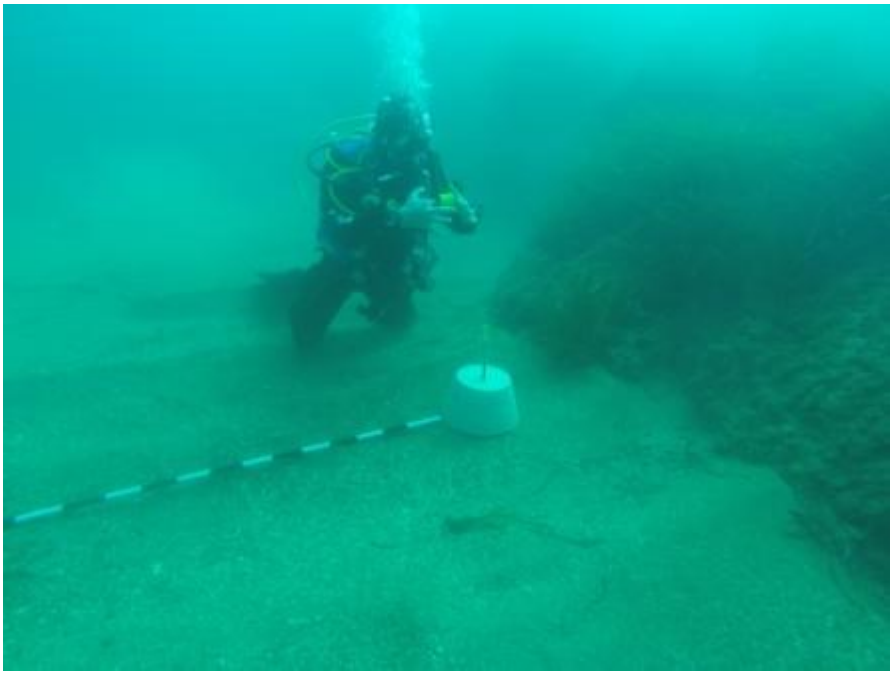
PIANO DI MONITORAGGIO DELLE PRINCIPALI COMPONENTI AMBIENTALI DEI LAVORI DI COMPLETAMENTO DEI MOLI DI SOPRAFLUTTO E DI SOTTOFLUTTO DEL PORTO DI TERMINI IMERESE AI FINI DELL'OTTEMPERANZA DELLE PRESCRIZIONI DEL MATTM-DVA U.PROT DVA-2014-0006449 DEL 10/03/2014 PER LA VERIFICA DI ASSOGGETTABILITÀ A VIA

CIG Z8A22AE83



Report Finale
Rapporto Tecnico della campagna in ante operam

Aprile 2018

Indice

1. PREMESSA 1

2. RILIEVO SIDE SCAN SONAR E MAPPATURA DELLA BIOCENOSI (7A_BIO_1). 3

2.1 Sistemi ausiliari alla strumentazione utilizzata 4

Sonda Valeport swift 4

Sistema di posizionamento Topcon GRS-1 5

Sistema di posizionamento Hemisphere A101 Smart Antenna 6

Girobussola/MRU TSS *Mahrs* 7

Navigazione 8

Sistema di coordinate 9

Elaborazione dei dati 9

2.2 Mezzo nautico impiegato nei rilievi 10

2.3 Risultati indagini side scan sonar 11

2.4 Individuazione di un sito idoneo all'eventuale trapianto di *C. nodosa* 14

3. INDAGINI MACROZOOBENTHOS 16

3.1 METODOLOGIE 20

Attività di campo 20

Attività di laboratorio 22

RISULTATI .....**Errore. Il segnalibro non è definito.**

CONCLUSIONI 29

4. MONITORAGGIO FANEROGAME 31

4.1. Prateria di Posidonia oceanica 31

Piano di campionamento - monitoraggio 31

Descrittori strutturali 36

Analisi in laboratorio 39

Parametri lepidocronologici 42

Comunità epibionta delle foglie 44

Parametri granulometrici del sedimento 45

RISULTATI Indagini *P. Oceanica* 46

4.2 Prateria di Cymodocea nodosa 56

Metodi e tecniche .....**Errore. Il segnalibro non è definito.**

Descrittori strutturali..... 60

Analisi in laboratorio 60

ALLEGATI.....70

1. Premessa

In data 05 aprile 2018 l'autorità portuale di Palermo nel'ambito dei lavori relativi al "piano di monitoraggio delle principali componenti ambientali dei lavori di completamento dei moli di sopraflutto e di sottoflutto del porto di Termini Imerese ai fini dell'ottemperanza delle prescrizioni del mattm-dva prot. dva-2014-0006449 del 10/03/2014 per la verifica di assoggettabilità e via" è stato affidato a Biosurvey srl, spin-off dell'Università degli studi di Palermo, il servizio volto al "monitoraggio ecosistema marino - biocenosi in seno ai lavori di completamento dei moli di sopraflutto e di sottoflutto del porto di Termini Imerese" - cig: Z8A22A3E83. I lavori sono distinti secondo quanto riportato nelle tabelle 1.1, 1.2, 1.3.

Nel presente report sono riportati i dati relativi alle sole attività *Ante - operam* sopra e sotto flutto.

Tabella 1.1 - attività Ante operam

Ante operam - Sopraflutto e Sottoflutto				
Componente	**Attività**	**Descrizione**	UM	**Quantità**
Monitoraggio Ecosistema Marino - Biocenosi	7a_Bio_1	Rilievo Side Scan Sonar e mappatura della Biocenosi per un'area di 1,12 Mnq, comprensivo di elaborati grafici, comprensivo di quantificazione dei volumi di specie potenzialmente interessati dalla realizzazione del molo di sopraflutto	Nr	1
	7a_Bio_2	Campionamenti ed analisi Biocenosi con attività in situ ed in laboratorio, comprensivi di Report ed elaborati grafici - per singola stazione di misura codice TIB	Nr	6
	7a_Bio_3	Video transetto ispettivo georiferito per una lunghezza di 30 metri eseguito parallelamente alla batimetrica, comprensivo di elaborati grafici ed interpretazioni Visual Census - per singola stazione di misura codice TIB	Nr	6
	7a_Bio_4	Individuazione, all'interno delle biocenosi presenti nella zona del Porto di Termini Imerese, del potenziale sito di reimpianto delle talee di *Cymodocea nodosa* eventualmente interessate dalla realizzazione delle opere	Nr	1

Tabella 1.2 - attività in corso d'opera

Corso d'Opera - Sopraflutto e Sottoflutto				
Componente	**Attività**	**Descrizione**	UM	**Quantità**
Monitoraggio Ecosistema Marino - Biocenosi	7a_Bio_2	Campionamenti ed analisi Biocenosi con attività in situ ed in laboratorio, comprensivi di Report ed elaborati grafici - per singola stazione di misura codice TIB	Nr	6
	7a_Bio_3	Video transetto ispettivo georiferito per una lunghezza di 30 metri eseguito parallelamente alla batimetrica, comprensivo di elaborati grafici ed interpretazioni Visual Census - per singola stazione di misura codice TIB	Nr	6

Tabella 1.3 - attività Post operam

Post Opera - Sopraflutto e Sotto flutto				
Componente	**Attività**	**Descrizione**	UM	**Quantità**
Monitoraggio Ecosistema Marino - Biocenosi	7a_Bio_2	Campionamenti ed analisi Biocenosi con attività in situ ed in laboratorio, comprensivi di Report ed elaborati grafici - per singola stazione di misura codice TIB	Nr	6
	7a_Bio_3	Video transetto ispettivo georiferito per una lunghezza di 30 metri eseguito parallelamente alla batimetrica, comprensivo di elaborati grafici ed interpretazioni Visual Census - per singla stazione di misura codice TIB	Nr	6
	7a_Bio_4	Verifica e supervisione del potenziale reimpianto delle talee di *Cymodocea nodosa* eventualmente interessate dalla realizzazione delle opere	Nr	1

2. Rilievo Side Scan Sonar e mappatura della Biocenosi (7a_Bio_1).

I rilievi sono stati effettuati utilizzando apposita imbarcazione a motore, appositamente attrezzata per lo svolgimento delle attività che hanno visto l'utilizzo di un sistema Side Scan Sonar Klein 3900 (Figura 2.1). Tale sistema è dedicato all'acquisizione delle immagini sonar ad alta definizione su basso fondale e consente di raccogliere importanti informazioni sia sulla composizione dei fondali investigati sia su eventuali oggetti in essi presenti. Le caratteristiche tecniche sono elencate nella tabella seguente:

Tabella 2.1 - caratteristiche tecniche del sistema SSS klein 3900

Frequenze	900 kHz 445kHz
Apertura del fascio	Orizzontale - 1 grado 100 kHz, 0,2 gradi 500 kHz Verticale – 40 gradi
Ampiezza del range	450m 100 kHz; 150m 500 kHz
Risoluzione trasversale	3,75cm 100 kHz, 1.875cm 500 kHz
Risoluzione longitudinale	20cm
Profondità operativa	1.500 m standard, opz. per 3.000m e .000 m di profondità
Velocità di traino	2 - 5 nodi tipica, 13 nodi massima
Dimensioni	122cm di lunghezza, 8,9cm di diametro
Peso in aria	29Kg

Figura 2.1 – Side Scan Sonar Klein 3900.

2.1 Sistemi ausiliari alla strumentazione utilizzata

La strumentazione sopra elencata è stata interfacciata con i seguenti sistemi:

Sonda Valeport swift

La sonda Valeport swift (Figura 2.2 e Tabella 2.2) permette di ottenere informazioni relative alla velocità del suono lungo la colonna d'acqua, necessarie per una corretta acquisizione dei dati batimetrici.

Figura 2.2 - Sonda Valeport swift.

Tabella 2.2 - caratteristiche tecniche della sonda Valeport swift

Range velocità del suono	1.350-1.600 m/sec
Risoluzione	0,1 m/sec
Accuratezza	±0,25 m/sec
Range di profondità	200 m (intervallo 0.5 m)
Range di temperature operativo	0/+45°C
Autonomia batterie interne	20 ore in acquisizione continua
Alimentazione	115 / 230V
Peso	5,0 kg
Misure	900 x 100 x 550 mm

Sistema di posizionamento Topcon GRS-1

Il corretto posizionamento necessario per effettuare i rilievi è stato affidato ad un sistema satellitare Topcon GRS-1(RTK-VRS) Topcon GRS-1 (RTK-VRS) (Figura 2.3 e Tabella 2.3).

Figura 2.3 - Ricevitore RTK Topcon GRS-1.

Tale sistema riceve contemporaneamente segnali sia dalla costellazione satellitare GPS, che dalla costellazione GLONASS, garantendo un'elevata accuratezza nelle fasi di acquisizione dei dati.

Il sistema è inoltre collegato alla rete Netgeo inquadrata in ETRF2000 (2008.0)-RDN certificata dall'Istituto Geografico Militare.

Le caratteristiche tecniche dello strumento sono riportate nella Tabella 2.3.

Tabella 2.3 - Specifiche tecniche del Sistema di posizionamento Topcon GRS-1.

Frequenza	1525 - 1559MHz
Condizioni operative	Temperatura: -20° / +60°C;
	Umidità: 95%
Dinamica Altitudine	Intervallo di lavoro -400 / +18.000 m s.l.m.
	Velocità <515 m/s
	Accelerazione <4g
Alimentazione	10-32V; Consumo 410mA 12V
Caratteristiche fisiche	Peso: 870g
	Display 3 LED
	Misure 194 x 112 x 67mm

Sistema di posizionamento Hemisphere A101 Smart Antenna

Il posizionamento del mezzo nautico durante le attività è stato affidato ad un sistema satellitare Hemisphere A101 Smart Antenna(DGPS) (Figura 2.4).

Figura 2.4 - Sistema hemisphere A101 Smart Antenna.

Tale sistema offre una correzione differenziale del segnale GPS (DGPS), garantendo un'elevata accuratezza nelle fasi di acquisizione dei dati. Le caratteristiche tecniche dello strumento sono riportate nella Tabella 2.4.

Tabella 2.4 - Specifiche tecniche del Sistema di posizionamento Hemisphere A101.

Condizioni operative	Temperatura: -40° / +70°C;
	Umidità: 95%
Dinamica Altitudine	Intervallo di lavoro -400 / +18.000 m s.l.m.
	Velocità <515 m/s
	Accelerazione <4g
Alimentazione	7-36V; Consumo 249mA 12V
Caratteristiche fisiche	Peso: 558g
	Indicatore di stato Power/GPS Lock 1 LED verde/rosso
	Misure 104 x 145 mm

Girobussola/MRU TSS *Mahrs*

La correzione in tempo reale dei movimenti dell'imbarcazione (*pitch/roll/yaw*) utilizzata durante le fasi di acquisizione, è stata effettuata per mezzo della Girobussola/MRU TSS Mahrs (Figura 2.5 e Tabella 2.5).

Figura 2.5 - Sistema girobussola/MRU TSS Mahrs.

Tale sistema, dotato di una serie di accelerometri, garantisce un'elevata accuratezza nel fornire indicazioni circa la posizione relativa del mezzo,

permettendo una correzione in tempo reale dei dati batimetrici acquisiti. Le caratteristiche tecniche dello strumento sono riportate nella Tabella 2.5.

Tabella 2.5 - Specifiche tecniche della girobussola/MRU TSS Mahrs.

Errore in condizioni statiche	±0.05°RMS
Accuratezza in condizioni dinamiche	±0.1°RMS
Velocità rilevamento	200° al secondo
Limiti rilevamento	45° beccheggio e rollio
Dimensione	242 x 430 x 232mm
Peso	20Kg
Condizioni operative	-10 / +55°C
Alimentazione	24V a 5A

Navigazione

Tutti i dati sono stati acquisiti seguendo un piano di acquisizione precostituito da una griglia di linee parallele con una spaziatura idonea al fine di garantire un'adeguata copertura delle aree investigate.

La navigazione è stata effettuata mediante il software di gestione/acquisizione PDS 2000.

Sistema di coordinate

L'acquisizione dei dati è stata effettuate nel sistema di coordinate WGS84, con proiezione nel sistema UTM WGS84 secondo i parametri della Tabella 2.6.

Tabella 2.6 - Parametri di acquisizione e restituzione cartografica.

Coordinate System	WGS 1984 UTM Zone 33N
Projection	Transverse Mercator
False Easting	500000,000000
False Northing	0,000000
Central Meridian	15,000000
Scale Factor	0,999600
Latitude Of Origin	0,000000
Linear Unit	Meter

Elaborazione dei dati

L'elaborazione dei dati è stata effettuata con l'ausilio del software PDS 2000 attraverso le seguenti fasi:

- *editing* delle singole linee acquisite
- controllo di eventuali problemi connessi a salti del sistema di posizionamento;
- Elaborazione dei singoli sonogrammi acquisiti e creazione del fotomosaico
- esportazione in formato Geotiff per la successiva restituzione cartografica su piattaforma GIS

2.2 Mezzo nautico impiegato nei rilievi

I rilievi sono stati effettuati mediante il supporto del battello pneumatico iscritto al numero PA3961 dei registri delle navi minori della capitaneria di porto del compartimento marittimo di Palermo (Figura 2.6 e tabella 2.7).

Figura 2.6 - Mezzo nautico impiegato nelle attività di indagini MBES

Le caratteristiche tecniche principali dell'imbarcazione sono elencate nelle Tabella seguente.

Tabella 2.7 - Specifiche tecniche del mezzo PA3961.

Lunghezza f.t.	6,85m
Larghezza f.t.	3,55m
Altezza di costruzione	2,3m
Stazza di calcolo	3 TSL
Potenza totale installata	1x150CV
Eliche	1
Velocità massima	25nodi
Velocità di survey	1,2Knt

2.3 Risultati indagini side scan sonar

Le indagini sono state condotte su una superficie pari a 410.9 ha nel poligono individuato dai vertici di cui la committenza ha fornito le coordinate.

Le indagini sono state condotte secondo un piano linee formulato al fine di garantire una totale copertura dell'area d'indagine (Figura 2.7-2.8). I dati acquisiti e le successive elaborazione hanno permesso di discriminare 4 differenti categorie:

- *Posidonia oceanica*;
- *C. nodosa* con copertura > 50%;
- Biocenosi di fondi duri;
- Sedimenti a granulametria fine;
- Mosaico di *C. nodosa* rada e sabbia;

Ogni categoria si presenta con le coperture indcate nella tabella 2.8 e figura 2.9) suferfici occupate dalle biocenosi cartografate

Tabella 2.8 ricoprimenti percentuali biocenosi

Biocenosi	Ettari
P. oceanica	22.9
Mosaico *C. nodosa* rada e sabbia	181.91
C. nodosa con copertura >50%	185.52
Sedimenti a granulometria fine	15.45
Biocenosi di fondi duri	0.083

La presente indagine rappresenta il punto zero per la valutazione di eventuali impatti diretti/indiretti a carico delle biocenosi investigate, a seguito della realizzazione delle opere in progetto (Figura 2.10)

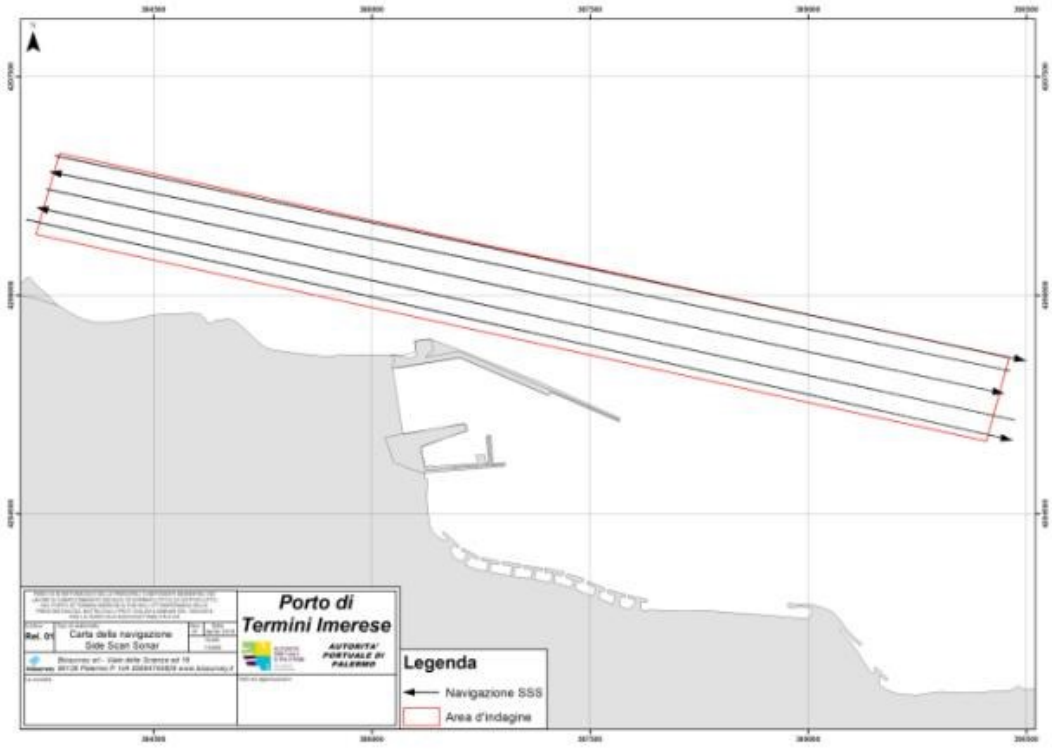


Figura 2.7- Linee di acquisizione dati Side scan sonar

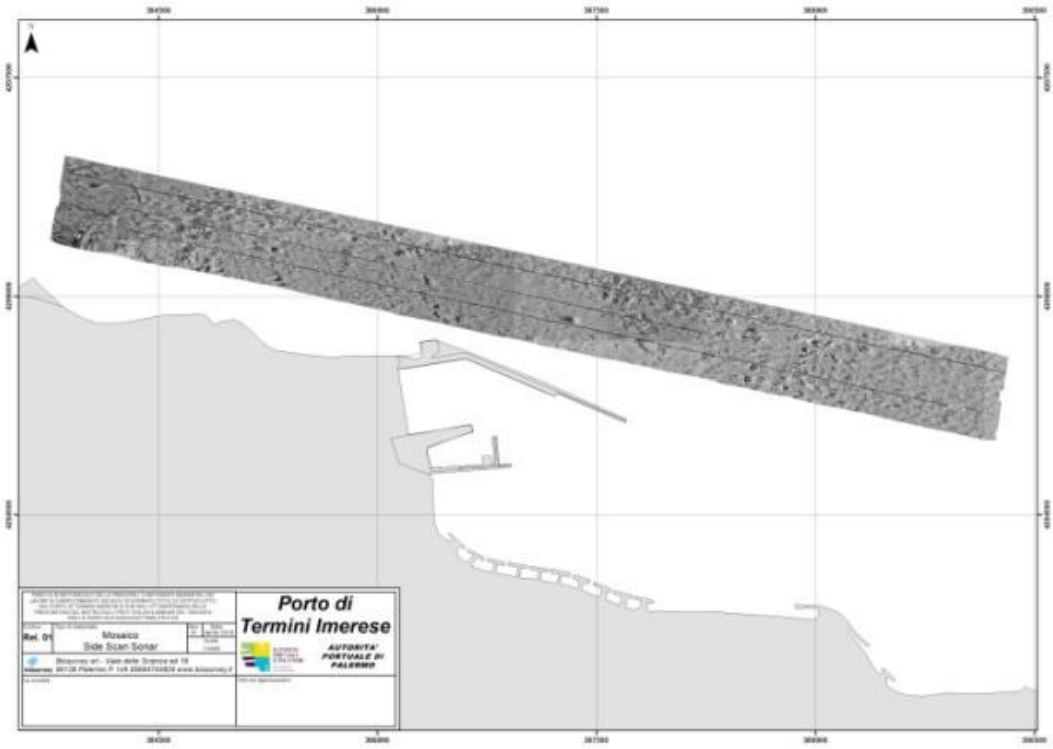


Figura 2.8 - Mosaico dati Side scan sonar

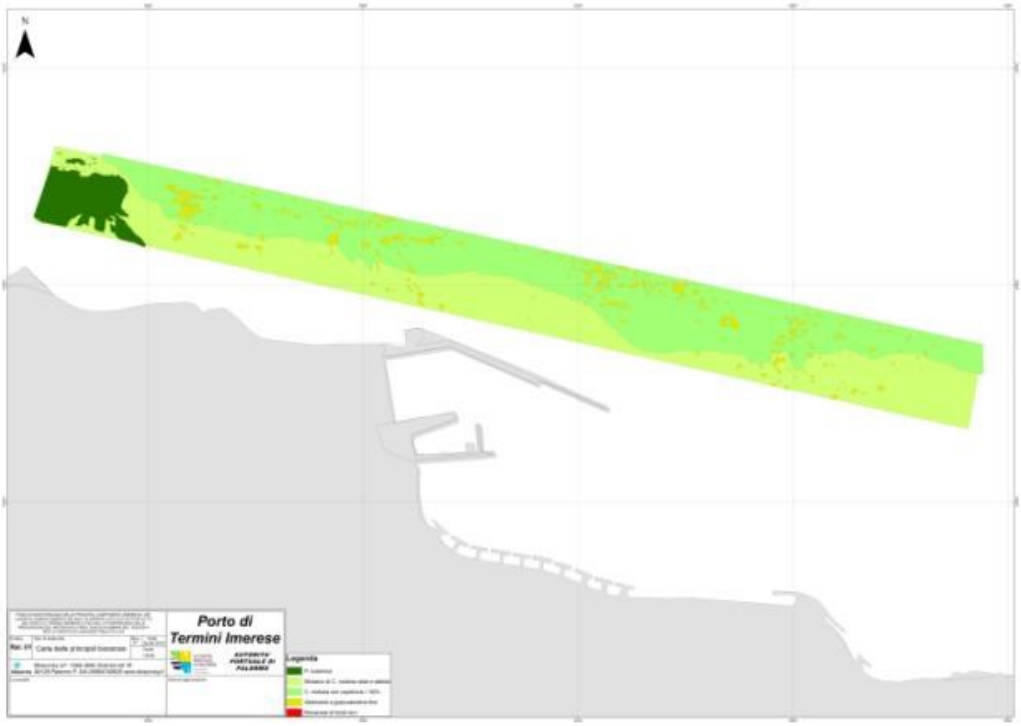


Figura 2.9 - Carta delle biocenosi caratterizzate

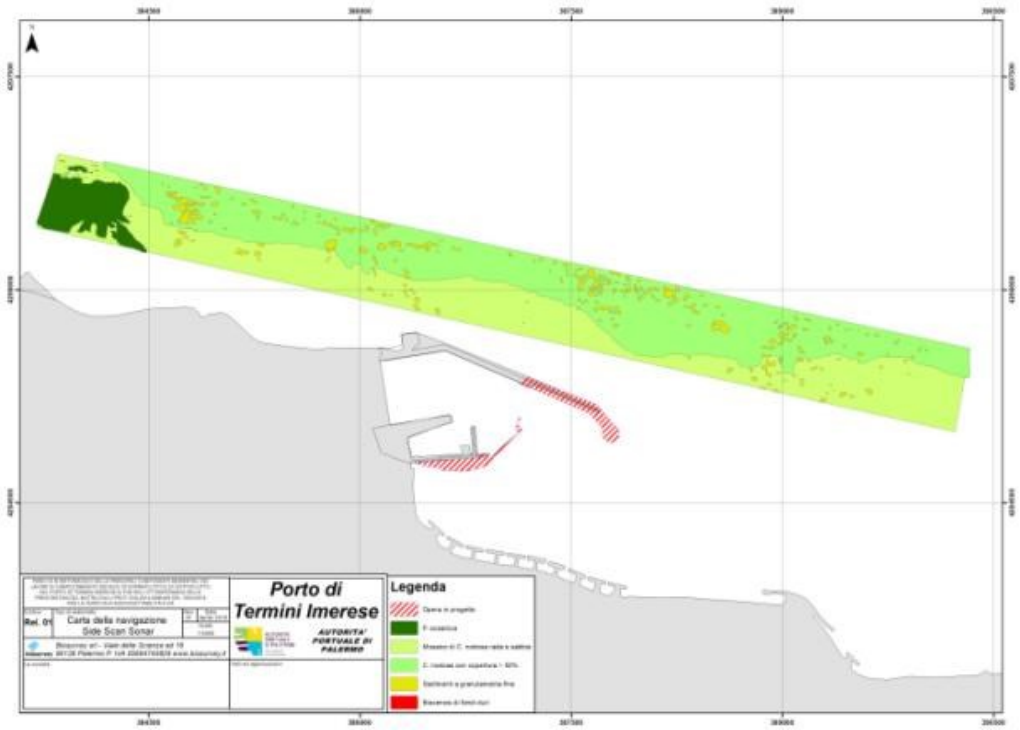


Figura 2.10 - ripresentazione delle opere in progetto

2.4 Individuazione di un sito idoneo all'eventuale trapianto di *C. nodosa*

A seguito degli impatti diretti/indiretti sulla prateria a *C. nodosa* potrebbe essere necessario un intervento di riforestazione con tale fanerogama. A tal fine viene preventivamente selezionata un'area in prossimità della prateria di *P. oceanica* precedentemente investigata e cartografata. Tale scelta garantirà un sicuro attecchimento delle piante trapiantate, in quanto lontane dalle fonti di impatto che ne hanno determinato il degrado. Inoltre tale trapianto potrà garantire una maggiore stabilizzazione dei fondali per una possibile espansione della prateria di *P. oceanica*. Il sito viene indicato nella figura 2.11 e delimitata dalle coordinate indicate in tabella 2.9

Coordinate sito di reimpianto

Tabella 2.9 Vertici dell'area individuata per il potenziale reimpianto di *C. nodosa*

Vertice	X	Y
A	4206996.30	383717.00
B	4206686.90	383717.00
C	4206996.30	384363.70
D	4206686.90	384363.70

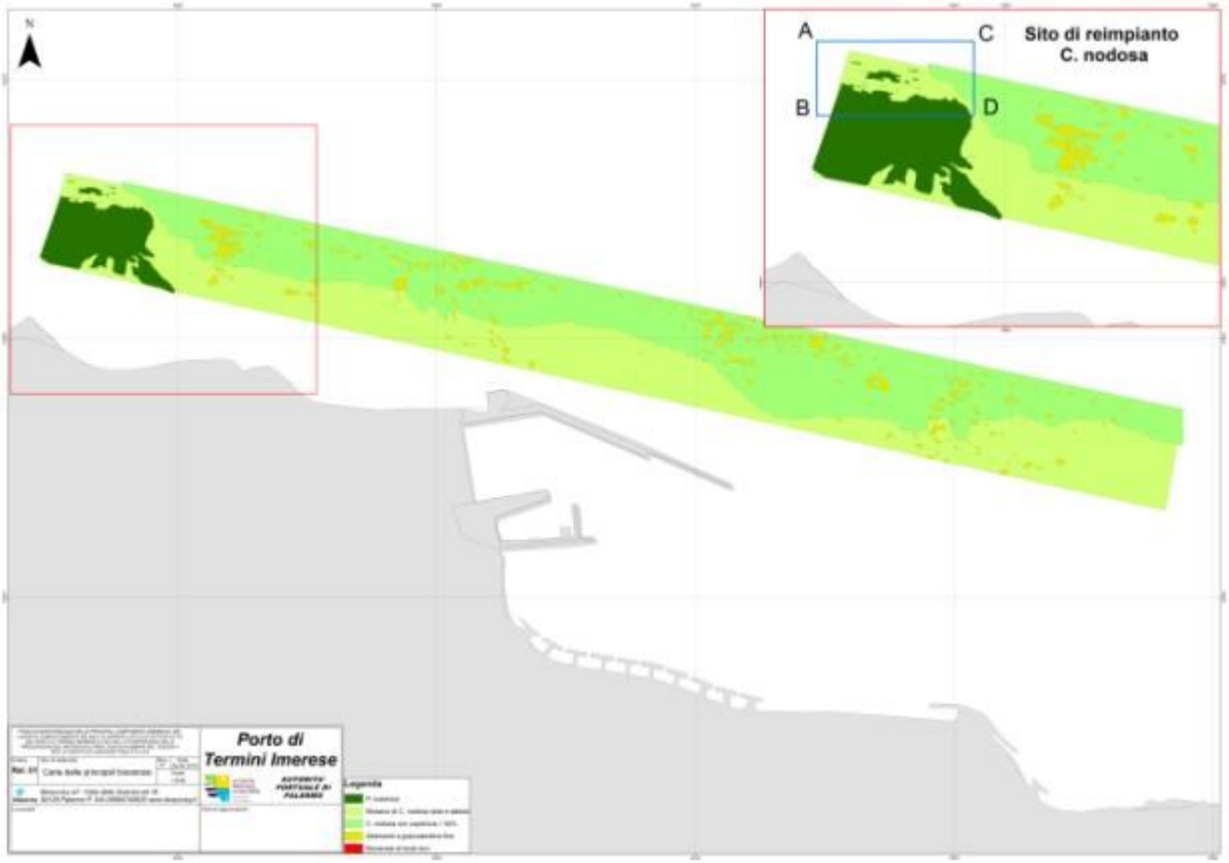


Figura 2.11 - sito di potenziale reimpianto di *C. nodosa*

3. Indagini macrozoobenthos

In ambito marino-costiero, i monitoraggi ambientali vengono sempre più spesso effettuati anche attraverso indagini dirette su parte della componente biotica dell'area interessata. In particolare, allo scopo di verificare la sussistenza e l'evoluzione di plausibili impatti ambientali negativi, conseguenti all'esecuzione di specifiche attività o alla realizzazione di opere antropiche, si valutano eventuali variazioni temporali che intervengono a livello della "comunità" che caratterizza l'ecosistema naturale di volta in volta interessato. Meglio ancora, le indagini vengono generalmente condotte su gruppi di organismi facenti parte dell'intera comunità, composti da differenti specie che interagiscono all'interno di un sistema geograficamente limitato. Le indagini che si basano su livelli di organizzazione biologica inferiore a quella di comunità (o di gruppi di organismi reciprocamente interagenti), come quelle fondate sulla biochimica, sulla biologia cellulare o sulla fisiologia di certe specie presenti nell'area di indagine, non possono prescindere dall'approccio sperimentale. In pratica, se il monitoraggio si basa su questo tipo di indagini, si rende necessario il prelievo di alcuni organismi vivi dall'ambiente naturale (appartenenti alle specie target delle indagini), i quali saranno successivamente sottoposti ad appositi "test" (o esperimenti) di laboratorio. In tali casi, oltre ad essere potenzialmente influenzata da "nuove" variabili in gioco, caratterizzanti l'ambiente "artificiale", la risposta degli organismi presi in considerazione scaturirà fortemente dalle sole condizioni ambientali in cui gli stessi si trovavano al momento del campionamento. Nella struttura delle comunità di un determinato ambiente, invece, è racchiusa l'espressione e l'integrazione delle condizioni ambientali avvenute antecedentemente al momento del campionamento.

Ogni disturbo in grado di mutare i complessi equilibri di un ambiente naturale, non interviene esclusivamente sulle singole componenti dello stesso, interessando piuttosto l'intera comunità di specie presenti. Le comunità degli ambienti naturali rappresentano, dunque, il livello di organizzazione maggiormente efficace nel registrare informazioni utili ad identificare quali cambiamenti siano intervenuti nel tempo a livello dei vari fattori ambientali, biotici ed abiotici, potendo anche valutare l'entità degli stessi. Inoltre, dalle indagini sulle comunità, volte al monitoraggio ambientale, possono anche scaturire indicazioni predittive sulle conseguenze che differenti tipi di impatto possono comportare.

Il macrozoobenthos è costituito, per definizione, da organismi animali bentonici - ovvero che vivono sui fondali marini o in prossimità degli stessi - che raggiungono dimensioni maggiori di 1 mm. Nelle aree marine caratterizzate da fondali "mobili" (fondi sedimentari), che sono i più diffusi nella totalità dei mari e degli oceani, il macrozoobenthos rappresenta il comparto biotico - parte dell'intera comunità presente - maggiormente impiegato nell'ambito delle indagini volte a valutare la risposta delle comunità a differenti tipi di impatto ambientale. Questo avviene nonostante le difficoltà legate al campionamento degli organismi macrozoobentonici - che comporta il prelievo di una quantità di sedimento piuttosto elevata - ed ai tempi relativamente lunghi necessari ad un adeguato smistamento ("sorting") degli esemplari campionati, allo scopo di suddividere gli stessi in più macrogruppi, rappresentati da taxa di rango superiore a quello di "specie" - fase antecedente quella di identificazione degli stessi esemplari fino al livello di specie, ove possibile. Di contro, l'impiego del comparto macrozoobentonico presenta indubbi vantaggi, connessi prevalentemente alla relativa semplicità nel riconoscimento delle specie animali che lo rappresentano, soprattutto in confronto agli organismi del "meiobenthos" (<500 µm), anche questi abbondanti nei sedimenti e potenzialmente

utilizzabili allo scopo di valutare le variazioni a livello di comunità indotte dai mutamenti ambientali. Altro vantaggio consiste nella mole di dati presenti nella letteratura di settore, derivata da appositi studi sugli effetti dei cambiamenti delle variabili ambientali sul macrozoobenthos di fondali marini di aree geografiche distribuite su tutti i mari e gli oceani. Infine, organismi del macrozoobenthos appartengono spesso a specie con elevata sensibilità agli effetti negativi che le attività di origine antropica possono esercitare sull'ambiente, rispondendo in maniera ormai nota e prevedibile allo scopo di integrare, nel tempo, le variazioni dei fattori ambientali.

Nel comprendere la validità della scelta del macrozoobenthos allo scopo di svolgere monitoraggi ambientali, va pure considerato che nelle aree marine con fondali mobili, tale comparto animale è rappresentato da organismi sedentari o relativamente tali. Questi sono caratterizzati da uno stretto rapporto con il fondale, possedendo dunque l'intrinseca capacità di rivelare gli effetti delle variazioni ambientali indotte e di "memorizzare" tali informazioni nella struttura di comunità. Inoltre si tratta generalmente di specie con cicli vitali piuttosto lunghi, in relazione a quelli che sono gli standard dei programmi di monitoraggio.

La composizione e la struttura delle comunità animali bentoniche di fondali mobili marini è strettamente dipendente da una serie di fattori biotici ed abiotici caratterizzati da una notevole variabilità sia spaziale che temporale, quali l'idrodinamismo, la granulometria del substrato, la concentrazione di sostanza organica nei sedimenti, la presenza di sostanze inquinanti e, non da ultime, le caratteristiche biologiche delle specie. Le modificazioni ambientali, consistenti nello scostamento dei suddetti fattori da quelli che sono i naturali valori (sito specifici), provocano di norma alterazioni nella composizione in specie e/o nell'abbondanza relativa degli esemplari di ognuna delle specie caratterizzanti le comunità bentoniche marine. Queste, di conseguenza, assumono un ruolo di "indicatore" di notevole importanza

nel processo di valutazione della qualità dell'ambiente, consentendo di evidenziare eventuali alterazioni dello stato naturale dell'area in cui esse insistono, causate sia da fenomeni naturali sia da attività antropiche di vario genere.

In seguito al verificarsi di fenomeni di disturbo, che causano variazioni tangibili su uno o più fattori ambientali, la composizione del macrozoobenthos su fondi mobili cambia seguendo il tipico modello della successione secondaria, inizialmente descritto da Pearson e Rosenberg (1978), consistente nella transizione da alta a bassa diversità, e dalla dominanza delle specie sensibili alla dominanza di specie tolleranti, in concomitanza con la crescita dell'arricchimento organico nel sedimento. Le modificazioni indotte all'ambiente possono dunque essere rilevate osservando l'integrazione delle risposte a condizioni sfavorevoli operata nel tempo dalle comunità bentoniche: in seguito al perdurare della perturbazione, in una prima fase si assiste alla scomparsa graduale delle specie più caratteristiche della comunità; successivamente si verifica una progressiva diminuzione del numero di specie, con una prevalenza sempre maggiore, nel tempo, di quelle caratterizzate da intervalli di tolleranza sempre più ampi, nei confronti di diversi fattori ambientali; infine, in condizioni di "disturbo" particolarmente elevato, si assiste alla totale scomparsa degli organismi macrobentonici e ad un contestuale ed esponenziale incremento delle popolazioni batteriche, che finiscono per dominare di gran lunga i fondali interessati.

L'approccio ecologico è uno degli aspetti più innovativi della recente normativa europea dell'acqua (Direttiva 2000/60/EC) meglio nota come Water Framework Directive (WFD), che considera per la prima volta a livello legislativo, anche, la composizione, l'abbondanza e la biomassa delle comunità biologiche, indicatori validi della qualità ambientale. In particolare, l'analisi della composizione in specie del macrozoobenthos di

fondo mobile, oltre ad essere riconosciuta, da parecchi decenni ormai, molto utile nella valutazione dell'identità e delle caratteristiche peculiari degli habitat e degli ecosistemi di appartenenza, attualmente viene utilizzata nei programmi di monitoraggio che hanno lo scopo di valutare lo stato di salute dell'ambiente acquatico e di classificare l'estensione di eventuali impatti ambientali.

Il macrozoobenthos di fondo molle è generalmente dominato, in termini di abbondanza, da anellidi policheti, seguiti da molluschi bivalvi, crostacei anfipodi e decapodi ed echinodermi di dimensioni superiori a 0,5 mm, o comunque in grado di essere trattenuti da setacci di tali dimensioni (il limite minimo di 0,5 mm per il macrozoobenthos non è comunque generalizzato ed alcuni autori ritengono più adatto un valore di 1 mm).
Secondo quanto prescritto dalla direttiva 2000/60/CE, recepita con il D.Lgs. 152/06 e attuata tramite il D.M. 260/2010, ai fini della classificazione dello Stato di Qualità Ambientale delle acque marino costiere vengono indagati una serie di elementi biologici, fisico-chimici, chimici e idromorfologici; in particolare uno degli elementi biologici (EQB) presi in considerazione è rappresentato dai macroinvertebrati bentonici di fondo molle.

3.1 Metodologie

Attività di campo

I campionamenti per il prelievo degli organismi del macrozoobenthos sono stati eseguiti, come da "Scheda metodologica per il campionamento e l'analisi del macrozoobenthos di fondi molli" (ISPRA), su fondale con sedimenti mobili con percentuale di sabbia ≥ al 75%, caratterizzati dalla "biocenosi delle Sabbie Fini Ben Calibrate" (SFBC). La biocenosi SFBC si riscontra generalmente su fondali tra i 2 e i 25 metri di profondità, nel piano infralitorale. Si sviluppa su vaste superfici lungo le coste e sul fondo

delle baie del Mediterraneo. Tale biocenosi, molto diffusa nel Mar Mediterraneo, è contraddistinta dall'assenza di alghe e fanerogame marine e dalla presenza di una sabbia fine molto omogenea. Il sedimento delle SFBC può presentare, in minima quantità, una componente fangosa, proveniente da apporti fluviali.

Il prelievo dei campioni è stato eseguito il nel mese di aprile 2018, in una stazione con profondità di circa 9 metri, localizzata all'imboccatura del porto commerciale di Termini Imerese, in provincia di Palermo. Latitudine 37° 59.033' N; Longitudine 13° 43.47°' E.

Nella stessa stazione, sono state effettuate tre repliche di campionamento, ognuna rappresentata dal prelievo di sedimento dal fondale effettuato tramite una benna Van Veen - con una superficie di presa di circa 0,1 m^2 – appositamente calata dall'imbarcazione d'appoggio. I campioni prelevati, una volta a bordo, sono stati sottoposti a setacciatura per eliminare dagli stessi, per quanto possibile, il sedimento e raccogliere gli organismi animali delle dimensioni superiori a 1 mm. A tal proposito, ogni replica di campionamento è stata opportunamente vagliata su un setaccio con apertura regolare di maglia pari a 1 mm, attraverso il quale, una volta depositatovi il campione di volta in volta lavorato, è stato fatto scorrere un flusso costante di acqua marina, di portata adeguatamente bassa - per evitare di danneggiare meccanicamente gli organismi macrozoobentonici presenti. Il materiale rimanente nel setaccio in seguito alle operazioni appena descritte è stato trasferito in appropriati contenitori in plastica, ognuno dei quali provvisto di un'etichetta contenente le informazioni relative al campionamento d'origine (data di prelievo, codice della stazione, numero della replica). All'interno di ognuno di tali contenitori gli organismi, del macrozoobenthos riscontrati nei campioni sono stati "fissati" in una soluzione di formalina al 10% (o formaldeide al 4%), ottenuta diluendo 1 a

10 con acqua di mare la formaldeide al 40% che comunemente si trova in commercio. La formalina è stata neutralizzata con carbonato di calcio.

Attività di laboratorio

In laboratorio il contenuto dei suddetti contenitori in plastica, pertinente ognuno dei campioni prelevati, è stato innanzitutto adeguatamente sciacquato dalla formalina, adoperando, per ognuna delle fasi caratterizzanti tale operazione, le dovute precauzioni, allo scopo di preservare sia l'ambiente sia gli operatori di laboratorio dagli effetti negativi della formalina. In seguito, i singoli campioni sono stati sottoposti a *sorting*, tramite osservazione degli stessi allo stereo microscopio. Si è giunti, dunque, alla separazione degli organismi nei taxa animali sottoposti ad indagine (Molluschi, Anellidi, Policheti, Crostacei, Echinodermi e altri gruppi), come da protocollo, ognuno dei quali è stato posto in un apposito contenitore in plastica opportunamente etichettato. Allo scopo di "conservare" gli organismi animali riscontrati, in precedenza "fissati" tramite l'impiego della formalina, nei contenitori impiegati per ogni taxon è stata immessa una soluzione di alcol etilico al 70%. I taxa sopra citati sono normalmente impiegati in indagini di questo tipo in quanto, oltre ad essere generalmente i più importanti in termini di abbondanza e distribuzione nel macrozoobenthos marino mediterraneo, anche perché gli organismi ad essi appartenenti sono considerati "efficaci descrittori" delle comunità bentoniche cui fanno parte (Gambi *et al.*, 1982; Scipione e Fresi, 1983; Bianchi e Morri, 1985; Gambi e Giangrande, 1986).

Successivamente si è proceduto, con l'ausilio di stereo-microscopi, microscopi e chiavi di identificazione (dicotomiche), alla fase di identificazione tassonomica di ogni esemplare del macrozoobenthos riscontrato, fino al livello di specie, ove possibile. Per ciascuna specie - o taxon di livello superiore - è stato effettuato il conteggio del numero di

individui presenti in ogni campione. Sulla base delle analisi effettuate, dunque, è stata elaborata la liste delle specie (o dei taxa di livello superiore) relativa a ciascun campione.

Il D.M. 260/2010 prevede che la caratterizzazione dello stato di salute delle aree marine sia effettuata tramite la valutazione di Elementi di Qualità Biologica (EQB), quali i "Macroinvertebrati bentonici". In particolare, gli aspetti da considerare relativamente al macrozoobenthos consistono nel livello di biodiversità e di abbondanza degli invertebrati, nonché nella proporzione tra organismi più o meno sensibili ai livelli di disturbo.
Nel D.M. 260/2010 l'EQB "Macroinvertebrati bentonici" viene calcolato applicando l'Indice M-AMBI sulle liste delle specie elaborate. L'M-AMBI è un indice multivariato che prende in considerazione l'indice AMBI (AZTI Marine Biotic Index), la ricchezza specifica totale (S, Richness), corrispondente al numero totale delle specie catturate nella stazione, e l'indice di diversità specifica (H', Diversity) (Shannon e Weaver, 1949), basato sull'abbondanza proporzionale delle specie riscontrate, essendo dunque un indice che tiene conto sia del numero di specie presenti sia del modo in cui gli individui sono distribuiti fra le diverse specie.

L'AMBI prevede la ripartizione delle specie bentoniche presenti in un sito in cinque gruppi ecologici, qui di seguito descritti, ognuno caratterizzato da un determinato grado di sensibilità o tolleranza ad un progressivo peggioramento della qualità delle acque, basato su un metodo di valutazione dello stato di compromissione dell'ecosistema in cui la fonte di inquinamento è l'arricchimento in sostanza organica (Pearson e Rosenberg, 1978):
- gruppo I (GI): specie molto sensibili all'arricchimento organico - presenti quindi quando l'ambiente è intatto - e soggette a scomparsa anche a seguito di un leggero squilibrio;

- gruppo II (GII): specie indifferenti all'arricchimento, presenti in ridotte densità e senza variazioni significative nel tempo, che possono svilupparsi a seguito della riduzione delle specie del gruppo I;
- gruppo III (GIII): specie tolleranti ad un eccesso di sostanza organica, che sono stimolate dall'arricchimento, quindi in situazioni di disequilibrio;
- gruppo IV (GIV): specie opportunistiche di 2° ordine, si sviluppano in condizioni di disequilibrio;
- gruppo V (GV): specie opportunistiche di 1° ordine, presenti in condizioni di forte disequilibrio.

Il calcolo dell'M-AMBI, nella presente indagine, è stato effettuato tramite il software "AMBI: AZTI MARINE BIOTIC INDEX" (AZTI-Tecnalia, www.azti.es), che fornisce i valori dell'AMBI e del M-AMBI, i livelli di disturbo del sito e lo stato di salute della comunità bentonica. Il software restituisce il dato sulla percentuale di individui, relativamente al numero totale di quelli prelevati, che appartengono a ciascun gruppo ecologico; la ricchezza in specie (S, numero di specie) e la diversità (H', indice di Shannon and Weaver) ed infine il valore dell'M-AMBI che varia tra 0 ed 1 e corrisponde al Rapporto di Qualità Ecologica (RQE).

Qui di seguito sono indicati i valori di riferimento per ciascuna metrica che compone l'M-AMBI ed i limiti di classe dell'M-AMBI, espressi in termini di RQE, tra lo stato "Elevato" e lo stato "Buono", e tra lo stato "Buono" e lo stato "Sufficiente" riportati dal D.M. 260/2010.

Macrotipo	Valori di riferimento			RQE	
	AMBI	H'	S	Elevato/Buono	Buono/Sufficiente
3	0,5	4	30	0,81	0,61

Ai fini del calcolo e dell'applicazione del M-AMBI, le liste specie/abbondanza relative alle singole repliche prelevate sono state inserite nel software

"AMBI: AZTI Marine Biotic Index 5.0" e processate, secondo quanto richiesto dalla procedura guidata insita nello stesso software, prima dell'elaborazione vera e propria dei dati con lo scopo di ottenere i valori degli indici sopra descritti e dello stato di qualità ambientale.

3.2 Risultati

Nella tabella 3.1 si riporta l'elenco delle specie (o altri *taxa* di rango "superiore", quando non si è potuti arrivare fino al livello di specie, nella fase di identificazione dei singoli esemplari) rilevate nell'insieme dei campioni di sedimento analizzati.

Tabella 3.1 – Elenco dei taxa di appartenenza degli esemplari riscontrati nei campioni di sedimento.

FAMIGLIA	**TAXON**	***AUTORE***
	CRUSTACEA AMPHIPODA	
Atylidae	*Nototropis massiliensis*	(Bellan-Santini, 1975)
Oedicerotidae	*Perioculodes longimanus*	(Spence Bate & Westwood, 1868)
	CROSTACEI CUMACEI	
Bodotriidae	*Iphinoe serrata*	Norman, 1867
	CRUSTACEA DECAPODA	
Diogenidae	*Diogenes pugilator*	(Roux, 1829)
	CRUSTACEA OSTRACODA	
Cypridinidae	*Vargula mediterranea*	(Costa, 1845)
	MOLLUSCA BIVALVIA	
Tellinidae	*Asbjornsenia pygmaea*	(Lovén, 1846)
Corbulidae	*Lentidium mediterraneum*	(O. G. Costa, 1830)
Lucinidae	*Lucinella divaricata*	(Linnaeus, 1758)
	MOLLUSCA GASTROPODA	
Acteonidae	*Acteon tornatilis*	(Linnaeus, 1758)
Mangeliidae	*Bela* sp.	Leach, 1847
Trochidae	*Gibbula* sp.	Risso, 1826
Littorinidae	*Littorina* sp.	Férussac, 1822
Nassariidae	*Nassarius* sp.	Duméril, 1805

MOLLUSCA SCAFOPODA		
Fustiariidae	*Fustiaria rubescens*	(Deshayes, 1825)
ANNELLIDA POLYCHAETA		
Spionidae	*Aonides* sp.	Claparède, 1864
Cirratulidae	*Aphelochaeta filiformis*	(Keferstein, 1862)
Cirratulidae	*Aphelochaeta* sp.	Blake, 1991
Flabelligeridae	*Brada* sp.	Stimpson, 1854
Capitellidae	*Capitella capitata*	(Fabricius, 1780)
Eunicidae	EUNICIDAE	Berthold, 1827
Glyceridae	*Glycera unicornis*	Lamarck, 1818
Lumbrineridae	*Lumbrineris* sp.	Blainville, 1828
Maldanidae	MALDANIDAE	Malmgren, 1867
Hesionidae	*Microphthalmus* sp.	Mecznikow, 1865
Nephtyidae	NEPHTYIDAE	Grube, 1850
Nephtyidae	*Nephtys* sp.	Cuvier, 1817
Nereididae	NEREIDIDAE	Blainville, 1818
Sigalionidae	*Pisione* sp.	Grube, 1857
Orbiniidae	*Scoloplos armiger*	(Müller, 1776)
Spionidae	SPIONIDAE	Grube, 1850

Gli esemplari di macrozoobenthos (n = 148) prelevati nelle varie stazioni di campionamento, sono stati attribuiti a 30 differenti categorie tassonomiche - prevalentemente del rango di "specie" e di "genere" - tutte appartenenti ai tre macrogruppi sistematici Mollusca, Crustacea, Polychaeta più rappresentati nel macrozoobenthos di fondali mobili marino costieri. Nell'insieme delle tre repliche, i policheti si sono rivelati il gruppo sistematico maggiormente rappresentato, sia in termini di numero di esemplari (n = 79) sia come numero di taxa tra di essi identificati (n = 16); crostacei e molluschi hanno fatto riscontrare abbondanze simili, tra loro in quanto rappresentati nei campioni da un totale di 37 e 32 esemplari, rispettivamente, appartenenti a 5 taxa, nel caso dei crostacei, e a 9 taxa, per i molluschi.

Nella tabella 3.2 sono riportati i risultati dell'elaborazione statistica effettuata con il supporto del software "AMBI : AZTI Marine Biotic Index 5.0".

Tabella 3.2 – Risultati relativi all'applicazione del software "AMBI: AZTI MARINE BIOTIC INDEX" (AZTI-Tecnalia, www.azti.es) ai dati di abbondanza di tutti i taxa del macrozoobenthos rilevati in ciascuna replica di campionamento. Nella tabella viene espresso: il valore degli indici AMBI (con relativa classificazione del "disturbo" che insiste sull'ambiente naturale) e M-AMBI (con relativo "Rapporto di Qualità Ecologica, RQE); i valori di due indici che rappresentano importanti parametri strutturali della comunità, ovvero la ricchezza specifica totale (S, Richness) e l'indice di diversità di Shannon-Weaver (H', Diversity); infine è riportata, nel dettaglio, l'importanza percentuale di ognuno dei 5 gruppi ecologici precedentemente descritti, determinata dall'abbondanza relativa degli esemplari macrozoobentonici appartenenti a taxa "assegnati" ad uno di tali gruppi ecologici, così come indicato nel database di taxa del macrozoobenthos di fondi mobili del Mediterraneo. Tale database, presente anch'esso sul sito web www.azti.es, può essere impiegato insieme al software sopra citato, e viene aggiornato nel tempo, sulla base di nuove informazioni di carattere ecologico sulle specie macrozoobentoniche, dedotte da studi, ricerche etc. L'ultima versione del database, qui impiegata, risale a giugno 2017.

	GRUPPI ECOLOGICI (*)					INDICI DI DIVERSITA'		AMBI		M-AMBI	
STAZIONE	*I(%)*	*II(%)*	*III(%)*	*IV(%)*	*V(%)*	*S, Richness*	*H', Diversity*	*Valore*	*Classificazione del Disturbo*	*Valore*	*Stato (RQE)*
TIBSf_1	43,8	36,8	9,7	2,8	6,9	30	4,6	1,419	Slightly disturbed	1,003	High

(*) I cinque gruppi ecologici in cui sono state suddivisi i taxa riscontrati nei campioni di macrozoobenthos sono stati precedentemente descritti, in questa relazione, nel paragrafo relativo alle attività di laboratorio.

In figura 3.1 è stata espressa graficamente, per ogni replica di campionamento, la ripartizione degli esemplari di macrozoobenthos nei 5 gruppi ecologici precedentemente descritti – in base all'appartenenza dei singoli individui prelevati ad un determinato taxon già "assegnato" ad uno di questi gruppi ecologici, in base alle conoscenze di carattere ecologico già acquisite relative ai taxa considerati.

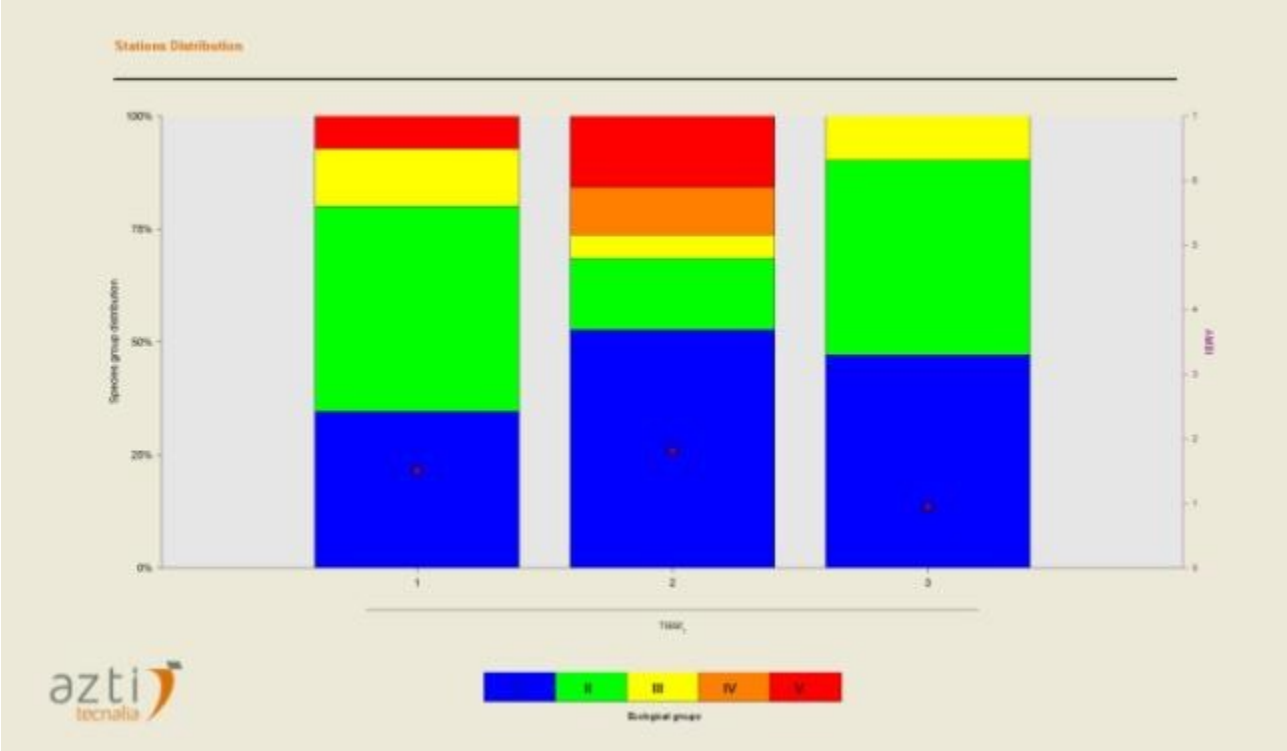


Figura 3.1 *–Abbondanza percentuale, nelle singole repliche di campionamento, di ognuno dei 5 gruppi ecologici descritti precedentemente, calcolata in base al numero di esemplari del macrozoobenthos riscontrati nei campioni prelevati, attribuibili a taxa già "assegnati" ad uno di tali 5 gruppi (in base a conoscenze di carattere ecologico).*

L'interpretazione dei dati presentati in tabella 3.2 ed in figura 3.1, relativamente alla ripartizione degli esemplari macrozoobentonici nei suddetti 5 gruppi ecologici, pone in risalto come l'insieme di esemplari dei due gruppi maggiormente indicatori di un ambiente sottoposto per nulla affatto o solo minimamente ad impatti negativi provenienti da fonti esterne di origine antropica (gruppo I + gruppo II) ha rappresentato nell'area di indagine la netta maggioranza del macrozoobenthos, con valori intorno all'80%. Anche il valore ricavato relativamente all'indice AMBI supporta è indicativo della bassa entità di un impatto antropico negativo insistente sull'area di indagine. Tale valore, pari a 1,419, induce a classificare come "leggero" (Slightly disturbed) il disturbo provocato all'ambiente. Infine, si può osservare come anche l'indice M-AMBI ha messo in luce come l'area di

indagine sia contraddistinta dalla classe del Rapporto di Qualità Ecologica (RQE) "elevata" (High) (Tabella 3.2).

L'indice di diversità specifica (H') esprime un valore tanto più elevato quanto più diversificata è una comunità a testimoniare una condizione di naturalità migliore; nelle comunità biologiche, l'indice varia di norma da 1,5 a 3,5. Si ritiene che valori di tale indice superiori a 3, come nel caso dell'indagine qui descritta (4,6), siano indicativi della sussistenza di comunità macrozoobenthoniche ben diversificate.

Da notare, inoltre, che l'indice di diversità specifica di Shannon-Weaver (H'), ha fatto riscontrare un valore vicino a quello massimo teorico, calcolato in base al numero di specie presenti nel campione, secondo la seguente formula:

$$dmax = Log_2 \text{ di } S,$$

dove S è il numero totale di specie nel campione. Difatti, nel caso specifico sarebbe: dmax = Log_2 di S = Log_2 di 30 = 4,9. Valore molto prossimo, dunque, a quello effettuato per i campioni prelevati, pari a 4,6, come suddetto (Tabella 3.2).

Ciò si verifica in quanto, in ogni campione, buona parte delle specie rinvenute ha fatto registrare frequenza numerica non troppo dissimili tra loro, quindi erano caratterizzate da una simile probabilità di cattura.

3.3 Conclusioni

Il calcolo degli indici ecologici e l'applicazione dell'AMBI, ai dati risultanti dalle analisi eseguite sui campioni di macrozoobenthos di fondo mobile appositamente prelevati nel corso della campagna di campionamento condotta ad aprile 2018, hanno consentito di evidenziare come l'incidenza delle attività antropiche sull'ambiente naturale dell'area marina soggetta

alla presente indagine sia di ridotta entità. Inoltre, l'ecosistema bentonico non risulta essere fortemente compromesso.

BIBLIOGRAFIA

Bianchi C.N.,Morri C. I Policheti come descrittori della struttura trofica degli ecosistemi marini. 1985. Oebalia, 11, N.S.: 203-214.

GAMBI M.C., FRESI E., GIANGRANDE A. (1982) Descrittori efficaci di comunità bentoniche. *NaturalistaSiciliano*, -497.

Gambi M.C., Giangrande A. Distribution of soft bottom Polychaetes in two coastal areas of the Tyrrhenian Sea (Italy): structural analysis. 1986. Estuar. Coast. and Shelf Sc., 23: 847-862.

Pearson T.H., Rosenberg R., 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. Oceanog Mar Biol Ann Rev 16: 229-311.

Scipione M.B., Fresi E. Distribution of Amphipod Crustaceans in Posidonia oceanica (L.) Delile Foliar Stratus. International Workshop on Posidonia oceanica Beds. 1983. Boudouresque C. F., Jeudy de Grissac A. e Olivier J. edit., GIS Posidonie pubbl., France, 1: 319-329.

Shannon C.E., Weaver W. (1949) The mathematical theory of communication. Urbana, Univ. Illinois Press.

4. Monitoraggio Fanerogame

4.1. Prateria di Posidonia oceanica

Piano di campionamento - monitoraggio

La strategia di monitoraggio adottata ha visto tecniche indirette video ispettive e campionamenti per indagini, eseguite secondo le modalità previste nella scheda metodologica redatta dall' ISPRA "*Monitoraggio relativo alle praterie di Posidonia oceanica" (Figura 4.1).*

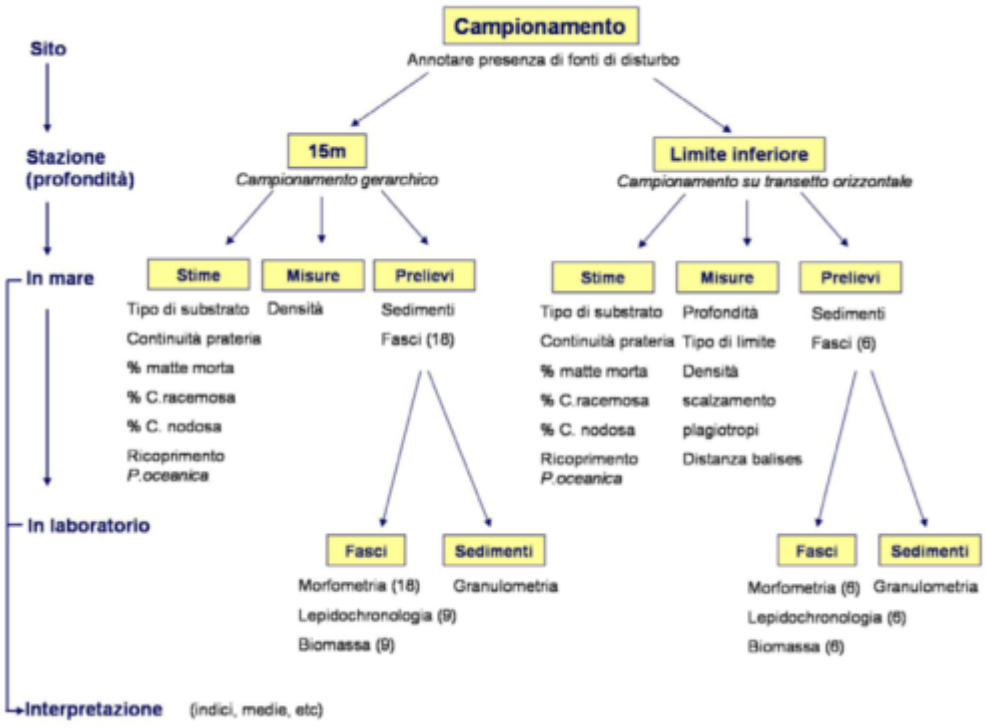


Figura 4.1 – Piano di campionamento per il monitoraggio di *P. oceanica*.

Strategie di campionamento

In particolare, nella stazione TIBPs_1, il campionamento prevede di seguire una metodologia gerarchica secondo lo schema riportato nella Figura 4.2.

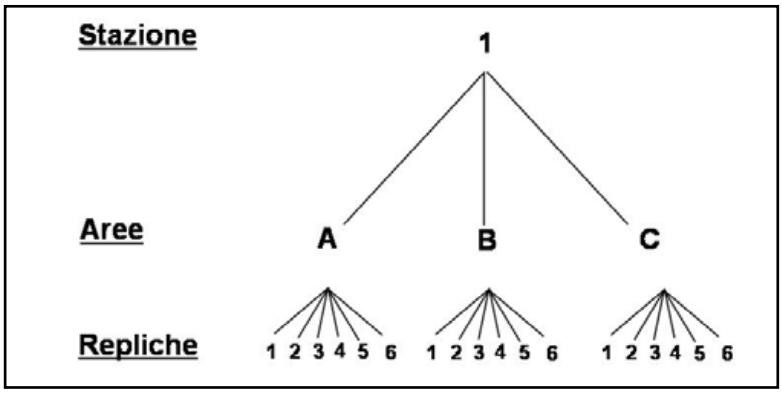


Figura 4.2: Schema di una strategia di campionamento gerarchica.

La strategia di campionamento gerarchica consente di avere una confidenza statistica elevata e di ridurre la probabilità di includere errori di interpretazione dei dati dovuti alla variabilità naturale della prateria.

I prelievi su *P. oceanica* sono stati effettuati in 2 differenti stazioni identificate una ad una profondità di -12 m (TIBPs_1) e l'altra in prossimità del limite inferiore -17m, dove sono stati posizionati i *balisage* (Tabella 4.1 e Figura 4.4).

Tabella 4.1 – Stazioni di campionamento su *P. oceanica*

Codice Stazione	***Coordinate UTM***	***Profondità (m)***
TIBPs_1	4206348.00 N 383984.00 E	12
TIBPs_2	4206730.00 N 384033.00 E	17

In particolare, la strategia prevista per la stazione TIBPs_1 include la definizione di 3 aree secondo lo schema riportato in figura 4.3 a scopo esemplificativo per la profondità di 15 metri.

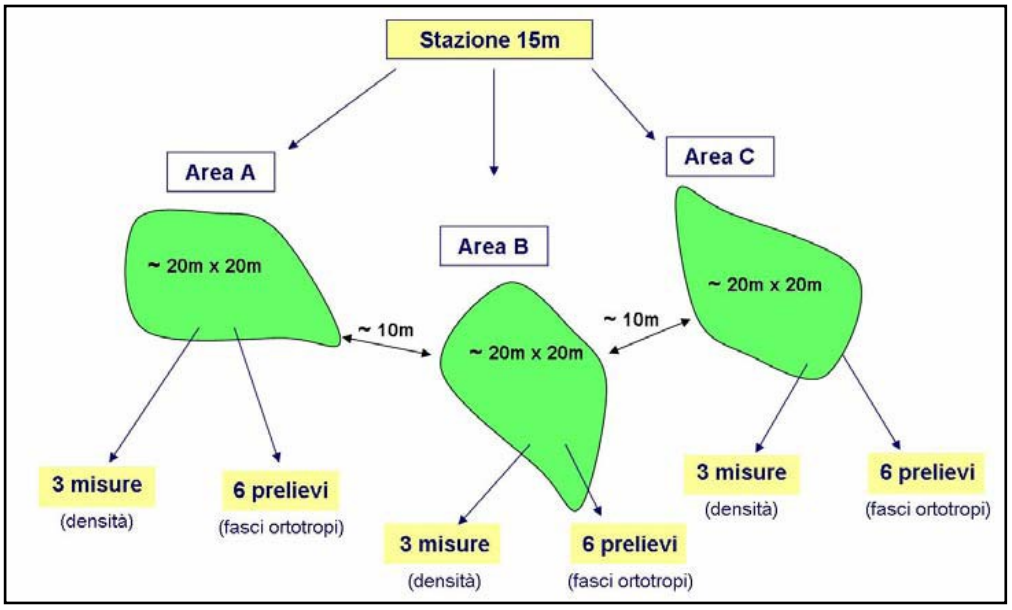


Figura 4.3: Strategia di campionamento gerarchica, proposta per il monitoraggio di *P. oceanica*.

In ciascuna delle aree riportate, al fine di uniformare le metodiche di campionamento e di analisi dei dati il piano di campionamento segue lo schema descritto in figura 2 dove, per ogni stazione, sono effettuate:

- 3 repliche per le misure di densità;
- 6 repliche per i prelievi di fasci ortotropi.

Le repliche all'interno di ogni area sono poste almeno 1,0 – 1,5 m l'una dall'altra. In totale, quindi, in corrispondenza di ciascuna stazione vengono effettuate 9 misure di densità e prelevati 18 fasci ortotropi. In particolare, sono raccolti fasci ortotropi connessi al corrispettivo rizoma plagiotropo, non terminali e non doppi. In questo modo è possibile determinare con esattezza l'età del fascio intesa come distanza in anni dal plagiotropo (Pergent, 1990).

In corrispondenza di ogni stazione sono stati stimati il ricoprimento percentuale, la percentuale di *matte* morta, la tipologia di substrato, la continuità della prateria, % *Caulerpa racemosa*, % *Cymodocea nodosa* la

presenza di specie aliene o altre, secondo lo schema seguente (da ISPRA, 2012).

Tabella 4.2 - Parametri e unità di misura del ricoprimento (ISPRA 2012).

Parametro	Unità di misura	Sintesi
Ricoprimento % *P. oceanica*	%	%
Ricoprimento % matte morte	%	%
Ricoprimento % *C. nodosa*	%	%
Tipologia di substrato	1=roccia; 2=sabbia; 3=matte; 4=mista	1-2-3-4
Continuità prateria	1=continua; 2=discontinua	1-2
Presenza alghe alloctone	1=presenza; 2= assenza	1(nome specie)-2

Per quando riguarda la stazione sul limite inferiore "TIBPs_2" una volta individuato quest'ultimo, attraverso tecnologia Side Scan Sonar, alla profondità di -17m, sono stati posizionati n°4 *balise* al fine di potere valutare nel tempo eventuale regressione o avanzamento della prateria. I *balise* sono stati posizionati a distanza di 15m (Figura 4.4) l'uno dall'altro lungo un transetto di 60m in accordo da quanto indicato da ISPRA (2012).

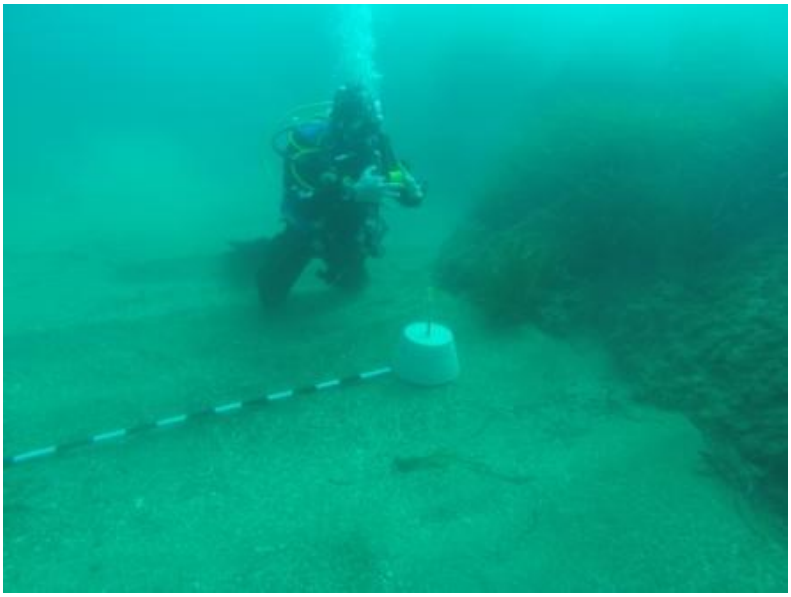


Figura 4.4 - Immagine esemplificativa della fase di posizionamento di un balise

Transetti video ispettivi

Per ciascuna stazione di campionamento è stato effettuato un transetto video ispettivo subacqueo per una lunghezza di 30 metri parallelamente alla batimetrica, finalizzato all'attività di Visual Census.

Sul limite inferiore sono state Inoltre effettuate misure relative ai parametri riportati nello schema seguente:

Parametro	Unità di misura	Sintesi
Scalzamento dei rizomi ortotropi	centimetri	cm
Scalzamento dei rizomi plagiotropi	centimetri	cm
Profondità limite inferiore	metri	m
Tipo di limite	1=netto 2=progressivo 3= erosivo 4= regressivo	1-2-3-4
Scalzamento della prateria	% n. rizomi scalzati/ n. rizomi totali	%
Portamento rizomi (% rizomi plagiotropi)	% rizomi plagiotropi	%
Distanza corpo morto n.1 al limite inf.	centimetri	cm
Distanza corpo morto n.2 al limite inf.	centimetri	cm
Distanza corpo morto n.3 al limite inf.	centimetri	cm
Distanza corpo morto n.4 al limite inf.	centimetri	cm

Descrittori strutturali

In corrispondenza delle 2 stazioni sono state valutate i principali descrittori strutturali attraverso la stima della continuità della prateria, del ricoprimento percentuale, della percentuale di *matte* morta, della densità, della tipologia di substrato, della presenza di specie aliene e della evidenza di fonti di disturbo.

La densità è uno dei descrittori di macroripartizione più in uso nelle indagini sullo stato delle praterie di *P. oceanica*. Essa serve per valutare l'importanza quantitativa di una formazione vegetale (Giraud, 1977; Panayotidis *et al.*, 1981), e l'analisi dei dati pluriennali di densità rende conto della dinamica dell'entità prateria nel tempo, permettendo di risalire, in maniera diretta, ai fenomeni evolutivi che la governano (Chessa et al., 1995).

La stima della densità è stata effettuata mediante conta *in situ* dei fascicoli fogliari in quadrati di 50 cm di lato all'interno delle macchie di *P. oceanica*. Tale conta è stata replicata 9 volte nella stazione TIBPs_1 e 6 volte nella stazione TIBPs_2.

Tra i criteri di classificazione basati sulla densità e riportati in letteratura, è stato utilizzato quello indicato da Giraud (1977) e quello proposto da Pergent *et al.* (1995), che tiene conto della variazione della densità lungo il gradiente batimetrico (Figura 4.5 e Tabelle 4.3 e 4.4).

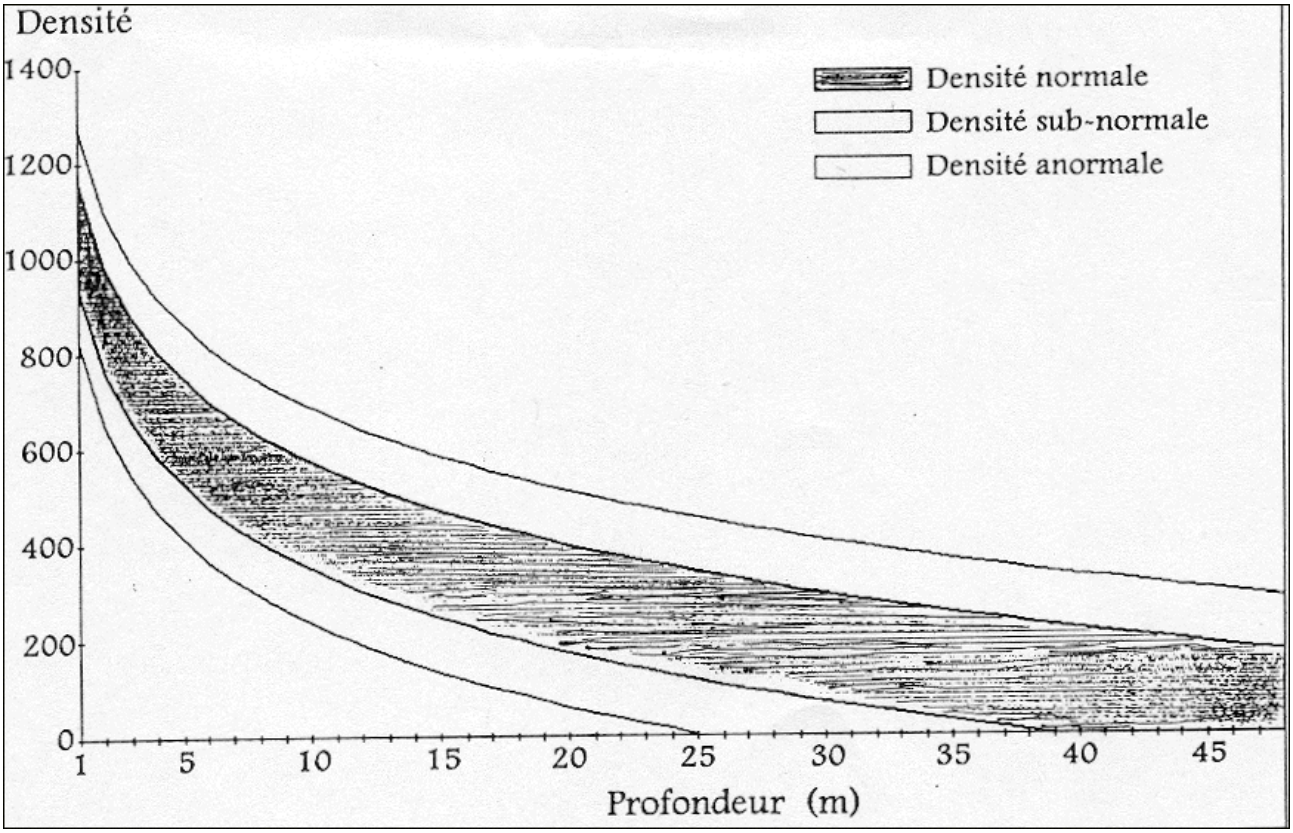


Figura 4.5 - Classificazione della densità della prateria in funzione della profondità.

Tabella 4.3 - Classificazione delle praterie in base alla densità dei fasci (da Giraud, 1977).

Classe	Densità dei fasci	Stima di densità
I	oltre 700 fasci/m²	Prateria molto densa
II	da 400 a 700 fasci/m²	Prateria densa
III	da 300 a 400 fasci/m²	Prateria rada
IV	da 150 a 300 fasci/m²	Prateria molto rada
V	da 50 a 150 fasci/m²	Semiprateria

Tabella 4.4 - Classificazione della densità delle praterie in funzione della profondità. DA: densità anormale; DSI: densità sub-normale inferiore; DN: densità normale (in grigio); DSS: densità sub-normale superiore (da Pergent et al., 1995).

Prof.	DA	DSI	DN	DSS	Prof	DA	DSI	DN	DSS
1	□← 822	↔	934 ↔ 1158	→	21	□← 48	↔	160 ↔ 384	→
2	□← 646	↔	758 □ 982	→	22	□□ □ 37	↔	149 ↔ 373	→
3	□□ 543	□	655 □ 879	□□	23	□□ 25	□	137 □ 361	□□

4	470	☐	582	☐	806	☐☐	24	14	☐	126	☐	350	☐☐
5	413	☐	525	☐	749	☐☐	25	4	☐	116	☐	340	☐☐
6	367	☐	479	☐	703	☐☐	26		☐	106	☐	330	☐☐
7	327	☐	439	☐	663	☐☐	27		☐	96	☐	320	☐☐
8	294	☐	406	☐	630	☐☐	28		☐	87	☐	311	☐☐
9	264	☐	376	☐	600	☐☐	29			78	☐	302	☐☐
10	237	☐	349	☐	573	☐☐	30			70	☐	294	☐☐
11	213	☐	325	☐	549	☐☐	31			61	☐	285	☐☐
12	191	☐	303	☐	527	☐☐	32			53	☐	277	☐☐
13	170	☐	282	☐	506	☐☐	33			46	☐	270	☐☐
4	151	☐	263	☐	487	☐☐	34			38	☐	262	☐☐
15	134	☐	246	☐	470	☐☐	35			31	☐	255	☐☐
16	117	☐	229	☐	453	☐☐	36			23	☐	247	☐☐
17	102	☐	214	☐	438	☐☐	37			16	☐	240	☐☐
18	88	☐	200	☐	424	☐☐	38			10	☐	234	☐☐
19	74	☐	186	☐	410	☐☐	39			3	☐	227	☐☐
20	61	☐	173	☐	397	☐☐	40				☐	221	☐☐

Analisi in laboratorio

Sui fasci prelevati sono stati effettuate misure relative ai parametri morfometrici, ai parametri lepidocronologici ed ai parametri di biomassa.

Parametri morfometrici

Per i fasci fogliari di *P. oceanica* prelevati in immersione in corrispondenza di ogni stazione di controllo, le determinazioni di laboratorio hanno compreso, dove previsto, i seguenti controlli ed il calcolo dei seguenti parametri ed indici:

- misure biometriche della lunghezza della foglia, della ligula e del diametro fogliare;
- numero medio di foglie per fascio;
- fenomeni di necrosi (annerimenti, marciumi, ecc.) e grazing sulla lamina fogliare, stimandone l'ampiezza per poi rapportarla alla superficie fogliare;
- indice fogliare (L.A.I - Leaf Area Index) ovvero la superficie fogliare fotosinteticamente attiva espressa in metri quadri di superficie fogliare funzionale (viva) presenti in un metro quadro di prateria;
- coefficiente 'A' (percentuale di apici rotti sul numero totale di foglie, indice di stress idrodinamico).

Per il calcolo dell'indice PREI (Posidonia Rapid Easy Index) è stato necessario calcolare anche la biomassa secca delle foglie dei fasci di *P. oceanica* raccolti in campo, tramite il loro posizionamento in stufa a 60° C per 48 ore circa, sino a raggiungimento del peso costante.

Nello specifico è stata applicata la metodologia PREI per il calcolo dell'EQB (Elementi di Qualità Biologica) di *P. oceanica* in tutte le stazioni esaminate. Tale indice include il calcolo di cinque descrittori:

- la densità della prateria (fasci * m^{-2});
- la superficie fogliare fascio, (cm^2 * $fascio^{-1}$);

- il rapporto tra la biomassa degli epifiti (mg * fascio^{-1}) e la biomassa fogliare fascio
  (mg * fascio^{-1});
- la profondità del limite inferiore;
- la tipologia del limite inferiore.

La densità della prateria, la superficie fogliare fascio ed il rapporto tra la biomassa degli epifiti e la biomassa fogliare vengono valutati alla profondità standard di -15 m, su substrato sabbia o matte; nel caso specifico delle praterie oggetto d'indagine del presente rapporto, si localizzano principalmente su substrato misto (*matte* e roccia) e presentano un limite inferiore alla profondità massima di -17m. L'indice è stato comunque applicato tenendo conto di queste peculiarità. Per il calcolo del PREI è stata utilizzata la seguente formula:

$$RQE=(RQE'+0,11)/(1+0,10)$$

dove

$$RQE' = \frac{N_{densità} + N_{superficie\ fogliare\ fascio} + N_{biomassa\ epifiti/biomassa\ fogliare} + N_{limite\ inferiore}}{3,5}$$

dove:

$N_{densità}$ = valore misurato - 0 / valore di riferimento – 0, in cui 0 viene considerato il valore di densità indicativo di pessime condizioni .

$N_{superficie\ fogliare\ fascio}$ = valore misurato - 0 / valore di riferimento - 0, in cui 0 viene considerato il valore di superficie fogliare fascio indicativo di pessime condizioni .

$N_{biomassa\ epifiti/biomassa\ fogliare}$ = [1- (biomassa epifiti/biomassa fogliare)] * 0,5.

$N_{limite\ inferiore}$ = (N' - 12) / (valore di riferimento profondità – 12), in cui 12 m viene considerata la profondità minima del limite inferiore indicativa di pessime condizioni. N'= profondità limite inferiore misurata + λ, dove λ= 0 (limite inferiore stabile), λ=3 (limite inferiore progressivo), λ= -3 (limite inferiore regressivo).

Il valore del PREI varia tra 0 ed 1 e corrisponde al Rapporto di Qualità Ecologica (RQE). Il risultato finale dell'applicazione dell'Indice PREI non fornisce un valore assoluto, ma direttamente il rapporto di qualità ecologica (RQE) (Tabella 4.5):

Tabella 4.5 - Significato dei valori del PREI - RQE

RQE	STATO ECOLOGICO
1 – 0,775	Elevato
0,774 – 0,550	Buono
0,549 – 0,325	Sufficiente
0,324 – 0,100	Scarso
<0,100 - 0	Cattivo

Per il calcolo del PREI, nel caso specifico, si è tenuto conto delle condizioni morfologiche e delle batimetrie interessate dalla distribuzione delle fanerogame marine.

Le profondità del sito giungono infatti a massimi di circa -17 metri, battenti quindi leggermente più limitati rispetto a quelli per i quali è stato testato l'indice PREI e per il quale sono disponibili informazioni scientifiche in grado di orientare la valutazione dei risultati. Un altro elemento di cui si è dovuto tener conto consiste nella presenza, nel caso in esame, di fondale prevalentemente roccioso. L'indice PREI è infatti stato testato, nella maggioranza delle informazioni disponibili, su praterie su substrato incoerente (sabbia e *matte*). Sono stati, inoltre, calcolati:

1) l'Indice di Conservazione (I.C) che fornisce una misura della quantità di matte morta presente all'interno di una prateria e si calcola e stima secondo la formula e la scala di giudizi di seguito indicata (Moreno et al., 2001, Montefalcone, 2009):

$$I.C. = L/(L+D)$$

dove:

L= % *P. oceanica* viva e D= % matte morta

Classi di conservazione	Intervallo di classe	Stato di conservazione
Classe 1	C.I.<0,3	pessimo
Classe 2	0,3<C.I.<0,5	cattivo
Classe 3	0.5<C.I.<0,7	moderato
Classe 4	0,7<C.I.<0,9	buono
Classe 5	C.I.≥0,9	elevato

2) l'Indice di Sostituzione (I.S) che quantifica il grado di sostituzione di una prateria invasa da uno dei potenziali sostituti ed è calcolato e stimato secondo la formula e la scala di giudizi di seguito indicata (Montefalcone *et al.*, 2009):

$$I.S. = Cn/(Po+Cn)$$

dove:

Cn= % *C. nodosa* e Po= % *P. oceanica*

Classi di sostituzione	Intervallo di classe	Sostituzione
Classe 1	S.I.<0,1	Limitata
Classe 2	0,1<S.I.<0,25	Bassa
Classe 3	0,25<S.I.<0,4	Moderata
Classe 4	0,4<S.I.<0,7	Significativa
Classe 5	S.I.≥0,7	elevata

Parametri lepidocronologici

In ogni rizoma sono state staccate accuratamente le scaglie procedendo dalla più vecchia (posta in posizione distale rispetto al fascicolo fogliare) alla più recente (vicino alle foglie viventi), al fine di isolare i segmenti di rizoma compresi tra due scaglie di spessore minimo e definire l'anno lepidocronologico (Pergent, 1987). Questi sono stati datati con risoluzione annuale procedendo a ritroso considerando come anno iniziale quello in cui

le scaglie sono seguite dalle foglie viventi (anno di prelievo). Su ogni porzione di rizoma sono stati rilevati i seguenti dati:

a) anno lepidocronologico;
b) lunghezza della porzione;
c) peso secco (105 °C per 24 h);
d) numero e lunghezza delle scaglie prodotte (Pergent & Pergent-Martini, 1991);
e) presenza di residui di peduncoli fiorali.

La produzione primaria annuale delle foglie è stata calcolata applicando la formula:

$$\mathbf{PI = N \times L \times D}$$

N = numero medio di foglie formate annualmente

L= lunghezza media delle foglie adulte più vecchie ancora in possesso del loro apice (integre), stimata sul periodo di un anno

D = densità della foglia

Dall'analisi del rizoma sono state, inoltre, rilevate la presenza e la posizione del peduncolo fiorale residuo rispetto alla scaglia di spessore minimo. Per un dato anno ed una data stazione, l'indice di fioritura (IF) è stato calcolato secondo la seguente formula (Pergent, 1985):

$$\mathrm{FI} = \frac{\text{Numero di fasci fioriti}}{\text{Numero di fasci studiati}} x100$$

Comunità epibionta delle foglie

L'analisi quali-quantitativa della comunità epifitica delle foglie di *P. oceanica*, è stata effettuata mediante osservazione con stereo e microscopio della pagina interna delle due foglie esterne di ogni fascio (Buia *et al*., 2004). In particolare, sono state scelte le foglie più esterne perché considerate le più vecchie del fascio e sono stati osservati i primi 10 cm, a partire dall'apice, del lato interno delle foglie perché considerato più colonizzato rispetto a quello esterno (Alcoverro *et al*., 2004). I dati relativi alle due foglie di ogni fascio sono stati mediati per fornire delle repliche nelle analisi (Piazzi *et al*., 2004). Gli epifiti animali e macroalgali sono stati identificati a livello di specie e l'abbondanza di ogni *taxon* è stata calcolata come la superficie ricoperta dal *taxon* in proiezione ortogonale relativa alla superficie totale delle foglie. I valori finali sono stati espressi come ricoprimento percentuale calcolato come somma del ricoprimento percentuale di ogni specie analizzata. Il ricoprimento percentuale delle specie incrostanti è stato misurato dopo la rimozione dei *taxa* eretti che generalmente si sviluppano sopra di esse. Per determinare la biomassa degli epifiti sono stati campionati cinque fasci addizionali. Per ogni fascio è stata raschiata con una lametta (Thelin e Bedhomme, 1983) la pagina interna dei primi 10 cm, a partire dall'apice, delle due foglie esterne e la biomassa è stata valutata in termini di peso secco (dopo 48 h a 60 °C) (Lepoint *et al*., 1999). Infine, gli epifiti macroalgali sono stati suddivisi in gruppi morfologici (filamentose, incrostanti rosse, incrostanti brune, incrostanti verdi, rosse corticate, brune corticate, fogliose e articolate calcaree) secondo Steneck e Dethier (1994).

Per quanto concerne l'analisi quali-quantitativa della comunità epifitica delle foglie di *C. nodosa*, si è proceduto all'osservazione, mediante stereo e microscopio, di entrambe le pagine della foglia esterna (la più vecchia) di ogni fascio (Reyes e Sansón, 1997). I parametri, quali il numero di specie,

l'abbondanza e la biomassa, sono stati determinati seguendo la metodologia sopra indicata per *P. oceanica*.

Parametri granulometrici del sedimento

Sono stati prelevati n.3 campioni di sedimento per ogni stazione di indagine sui quali sono state effettuate le analisi granulometriche secondo quanto riportato in "*Metodologie analitiche di riferimento del programma di monitoraggio 2001-2007(Cicero, Di Girolamo, 2001)*".

Risultati

La stazione TIBPs_1 si trova alla profondità di -12m con una prateria continua ed un ricoprimento del 90% (figure 4.6-4.7-4.8) impiantata prevalentemente su roccia e *matte. La matte* morta occupa il 5% dei fondali e non sono presenti evidenti fonti di disturbo (tabella 4.6). La densità media presenta un valore pari a 545.33 fasci/m^2 con valore massimo 648 fasci/m^2 nella sub area A e un valore minimo di 444 fasci/m^2 nella sub area C. dalle successive analisi è rilevato un LAI (Leaf area index) pari a 9.23m^2/m^2 ed un indce di conservazione pari 0.947 (classe 5 valore elevato)
Dal calcolo dei parametri raccolti e stato calcolato l'indice prei che si attesta su un valore di 0.64. Dal confronto con la tabella 4.5 lo stato ecologico è considerato BUONO

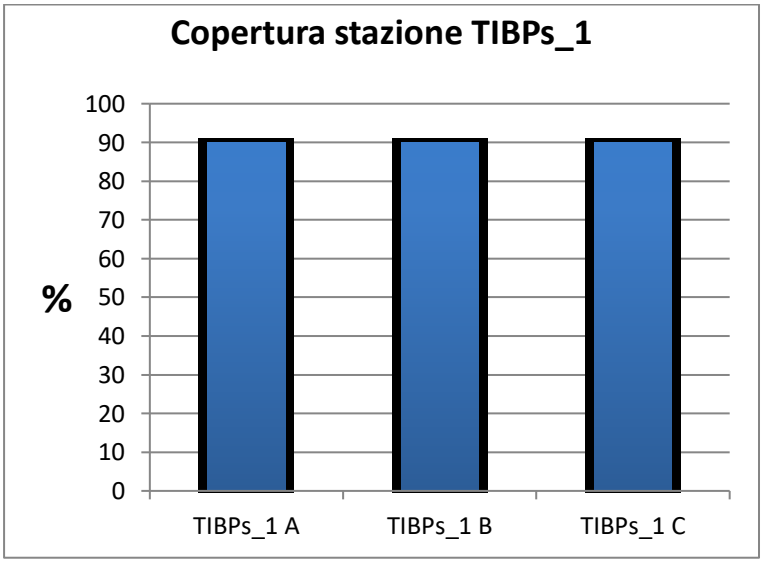


Figura 4.6 - Valori di ricoprimento della prateria

Tabella 4.6 Scheda stazione TIBPs_1

***Scheda di campionamento* – STAZIONE TIBPs_1 (-15m)**

Parametro	*AREA A* (TIBPs_1A)	*AREA* B (TIBPs_1B)	*AREA C* (TIBPs_1C)
Continuità della prateria	■Continua □ Discontinua	■Continua □ Discontinua	■Continua □ Discontinua
Ricoprimento % matte morta	**5%**	**5%**	**5%**
Ricoprimento % *P. oceanica* viva	**90%**	**90%**	**90%**
Ricoprimento % *Caulerpa racemosa*	-	-	-
Ricoprimento % *Cymodocea nodosa*	-	-	-
Tipo di substrato	■Roccia □ Sabbia ■*Matte*	■Roccia □ Sabbia ■*Matte*	■Roccia □ Sabbia ■*Matte*
Fonti di disturbo evidenti	□ Presenza ■Assenza	□ Presenza ■Assenza	□ Presenza ■Assenza
Composizione prateria	■Pura □ Mista	■Pura □ Mista	■Pura □ Mista
Presenza alghe alloctone	□ *C. racemosa* □ *C. taxifolia* □ *Entrambe*	□ *C. racemosa* □ *C. taxifolia* □ *Entrambe*	□ *C. racemosa* □ *C. taxifolia* □ *Entrambe*
Densità assoluta dei fasci fogliari Numero fasci / metro quadrato	162 140 147	152 135 142	111 125 113
Prelievo rizomi ortotropi	**■n. 6**	**■n. 6**	**■n. 6**

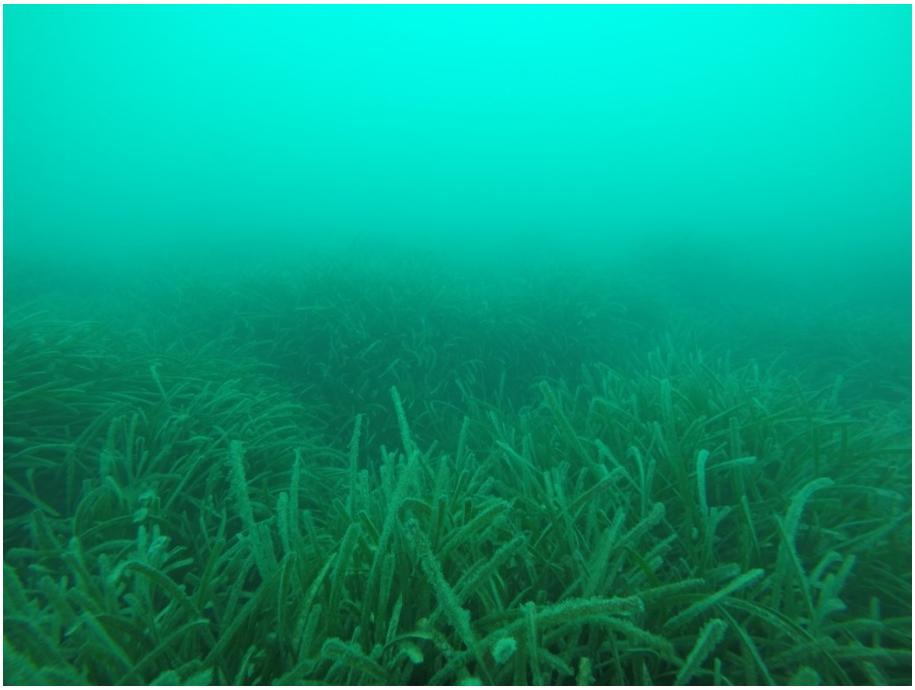


Figura 4.7 - Immagine esemplificativa stazione TIBPs_1

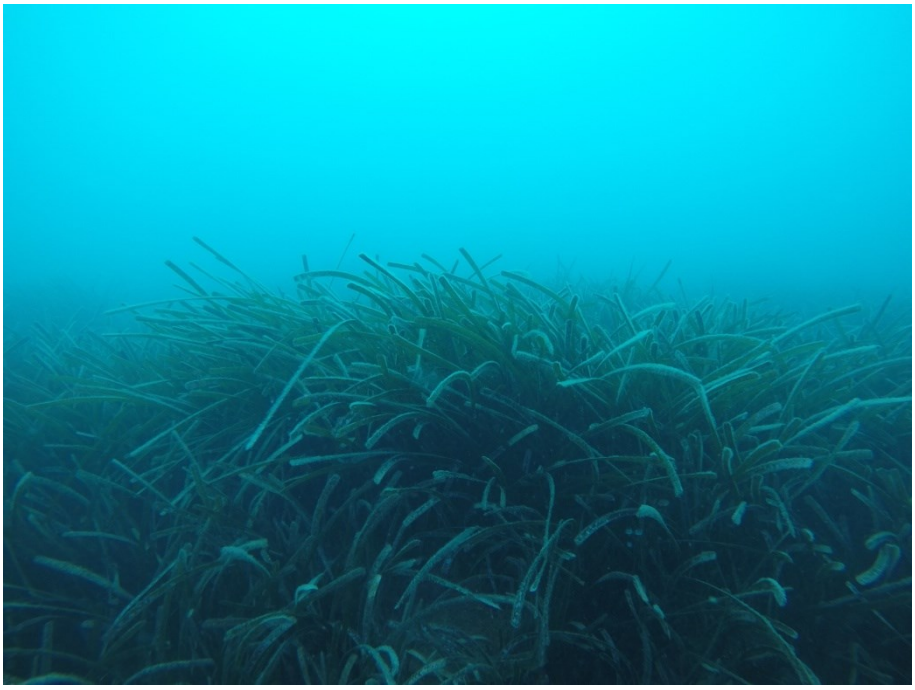


Figura 4.8 - Immagine esemplificativa stazione TIBPs_1

In prossimità della stazione **TIBPs_2,** posta in prossimità del limite inferiore di tipo netto, la prateria di *P. oceanica* è impiantata a una profondità di -17m e si presenta continua con un ricoprimento del 70% (Figura 4.10) impiantata su roccia e *matte.* La percentuale di ricoprimento della *matte* morta è del 30%, non sono presenti evidenti fonti di disturbo.
La densità media della prateria è 411,33 fasci con un valore massimo di 432 nella area A e un valore minimo di 384 sempre nell'area A. Dalle analisi di laboratorio si è rilevato un LAI (Leaf area index) di 7.57m^2/m^2 ed un indice di conservazione pari a 0.655 (classe 3; moderato).
Lungo il limite inferiore sono stati posizionati n° 4 balise (Figure 4.10 – 4.11 – 4.12 – 4.13). Di seguito vengono riportate le misure relative alla distanza dalla prateria. (Tabella 4.7)

Tabella 4.7 – Distanze della prateria dai balise posizionati

Distanza	Misure (cm)
distanza Balise A al limite inf. (cm)	46
distanza Balise B al limite inf. (cm)	36
distanza Balise C al limite inf. (cm)	44
distanza Balise D al limite inf. (cm)	31.5

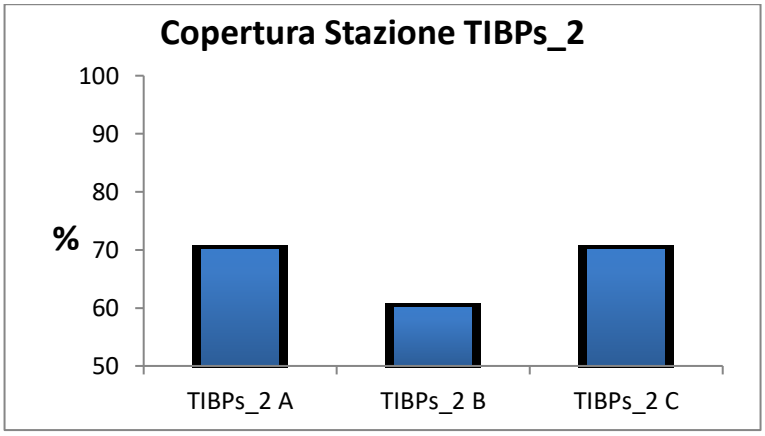


Figura 4.9 - Valori di ricoprimento della prateria

Tabella 4.8 Scheda stazione TIBPs_2 – Area A

Scheda di campionamento – Limite inferiore – (TIBP_s2)

Stazione	A B C	
Continuità della prateria	■ Continua □ Discontinua	
Ricoprimento % *matte* morta	30%	
Ricoprimento % *P. oceanica* viva	70%	
Ricoprimento % *Caulerpa racemosa*	-	
Ricoprimento % *Cymodocea nodosa*	-	
Tipo di substrato	■ Roccia □ Sabbia ■ *Matte*	
Profondità (m)	-16m	
Tipologia del limite	■ Netto □ Progressivo □ Erosivo □ Regressivo	
Numero di fasci nel quadrato	96	108
Numero di fasci plagiotropi nel quadrato	6	
Scalzamento di 1 rizoma ortotropo dentro il quadrato (distanza tra sedimento e ligula) (cm)	5,5	
PRELIEVO DI 2 RIZOMI ORTOTROPI	■	■
PRELIEVO DI SEDIMENTO	■	
Distanza corpo morto A al limite inf. (cm)	46	PHOTO
Distanza corpo morto B al limite inf. (cm)	36	PHOTO
Distanza corpo morto C al limite inf. (cm)	44	PHOTO
Distanza corpo morto D al limite inf. (cm)	31,5	PHOTO

Tabella 4.9 -Scheda stazione TIBPs_2 – Area B

Scheda di campionamento – Limite inferiore – (TIBP_s2)

Stazione	*A* ■ *B* *C*	
Continuità della prateria	■Continua □ Discontinua	
Ricoprimento % *matte* morta	40%	
Ricoprimento % *P. oceanica* viva	60%	
Ricoprimento % *Caulerpa racemosa*	-	
Ricoprimento % *Cymodocea nodosa*	-	
Tipo di substrato	■Roccia □ Sabbia ■*Matte*	
Profondità (m)	-16m	
Tipologia del limite	■Netto □ Progressivo □ Erosivo □ Regressivo	
Numero di fasci nel quadrato	107	97
Numero di fasci plagiotropi nel quadrato	7	
Scalzamento di 1 rizoma ortotropo dentro il quadrato (distanza tra sedimento e ligula) (cm)	1,5	
PRELIEVO DI 2 RIZOMI ORTOTROPI	■	■
PRELIEVO DI SEDIMENTO	■	
Distanza corpo morto A al limite inf. (cm)	46	PHOTO
Distanza corpo morto B al limite inf. (cm)	36	PHOTO
Distanza corpo morto C al limite inf. (cm)	44	PHOTO
Distanza corpo morto D al limite inf. (cm)	31,5	PHOTO

Tabella 4.10 - Scheda stazione TIBPs_2 – Area C

Scheda di campionamento – Limite inferiore – (TIBP_s2)

Stazione	*A B C*	
Continuità della prateria	▮Continua ▯ Discontinua	
Ricoprimento % *matte* morta	30%	
Ricoprimento % *P. oceanica* viva	70%	
Ricoprimento % *Caulerpa racemosa*	-	
Ricoprimento % *Cymodocea nodosa*	-	
Tipo di substrato	▮Roccia ▯ Sabbia ▮*Matte*	
Profondità (m)	-16m	
Tipologia del limite	▮Netto ▯ Progressivo ▯ Erosivo ▯ Regressivo	
Numero di fasci nel quadrato	106	103
Numero di fasci plagiotropi nel quadrato	7	
Scalzamento di 1 rizoma ortotropo dentro il quadrato (distanza tra sedimento e ligula) (cm)	3,5	
PRELIEVO DI 2 RIZOMI ORTOTROPI	▮	▮
PRELIEVO DI SEDIMENTO	▮	
Distanza corpo morto A al limite inf. (cm)	46	PHOTO
Distanza corpo morto B al limite inf. (cm)	36	PHOTO
Distanza corpo morto C al limite inf. (cm)	44	PHOTO
Distanza corpo morto D al limite inf. (cm)	31,5	PHOTO

Figura 4.10 - Immagine esemplificativa stazione TIBPs_2

Figura 4.11 - Immagine esemplificativa stazione TIBPs_2

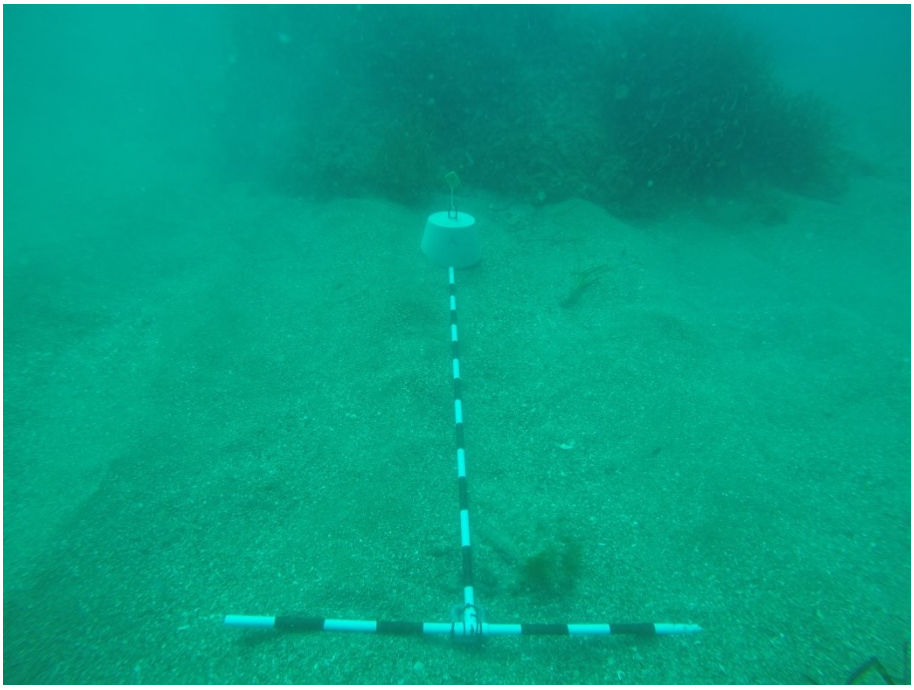


Figura 4.12 - Immagine esemplificativa stazione TIBPs_2

Figura 4.13 - Immagine esemplificativa stazione TIBPs_2

Risultati analisi granulometriche effettuate su prateria di *P. oceanica*

Codice stazione di misurazione	Coordinate UTM WSG84		Indagine eseguita				
			Analisi granulometrica mediante setacciatura e sedimentazione				
	Latitudine N	Longitudine E	Scheletro (%)	Sabbia molto grossolana/ grossolana (%)	Sabbia media (%)	Sabbia fine (%)	Limo/Argilla (%)
TIBPs_1 A	4206348.00	383984.00	1.43	2.51	2.23	0.15	92.31
TIBPs_1 B	4206348.00	383984.00	1.92	1.20	1.01	2.28	93.59
TIBPs_1 C	4206348.00	383984.00	4.22	11.68	7.19	17.73	59.18
TIBPs_2 A	4206823.00	384063.00	0.00	1.25	62.91	28.24	7.60
TIBPs_2 B	4206823.00	384063.00	6.36	3.12	4.20	69.18	17.13
TIBPs_2 C	4206823.00	384063.00	42.79	55.11	0.68	1.26	0.18

Risultati del visual census sui transetti video ispettivi

Dall'analisi dei transetti video ispettivi non è stata rilevata la presenza di fauna nella stazione TIBPs_1.

Per quanto riguarda la stazione TIBPs_2 si riporta di seguito l'elenco delle specie identificate:

- Chromis chromis (castagnola)
- Coris julis (donzella)
- Diplodus vulgaris (sarago fasciato)
- Holoturia sp. (oloturia)

4.2 Prateria di Cymodocea nodosa

Piano di campionamento - monitoraggio

La strategia di monitoraggio adottata ha visto tecniche indirette video ispettive e campionamenti per indagini, eseguite secondo le modalità previste dal "manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo".

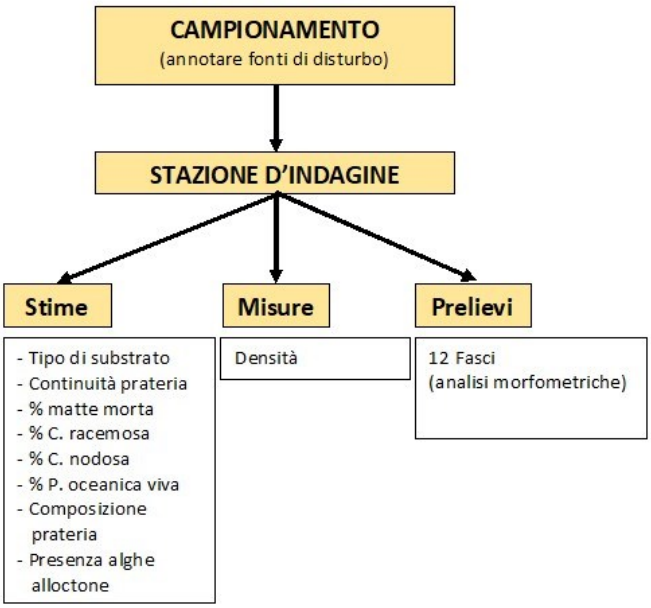


Figura 4.14: - Schema di una strategia di campionamento gerarchica.

Strategie di campionamento

Le tre stazioni da indagare sono state suddivise in 3 aree denominate A, B e C.

Per ogni area sono state effettuate 3 misure di densità e prelevati 4 rizomi per le successive analisi morfometriche in laboratorio.

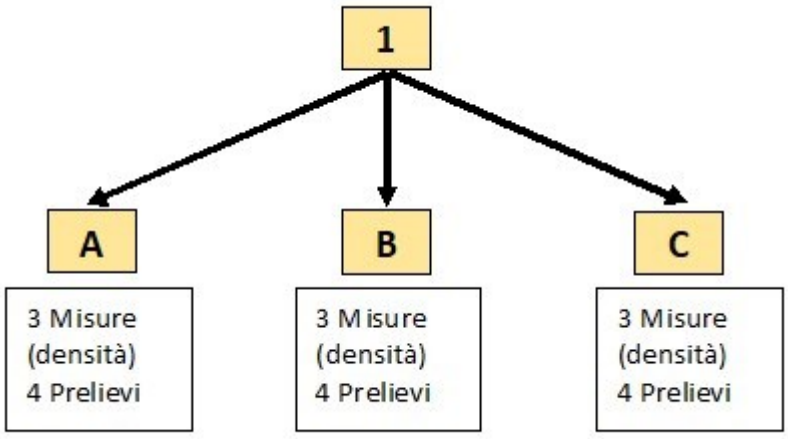


Figura 4.15 - Schema di una strategia di campionamento gerarchica.

La strategia di campionamento gerarchica consente di avere una confidenza statistica elevata e di ridurre la probabilità di includere errori di interpretazione dei dati dovuti alla variabilità naturale della prateria.

I prelievi su *C. nodosa* sono stati effettuati in 3 differenti stazioni (Tabella 4.11) identificate come:

- TIBCn_1, ad una profondità di -12m;
- TIBCn_2, ad una profondità di -11.6m;
- TIBCn_3, ad una profondità di -7.5m.

Tabella 4.11 – Stazioni di campionamento su *P. oceanica*

Codice Stazione	Coordinate UTM	Profondità (m)
TIBCn_1	4205730.00 N 387654.00 E	-12
TIBCn_2	4204652.00 N 387508.00 E	-11.6
TIBCn_3	4204733.00 N 391832.00 E	-7.5

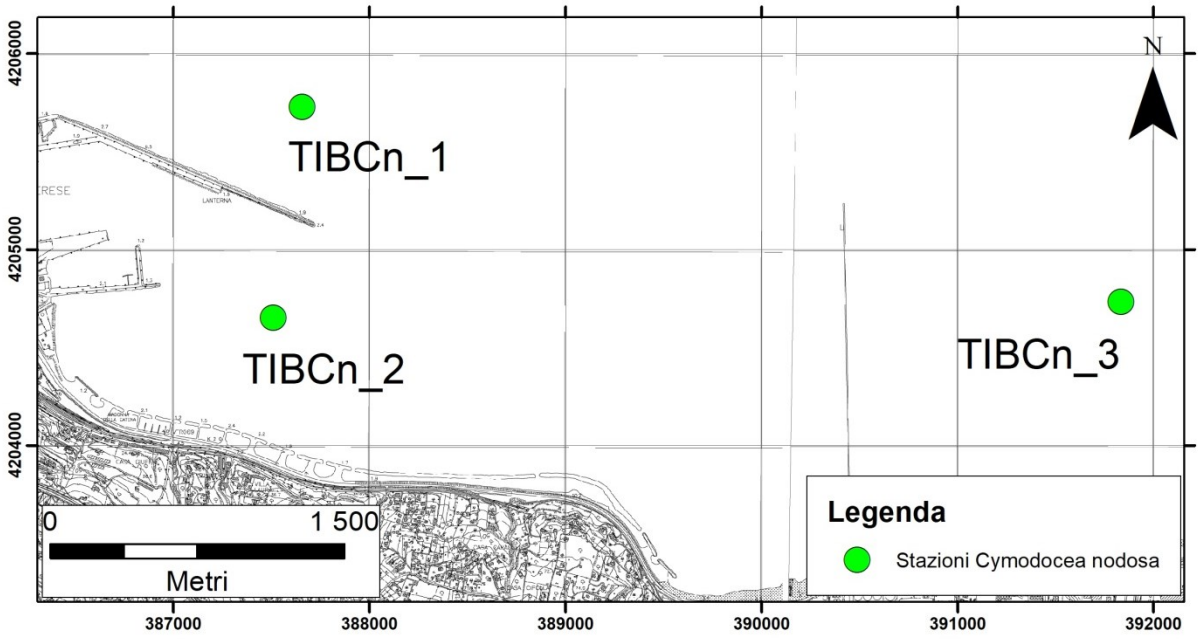


Figura 4.16 – Posizionamento delle stazioni d'indagine di *Cymodocea nodosa*

In corrispondenza di ogni stazione sono stati stimati il ricoprimento percentuale, la percentuale di *matte* morta, la tipologia di substrato, la continuità della prateria, % *Caulerpa racemosa*, % *Cymodocea nodosa,* la presenza di specie aliene o altre.

Transetti video ispettivi

Per ciascuna stazione di campionamento è stato effettuato un transetto video ispettivo subacqueo per una lunghezza di 30 metri parallelamente alla batimetrica, finalizzato all'attività di Visual Census.

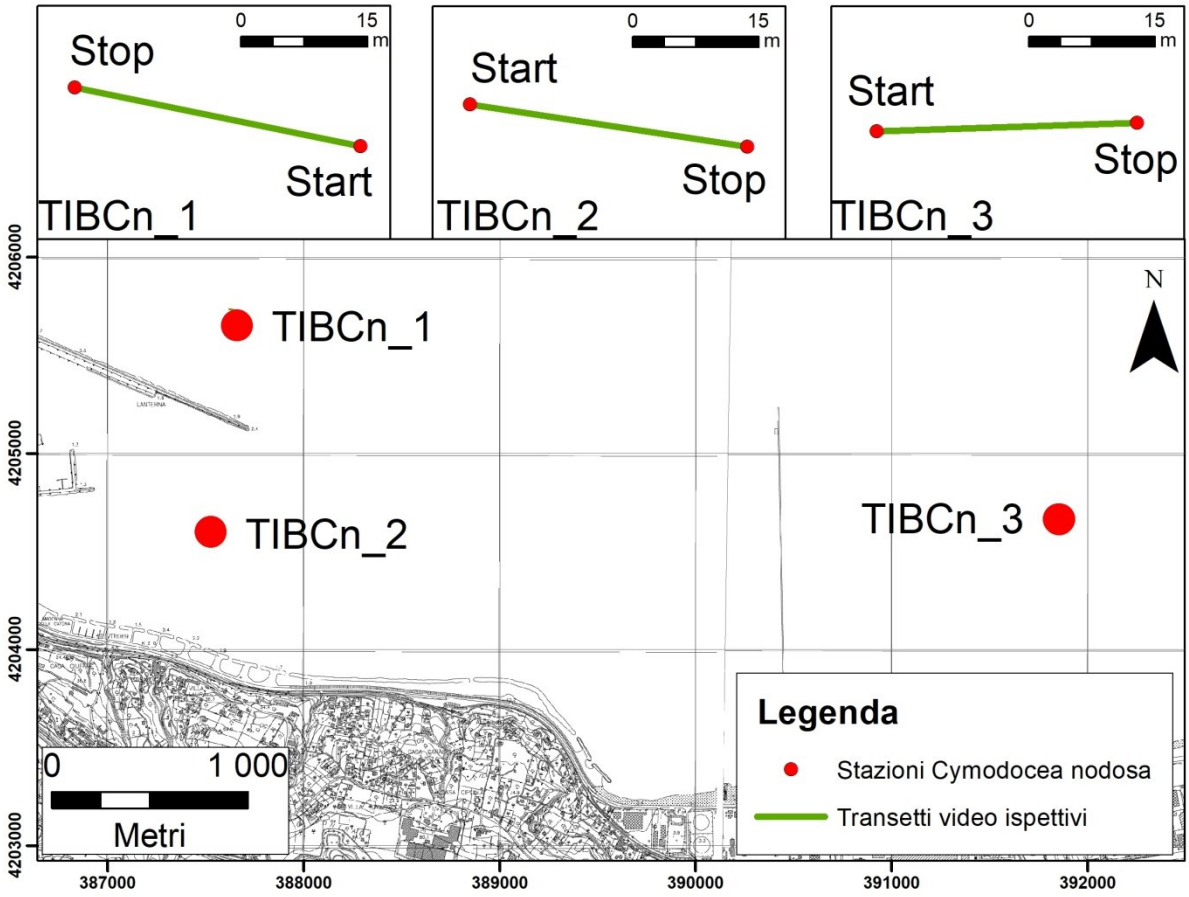


Figura 4.17 – Posizionamento dei transetti video ispettivi

Descrittori strutturali

In corrispondenza delle 3 stazioni sono stati valutati i principali descrittori strutturali attraverso la stima della continuità della prateria, del ricoprimento percentuale, della percentuale di *matte* morta, della densità, della tipologia di substrato, della presenza di specie aliene e della evidenza di fonti di disturbo.

Analisi in laboratorio

Sui fasci prelevati sono stati effettuate misure relative ai parametri morfometrici.

Parametri morfometrici

Per i fasci prelevati in corrispondenza di ogni stazione le determinazioni di laboratorio hanno compreso i seguenti controlli ed il calcolo dei seguenti parametri ed indici:

- misure biometriche di lunghezza e larghezza della foglia;
- numero medio di foglie per fascio;
- fenomeni di necrosi (annerimenti, marciumi, ecc.) e grazing sulla lamina fogliare, stimandone l'ampiezza per poi rapportarla alla superficie fogliare;
- indice fogliare (L.A.I - Leaf Area Index) ovvero la superficie fogliare fotosinteticamente attiva espressa in metri quadri di superficie fogliare funzionale (viva) presenti in un metro quadro di prateria;
- coefficiente 'A' (percentuale di apici rotti sul numero totale di foglie, indice di stress idrodinamico).

Risultati

Stazione TIBCn_1

La stazione TIBCn_1 si trova alla profondità di -12m.

La prateria, che si presenta continua e con un ricoprimento del 70%, è impiantata su sabbia.

Non sono presenti evidenti fonti di disturbo, ma è stata rilevata la presenza di *C. Taxifolia* con una copertura pari al 4% (Tabella 4.12). La densità media nelle tre repliche effettuate nella stazione varia tra 241,5 fasci/m^2 e 366.5 fasci/m^2. Dalle analisi di laboratorio si è rilevato un LAI (Leaf area index) di 0.25m^2 / m^2 (Tabella 4.13).

Tabella 4.12 – Scheda stazione TIBCn_1

STAZIONE TIBCn_1

Parametro	*AREA A*	*AREA B*	*AREA C*
Continuità della prateria	☐ Discontinua ■ Continua	☐ Discontinua ■ Continua	☐ Discontinua ■ Continua
Ricoprimento % matte morta	-	-	-
Ricoprimento % *P. oceanica* viva	-	-	-
Ricoprimento % *Caulerpa Taxifolia*	**4%**	**4%**	**4%**
Ricoprimento % *Cymodocea nodosa*	**70%**	**70%**	**70%**
Tipo di substrato	☐ Roccia ■ Sabbia ☐ *Matte*	☐ Roccia ■ Sabbia ☐ *Matte*	☐ Roccia ■ Sabbia ☐ *Matte*
Fonti di disturbo evidenti	☐ Presenza ■ Assenza	☐ Presenza ■ Assenza	☐ Presenza ■ Assenza
Composizione prateria	■ Pura ☐ Mista	■ Pura ☐ Mista	■ Pura ☐ Mista
Presenza alghe alloctone	☐ *C. racemosa* ■ *C. taxifolia* ☐ Entrambe	☐ *C. racemosa* ■ *C. taxifolia* ☐ Entrambe	☐ *C. racemosa* ■ *C. taxifolia* ☐ Entrambe
Prelievo rizomi	■ 4 Rizomi	■ 4 Rizomi	■ 4 Rizomi
Densità (20x20)	12 | 10 | 7	7 | 11 | 13	14 | 18 | 12

Tabella 4.13 – Parametri stazione TIBCn_1

LAI per fascio (m^2 / m^2)	0.25
Codice stazione	**Densità media m^2**
TIBCn_1 A	241.5
TIBCn_1 B	258.25
TIBCn_1 C	366.5

Figura 4.18 – Immagine esemplificativa della stazione TIBCn_1

Figura 4.19 – Immagine esemplificativa della stazione TIBCn_1

Figura 4.20 – Immagine esemplificativa della stazione TIBCn_1

Stazione TIBCn_2

Nella stazione TIBCn_2, ad una profondità di -11,6m, la prateria si presenta continua con un ricoprimento del 75% ed è impiantata su sabbia.

Non sono presenti evidenti fonti di disturbo ma è stata rilevata la presenza di *C. Taxifolia* con una copertura pari al 4% (Tabella 4.14).

La densità media nelle tre repliche effettuate nella stazione varia tra 325 fasci/m^2 e 358.25 fasci/m^2. Dalle analisi di laboratorio si è rilevato un LAI (Leaf area index) di 0.49 m^2 / m^2 (Tabella 4.15).

Tabella 4.14 – Scheda stazione TIBCn_2

STAZIONE TIBCn_2

Parametro	*AREA A*	*AREA B*	*AREA C*
Continuità della prateria	☐ Discontinua ▮Continua	☐ Discontinua ▮Continua	☐ Discontinua ▮Continua
Ricoprimento % matte morta	-	-	-
Ricoprimento % *P. oceanica* viva	-	-	-
Ricoprimento % *Caulerpa taxifolia*	**4%**	**4%**	**4%**
Ricoprimento % *Cymodocea nodosa*	**75%**	**75%**	**75%**
Tipo di substrato	☐ Roccia ▮Sabbia ☐ *Matte*	☐ Roccia ▮Sabbia ☐ *Matte*	☐ Roccia ▮Sabbia ☐ *Matte*
Fonti di disturbo evidenti	☐ Presenza ▮Assenza	☐ Presenza ▮Assenza	☐ Presenza ▮Assenza
Composizione prateria	▮Pura ☐ Mista	▮Pura ☐ Mista	▮Pura ☐ Mista
Presenza alghe alloctone	☐ *C. racemosa* ▮*C. taxifolia* ☐ Entrambe	☐ *C. racemosa* ▮*C. taxifolia* ☐ Entrambe	☐ *C. racemosa* ▮*C. taxifolia* ☐ Entrambe
Prelievo rizomi	▮4 Rizomi	▮4 Rizomi	▮4 Rizomi
Densità (20x20)	15 16 12	17 18 16	13 15 11

Tabella 4.15 – Parametri stazione TIBCn_2

LAI per fascio (m^2 / m^2)	0.49
Codice stazione	**Densità media m^2**
TIBCn_2 A	358.25
TIBCn_2 B	425
TIBCn_2 C	325

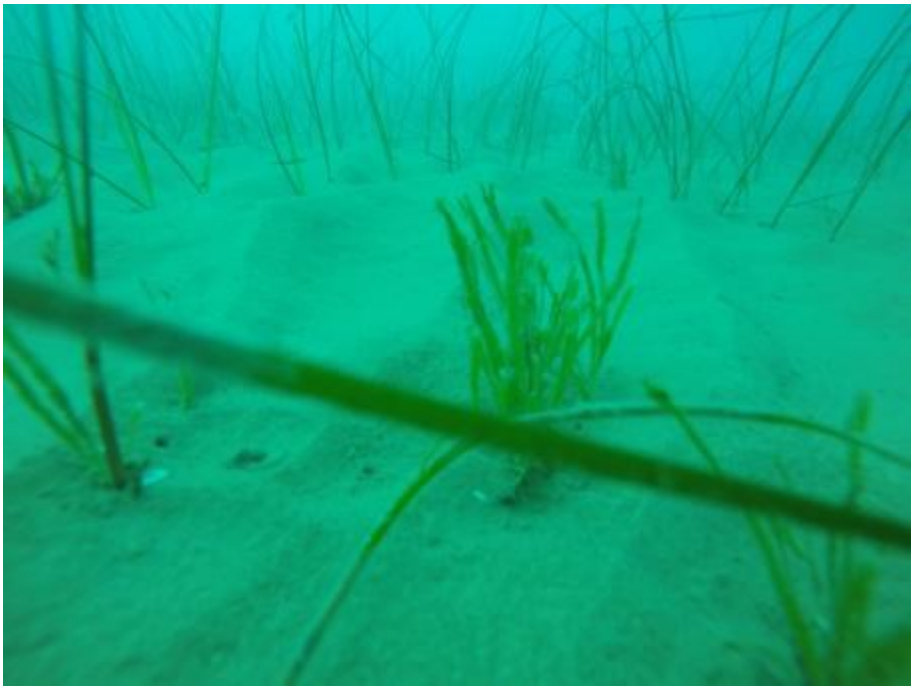


Figura 4.21 – Immagine esemplificativa della stazione TIBCn_2

Figura 4.22 – Immagine esemplificativa della stazione TIBCn_2

Figura 4.23 – Immagine esemplificativa della stazione TIBCn_2

Stazione TIBCn_3

Nella stazione TIBCn_3, che si trova alla profondità di -7.5m, la prateria si presenta continua con un ricoprimento del 70% ed è impiantata su sabbia.

Non sono presenti evidenti fonti di disturbo ma è stata rilevata la presenza di *C. Taxifolia* con una copertura pari al 4% (Tabella 4.16).

La densità media nelle tre repliche effettuate nella stazione varia tra 325 fasci/m^2 e 375 fasci/m^2. Dalle analisi di laboratorio si è rilevato un LAI (Leaf area index) di 0.15 m^2 / m^2 (Tabella 4.17).

Tabella 4.16 – Scheda stazione TIBCn_3

STAZIONE TIBCn_3

Parametro	*AREA A*	*AREA B*	*AREA C*
Continuità della prateria	☐ Discontinua ■ Continua	☐ Discontinua ■ Continua	☐ Discontinua ■ Continua
Ricoprimento % matte morta	-	-	-
Ricoprimento % *P. oceanica* viva	-	-	-
Ricoprimento % *Caulerpa taxifolia*	**5%**	**5%**	**5%**
Ricoprimento % *Cymodocea nodosa*	**70%**	**70%**	**70%**
Tipo di substrato	☐ Roccia ■ Sabbia ☐ *Matte*	☐ Roccia ■ Sabbia ☐ *Matte*	☐ Roccia ■ Sabbia ☐ *Matte*
Fonti di disturbo evidenti	☐ Presenza ■ Assenza	☐ Presenza ■ Assenza	☐ Presenza ■ Assenza
Composizione prateria	■ Pura ☐ Mista	■ Pura ☐ Mista	■ Pura ☐ Mista
Presenza alghe alloctone	☐ *C. racemosa* ■ *C. taxifolia* ☐ Entrambe	☐ *C. racemosa* ■ *C. taxifolia* ☐ Entrambe	☐ *C. racemosa* ■ *C. taxifolia* ☐ Entrambe
Prelievo rizomi	■ 4 Rizomi	■ 4 Rizomi	■ 4 Rizomi
Densità (20x20)	16 | 15 | 13	13 | 15 | 11	17 | 15 | 13

Tabella 4.17 – Parametri stazione TIBCn_3

LAI per fascio (m^2 / m^2)	0.15
Codice stazione	**Densità media m2**
TIBCn_3 A	366.5
TIBCn_3 B	325
TIBCn_3 C	375

Figura 4.24 – Immagine esemplificativa della stazione TIBCn_3

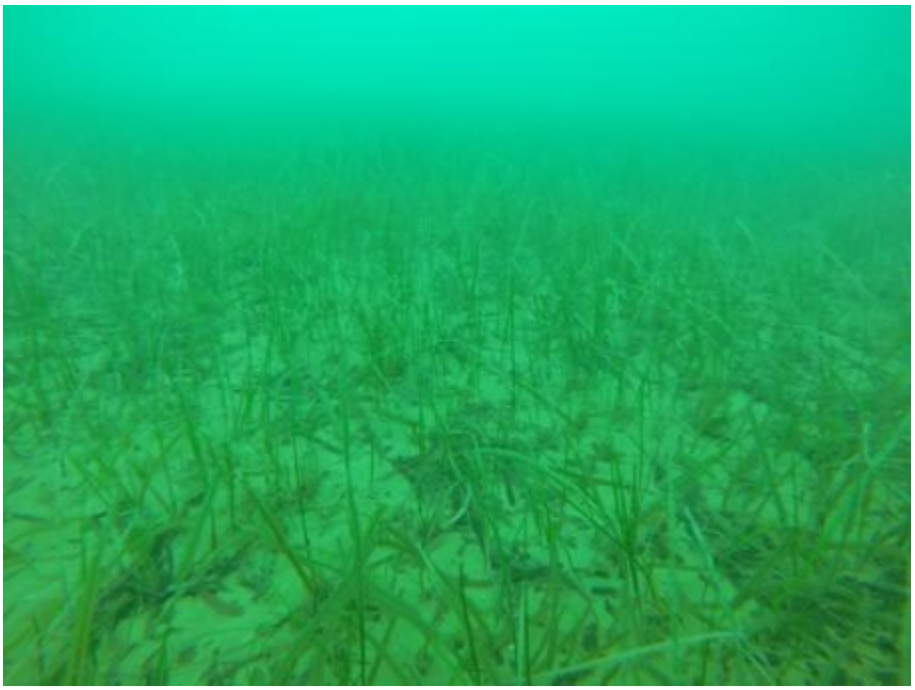


Figura 4.25 – Immagine esemplificativa della stazione TIBCn_3

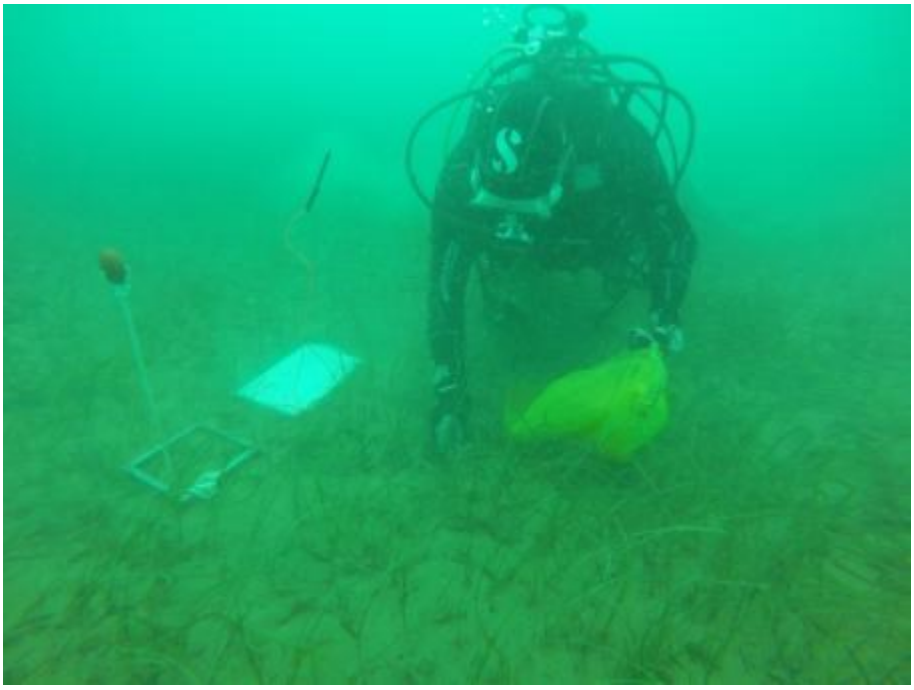


Figura 4.26 – Immagine esemplificativa della stazione TIBCn_3

Risultati del visual census sui transetti video ispettivi

Dall'analisi dei transetti video ispettivi non è stata rilevata la presenza di fauna in nessuna delle 3 stazioni.

ALLEGATI

- Tavola in formato A0 –Carta delle principali biocenosi
- N. 2 Tavole in formato A3 – Carta della navigazione SSS e Mosaico SSS
- Supporto digitale – Materiale fotografico, Transetti video-ispettivi, relazione in formato PDF.