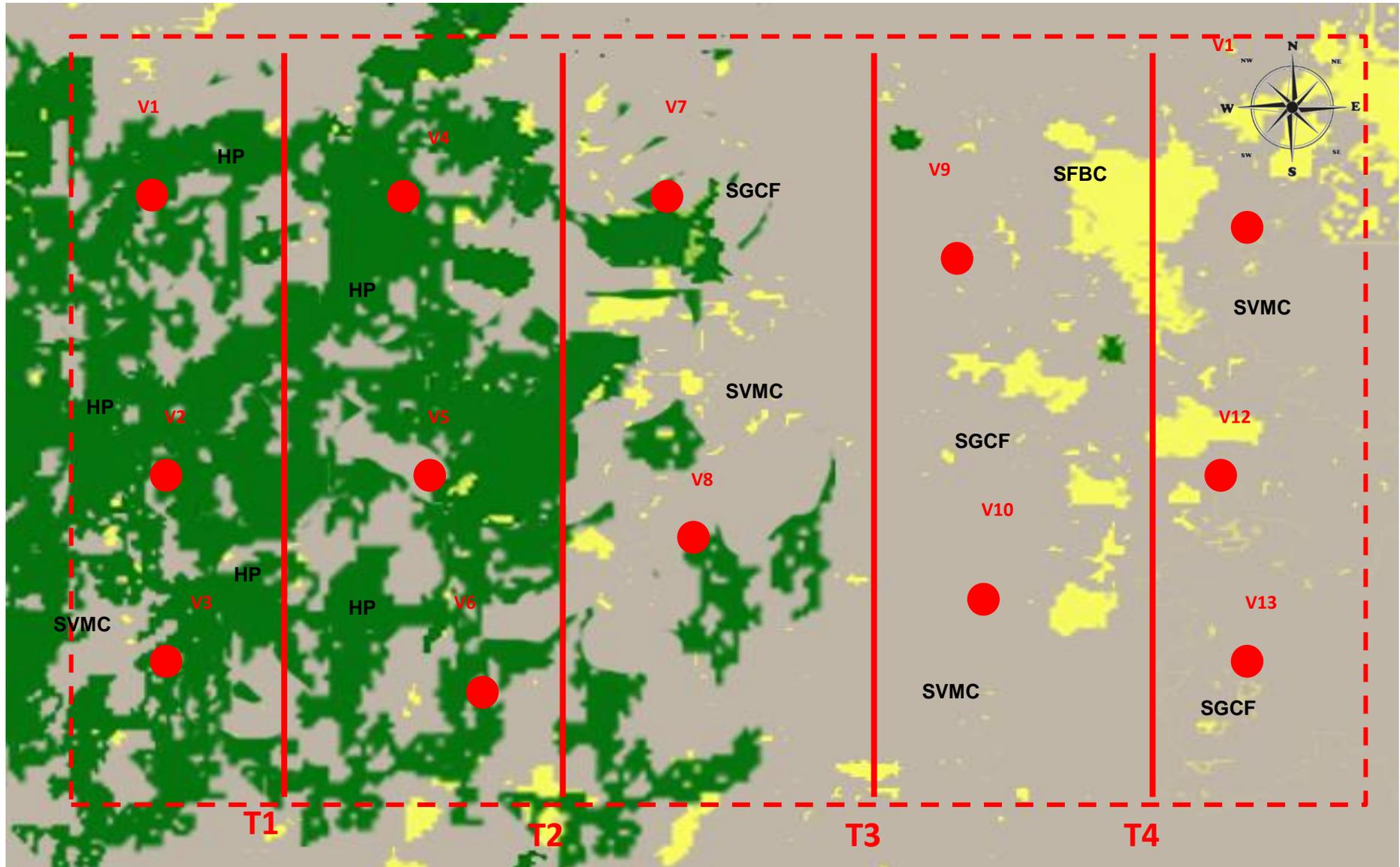
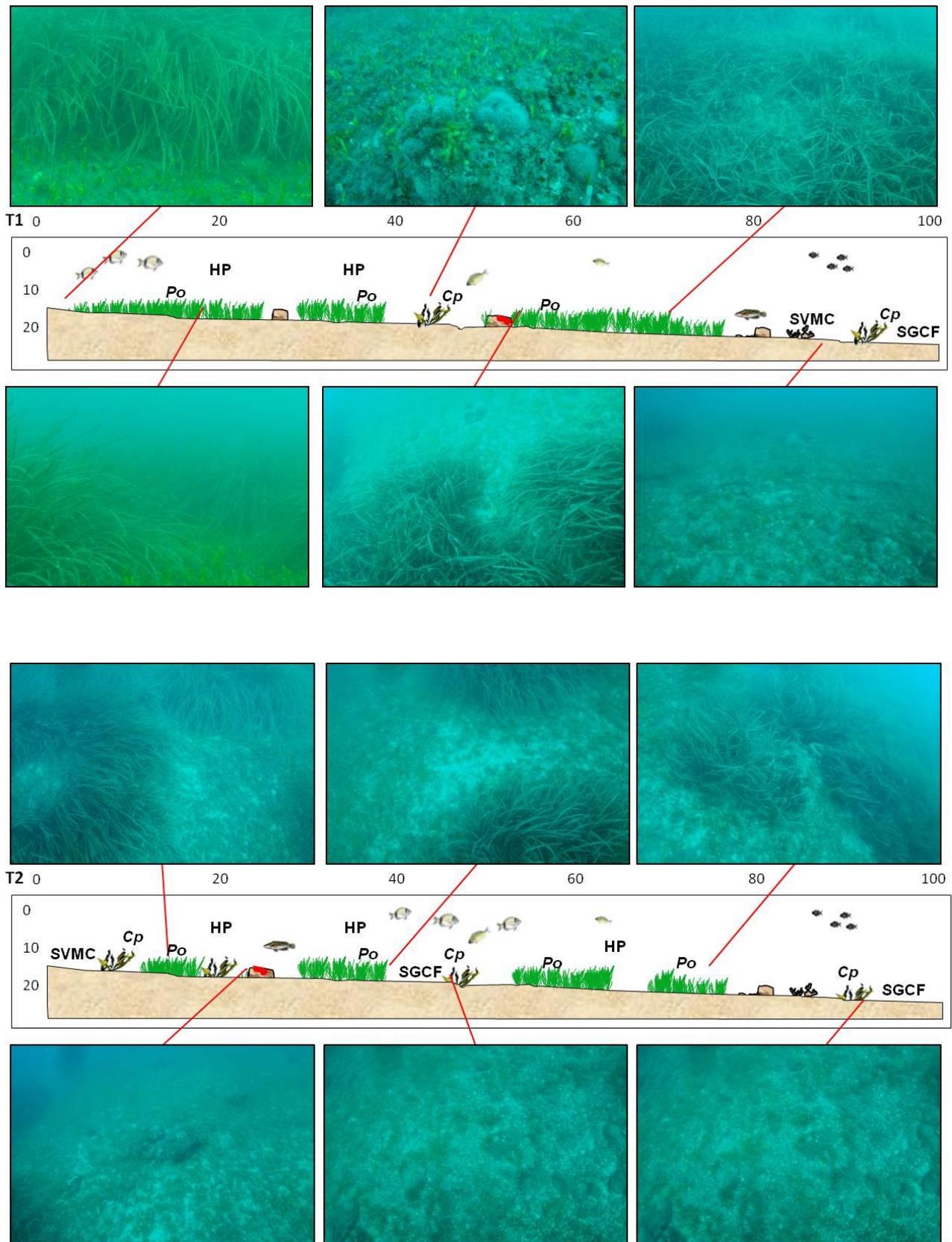
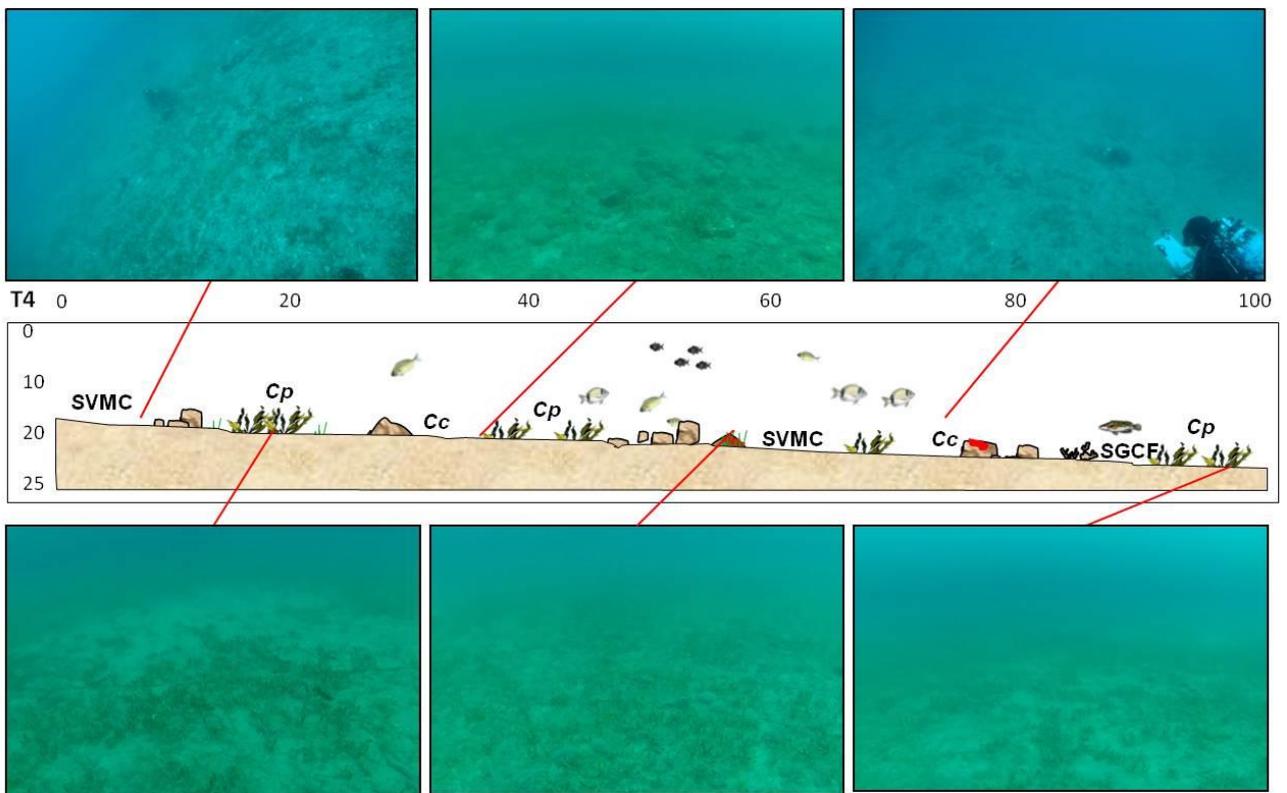
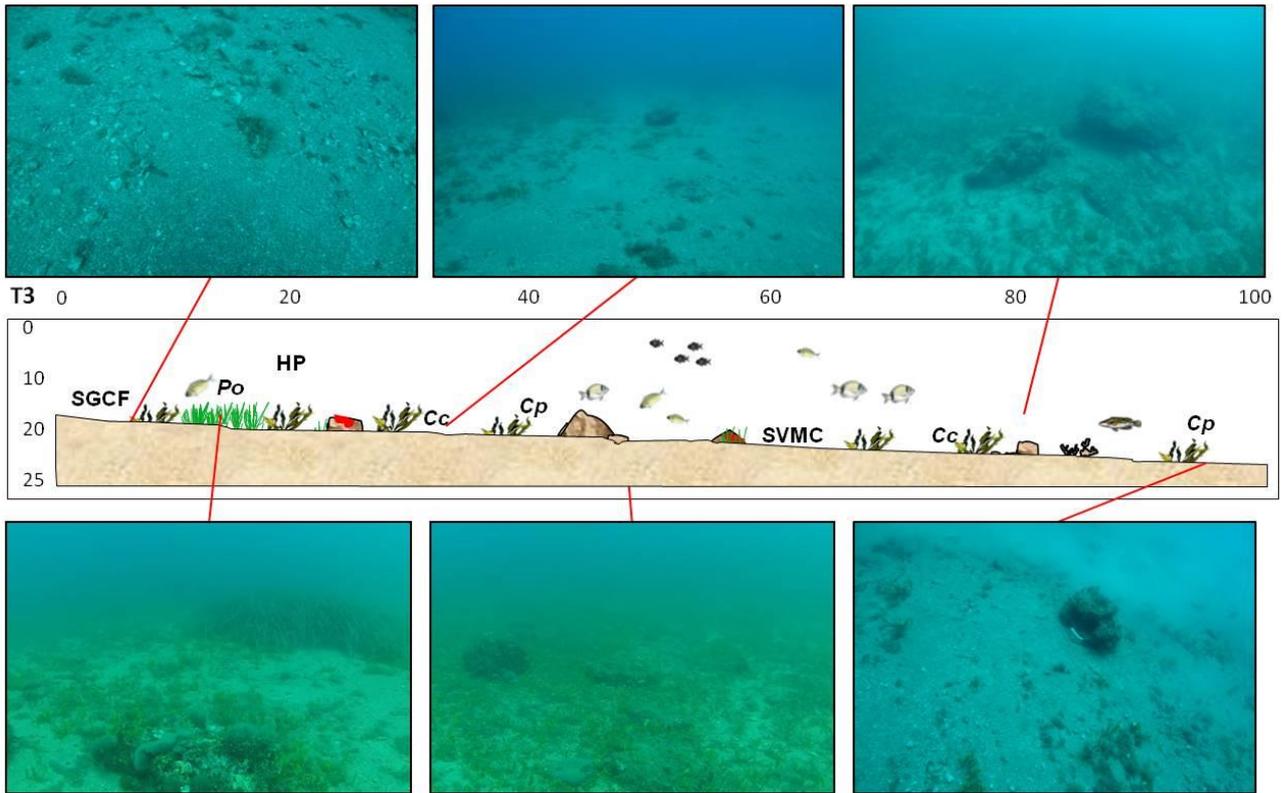


Figura 8: Rappresentazione schematica dei transetti effettuati in immersione e relativa rappresentazione cartografica delle biocenosi





9. *POSIDONIA OCEANICA*

➤ **Densità**

Con il termine densità della prateria si indica il numero di fasci fogliari per unità di superficie (per convenzione pari a 1 m²). Questa variabile rappresenta uno dei descrittori più importanti per valutare lo stato di una prateria, soprattutto se misurato su scala temporale pluriennale. Materiali ed equipaggiamenti necessari Quadrati o carotatore, lavagnetta e matite, retini, sacchetti di plastica, etichette, GPS. La densità viene rilevata attraverso il conteggio dei fasci fogliari all'interno di una superficie nota e può essere misurata sia direttamente in situ, utilizzando un quadrato per delimitare l'area, sia in laboratorio, dopo aver asportato una zolla di prato con l'aiuto di un carotatore.

Nonostante le ricerche sulle fanerogame del Mediterraneo siano documentate da centinaia di articoli, ad oggi per la stima della densità dei fasci non si è pervenuti ad un protocollo comune, adottato da tutti. Ne consegue che anche le modalità con cui questa variabile viene misurata sono molteplici, a cominciare dalle dimensioni dell'area da campionare per finire con la scelta della stessa ed il numero di repliche.

➤ **Dimensioni della superficie da campionare**

Di importanza fondamentale sono, nella valutazione della densità, la distribuzione spaziale delle fanerogame e la struttura delle praterie. La modalità di crescita vegetativa è essenzialmente la stessa per tutte le fanerogame: avviene per aggiunta di "moduli" ripetitivi, i ciuffi fogliari (Marbà e Duarte, 1998); in funzione della velocità di crescita e dei tassi di ramificazione del rizoma (differenti a seconda delle specie) nonché di fenomeni di competizione tra i moduli e del grado di disturbo ambientale, la struttura delle praterie può variare al variare della scala spaziale (da pochi centimetri a decine di metri) (Manzanera e Romero, 2000; Oliva, 2002). Panayotidis et al. (1981) hanno evidenziato che in *Posidonia oceanica* la distribuzione dei fasci è irregolare di tipo aggregativo (contagioso) e il coefficiente di variazione è stabile tra 800 e 3600 cm², individuando nell'area di 1600 cm² (40 x 40 cm) quella minima ottimale per la stima della densità di questa fanerogama. Per *Cymodocea nodosa* l'area minima di campionamento è stata stimata tra 300 e 1200 cm² (Mazzella et al., 1986a) (cilindro di 30 cm di diametro), mentre quella per *Nanozostera noltii* è di 256 cm² (16 x 16 cm) (Pérez-Lloréns, 1987). Mancano studi analoghi sulle altre fanerogame presenti nel Mediterraneo: in letteratura si riportano aree di campionamento comprese tra 625 e 2500 cm² per *Zostera marina* (Rismondo et al., 1997; Rigollet et al., 1998;

Curiel et al., 1997), e tra 100 e 625 cm² per *Halophila stipulacea* (Procaccini et al., 1999; Cancemi et al., 1994). Per il nostro campionamento sono stati utilizzati quadrati di 50x50cm²

➤ **Posizionamento dell'area**

Una volta scelte le dimensioni idonee, la densità può essere misurata o lungo un gradiente (es., transetto batimetrico) o in siti specifici in base alle finalità dello studio. L'area può essere determinata o dal lancio dell'operatore che lascia cadere casualmente, ad una altezza di 1 m dal fondale, il "quadrato" di riferimento (Pergent et al., 1995), oppure può essere determinata seguendo tavole di numeri casuali. Alcuni Autori utilizzano quadrati fissi per la stima della densità a lungo termine. In questi casi, l'area va delimitata con boe e sagole per le conte successive.

➤ **Numero di repliche**

In letteratura il numero di repliche riportato varia da un minimo di 2 ad un massimo di 12. Trattamento dei dati e valutazione dei range di densità; I valori delle singole conte vanno mediati e sempre riportati alla superficie utilizzata per convenzione, il metro quadro. Il parametro ottenuto si esprime come n. ciuffi m². Per le praterie di *P. oceanica*, Giraud (1977) ha proposto una scala di valutazione in relazione alla loro densità, permettendo di distinguere 6 tipi di praterie. In seguito (Pergent et al., 1995), questa classificazione è stata ridotta a 5 tipi (vedi Tab.), in considerazione del fatto che quando il numero dei fasci per metro quadrato è inferiore a 50, si ritiene che non sia sufficiente a definire una prateria.

Tabella 1 Classificazione delle praterie di *Posidonia oceanica* secondo Giraud (1977).

Tipo	Densità (n. fasci /m ²)	Valutazione
Tipo I	> 700	Prateria molto densa Praterie insediate prevalentemente su "matte", mai nei pressi del limite inferiore. Sviluppo principale sulla dimensione verticale con abbondanza di fasci ortotropi. Profondità solitamente comprese tra 0 e 25 m.
Tipo II	700-400	Prateria densa Praterie al termine della trasgressione orizzontale (fasci plagiotropi) tendenti allo sviluppo verticale (fasci ortotropi) o praterie in principio di degenerazione. Profondità solitamente comprese tra 0 e 25 m.
Tipo III	400-300	Prateria rada Praterie in equilibrio dinamico o con tendenza alla regressione. Si possono trovare a tutte le profondità e su tutti i substrati.
Tipo IV	300-150	Prateria molto rada Praterie in regressione (presenza di fasci morti) o rimaneggiate in seguito a erosione oppure praterie giovani in uno stadio di colonizzazione ed espansione (fasci plagiotropi). Si possono trovare a tutte le profondità e su tutti i substrati.
Tipo V	150-50	Semi prateria Praterie situate sul limite inferiore a profondità maggiori di 20 m su sabbia o fango, in condizioni ambientali estreme per la sopravvivenza della specie.

➤ **Copertura**

Una ulteriore variabile che integra le stime di densità nella descrizione strutturale di una prateria è rappresentata dalla copertura, espressa come percentuale di fondale ricoperto dalle piante rispetto a quello non coperto e costituito da sabbia, roccia, “matte” morta, ecc. Materiali ed equipaggiamenti necessari Quadrati, lavagnette e matite, attrezzatura fotografica, videocamera o R.O.V., barra, cima metrata.

➤ **Metodi**

La stima della percentuale di fondo ricoperta dalla pianta viene effettuata con “rilevamento diretto” o “derivato”.

- Per “rilevamento diretto” si intende la valutazione della copertura in immersione, ad opera di operatori subacquei.

Due operatori, indipendentemente, valutano la copertura del fondo descrivendo attorno ad un punto fisso una circonferenza di 5 m di raggio. La media tra le due stime visive fornisce il valore di copertura. (Tecnica da noi utilizzata)

Un'altra stima visiva è quella ricavata dal metodo fitosociologico, esprimendo la copertura in classi: le 6 convenzionali (Grillas et al., 2000) (classe 0: assenza; classe 1: <5%; classe 2: 5-25%; classe 3: 25-50%; classe 4: 50-75%; classe 5: >75%) o le 3 ridotte (Caniglia et al., 1990) (classe 1: 1-20%; classe 2: 20-80%; classe 3: 80- 100%). Una terza tecnica diretta è quella proposta da Boudouresque (com. pers.): ricavare la copertura dal apporto percentuale di subquadrati con presenza di ciuffi rispetto a quelli privi, conteggiati all'interno di un quadrato 40 x 40 cm, suddiviso in 16 subquadrati. Per “rilevamento derivato” si intende la valutazione della copertura attraverso l'analisi di riprese fotografiche effettuate precedentemente in situ sia da operatori subacquei sia con R.O.V. (tecnica da noi utilizzata per comparare le percentuali di ricoprimento in immersione).

➤ **Rilevamenti effettuati ed elaborazione dei dati**

Nel caso del nostro monitoraggio sono state effettuate 6 repliche lungo ogni transetto

Tabella 2 Rilevamenti effettuati in immersione

Transetto	Lat.	Long.	Prof.	fasci m²	Substrato di impianto
T1	40° 50.893' N	008° 24.343' E	18.8-22	125	sabbia e ghiaia fine
T2	40° 50.893' N	008° 24.446' E	19-23	130	sabbia e ghiaia fine
T3	40° 50.893' N	008° 24.710' E	19.5-23	0	sabbia e ghiaia fine
T4	40° 50.893' N	008° 24.957' E	24-25.5	0	sabbia e ghiaia fine

Tabella 3 Elaborazione dei dati rilevati

Transetto	Lat.	Long.	Prof.	fasci m ²	Giraud 1977	Pergent et al. 1995
T1	40° 50.893' N	008° 24.343' E	18.8-22	125	V	Prateria disturbata
T2	40° 50.893' N	008° 24.446' E	19-23	130	V	Prateria disturbata
T3	40° 50.893' N	008° 24.710' E	19.5-23	0	-	No prateria
T4	40° 50.893' N	008° 24.957' E	24-25.5	0	-	No prateria

Secondo Giraud la prateria esaminata rientra nella categoria V "Semi prateria". Cioè praterie in condizioni ambientali estreme per la sopravvivenza della specie. Pergent et al., 1995; Pergent-Martini e Pergent, 1996, sulla base di dati bibliografici hanno formulato una nuova classificazione delle praterie, in cui la densità è rapportata alla profondità e ad altri fattori ambientali, quali torbidità, disturbo antropico. Si distinguono così "praterie in equilibrio", in cui la densità è nella norma (DN) o eccezionale (DE), da "praterie disturbate" o "praterie molto disturbate", in cui la densità, limitata da più fattori, è bassa (DB) o anormale (DA). Nella cartografia scaturita sono riportati anche i valori effettivi dei campionamenti nelle stazioni di studio.

10. CONCLUSIONI

Uno dei principali problemi attuali a livello della fascia marina costiera è legato all'alterazione degli equilibri sedimentari, dovuta sia ai cambiamenti climatici sia agli impatti antropici. Molti litorali sono soggetti ad erosione mentre la piattaforma continentale va sempre più incontro a fenomeni di infangamento generalizzato. Bioindicatori dell'importanza ambientale di questi fenomeni vanno cercati nel benthos, che rappresenta notoriamente la memoria biologica degli ecosistemi marini (Bianchi e Zurlini, 1994). La conoscenza del benthos marino è quindi una componente fondamentale nella gestione della fascia costiera, sia essa per fini turistici sia per la costruzione di nuove opere.

In questo studio viene riportata, in carta, una porzione di fondale marino. La cartografica mette in evidenza le principali biocenosi marine riscontrate in immersione. Il principale popolamento rilevato in questo tratto di mare è costituito da Biocenosi delle Sabbie Grossolane e Ghiaie Fini sotto l'Influenza delle Correnti di Fondo (SGCF), Biocenosi di Sabbie Fangose di Moda Calma (SVMC). Oltre agli organismi presenti in queste faces sono state riscontrate chiazze, specialmente nella parte est della zona rilevata, di *Posidonia oceanica*.

Nell'area di studio non sono state riscontrate altre specie di particolare interesse conservazionistico, tutelate dalle attuali leggi nazionali ed europee (direttiva CEE 92/43 e DPR n. 357 del 08/09/97), eccezion fatta per la *Posidonia oceanica* situata nella parte est del rilievo (vedi cartografia pagina 26).

La prateria a *Posidonia oceanica* rilevata, da una prima analisi, verte in un avanzato stato di degrado. la presenza dei due porti hanno accelerato il processo di degrado, già in corso probabilmente da diversi anni.

11. Bibliografia

- ALONGI G. ET. AL.. 1993. Prima segnalazione di *Caulerpa racemosa* (Chlorophyta, Caulerpales) per le coste italiane. Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat. Catania , 26:49-53.
- Atzeni, A., Map of environmental risk along sardinian coast. SELCA Firenze.
- Balduzzi A., Bianchi C. N., Cattaneo-Vietti R., Cerrano C., Cocito S., Cotta S., Degl'innocenti F., Diviacco G., Morgigni M., Morri C., Pansini M., Salvatori L., Senes L., Sgorbini S., Tunesi L., 1994. Primi lineamenti di bionomia bentica dell'isola Gallinaria (Mar Ligure). Atti dell'Associazione Italiana di Oceanologia e Limnologia, 10: 603-617.
- Baroli M, De Falco G, Piergallini G. (2004) Cartografia ad alta risoluzione dei popolamenti bentonici della fascia costiera dell'Area Marina Protetta del Sinis – Penisola di Mal di Ventre finalizzata alla gestione del diporto nautico. *Biologia Marina Mediterranea* Vol. 10 (2), 644-646.
- Barsanti M., Peirano A., Sgorbini S., Cocito S., Bianchi C. N., Morri C., 2003. Rilevamento dei prati di *Cymodocea nodosa* mediante Side Scan Sonar, ROV ed immersioni subacquee: area costiera-marina tra Chiavari e Sestri Levante. In: *Studi per la creazione di strumenti di gestione costiera: Golfo del Tigullio* (a cura di O. Ferretti). ENEA, Centro Ricerche Ambiente Marino, La Spezia: 141-155.
- Bianchi C. N. e Morri C. . *Indicatori biologici ed ecologici nell'ambiente marino*. Università degli studi di Genova, Dip.Te.Ris, Dipartimento per lo studio del Territorio e delle sue risorse.
- Bianchi, C. N, Navone, A. (1991). Carta Bionomica dei Fondi Marini. AMP Tavolara Capo Coda Cavallo
- Bianchi C. N., Pronzato R., Cattaneo-Vietti R., Benedetti-Cecchi L., Morri C., Pansini M., Chemello R., Milazzo M., Frascchetti S., Terlizzi A., Peirano A., Salvati E., Benzoni F., Calcinai B., Cerrano C., Bavestrello G., 2003a. Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo. Cap. 6. I fondi duri. *Biologia Marina Mediterranea*, 10 (suppl.): 199-232.
- Bianchi C. N., Zattera A., 1986. Alcune considerazioni sulla gestione della fascia costiera. *Notiziario della Società Italiana di Biologia Marina*, 10: 25-29.
- Bianchi C. N., Zurlini G., 1984. Criteri e prospettive di una classificazione ecotipologica dei sistemi marini costieri italiani. *Acqua Aria*, 8: 785-796.
- Blott S. J., Pye K. (2001). GRADISTAT: a Grain Size Distribution and Statistics Package for the Analysis of Unconsolidated Sediment. *Earth Surface Process and Landforms*, 26, 1237-1248.
- Boak H. E. and Turner I. L. (2005). Shoreline definition and detection: a Review. *Journal of Coastal Research*, 21, 688-703.
- Boudouresque C.F., Bianconi C.H., Meinesz A., (1990). Live *Posidonia oceanica* in a coralligenous algal bank at Sulana Bay, Corsica. *Rapports de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Mediterranee* 32 (1), 11.
- Boudouresque C. F., Avon M., Gravez V. (a cura di), 1991. *Les espèces marines à protéger en Méditerranée*. GIS Posidonie, Marseille.

- Cancemi, G., Baroli, M., De Falco, G., Agostini S., Piergallini G., Guala I. (2000). Cartografia integrata delle praterie marine superficiali come indicatore dell'impatto antropico sulla fascia costiera. *Biol. Mar. Med.*, 7(2): 509-516.
- Cavazza W., Immordino F., Moretti F., Peirano A., Pironi A., Ruggiero F. (2000). Sedimentological parameters and seagrass distributions as indicators of anthropogenic coastal degradation at Monterosso Bay (Ligurian Sea, NW Italy). *Journal of Coastal Research*, 16(2), 295-305.
- De Falco G., Baroli M., Murru E., Piergallini G., Cancemi G. (2006). Sediment Analysis Evidence Two Different Depositional Phenomena Influencing Seagrass Distribution in The Gulf of Oristano (Sardinia, Western Mediterranean). *Journal of Coastal Research*, 22, 1043-1050.
- De Falco G., Molinaroli M., Baroli M., Bellacicco S. (2003). Grain size and compositional trends of sediments from *Posidonia oceanica* meadows to beach shore, Sardinia, Western Mediterranean. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 58, 299-309.
- De Falco G, Murru E, Baroli M, Cancemi G, Piergallini G (2000) Photo-aerial image processing and sediment analysis as indicators of environmental impact on *Posidonia oceanica* in the Mediterranean sea. *Proced. Fourth International Seagrass Biology Workshop, Balagne Corsica (France), 26 Sept.-2 Oct 2000*, Pergent G., Pergent-Martini C, Buia MC, Gambi MC (eds.), *Biol. Mar. Med.*, 7(2) pp 349-352.
- Jeudy de Grissac, A., & Boudouresque, C. F. (1985). Roles des herbiers de phanerogames marines dans les mouvements des sediments cotiers: les herbiers a` *Posidonia oceanica*. *Colloque franco-japonais Oceanographie. Marseille, 16–21 September 1985* 1, 143–151.
- Doumenge F. 1995. Quelques reflexions sur les algues Caulerpes. *Biol. Mar. Medit.* 2: 613-633.
- Fierro, G., Piazza, M. *Atlante delle Spiagge Italiane* (1999). CNR, Selca editore , Firenze Italy.
- Fornes A., Basterretxea G. , Orfila A., Jordi A., Alvarez A. , Tintore J. (2006). Mapping *Posidonia oceanica* from IKONOS. *Photogrammetry and Remote Sensing*, 60, 315-322.
- Giaccone G. & V. Di Martino. 1997. Inquadramento fitosociologico ed ecologia della vegetazione a Caulerpe in Mediterraneo. In: *Atti del Convegno SOS Caulerpa? Introduzione di nuove specie nel Mediterraneo e compatibilità con quelle presenti*; pp.69-86.
- Hamel H. 1926. Quelques algues rares du nouvelles pour la flore méditerranéenne. *Bull. du Muséum National d'Histoire naturelle.* 32:420
- Lewis, D. W., & McConchie, D. (1994). *Analytical sedimentology* (197 pp.). New York: Chapman and Hall.
- Mazzella L., Scipione M. B., Gambi M. C., Buia M. C., Lorenti M., Zupo V., Cancemi G. (1993). The Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica* and *Cymodocea nodosa*: a comparative overview. *First International Conference on Mediterranean Coastal Environment. MEDCOAST 93, Antalya, Turkey*, pp 103-116.
- Orrù, P. e Ulzega, A. (1991). *Carta Geomorfologica Marina e Continentale*. Università studi di Cagliari.

- Pasqualini V., Pergent Martini C., Clabut P., Pergent G. (1998). Mapping of *Posidonia oceanica* using aerial photographs and side scan sonar: application off the island of Cordica. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 47(3), 359-368.
- Pergent G, Pergent Martini C., Boudouresque, C. F. (1995). Utilization de l'herbier a *Posidonia oceanica* comme indicateur biologique de la qualite du milieu litoral en Mediterranee : etat de connaissances. *Mesogee* 54, 3-27.
- Short f.t., Wyllie-echeverrias s., 1996. Natural and human-induct disturbance of seagrasses. *Environm. Cons.*, 23 :17-27.
- VERLAQUE M. ET AL. 2000. The *Caulerpa racemosa* Complex (Caulerpales, Ulvophyceae) in the Mediterranean Sea. *Bot. Mar.* 43: 49-68.