

Comune di Arzachena

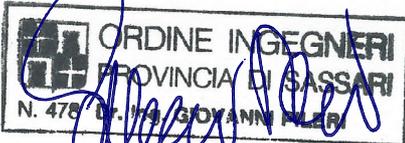
Loc. Marina di Porto Cervo

PROGETTO DI ADEGUAMENTO DELLA FLOTTA TIPO NELLA MARINA DI PORTO CERVO PER ATTRACCO DI GIGA YACHT

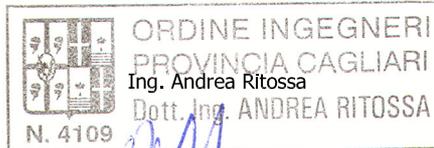
STUDIO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE

ELAB.	AFTPCM0013	DATA			
		AGOSTO 2018			

STUDIO PILERI ING. GIOVANNI
INGEGNERIA DEL MARE
URBANISTICA - DD. LL.



Via Nazionale, 89 07021 CANNIGIONE (OT)
Tel./Fax 0789 88450 E - mail: studiopileri@virgilio.it
www.studiopileri.com



Viale Trieste, 65/1 - 09123 Cagliari - Italy
Tel. +39 070 6848202 - Fax +39 070 6404743
www.martech.it e-mail: info@martech.it

IL CONCESSIONARIO:
PORTO CERVO MARINA Srl

**STUDIO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DI UN'AREA A MARE IN
LOC. MARINA DI PORTO CERVO**

COMMITTENTE:

PORTO CERVO MARINA Srl



Studio:



Dott. Augusto Navone

Dott. AUGUSTO NAVONE
Via Piccola, 1A - OLBIA
N. Iscriz. A/bo 26701

A handwritten signature in black ink, appearing to be "A. Navone", written over the printed name and address.

Progettisti:

STUDIO
ING. PILERI GIOVANNI

MARTECH
ING. ANDREA RITOSSA

Sommario

1	Premessa	3
2	Descrizione dell'opera.....	4
2.1	Caratteristiche dell'opera	5
2.2	Modalità di realizzazione	5
2.3	Fasi di ormeggio	6
3	Inquadramento area di studio	7
3.1	Norme e strumenti di tutela dell'ambiente e del paesaggio.....	9
3.2	Assetto geomorfologico	11
3.3	Inquadramento geologico marino	13
3.4	Caratteristiche meteo marine.....	15
4	Distribuzione delle Biocenosi Bentoniche.....	18
4.1	Piano di rilevamento	19
4.2	Verità Mare (analisi fisionomica e fotografica per la verifica delle biocenosi)	21
4.3	Analisi d'immagine.....	27
5	La zonazione bionomica	32
5.1	Biocenosi presenti nell'area progettuale	35
5.2	CARTOGRAFIA BIONOMICA	37
6	Conclusioni.....	38
6.1	Proposta di piano di Monitoraggio	39
7	Bibliografia.....	40

1 Premessa

Su incarico conferito dalla Società Porto Cervo Marina srl, la scrivente Pragma due snc, ha realizzato il presente studio ambientale nell'area all'interno del Marina di Porto cerco , nel quale il committente progetta di realizzare i lavori necessari all'adeguamento dei sistemi di attracco per consentire l'ormeggio di Giga Yacht di lunghezza fino a 156 metri con larghezza fino a 24 metri e pescaggio fino a 6 metri.

Lo studio commissionato ha lo scopo di realizzare:

1. Un rilievo delle biocenosi presenti in tutta l'area interessata dai lavori, con restituzione cartografica, e con particolare riferimento alla prateria di *Posidonia oceanica* e alla eventuale presenza di individui di *Pinna nobilis*;
2. Sulla base dei rilievi effettuati proporre un quanto Piano di Monitoraggio Ambientale che consenta di valutare gli effetti degli interventi sulle biocenosi rilevate.

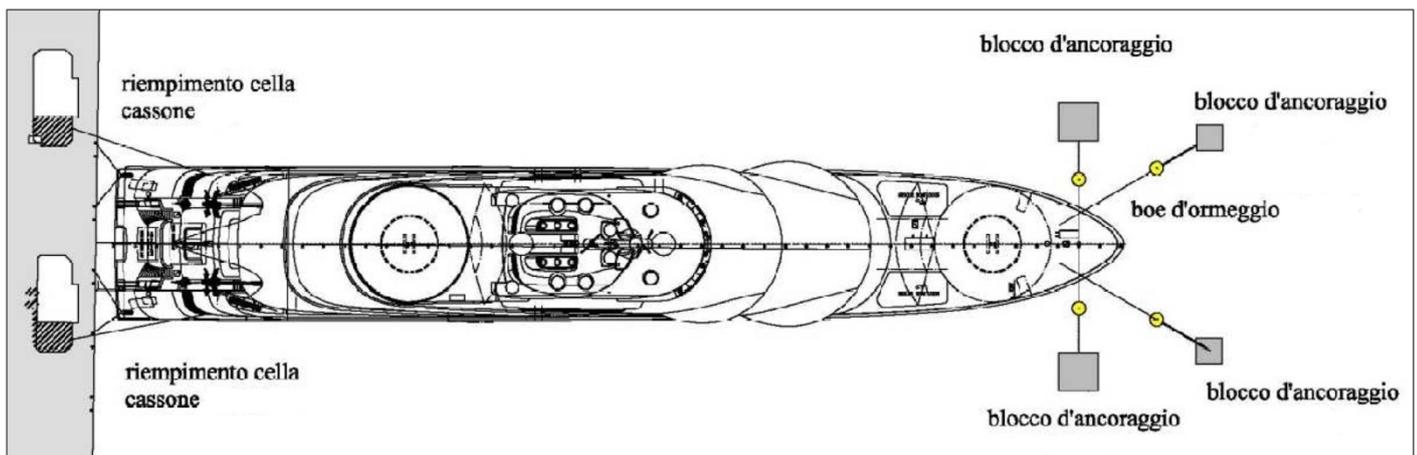
Per l'analisi del sito sono state acquisite specifiche immagini aeree tramite APR (Drone). Successivamente sono stati effettuate gli opportuni rilievi subacquei di dettaglio per approfondire convalidare la cartografia. Il materiale fotografico opportunamente analizzato con software di analisi d'immagine e le verità a mare acquisite sono state utilizzate per la realizzazione della cartografia bionomica.

La *Posidonia oceanica* 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 o per alcune attività antropiche quali per esempio la pesca.

La *Pinna nobilis* è una specie diffusa sulle coste del bacino del Mediterraneo e dell'Atlantico, in Italia è presente lungo tutte le coste della penisola. Vive infissa verticalmente sul substrato da circa 3 a 60 m di profondità. Il suo habitat è rappresentato dai substrati molli (sabbia e fango) spesso nelle praterie di fanerogame marine. La specie è inserita nell'allegato IV della Direttiva 92/43/CEE e nell'Allegato II della Convenzione di Barcellona. Le principali minacce per questa specie sono rappresentate dalla raccolta diretta di esemplari per scopi ornamentali, alimentari e dei danni provocati dalla pesca a strascico e dall'ancoraggio selvaggio (Centoducati et al., 2007).

2 Descrizione dell'opera

Per poter assicurare l'ormeggio di unità navale di lunghezza fino a 156 metri (Giga Yacht) nel Marina di Porto Cervo è necessaria la posa in opera di 4 nuove boe a prua dell'imbarcazione ed a poppa mediante il riempimento di 2 dei cassoni in calcestruzzo ai quali sarà assicurata la nave unitamente a 4 bitte esistenti.



Oltre alla realizzazione dei nuovi sistemi di ormeggio il progetto prevede la rimozione lungo il piede di banchina del materiale di scanno fuori sagoma per garantire maggiore di sicurezza all'ormeggio della nave in caso di eventi eccezionali di bassa marea. Il materiale sarà riposizionato a rinforzo della scarpata dello scanno come da configurazione originaria.

Al fine di verificare la fattibilità del progetto, gli scriventi progettisti hanno verificato la possibilità di poter adeguare gli ormeggi presso il Marina di Porto Cervo identificati con i posti barca 24-25-26, già utilizzati per ormeggio di giga yacht di lunghezza variabile tra i 100 ed i 120 metri.

Sono state effettuate una serie di verifiche ed indagini finalizzate ad acquisire dati relativi alla situazione strutturale, dati batimetrici, dati di tipo tecnico relativi ai sistemi propulsivi e non ultimo alle condizioni meteo marine, sviluppando un apposito studio, che ha consentito di poter dimensionare i sistemi di ormeggio necessari a garantire l'attracco in sicurezza.

Sono inoltre stati effettuati tre sondaggi geotecnici a carotaggio continuo e relative prove di laboratorio che hanno consentito di determinare con certezza la stratigrafica del terreno di fondazione delle banchine oggetto di intervento.

2.1 Caratteristiche dell'opera

Per poter assicurare l'ormeggio dell'unità navale nel marina di Porto Cervo in condizioni meteo marine estreme, supponendo che la nave possa accedere al marina in condizioni di vento compatibili con il sistema propulsivo e che poi il vento si intensifichi, è necessaria la posa in opera a prua dell'imbarcazione di 4 nuove boe d'ormeggio ancorate a corpi morti aventi peso in acqua pari a 200 t ed a poppa mediante il riempimento di 5 celle dei cassoni costituenti la banchina con un getto in calcestruzzo subacqueo per un'altezza di 8,00 m al fine di poter posizionare 5 nuove bitte aventi un tiro pari a 100 t. L'ormeggio potrà anche essere effettuato posizionando, in luogo delle bitte, degli anelloni sul paramento verticale della banchina, anch'essi aventi un tiro garantito pari a 100 t..

A prua i corpi morti da 200 t sono stati dimensionati per resistere al tiro della nave che si genererà in condizioni di vento estreme (pari a 63 nodi) incidenti perpendicolarmente all'asse della nave.

La nave utilizzerà una imbarcazione d'appoggio per ormeggiare alle boe, a cui porgerà i cavi in apposita sequenza, secondo le normali pratiche e manovre nautiche.

Ciascuna boa sarà ormeggiata ad un proprio corpo morto, giacente sul fondale marino, a cui sarà collegata una catena di idonea sezione, munita di giunto di rotazione.

Le boe potrebbero essere non necessarie nel caso di assistenza subacquea all'ormeggio. I subacquei potrebbero infatti collegare le cime di ormeggio ai maniglioni presenti in testa alle catene ogni volta che dovrà essere utilizzato l'ormeggio.

I corpi morti laterali sono stati posizionati ad una distanza dalla nave per poter garantire un tiro con angolazione minima pari a 45 ° consentendo così di non disturbare o intralciare l'ormeggio delle unità navali limitrofe, garantendo al limite del posto barca una profondità di 7,5 metri, profondità che si avrà lungo la catena di ormeggio e che aumenterà a 11 metri circa sopra il corpo morto. I corpi morti di prua garantiscono una linea di tiro di circa 30°.

2.2 Modalità di realizzazione

I corpi morti da 200 t avranno dimensione pari a 10 m x 10 m x 1,5 m. I manufatti potranno essere realizzati a terra e poi trasferiti a bordo di un idoneo moto pontone munito di gru per il successivo varo nella posizione prestabilita dal progetto oppure potranno essere realizzati in opera effettuando il getto all'interno di un cassero in acciaio preventivamente posizionato sul fondale del porto.

Per facilitare le operazioni di varo ed eventuale successiva movimentazione e/o rimozione, i corpi morti potrebbe anche essere realizzati con più blocchi resi solidali con idonea catena di collegamento in acciaio.

Il riempimento della cella del cassone di banchina potrà essere effettuato posizionando una paratia metallica, che costituirà la quarta parete del nuovo blocco d'ormeggio, e successivo riempimento con calcestruzzo.

Oltre alla realizzazione dei nuovi sistemi di ormeggio il progetto prevede la redistribuzione lungo il piede di banchina del materiale di scanno fuori sagoma per garantire maggiore di sicurezza all'ormeggio della nave in caso di eventi eccezionali di bassa marea. Il materiale sarà riposizionato a rinforzo dello scanno di imbasamento a consolidamento di una scarpata di in una depressione adiacente allo scanno. Si precisa che detta movimentazione di materiale costituisce un ripristino delle condizioni di progetto per riportare la sagoma dello scanno alla configurazione rappresentata in fig. 1 della presente.

I lavori potranno avere una durata di circa 30 giorni naturali e consecutivi e dovranno essere realizzati nei mesi invernali/inizio primavera per non intralciare il traffico portuale estivo.

2.3 Fasi di ormeggio

La nave utilizzerà una imbarcazione d'appoggio per ormeggiare alle boe, a cui porgerà i cavi in apposita sequenza, secondo le normali pratiche e manovre nautiche.

Ciascuna boa sarà ormeggiata ad un proprio corpo morto, giacente sul fondale marino, a cui sarà collegata una catena di idonea sezione, munita di giunto di rotazione.

Le boe potrebbero essere non necessarie nel caso di assistenza subacquea all'ormeggio. I subacquei potrebbero infatti collegare le cime di ormeggio ai maniglioni presenti in testa alle catene ogni volta che dovrà essere utilizzato l'ormeggio.

3 Inquadramento area di studio



Immagine 1 Area progettuale

La Marina di Porto Cervo si trova in comune di Arzachena, nella parte nord-est della Sardegna, nella regione storica e geografica della Gallura.

Porto Cervo ricade all'interno della Costa Smeralda ovvero quel tratto della costa di Arzachena, in provincia di Sassari, interessata dal progetto dell'omonimo Consorzio Costa Smeralda, che si estende dalla zona di Pitrizza, situata poco più a Nord di Porto Cervo, fino all'inizio del territorio comunale di Olbia, presso la spiaggia di Rena Bianca.

Porto Cervo è un rinomato luogo di villeggiatura è edificato attorno al profondo porto naturale, la cui forma ricorda quella di un cervo e domina i promontori sul mare, la curva del porto e le ville sparse, immerse nel verde. Il centro è costruito su di un piano rialzato rispetto al porto.

La Marina è situata all'interno di una insenatura al riparo dai forti venti che caratterizzano la zona. È collocato tra il Golfo del Pevero a sud e e Capo Ferro a nord, e ai piedi del Monte di Mola (o Monte Moro), un massiccio granitico, che raggiunge la quota di 422 metri e domina l'intera zona. Dalla sua cima è possibile ammirare gran parte della Gallura, l'arcipelago di La Maddalena fino alla Corsica. Il versanti della montagna presentano una distesa di macchia impenetrabile formata prevalentemente da cisto e ginestra ed in alcuni tratti boschi di querce e ulivi.



Figura 1: Porto Cervo

3.1 Norme e strumenti di tutela dell'ambiente e del paesaggio

In rapporto alle convenzioni internazionali e alle direttive comunitarie in materia ambientale i principali riferimenti, in relazione al contesto territoriale e di interesse, risultano quelle relativi a biodiversità, flora, fauna e habitat.

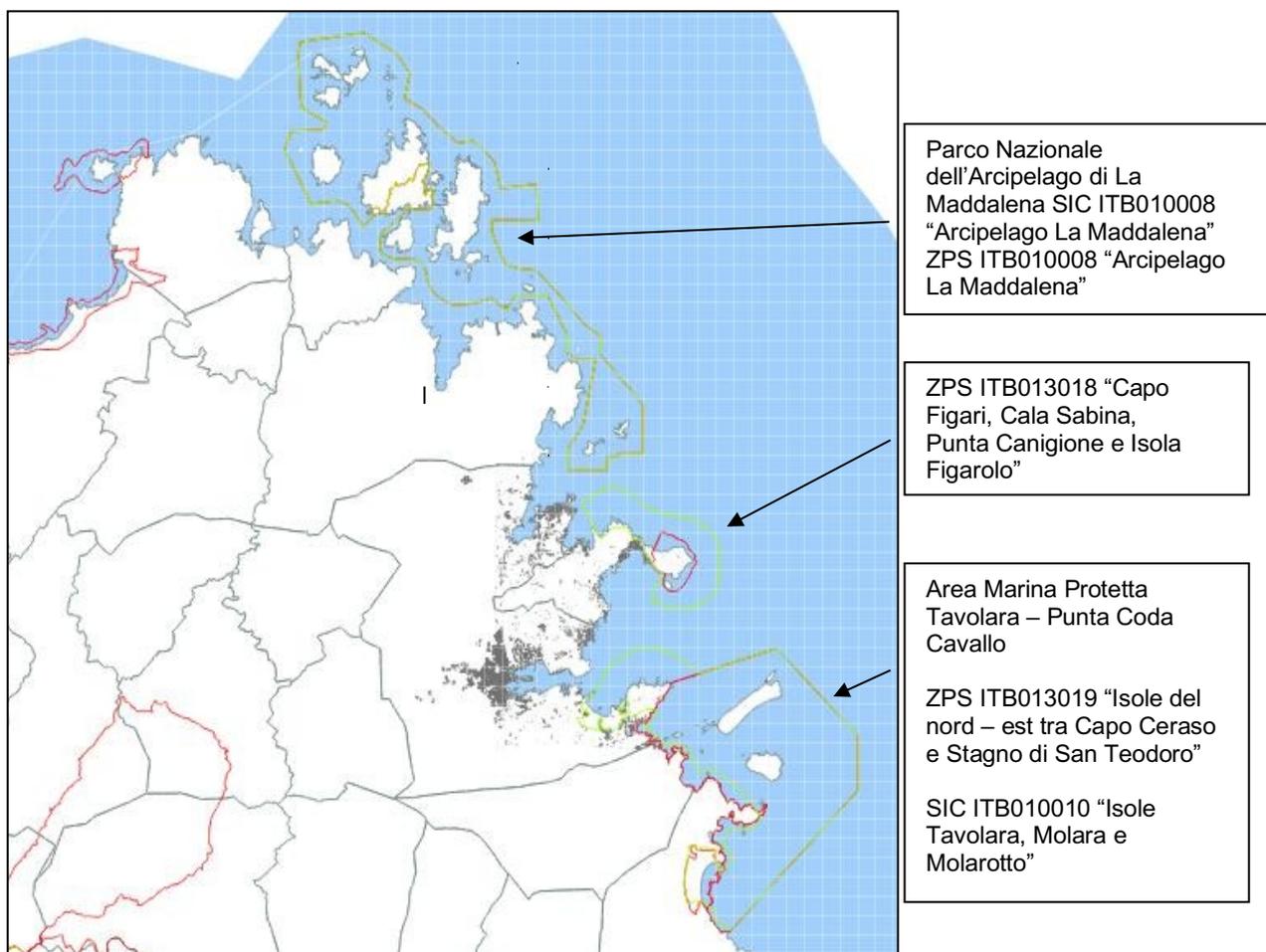
Si considerano in particolare:

- **Convenzione sulle zone umide di importanza internazionale, Ramsar 02/02/1971.** Gli scopi della Convenzione sono quelli di favorire la conservazione delle zone definite "umide" e degli uccelli acquatici mediante la loro individuazione e delimitazione, lo studio degli aspetti caratteristici e la messa in atto programmi che ne consentano la conservazione e la valorizzazione.
 - o L'area di intervento non è compresa fra le aree individuate dalla Convenzione di Ramsar
- **Direttiva 92/43/CEE "Habitat" del Consiglio del 21 maggio 1992,** relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e delle specie della flora e della fauna selvatiche, che mira a contribuire alla conservazione della biodiversità negli Stati membri definendo un quadro comune per la conservazione delle piante e degli animali selvatici e degli habitat di interesse comunitario. attraverso la creazione di Rete Natura 2000.
 - o L'ambito in esame non è all'interno di aree Rete Natura 2000
- **Direttiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 30 novembre 2009 concernente la conservazione degli uccelli selvatici.** Si pone come obiettivo primario la tutela di determinate specie ornitiche, utilizzando come strumento prioritario l'individuazione e la protezione di aree, denominate ZPS, in cui tali specie hanno il proprio ambiente vitale.
 - o L'ambito in esame non è all'interno di ZPS
- **Legge quadro sulle aree protette del 6 dicembre 1991, n. 394.** Detta principi fondamentali per l'istituzione e la gestione delle aree naturali protette, al fine di garantire e di promuovere, in forma coordinata, la conservazione e la valorizzazione del patrimonio naturale del paese. L'ambito in esame non ricade all'interno di aree protette
- **L'area non rientra in parte all'interno della IBA (Important Bird Areas)**
- **Decreto del Presidente della Repubblica n. 357 del 8 settembre 1997 sostituito dal Decreto del Presidente della Repubblica 12 marzo 2003, n. 120** "Regolamento recante modifiche ed integrazioni al decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357", concernente attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat

naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche. Il DPR recepisce in Italia la Direttiva del Consiglio del 21 maggio 1992 92/43/CEE "Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche", detta Direttiva "Habitat".

- **Parchi e aree marine protette**

Il Sito è situato esternamente ad un articolato sistema di aree sottoposte a diversi regimi di tutela che comprende a nord il Parco Nazionale dell'Arcipelago di La Maddalena, all'interno del cui perimetro sono compresi anche il SIC e la ZPS "Arcipelago La Maddalena" e a sud l'Area Marina Protetta Tavolara – Punta Coda Cavallo, che include il SIC "Isole Tavolara, Molaro e Molarotto" e la ZPS "Isole del nord – est tra Capo Ceraso e Stagno di San Teodoro".



3.2 Assetto geomorfologico

L'area in esame è caratterizzata da una morfologia fortemente accidentata in cui i processi costieri da un parte e quelli di alterazione su rocce granitiche e successivamente la rielaborazione da parte delle acque meteoriche dall'altra giocano ruolo predominante. Lungo le zone maggiormente fratturate e fagliate si sono approfonditi i corsi d'acqua a generare un reticolo di drenaggio tipicamente angolare. I principali corsi d'acqua sono ubicati in corrispondenza di importanti elementi strutturali che si seguono per più ampie aree della Sardegna nord orientale. La dinamica costiera è caratterizzata da un'alternanza di promontori scolpiti sulle rocce del basamento intrusivo e piccole spiagge tra un promontorio ed un'altro (pocket beach). Sono però frequenti anche le baie scolpite su roccia senza che siano presenti depositi litorali. In questi casi è verosimile che l'erosione marina abbia agito con maggiore rapidità lungo le linee di fratturazione preesistenti. Il reticolo angolare delle valli e di numerosi tratti costieri confermerebbe tale ipotesi. E' comunque indubbio che le insenature più profonde, come quella di Porto Cervo costituiscono tipici esempi di *Rias* come quelli che caratterizzano numerose altre località della Sardegna nord orientale. Si tratta di valli fluviali interessate da limitati fenomeni di riempimento durante l'ultima glaciazione e/o che comunque sono state interessate da importanti fenomeni di riesumazione durante la trasgressione versiliana. Tali morfologie suggerirebbero comunque la presenza di movimenti di lento abbassamento di questo settore dell'isola. In quest'area sono inoltre presenti ripiani di erosione su roccia interpretabili come antichi terrazzi di abrasione marina. La loro estensione è estremamente variabile, in genere si presentano fortemente dissecati dall'approfondimento vallivo.

3.3 Inquadramento geologico marino

Il paesaggio sommerso della grande unità fisiografica (interna, esterna), è caratterizzato dalla presenza di depressioni che sulla base dell'interpretazione dei profili sismici (SubBottomProfiler – Campagne “Placers”), sono attualmente colmate da sedimenti olocenici e localizzate principalmente in corrispondenza delle insenature (Porto Cervo, Golfo di Cugnana, Golfo del Pevero e Cala di Volpe), la cui genesi è di natura tettonica, sviluppandosi secondo le principali linee di faglia (direzione NNE-SSW) che caratterizzano l'area. Il loro modellamento è da imputarsi alle fasi glacio-eustatiche che caratterizzano il Quaternario, soprattutto durante la fase regressiva wurmiana (stage 4,3,2); in questo momento, infatti si verificano processi erosivi da parte sia degli agenti esogeni sia dei corsi d'acqua, determinando un paesaggio ben diverso dall'attuale, con la formazione di sistemi cordone litorale-laguna durante la progressiva regressione marina (massimo regressivo –110/120m) a cui è seguita la trasgressione versiliana che rimaneggia e rimodella le morfologie preesistenti.

La Stratigrafia tipica del litorale è suddividibile nelle seguenti tipologie di fondale, che partendo dalle facies litorali a quelle più distali sono:

Substrato roccioso affiorante e sub-affiorante (Cambriano)

Il substrato roccioso affiorante e sub-affiorante è ascrivibile al Complesso metamorfico di alto grado; tali affioramenti sono caratterizzati da modesta estensione areale in piattaforma interna, mentre raggiungono maggiore estensione nelle aree pericostiere soprattutto in corrispondenza dei promontori.

Sabbie medie e fini silicoclastiche (Olocene sup)

Caratterizzano principalmente la spiaggia sommersa dei litorali sabbiosi e talvolta si riscontrano nelle piccole insenature. Sono rappresentate sia da sabbie fini che da sabbie medie di composizione quarzoso-feldspatica con una modesta frazione di frammenti conchigliari in prossimità della prateria a Posidonia oceanica. La dinamica marina regola la loro distribuzione, definendo zone a sedimentazione fine in aree a bassa energia (spiaggia di fondo baia) e aree con sedimenti più grossolani (sabbie medie) caratteristici delle zone più esposte ai venti dominanti (promontori). Verso il largo, il limite è imposto dalla presenza della prateria a Posidonia oceanica (limite superiore), o dalla presenza di sedimenti di natura bioclastica rappresentata da frammenti di lamellibranchi, gasteropodi ed echinidi di dimensioni superiori a 2 mm, associati all'ecosistema della prateria a fanerogame marine. I depositi di spiaggia con dominanza litoclastica presentano notevoli differenziazioni sia in senso tessiturale che compositiva in relazione alle diverse caratteristiche lito-morfologiche comprese nell'area in esame. Le sabbie di spiaggia sommersa che rappresentano la porzione sommersa di corpi sedimentari di “poket beach”, compresi in un morfotipo costiero a costa rocciosa molto acclive e piattaforme di abrasione sollevate; qui all'elevata energia del moto ondoso corrispondono caratteri tessiturali grossolani, compresi

tra le ghiaie, ghiaiette e sabbie grossolane. La fascia di distribuzione sabbie litorali, è limitata dall'irregolare limite superiore della prateria di *Posidonia oceanica* o da cornici in roccia che limitano verso terra piattaforme di abrasione incise nel substrato cristallino a diverse quote.

Sabbie medie bioclastiche (Olocene Sup)

Si tratta dei sedimenti più profondi della piattaforma prossimale; sono distinguibili due facies: la prima si estende dal piede delle praterie a *Posidonia oceanica* verso il largo ed è rappresentata da frammenti di organismi ad esoscheletro carbonatico (facies bioclastica) che vivono in associazione con le fanerogame marine, in particolare rappresentate da alghe rosse, foraminiferi, briozoi, echinidi, gasteropodi e lamellibranchi. La facies più profonda (facies organogena) costituita in prevalenza da bioclasti e ciottoli biogenici legati all'attività di alghe rosse, a scheletro calcareo in particolare dei generi *Peyssonelia* e *Lithophyllum* (fig. 9). Questi depositi caratterizzano la fascia batimetrica tra -7m/-35m, localizzati sia nell'intorno della prateria a *Posidonia oceanica* sia nelle intramatte della prateria stessa. La tessitura eterogenea è talvolta molto grossolana favorendo processi di selezione granulometrica dovuti alle correnti trattive di fondo, notevolmente attive in piattaforma interna; è quindi frequente rilevare grandi strutture sedimentarie a mega ripples o a dune di selezione granulometrica.

Sabbie ghiaiose organogene

Definiscono le aree a forte energia e caratterizzano la fascia sottostante al limite inferiore della prateria a *Posidonia oceanica*. Si tratta di ghiaie costituite in prevalenza da frammenti organogeni come bioclasti e ciottoli biogenici legati all'attività d'alghe rosse, a scheletro calcareo in particolare dai generi *Peyssonelia* e *Lithophyllum* (praline, meerle).

Sabbie limose di piattaforma

Questi sedimenti sono distribuiti in piattaforma interna secondo una fascia estesa circa 2 miglia al largo della costa, qui i fondali presentano acclività poco accentuata e spessore del cuneo a sedimenti estremamente modesto; frequenti le discontinuità deposizionali dovute all'affioramento del substrato cristallino, a formare secche isolate interessate da intensa fratturazione o allineamenti dovuti all'affioramento di filoni, in genere di chimismo acido, posti in rilievo dall'erosione differenziale. Questi sedimenti sono caratterizzati da sabbie medio-fini a composizione quarzosa-organogena con una componente limosa. Le zone di maggiore distribuzione si rilevano nel settore nord-orientale dell'area studiata. Il passaggio tra questi sedimenti e i circostanti risulta essere sempre netto; talvolta sono direttamente a contatto con il limite inferiore della prateria a *Posidonia oceanica* ed inoltre si osserva come l'omogeneità della loro distribuzione sia interrotta dalla presenza di locali depositi di sedimenti bioclastici e dall'emergenza del substrato.

3.4 Caratteristiche meteo marine

Per poter dimensionare i sistemi di ormeggio e verificare la possibilità di ingresso al marina è stato redatto un approfondito studio meteo marino finalizzato alla determinazione delle forzanti di vento caratteristiche del paraggio, dati poi utilizzati sia per la ricostruzione del moto ondoso residuo all'interno del marina che per poter calcolare le forze che il giga yacht eserciterà sui sistemi di ormeggio.

In modo particolare la stazione di Guardiavecchia a La Maddalena (OT) mostra che dal 1951 al 1997 (periodo di registrazione dei dati) su 110.680 osservazioni solo 109+89, aventi direzione pressoché ortogonale alla nave, avrebbero potuto mettere in difficoltà il sistema di posizionamento DPS della nave, mentre durante i mesi estivi, come riportato nello studio effettuato dall'Istituto di Fisica dell'Atmosfera del CNR), che ha valutato, sulla base dei dati della Stazione Meteorologica dell'Aeronautica Militare di Olbia-Costa Smeralda (periodo 1951-1970) gli eventi anemologici dell'anno tipo, nella stagione turistica, è possibile osservare la presenza di alcuni eventi con velocità superiori ai 50 k/m (~14 m/s), con frequenza di occorrenza ancora più bassa.

Le Caratteristiche anemometriche, sotto riportate, sono quelle rilevate dalla stazione della M.M. di Capo Figari, ricavate per un periodo di rilevamento di 27 anni.

La figura nella seguente (I.I.M.) presenta il settore di massima traversia e quello di massimo fetch per la stazione di Capo Figari, accompagnati dalla rosa dei venti relativa alla frequenza media annua, calcolata per le 8 direzioni principali e per cinque intervalli di forze (0, 1-2, 3-4, 5-6, 7-12). L'analisi di queste figure permette di evidenziare l'importanza dei venti provenienti da NW, W, NE e, in misura minore, da SE. La figura di seguito riportata, invece, rappresenta sinteticamente le elaborazioni condotte dall'I.I.M. su 27 anni di osservazioni relative allo stato del mare e dalla durata massima delle mareggiate registrate dalla stazione di Capo Figari.

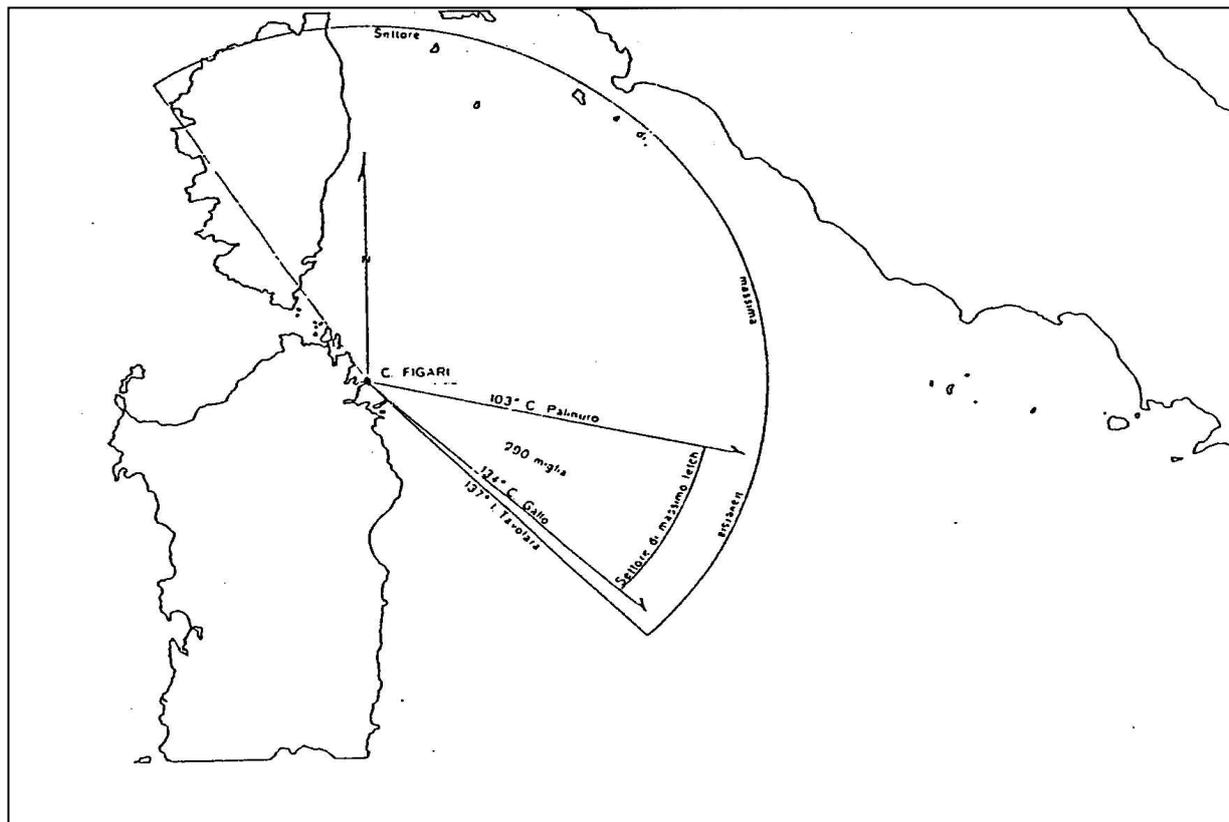


Immagine 2: Settore di Massima traversia, di massimo fetch e diagramma polare delle frequenze medie annuali percentuali di direzione ed intensità del vento per la stazione di Capo Figari (Istituto Idrografico della Marina).

Considerando che il settore di massima traversia (Cioè quello che comprende tutte le direzioni da cui possono provenire venti in grado di produrre una significativa agitazione del mare) è individuato tra i 317° e 137°, l'area risulta battuta principalmente da mareggiate originate da venti settentrionali (principalmente grecale e maestrale).

Questi venti, nei mesi tardo autunnali ed invernali possono determinare mareggiate (Forza 6-7) della durata massima di anche 62 ore. Nei mesi estivi si possono verificare condizioni di mare forza 7 di provenienza NW –NE, ma nel complesso, in questo periodo le condizioni del mare sono positive, con le maggiori frequenze di mare forza 0-1.

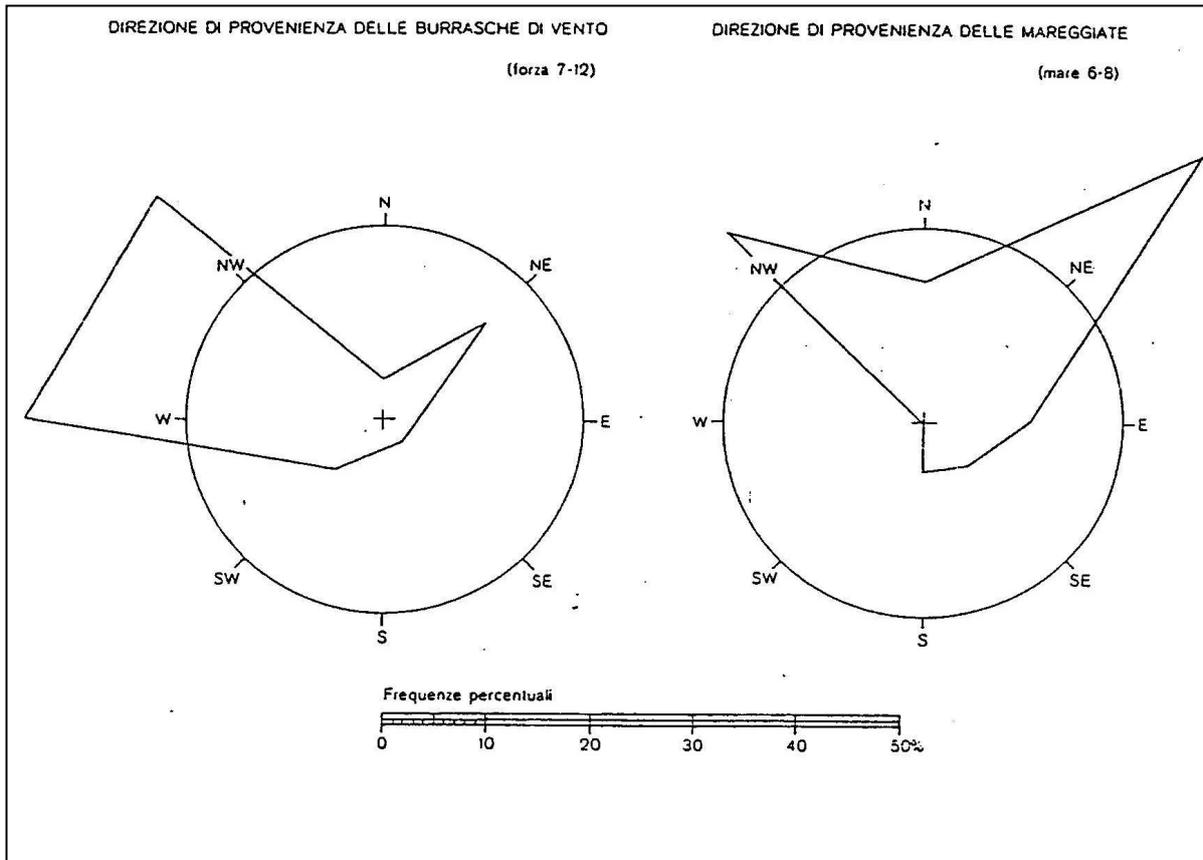


Immagine 3: Direzione e provenienza delle burrasche di vento e delle mareggiate presso la stazione di Capo Figari (I.I.M.)

La breve descrizione sulle caratteristiche meteo marine della zona più ampia, è un passo fondamentale per l'individuazione dei principali venti e mareggiate che agiscono sulla zona.

4 Distribuzione delle Biocenosi Bentoniche

La cartografia restituisce la rappresentazione delle caratteristiche biocenotiche dell'area progettuale in base ai rilievi effettuati. Tramite l'interpretazione di fotografie aeree è stato possibile effettuare un rilevamento mirato per determinare le principali biocenosi marine. I dati georeferenziati raccolti 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. 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.

Le informazioni ottenute attraverso le analisi a cui si sottopongono le fonti di informazione siano esse semplici foto aeree, immagini satellitari o altro, sono inseriti in ambiente georeferenziato e restituiti cartograficamente evidenziando i tematismi che più interessano. 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).

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. In particolare, vengono riferiti i punti dove il rilievo è stato effettuato, le coordinate

geografiche, la profondità. 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.

4.1 Piano di rilevamento

Rilievo	latitudine	longitudine	Profondità
Verità mare 1 – V1	41° 8'7.88"N	9°31'55.86"E	5 metri
Verità mare 2 – V2	41° 8'8.31"N	9°31'55.65"E	6 metri
Verità mare 3 – V3	41° 8'8.71"N	9°31'56.40"E	7 metri
Verità mare 4 – V4	41° 8'8.74"N	9°31'57.95"E	7 metri
Verità mare 5 – V5	41° 8'9.46"N	9°31'57.94"E	7 metri
Verità mare 6 – V6	41° 8'9.98"N	9°31'59.81"E	8 metri
Verità mare 7 – V7	41° 8'11.23"N	9°31'58.78"E	9 metri
Verità mare 8 – V8	41° 8'9.38"N	9°32'0.88"E	9 metri
Verità mare 9 – V9	41° 8'10.73"N	9°32'1.79"E	10 metri
Verità mare 10 – V10	41° 8'10.73"N	9°32'3.62"E	11 metri
Verità mare 11 – V11	41° 8'11.58"N	9°32'0.46"E	10 metri
Verità mare 12 – V12	41° 8'14.22"N	9°32'0.20"E	6 metri

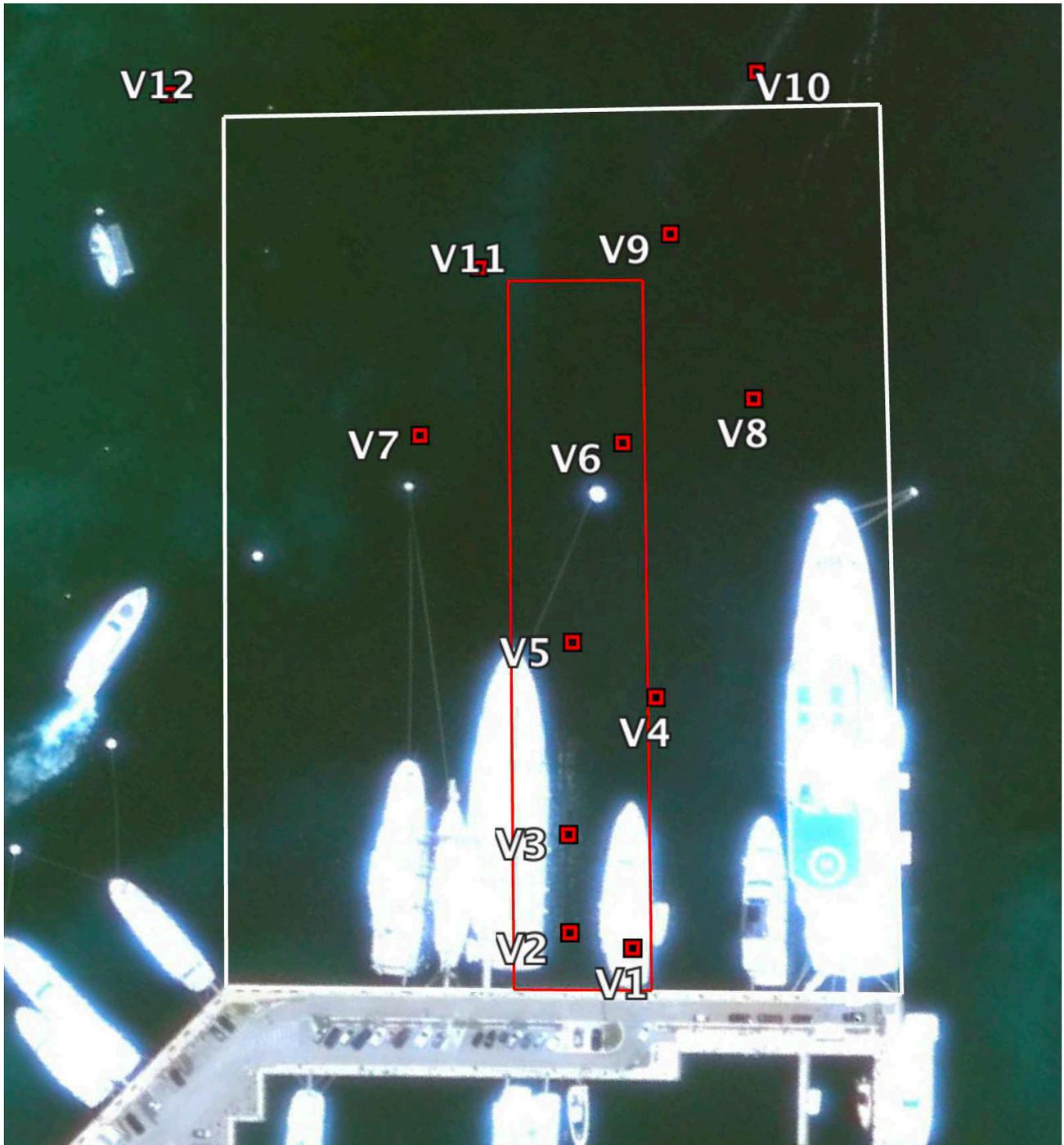


Immagine 4 Piano di Campionamento

4.2 Verità Mare (analisi fisionomica e fotografica per la verifica delle biocenosi)



Foto 1: Punto V1



Foto 2: Punto V2



Foto 3: Punto V3



Foto 4: Punto V4



Foto 5: Punto V5

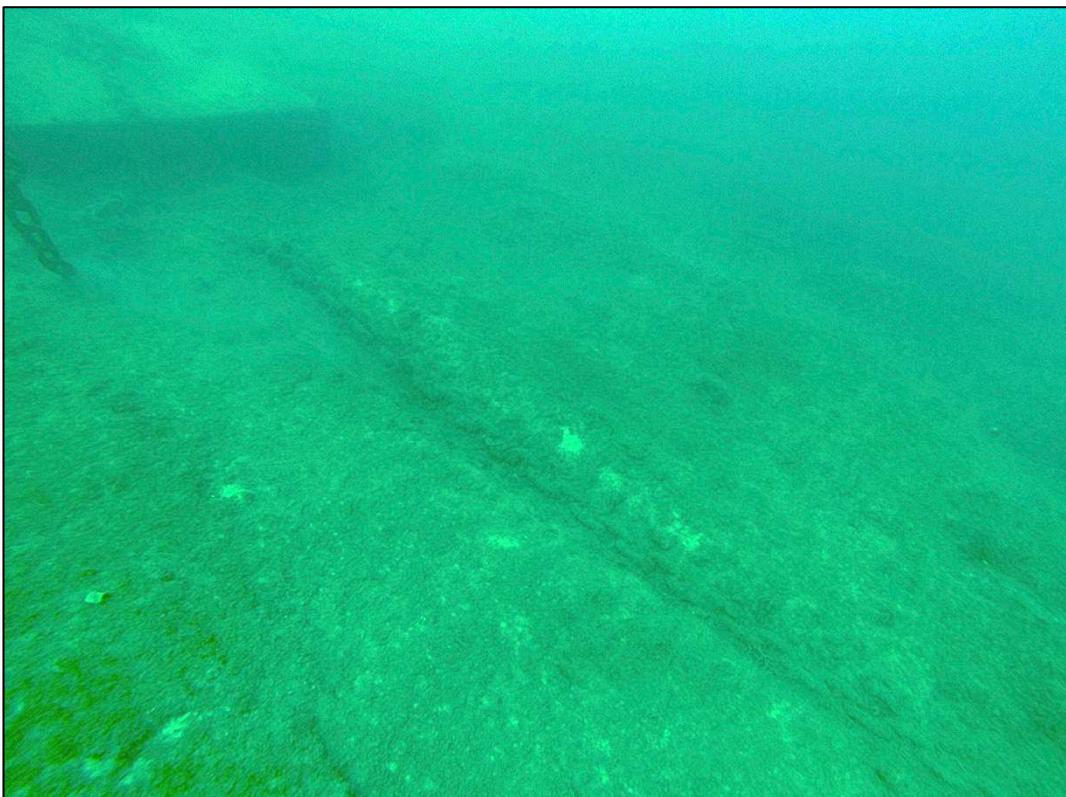


Foto 6: Punto V6



Foto 7: Punto V7



Foto 8: Punto V8



Foto 9: Punto V9



Foto 10: Punto 10



Foto 11: Punto V11



Foto 12: Punto V12

4.3 Analisi d'immagine

Con questo lavoro si intende effettuare una cartografia bionomica della zona interessata al fine di caratterizzare con maggior precisione i popolamenti ed i substrati che caratterizzano il fondale marino prospiciente l'area di intervento.

Per l'analisi d'immagine del sito sono state acquisite specifiche immagini aeree tramite APR (Drone). La Pragma due è Operatore SAPR (Sistemi Aeromobili a Pilotaggio Remoto) riconosciuto dall'ente Nazionale Aviazione Civile (ENAC) e pubblicato sull'elenco delle organizzazioni riconosciute per il lavoro aereo per la realizzazione di operazioni specializzate. Il nostro operatore ha ottenuto l'attestato di qualifica di pilota SAPR conseguito presso l'Aeroclub l'Aquila, organizzazione di addestramento IRF113. I nostri voli sono coperti da Assicurazione rischio aeronautico LLOID.

Sono inoltre state utilizzate immagini scaricate direttamente dal Portale Cartografico Nazionale e dalla banca dati di Google Earth, inoltre, al fine di avere utili informazioni sulle caratteristiche delle biocenosi presenti sono state consultate le cartografie on line del Ministero dell'Ambiente (www.tutelamare.it) e i rapporti della Mappatura della Posidonia oceanica attorno all'Isola di Sardegna.

Le immagini geo referenziate, sono state analizzate con Software di immagine. Da sole le immagini possono dare solo delle indicazioni sommarie sui popolamenti che caratterizzano il fondale, per tale motivo è stato pianificato un piano di rilievo subacqueo.

La procedura di analisi d'immagine ha permesso di valutare quali erano le principali caratteristiche del fondale indagato, in particolare di evidenziare le aree del fondale colonizzate da sabbie, roccia, fango e affioranti rocciosi colonizzati da alghe fotofile. Tutte le immagini considerate sono state trattate con il medesimo sistema, le informazioni ottenute da ciascuna analisi hanno permesso di ottenere una mappatura della zona in esame.



Foto 13: foto satellitare luglio 2016 - Google map



Foto 14: immagine aerea con drone - febbraio 2018

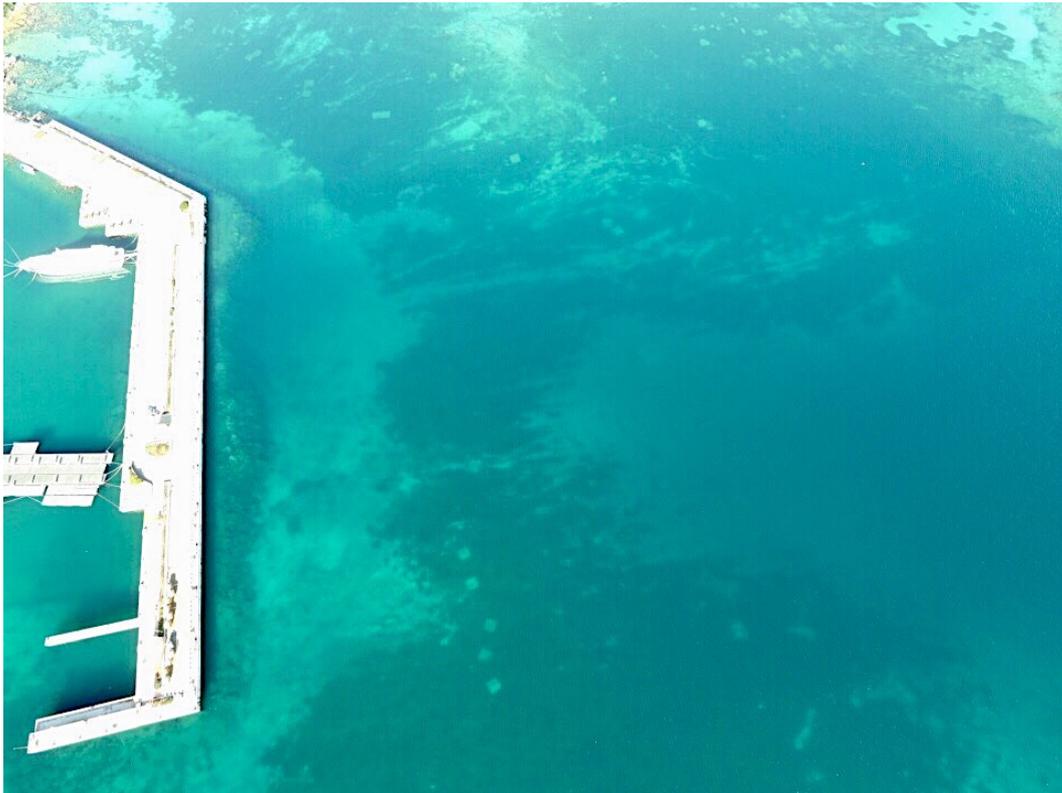


Foto 15: immagine aerea con drone - febbraio 2018



Foto 16: immagine aerea con drone - febbraio 2018



Foto 17: dettaglio immagine aerea con drone - febbraio 2018

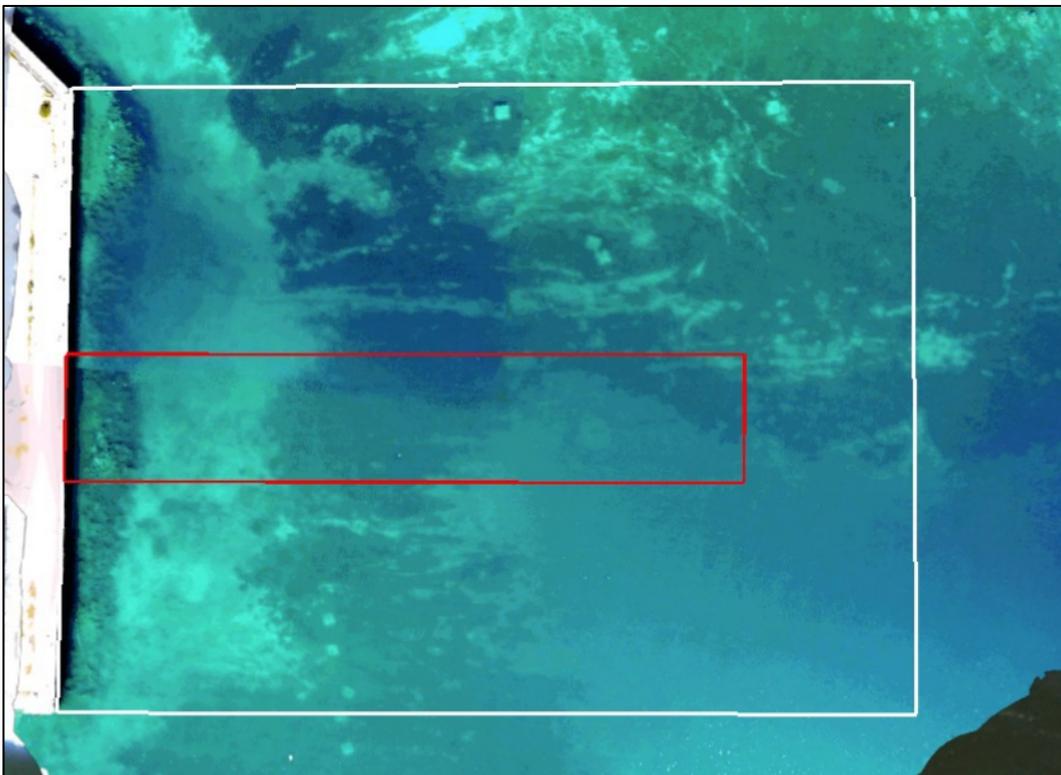


Foto 18: elaborazione geo referenziata immagini aerea con drone

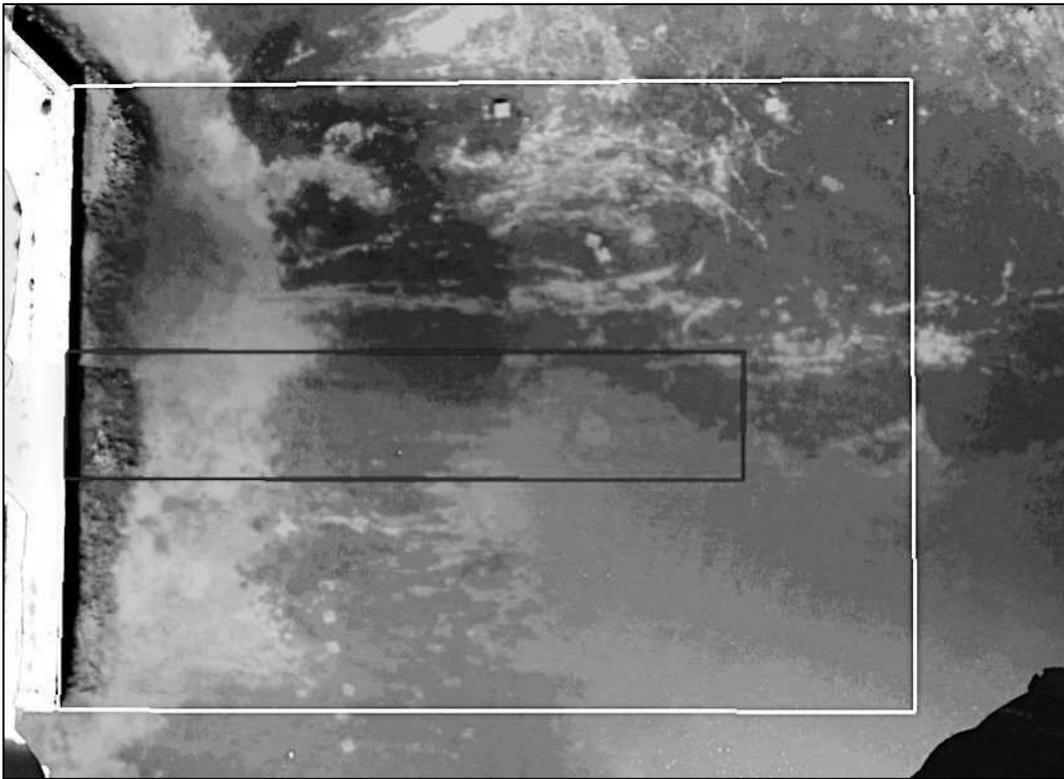


Figura 2: elaborazione di immagine

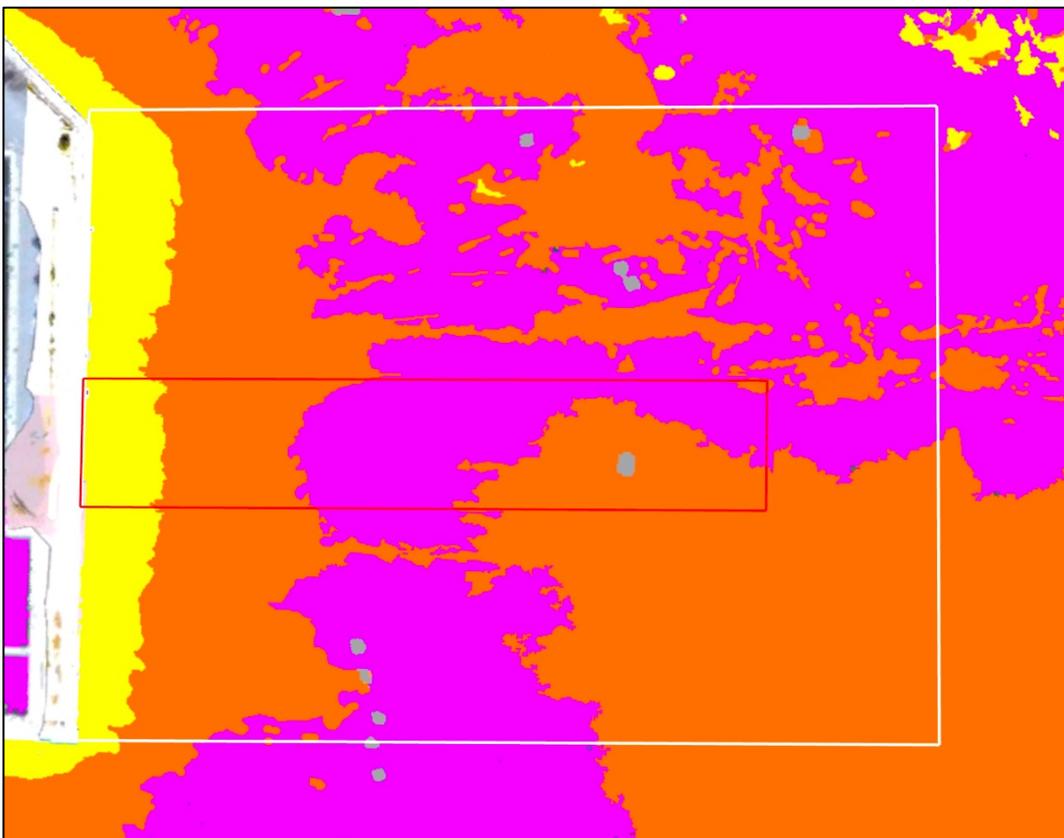


Figura 3: elaborazione finale

5 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 le abita; in ultima analisi, bionomia è quindi 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’infra-litorale si estende dalla superficie fino alla massima profondità alla quale si trovano fanerogame marine. Il circo-litorale 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 bentici 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.

Nell'area esaminata insistono differenti biocenosi. Lungo tutti i substrati rigidi sia naturali che artificiali si instaura una biocenosi ad alghe fotofile (AP) ed un fouling composto da (alghe, spugne, bivalvi e cirripedi).

In particolare, nei fondi mobili, le biocenosi di Sabbie Fangose di Moda Calma (SVMC); Biocenosi delle sabbie fini ben calibrate o classate (SFBC). Queste due 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.

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

Le biocenosi ritrovate in questo piano sono a loro volta aderenti ad associazioni e Facies: tra le principali che ritroviamo: Associazione a *Caulerpa prolifera*

Dal punto di vista bionomico il corteggio faunistico è dominato dai rappresentanti delle Biocenosi delle Sabbie Fini Ben Classate (SFBC) 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 (SFBC, 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.

5.1 Biocenosi presenti nell'area progettuale

Di seguito le principali biocenosi presenti nell'area progettuale:

AP: biocenosi delle alghe fotofile

Tra questi popolamenti oltre a trovare quelle alghe che sono caratteristiche di zone abbondanti di luce, abbiamo anche altri organismi, come echinodermi, crostacei ecc. Nella zona ad alto dinamismo abbiamo la *Cystoseira*, spesso in associazione col genere *Laurencia*. In questa prima fascia abbiamo anche *Mytilus galloprovincialis* e, in zone ristrette e a moderata eutrofizzazione, di alghe verdi appartenenti ai generi *Ulva* e *Chaetomorpha* (popolamenti nitrofilo). Dove l'idrodinamismo è evidentemente meno accentuato, su rocce più profonde ma ben illuminate, le comunità bentoniche sono caratterizzate da associazioni ad alghe fotofile dominate dalle alghe verdi appartenenti ai generi *Acetabularia* e *Dasycladus*, dalle alghe brune dei generi *Padina*, *Dictyota*, *Dictyopteris* e dalle alghe rosse dei generi *Gelidium* e *Liagora*. Lungo tutta la fascia granitica abbiamo l'associazione ad alghe corallinacee e ricci ("facies ad Arbacia"), molto comune a tutte le profondità e localmente estesa fin in superficie che presenta alte densità di ricci di mare (*Arbacia lixula* e *Paracentrotus lividus*). Tra le alghe rosso incrostanti abbiamo *Lithophyllum* spp., *Lithothamnium* spp.. Alle alghe coralline incrostanti spesso si accompagna la dominanza della spugna *Chondrilla nucula*.

SFBC: biocenosi delle 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.

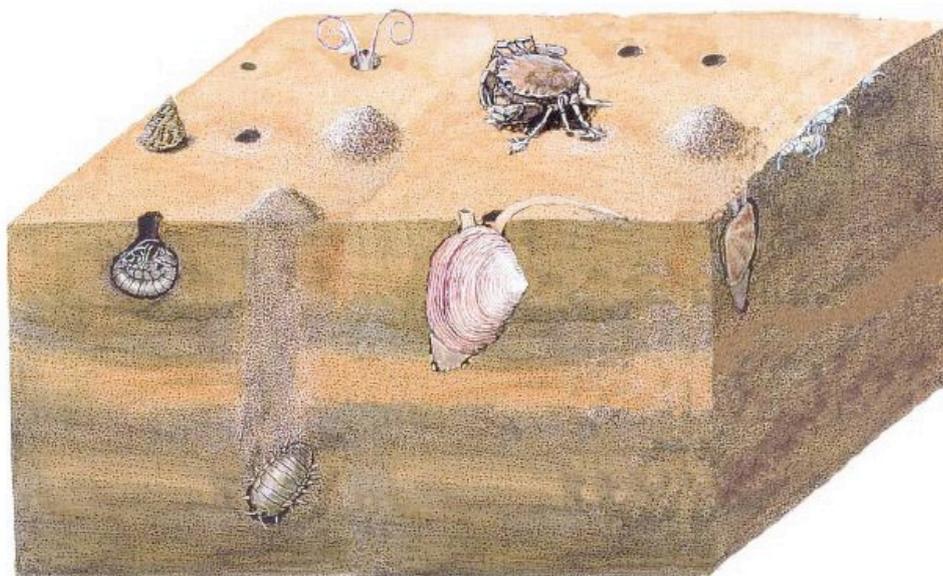


Immagine 5: rappresentazione schematica del popolamento SFBC

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 *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.

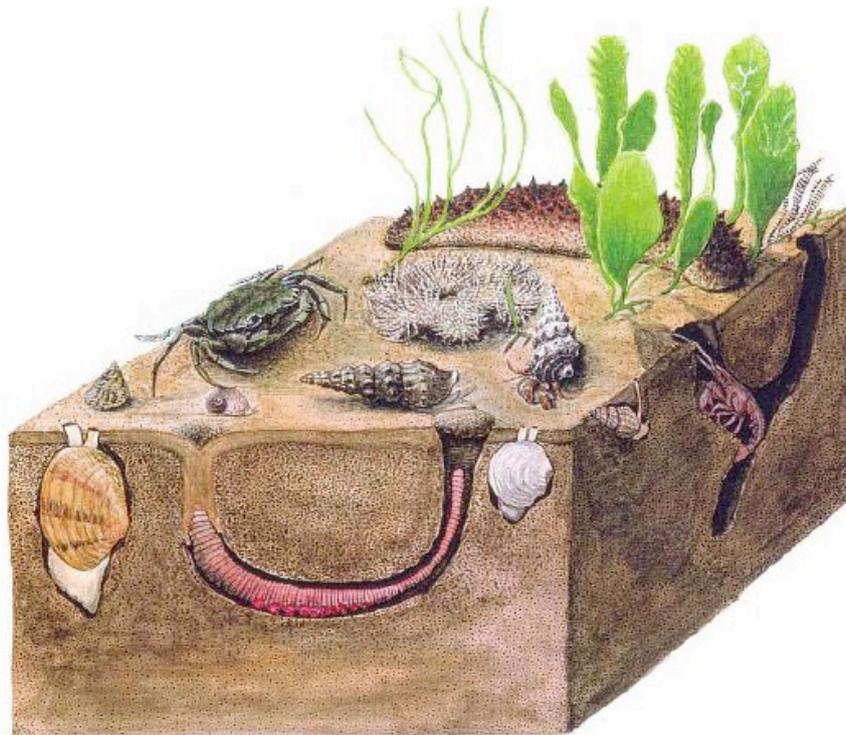
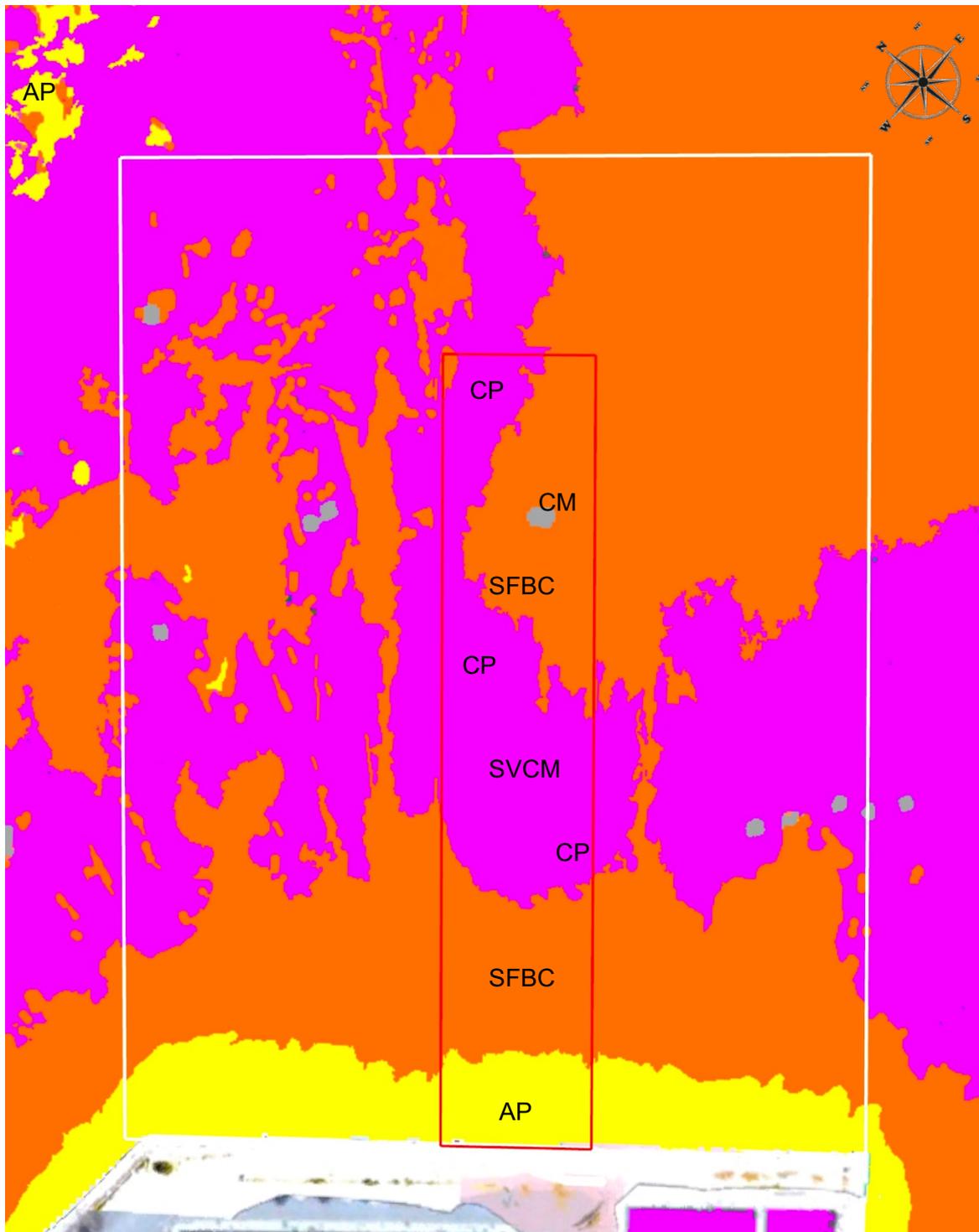


Immagine 6: Rappresentazione schematica del popolamento SVMC

5.2 CARTOGRAFIA BIONOMICA



AP	<i>Alghe fotofile su roccia</i>	CM	<i>Corpi Morti</i>
SFBC	<i>Sabbie fini ben calibrate</i>	CP	<i>Associazione a Caulerpa prolifera</i>
SVMC	<i>Biocenosi delle sabbie fangose superficiali di ambiente calmo</i>		<i>Nuova area di Attracco</i>

6 Conclusioni

La conoscenza del bentos marino è una componente fondamentale nella gestione della fascia costiera, sia essa per fini turistici sia per la costruzione di nuove opere.

Il lavoro svolto, associato ad altre metodologie di studio del territorio, come la geomorfologia, lo studio delle dinamiche litorali, l'elaborazione di modelli matematici atti a constatare le dinamiche costiere è uno strumento per la pianificazione territoriale in mare. In questo studio viene riportata, in carta, una porzione di fondale marino.

Nell'area di studio non sono state riscontrate biocenosi e specie di particolare interesse conservazionistico, tutelate dalle attuali leggi nazionali ed europee, quali *Posidonia oceanica* e *Pinna nobilis*.

Nel corso delle così dette "verità mare", effettuate in immersione da operatori specializzati e attraverso immagini rilevate con fotocamera subacquea in modalità remota sono state identificate tre tipologie di Biocenosi: AP (alghe fotofile) SFBC (sabbie fini ben calibrate), SVCM (Biocenosi delle sabbie fangose superficiali di ambiente calmo).

Le biocenosi bentoniche rilevate (AP, SFBC e SVCM) sono biocenosi tipiche dei fondali costieri del Mediterraneo relativamente a zone di mare prospicienti la costa quale la Ria di Porto Cervo.

Fra le biocenosi rilevate non è presente la biocenosi a *Posidonia oceanica* (vedi carta a pag. 37).

Le prospezioni subacquee hanno altresì accertato l'assenza di esemplari della specie *Pinna Nobilis* nella zona interessata dai lavori per la realizzazione dell'ormeggio per Giga Yacht.

Pertanto, a seguito dell'indagine dei fondali della rada di Porto Cervo, il sito interessato dai lavori di ampliamento dell'ormeggio per Giga Yacht, risulta idoneo per la realizzazione dell'opera.

6.1 Proposta di piano di Monitoraggio

Si propone la realizzazione di una serie di monitoraggi che riguarderanno le seguenti attività:

1. Personale con qualifica scientifica nell'ambito della biologia marina e dotato di requisiti per attività professionale subacquea seguirà i lavori di rimozione del materiale a piede banchina e il relativo riposizionamento dello stesso presso il fondale caratterizzato dalle biocenosi SFBS e SVCM caratterizzate dalla assenza di biocenosi e specie sensibili quali *Posidonia oceanica* e *Pinna nobilis*.
2. Nel corso delle attività di cui al punto 1 verranno effettuate delle misurazioni relative alla torbidità dell'acqua per verificare che i presidi cautelativi per l'ambiente, panne antinquinamento "con gonnellone" adeguatamente ancorate sul fondale, siano effettivamente efficaci per il contenimento della torbidità delle acque della zona oggetto delle lavorazioni.

7 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.
- Jeu de Grissac, A., & Boudouresque, C. F. (1985). Roles des herbiers de phanérogame marines dans les mouvements des sédiments côtiers: les herbiers à *Posidonia oceanica*. *Colloque franco-japonais Oceanographie*. Marseille, 16–21 September 1985 1, 143–151.
- Doumenge F. 1995. Quelques réflexions 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 conaissainces. *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.