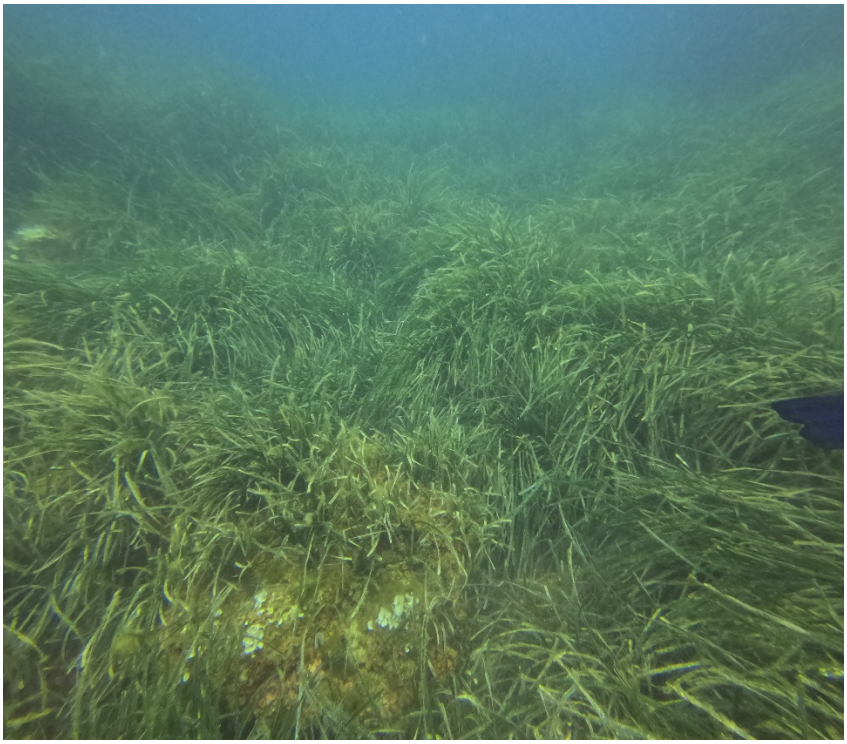
ATTIVAZIONE E ADEGUAMENTO DEL SISTEMA FOGNARIO - DEPURATIVO A SERVIZIO DEL COMUNE DI SANTA FLAVIA (PA)

SERVIZI DI ESECUZIONE DEL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

MONITORAGGIO *ANTE OPERAM* DELLA PRATERIA DI *POSIDONIA OCEANICA*



Trapani, 01/09/2026



Cod. Fis. LMBSRG65A06L331B - P. IVA 02139690818
Via Passo Enea, 56 - 91100 Trapani
Tel 3466378979
sergio.lombardo@biologo.onb.it

INDICE

	Pag.
INTRODUZIONE	3
MATERIALI E METODI	6
DESCRITTORI STRUTTURALI	11
INDICI ECOLOGICI	11
GRANULOMETRIA DEI SEDIMENTI	12
RISULTATI	13
PRIME CONSIDERAZIONI	22
BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE	33

Cod. Fis. LMBSRG65A06L331B - P. IVA 02139690818
Via Passo Enea, 56 - 91100 Trapani
Tel 3466378979
sergio.lombardo@biologo.onb.it

INTRODUZIONE

La *Posidonia oceanica* è una pianta acquatica simile a quelle terrestri che si sviluppa nei fondali del Mediterraneo formando praterie sottomarine, questa pianta è un ottimo indicatore della salute del mare tanto che la sua presenza è generalmente associata alla mancanza di inquinamento.

La *P. oceanica* si trova per lo più sui fondali fangosi e sabbiosi, è endemica del Mediterraneo, una fanerogama marina. La pianta è organizzata in radici, rizoma e foglie e presenta riproduzione sessuata mediante fecondazione di fiori e formazione di frutti e semi. Il rizoma è un fusto modificato da cui si dipartono da una parte le foglie e dall'altra, quella ventrale, le radici, queste svolgono sia funzione di ancoraggio al substrato sia funzione di assorbimento delle sostanze nutritive.

I rizomi possono accrescersi sia in direzione verticale (crescita ortotropa) sia in direzione orizzontale (crescita plagiotropa) (Molinier & Picard, 1952; Caye, 1982). L'accrescimento orizzontale e verticale dei rizomi permette alla pianta sia di colonizzare nuove aree circostanti sia di contrastare il progressivo insabbiamento dovuto ai fenomeni di sedimentazione. I due tipi di crescita portano alla formazione di tipiche strutture dette "*matte*" costituite da un intreccio di rizomi e radici di vecchie piante e da sedimento intrappolato e fortemente compattato (Boudouresque & Meisnez, 1982).

Le foglie sono raccolte in fasci e il numero di foglie per fascio varia in genere da 4 a 8 (Panayotidis *et al,* 1981). La struttura dei fasci è caratterizzata con foglie più giovani al centro e quelle più vecchie all'esterno (Giraud, 1977; Buia *et al.*, 2003). Le foglie si presentano come delle lamine nastriformi che possono superare il metro di lunghezza, mentre la larghezza varia tra 0,6 e 1,2 centimetri (Giraud, 1979).

Come sopra riportato, la *P. oceanica* si riproduce sia vegetativamente, tramite stolonizzazione, sia sessualmente con formazioni di fiori e frutti. Nelle praterie i fiori compaiono già nei mesi di inizio autunno, mentre lo sviluppo e la maturazione dei frutti avviene nei mesi di marzo-aprile.

Le vaste praterie sottomarine si sviluppano lungo il litorale costiero, su substrato duro o melmoso, in ambienti poco disturbati, fino a una profondità di 30-40 metri e, in casi di buona trasparenza dell'acqua, anche a circa -50 m.

Cod. Fis. LMBSRG65A06L331B - P. IVA 02139690818
Via Passo Enea, 56 - 91100 Trapani
Tel 3466378979
sergio.lombardo@biologo.onb.it

La *P. oceanica* ha un ruolo fondamentale; infatti, sono uno dei produttori primari di ossigeno e di sostanze organiche. Inoltre, la prateria è area di riproduzione, *nursery* e di pascolo per numerose specie di molluschi, echinodermi, crostacei e pesci.

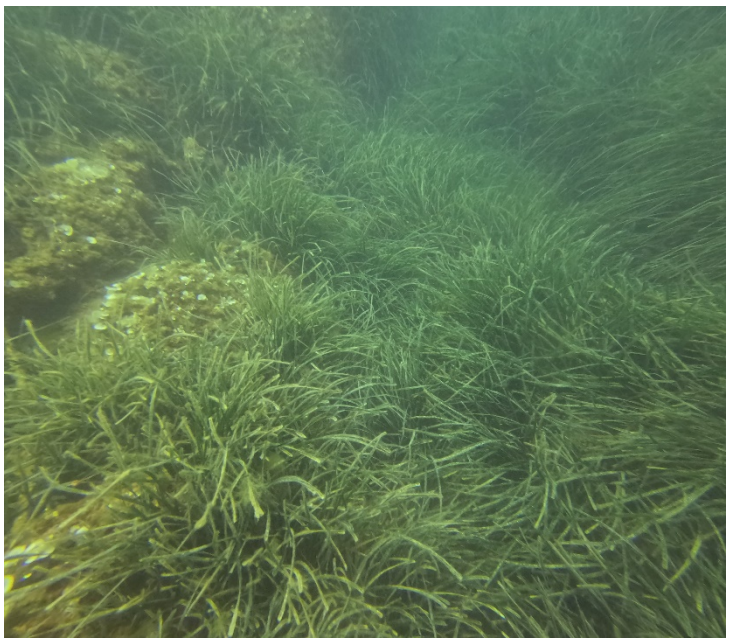


Figura 1. Prateria di *P. oceanica*.

Per questo e altri motivi i posidonieti sono gli ecosistemi più importanti del Mediterraneo e sono classificati come "habitat prioritario" nell'allegato I della Direttiva Habitat (Dir. n. 92/43/CEE), erbari (COD. NATURA 2000) "Comunità vascolari marine sommerse a dominanza di *Posidonia oceanica*, interessante fanerogama marina legata al piano infralitorale".

Queste sono di fondamentale importanza ecologica perché favoriscono la riproduzione di varie specie ittiche. Oltre a ciò, la prateria smorza i fenomeni erosivi sulla costa, infatti il movimento delle foglie rallenta il moto ondoso proteggendo le linee di costa; infatti, la *P. oceanica* diventa una vera e propria trappola per i sedimenti più fini e costituisce una naturale cintura di protezione delle coste dall'azione erosiva del moto ondoso. Per la morfologia, tipo di crescita ed estensione dei suoi sistemi, è considerata una "specie ingegnere" o strutturante, costituendo habitat di vita per le altre specie (Buia *et al*., 2003).

Purtroppo, nel mar Mediterraneo si registra una lenta ma progressiva regressione delle praterie di *P. oceanica*, dovuta a diverse cause, le più deleterie sono sicuramente l'inquinamento antropico, sversamenti di idrocarburi, la pesca illegale con reti da traino (pesca a strascico), gli ancoraggi non regolamentati (il raschiamento delle ancore sui fondali marini) e altre attività antropiche (cementificazione delle coste).

Ma altri fattori naturali concorrono al declino della specie, la competizione con due specie lessepsiane la *Caulerpa cylindracea* e la *Caulerpa taxifolia*, alghe invasive che potrebbero avere un effetto destabilizzanti per l'equilibrio dell'intero ecosistema marino.

La regressione delle praterie comporta, inoltre, una perdita di biodiversità e un peggioramento generale della qualità delle acque.

Cod. Fis. LMBSRG65A06L331B - P. IVA 02139690818
Via Passo Enea, 56 - 91100 Trapani
Tel 3466378979
sergio.lombardo@biologo.onb.it

La presente relazione descrive parte dell'indagine ambientale effettuata dallo scrivente a mezzo *survey* tramite immersioni con ARA e rilevamento delle caratteristiche e dello stato biologico dei fondali sui siti indicato dal committente.

Il sito in esame ricade nel settore fisiografico compreso tra Capo Zafferano e Capo Plaia, più specificatamente la parte occidentale del Golfo di Termini Imerese; la costa si presenta con connotazione prevalentemente alta e rocciosa, anche se non mancano spiagge e calette ciottolose, esposta ai venti del I e IV quadrante, che costituiscono traversia.

Le correnti dominanti sono generalmente orientate da W verso E, con differenze stagionali dovute a particolari e persistenti eventi atmosferici o barici, durante i quali la corrente prevalente cambia direzione, soprattutto sottocosta: ne consegue quindi che la parte più occidentale del Golfo di Termini Imerese è sottocorrente rispetto alle influenze provenienti dal Golfo di Palermo, le cui acque in uscita sono ancora notevolmente inquinate.

Si tratta di un territorio densamente popolato, in cui sono presenti tutti gli aspetti dell'antropizzazione, iniziata molti secoli fa, dai centri abitati costieri, all'edilizia residenziale e di villeggiatura ai complessi turistici.

Cod. Fis. LMBSRG65A06L331B - P. IVA 02139690818
Via Passo Enea, 56 - 91100 Trapani
Tel 3466378979
sergio.lombardo@biologo.onb.it

MATERIALI E METODI

Il piano di campionamento e di analisi per l'indagine della prateria prevede sia l'applicazione del Decreto Legislativo 152/06 (Direttiva Quadro sulle Acque) sia del Decreto Legislativo 190/10 (Direttiva Strategia Marina).

L'impostazione del campionamento è una fase particolarmente importante nelle indagini ambientali, poiché dalla sua rigorosità dipende la validità dello studio nel suo complesso.

L'indagine su campo si è basata su un *survey* con ispezione subacquea. La tecnica utilizzata è stata quella dell'ispezione visiva con riprese video e fotografie prestando particolare attenzione allo stato della prateria con l'eventuale presenza di indicatori.

Le immersioni sono state condotte da n. 2 sommozzatori scientifici, biologi marini con brevetto di Operatore Tecnico Subacqueo (O.T.S.), su tre transetti con due aree di indagine, alla profondità di 15 metri denominata Stazione Intermedia e l'altra Limite Inferiore ove finisce la prateria.

I transetti sono stati denominati 1 Nord, 2 Centro e 3 Sud in base alla loro localizzazione geografica.

Le attrezzature utilizzate sono state:

- GPS portatile marca GARMIN modello GPS 73;
- 1 foto/videocamera marca GOPro modello BLACK 12 scafandrata;
- 1 foto/videocamera marca GOPro modello 9 scafandrata;
- 1 Computer subacqueo marca SEAC modello Screen;
- 1 Computer subacqueo marca MARES modello quad;
- 2 quadrati in PVC zavorrati cm 40x40;
- Retino, sacchetti in PVC ed etichette in PP per raccolta campioni;
- 2 lavagnette subacquee per registrazioni dati su campo.

L'imbarcazione utilizzata è stata il gommone (marca Pellican V) uso conto proprio della ditta C.A.D.A. con lunghezza fuori tutto pari a 8,00 metri, con motore fuoribordo Mercury di potenza 200 cavalli, con dotazioni di bordo per la sicurezza sul lavoro (bombola per la somministrazione di ossigeno, cassetta di primo soccorso), pallone di segnalazione sub in attività e bandiera di segnalazione immersione subacquea.

Cod. Fis. LMBSRG65A06L331B - P. IVA 02139690818
Via Passo Enea, 56 - 91100 Trapani
Tel 3466378979
sergio.lombardo@biologo.onb.it

In ciascuna area, al fine di uniformare le metodiche di campionamento e di analisi dei dati, il piano di campionamento ha seguito uno schema dove, sono state effettuate per la Stazione Intermedia:

- 3 repliche per le misure di densità;
- 3 repliche per i prelievi di fasci ortotropi (figura 2).

Le misure di densità e le repliche dei conteggi all'interno dell'area sono state posizionate almeno 1,0 – 1,5 metri l'una dall'altra, campionate in modo *random*, il rilevatore posto a tre metri di altezza dal fondo, lanciando il quadrato sul posidonieto ha effettuato i conteggi e prelievi previsti.

In totale, quindi, in corrispondenza di ciascuna stazione sono state effettuate 9 misure di densità e prelevati 18 fasci ortotropi per le successive analisi di microripartizione (fenologia) in laboratorio (figura 2).

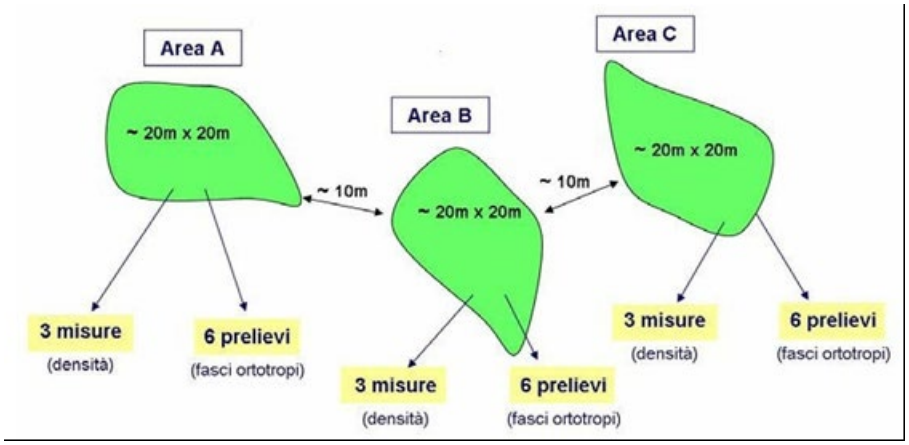


Figura 2. Strategia di campionamento gerarchica per il monitoraggio di *P. oceanica*.

Come da protocollo, in ogni transetto, sulle stazioni del Limite superiore è stato effettuato:

- 1 campionamento per le misure di densità;
- n. 6 prelievi di fasci ortotropi (figura 3).

Cod. Fis. LMBSRG65A06L331B - P. IVA 02139690818
Via Passo Enea, 56 - 91100 Trapani
Tel 3466378979
sergio.lombardo@biologo.onb.it

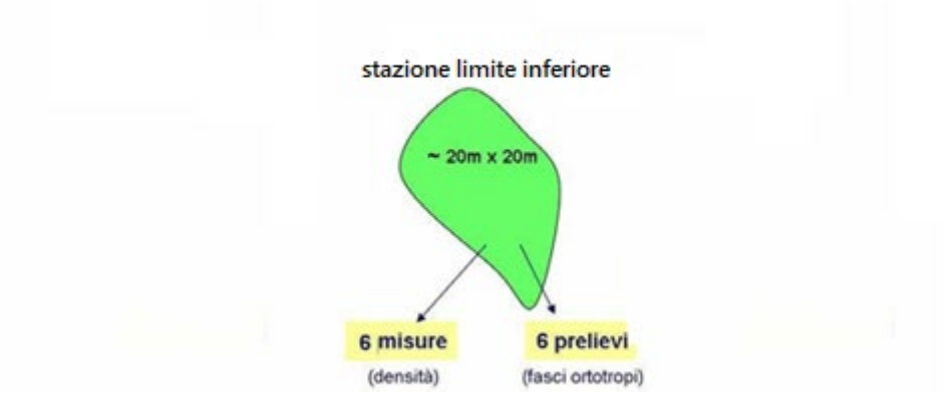


Figura 3. Strategia di campionamento gerarchica per il monitoraggio di *P. oceanica* sul Limite inferiore.

I prelievi hanno interessato i fasci ortotropi evitando di campionare fasci dicotomici e di compromettere l'integrità dei rizomi circostanti. In ogni sacchetto contenente i fascicoli fogliari è stata inserita una provetta in plastica contenente una targhetta di carta lucida riportanti la data di campionamento (mese e anno) e la sigla convenzionale del transetto e dell'area di campionamento.

Le informazioni registrate durante il *survey* sono state annotate sulla scheda di tabella 1 e 2 che includono i parametri obbligatori per la valutazione della "condizione" dell'habitat di *P. oceanica* ai sensi dei decreti legislativi riportati a inizio capitolo.

Cod. Fis. LMBSRG65A06L331B - P. IVA 02139690818
Via Passo Enea, 56 - 91100 Trapani
Tel 3466378979
sergio.lombardo@biologo.onb.it

Data	Operatori		Località
Codice Stazione			Profondità lim. inferiore (m):
Substrato		**Matte** **Roccia**	**Sabbia** **Altro**
Composizione prateria	**Pura**	**Mista**	**Alghe alloctone**
Continuità		**Continua**	**Discontinua**

Densità Prateria

Ricoprimento %		

% ricoprimento ***P. oceanica***: _____

% ricoprimento **matte morta**: _____

% ricoprimento ***C. nodosa*****:** _____

% ricoprimento ***C. cylindracea*****:** _____

% ricoprimento ***C. prolifera*****:** _____

% ricoprimento ***C. taxifolia*****:** _____

Note **Granulometria** **foto**

Tabella 1. Scheda da campo utilizzata per monitoraggio della *Posidonia oceanica* nella stazione dei -15m.

Cod. Fis. LMBSRG65A06L331B - P. IVA 02139690818
Via Passo Enea, 56 - 91100 Trapani
Tel 3466378979
sergio.lombardo@biologo.onb.it

Data Operatori Località
Codice Stazione Profondità:

Substrato **Matte** **Sabbia** **Roccia** **Altro**

Composizione prateria **Pura** **Mista** **Alghe alloctone**
Continuità **Continua** **Discontinua**

Tipo di Limite: **Netto** **Progressivo** **Erosivo** **Regressivo**

Densità Prateria

Ricoprimento %

% ricoprimento ***P. oceanica***: _____

% ricoprimento **matte morta**: _____

% ricoprimento ***C. nodosa*****:** _____

% ricoprimento ***C. cylindracea*****:** _____

% ricoprimento ***C. prolifera*****:** _____

% ricoprimento ***C. taxifolia*****:** _____

Scalzamento rizomi: **cm** **%** **cm** **%**

Ortotropi			**Plagiotropi**		

Note: **Granulometria** **foto** **video**

Tabella 2. Scheda da campo utilizzata per monitoraggio della *Posidonia oceanica* nella stazione Limite inferiore.

Cod. Fis. LMBSRG65A06L331B - P. IVA 02139690818
Via Passo Enea, 56 - 91100 Trapani
Tel 3466378979
sergio.lombardo@biologo.onb.it

DESCRITTORI STRUTTURALI

Per ciò che concerne la densità fogliare, è calcolata la media dei conteggi effettuati *in situ* col quadrato suddetto, con la seguente formula espressa in numero di fasci per m^2.

$$\text{Densità} = \frac{\text{n. medio fasci x } 1m^2}{0{,}04\ m^2}$$

INDICI ECOLOGICI

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

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

dove:

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

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, 2009):

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

dove:

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

Indice di Cambiamento di Fase (Phase-Shift Index – P.S.I.) che considera sinotticamente sia lo stato di conservazione della prateria sia la gerarchia dei sostituti, per identificare e misurare l'intensità del cambiamento di fase che si verifica in un ecosistema a fanerogame (Montefalcone *et al*., 2007).

Cod. Fis. LMBSRG65A06L331B - P. IVA 02139690818
Via Passo Enea, 56 - 91100 Trapani
Tel 3466378979
sergio.lombardo@biologo.onb.it

Il P.S.I. è calcolato attraverso la formula:

PSI=((D/(P+D) x 1) + (Cn/(P+Cn) x 2) + (Cp/(P+Cp) x 3) + (Ct/(P+Ct) x4) + (Cr/(P+Cr) x 5)) / 6

dove D è la percentuale di *matte* morta, P quella di *P. oceanica* viva, Cn di *Cymodocea nodosa*, Cp di *Caulerpa prolifera*, Ct di *Caulerpa taxifolia* e Cr la percentuale di *Caulerpa cylindracea*.

GRANULOMETRIA DEL SEDIMENTO

I campioni superficiali di sedimento sono stati prelevati in ogni stazione di campionamento tramite carotaggi in immersione e le analisi per la granulometria sono state eseguite secondo i dettami de "Metodologie analitiche di riferimento" (ICRAM, 2001).

> 2mm Ghiaia

2mm>x>0,063 mm Sabbia

0,063 mm> x > 0,004 mm (Silt) Pelite

<0,004 mm (Argilla) Pelite

Cod. Fis. LMBSRG65A06L331B - P. IVA 02139690818
Via Passo Enea, 56 - 91100 Trapani
Tel 3466378979
sergio.lombardo@biologo.onb.it

RISULTATI

Le aree investigate sono restituite in figura 4 e i punti geografici assoluti sono riportati in tabella 3.

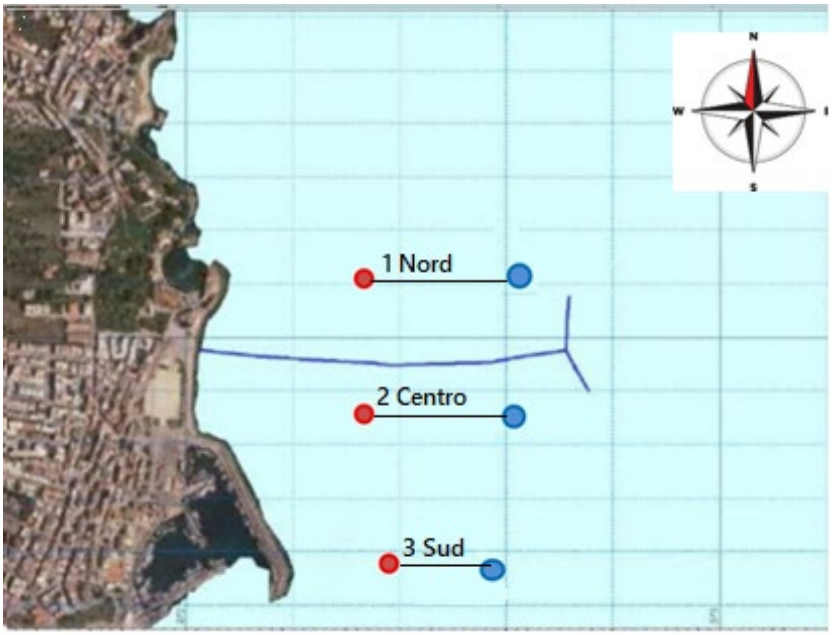


Figura 4. Localizzazione delle aree di intervento.

			Coordinate UTM	
Transetto	Localizzazione	Stazione	N	E
1	Nord	Intermedia	4217041,49 m	372351,69 m
		Limite inferiore	4217032,46 m	372609,64 m
2	Centro	Intermedia	4216833,93 m	372360,21 m
		Limite inferiore	4216824,86 m	372617,08 m
3	Sud	Intermedia	4216571,38 m	372379,87 m
		Limite inferiore	4216569,41 m	372616,07 m

Tabella 3. Coordinate geografiche delle aree investigate (zona 33 S).

Cod. Fis. LMBSRG65A06L331B - P. IVA 02139690818
Via Passo Enea, 56 - 91100 Trapani
Tel 3466378979
sergio.lombardo@biologo.onb.it

DESCRITTORI STRUTTURALI TRANSETTO 1 (NORD)

I dettagli dei conteggi registrati nel transetto sono riportati nelle tabelle seguenti (tabella 4).

Area	**1° Conta**	**2° Conta**	**3° Conta**	**4° Conta**	**5° Conta**	**6° Conta**	**7° Conta**	**8° Conta**	**9° Conta**
	N.	**N.**	**N.**	**N.**	**N.**	**N.**	**N.**	**N.**	**N.**
Stazione Intermedia	47	53	61	42	38	32	65	44	29
Limite inferiore	24	29	17	25	31	27			

Tabella 4. Singoli conteggi effettuati nelle aree di indagine.

Per l'area di indagine, la media dei 15 conteggi è pari a 38 rizomi/1600 cm^2 con un numero di fasci per m^2 uguale a 235/m^2; la media della copertura della prateria è risultata essere del 75% della superficie totale (tabella 5).

Media	**Dev.St.**	**Fasci/m^2**	**Copertura**
N.	±	**N.**	%
38	14,1	**235**	75

Tabella 5. Valore di densità della prateria di *P. oceanica*.

I dettagli dei valori registrati, conteggi per il ricoprimento in % e densità fogliare presi in esame per le due aree, Stazione Intermedia e Limite inferiore, sono riportati nella tabella seguente (tabella 6).

Stazione	**Media**	**d.s..**	**Fasci/m^2**	**Copertura**
	N.	±	N.	**%**
Stazione Intermedia	46	15,1	**285**	79
Limite inferiore	21	4,2	**159**	70

Tabella 6. Valore di densità della prateria in base alla profondità.

Cod. Fis. LMBSRG65A06L331B - P. IVA 02139690818
Via Passo Enea, 56 - 91100 Trapani
Tel 3466378979
sergio.lombardo@biologo.onb.it

Nella Stazione Intermedia, la prateria risulta continua con un ricoprimento che si attesta a circa il 79% sul totale del fondale marino, vi sono segni di disturbo (*debris*) e non si registra la presenza di alghe alloctone e/o di altre piante risultando prateria pura (tabella 6).

Indicatori		
Continuità della prateria		Continua
Ricoprimento *P. oceanica* viva	%	100
Ricoprimento matte morta	%	0
Ricoprimento *Caulerpa cylindracea*	%	0
Ricoprimento *Cymodocea nodos*a	%	0
Tipo di Substrato		Roccia
Fonti di disturbo evidenti		Sì
Composizione prateria		Pura
Presenza alghe alloctone		no

Tabella 7. Dati registrati durante il *survey* nella Stazione Intermedia.

Sul Limite Inferiore, la prateria risulta discontinua con un ricoprimento che si attesta a circa al 70% (tabella 6), vi sono segni di disturbo (*debris*) e non si registra la presenza di altre piante o alghe autoctone risultando prateria pura (tabella 8).

Indicatori		
Continuità della prateria		Discontinua
Ricoprimento *P.oceanica* viva	%	90
Ricoprimento matte morta	%	10
Ricoprimento *Caulerpa cylindracea*	%	0
Ricoprimento *Cymodocea nodosa*	%	0
Tipo di Substrato		Sedimento grossolano
Fonti di disturbo evidenti		Sì
Composizione prateria		Pura
Presenza alghe alloctone		no

Tabella 8. Dati registrati durante il *survey* sul Limite inferiore.

INDICI ECOLOGICI

Gli indici ecologici calcolati per le due aree sono riportati nella tabella seguente.

	Staz. Int.	Lim. Inf.
I.C.	0,89	0,80
I.S.	0	0
P.S.I.	0	0,2

Tabella 9. Valori calcolati dei tre indici ecologici.

Cod. Fis. LMBSRG65A06L331B - P. IVA 02139690818
Via Passo Enea, 56 - 91100 Trapani
Tel 3466378979
sergio.lombardo@biologo.onb.it

GRANULOMETRIA DEL SEDIMENTO e TOC

L'analisi della granulometria mostra una predominanza della frazione sabbiosa nella Stazione Intermedia; mentre sul Limite Inferiore la componente sabbiosa è presente per circa la metà del campione analizzato (tabella 10),

Stazione	Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Silt (%)	Argilla (%)	TOC
Intermedia	11,8	41,2	17,0	30,0	0,80
Limite inferiore	22,8	48,4	21,9	6,9	0,99

Tabella 10. Risultati delle analisi granulometriche, valori espressi in percentuale.

DESCRITTORI STRUTTURALI TRANSETTO 2 (CENTRO)

I dettagli dei conteggi registrati nel transetto sono riportati nelle tabelle seguenti (tabella 11).

Area	**1° Conta**	**2° Conta**	**3° Conta**	**4° Conta**	**5° Conta**	**6° Conta**	**7° Conta**	**8° Conta**	**9° Conta**
	N.	**N.**	**N.**	**N.**	**N.**	**N.**	**N.**	**N.**	**N.**
Stazione Intermedia	57	64	80	59	62	70	49	77	41
Limite inferiore	29	17	35	41	14	28			

Tabella 11. Singoli conteggi effettuati nelle aree di indagine.

Per l'area di indagine, la media dei 15 conteggi è pari a 48 rizomi/1600 cm^2 con un numero di fasci per m^2 uguale a 301; la media della copertura della prateria è risultata essere dell'81% della superficie totale (tabella 12).

Media	**Dev.St.**	**Fasci/m^2**	**Copertura**
N.	±	**N.**	%
48	21,0	**301**	81

Tabella 12. Valore di densità della prateria di *P. oceanica*.

Cod. Fis. LMBSRG65A06L331B - P. IVA 02139690818
Via Passo Enea, 56 - 91100 Trapani
Tel 3466378979
sergio.lombardo@biologo.onb.it

I dettagli dei valori registrati, conteggi per il ricoprimento in % e densità fogliare presi in esame per le due aree, Stazione Intermedia e Limite Inferiore, sono riportati nella tabella seguente (tabella 13).

Stazione	**Media**	**d.s..**	**Fasci/m²**	**Copertura**
	N.	±	N.	**%**
Stazione Intermedia	62	12,5	**388**	94
Limite Inferiore	27	10,3	**171**	68

Tabella 13. Valore di densità della prateria in base alla profondità.

Nella Stazione Intermedia, la prateria risulta continua con un ricoprimento che si attesta a circa il 94% sul totale del fondale marino, vi sono segni di disturbo come reti da pesca abbandonate e attrezzi vari evidenti, non si registra la presenza di alghe alloctone e/o di altre piante risultando prateria pura (tabella 14).

Indicatori		
Continuità della prateria		Continua
Ricoprimento *P.oceanica* viva	%	95
Ricoprimento matte morta	%	5
Ricoprimento *Caulerpa cylindracea*	%	0
Ricoprimento *Cymodocea nodosa*	%	0
Tipo di Substrato		Roccia matte
Fonti di disturbo evidenti		Si
Composizione prateria		Pura
Presenza alghe alloctone		no

Tabella 14. Dati registrati durante il *survey* nella Stazione Intermedia.

Sul Limite Inferiore, la prateria risulta continua con un ricoprimento che si attesta a circa al 68%, vi sono segni di disturbo (*debris*), non si registra la presenza di altre piante o alghe autoctone risultando prateria pura (tabella 15).

Cod. Fis. LMBSRG65A06L331B - P. IVA 02139690818
Via Passo Enea, 56 - 91100 Trapani
Tel 3466378979
sergio.lombardo@biologo.onb.it

Indicatori		
Continuità della prateria		Discontinua
Ricoprimento *P.oceanica* viva	%	70
Ricoprimento matte morta	%	30
Ricoprimento *Caulerpa cylindracea*	%	0
Ricoprimento *Cymodocea nodosa*	%	0
Tipo di Substrato		Altro
Fonti di disturbo evidenti		Sì
Composizione prateria		Pura
Presenza alghe alloctone		no

Tabella 15. Dati registrati durante il *survey* nella Stazione Intermedia.

INDICI ECOLOGICI

Gli indici ecologici calcolati per le due aree sono riportati nella tabella seguente.

	Staz. Int.	Lim. Inf.
I.C.	0,95	0,7
I.S.	0	0
P.S.I.	0,05	0,3

Tabella 16. Valori calcolati dei tre indici ecologici.

GRANULOMETRIA DEL SEDIMENTO e TOC

L'analisi della granulometria mostra una predominanza della frazione sabbiosa nella Stazione Intermedia; invece, la ghiaia raggiunge sul Limite Inferiore la percentuale più elevata pari al 72% circa (tabella 17).

Stazione	Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Silt (%)	Argilla (%)	TOC
Intermedia	22,3	34,7	27,4	15,6	1,9
Limite Inferiore	72,2	11,4	12	3,9	1

Tabella 17. Risultati delle analisi granulometriche, valori espressi in percentuale.

Cod. Fis. LMBSRG65A06L331B - P. IVA 02139690818
Via Passo Enea, 56 - 91100 Trapani
Tel 3466378979
sergio.lombardo@biologo.onb.it

DESCRITTORI STRUTTURALI TRANSETTO 3 (SUD)

I dettagli dei conteggi registrati nel transetto sono riportati nelle tabelle seguenti (tabella 18).

Area	**1° Conta**	**2° Conta**	**3° Conta**	**4° Conta**	**5° Conta**	**6° Conta**	**7° Conta**	**8° Conta**	**9° Conta**
	N.	**N.**	**N.**	**N.**	**N.**	**N.**	**N.**	**N.**	**N.**
Stazione Intermedia	44	36	53	57	38	34	59	57	51
Limite Inferiore	29	21	38	19	15	23			

Tabella 18. Singoli conteggi effettuati nelle aree di indagine.

Per l'area di indagine, la media dei 15 conteggi è pari a 38 rizomi/1600 cm^2 con un numero di fasci per m^2 uguale a 239; la media della copertura della prateria è risultata essere dell'83% della superficie totale (tabella 19).

Media	**Dev.St.**	**Fasci/m^2**	**Copertura**
N.	±	**N.**	%
38	14,9	**239**	83

Tabella 19. Valore di densità della prateria di *P. oceanica*.

I dettagli dei valori registrati, conteggi per il ricoprimento in % e densità fogliare presi in esame per le due aree, Stazione Intermedia e Limite Inferiore, sono riportati nella tabella seguente (tabella 20).

Stazione	**Media**	**d.s..**	**Fasci/m^2**	**Copertura**
	N.	±	N.	**%**
Stazione Intermedia	48	9,8	**298**	100
Limite Inferiore	24	8,2	**151**	68

Tabella 20. Valore di densità della prateria in base alla profondità.

Cod. Fis. LMBSRG65A06L331B - P. IVA 02139690818
Via Passo Enea, 56 - 91100 Trapani
Tel 3466378979
sergio.lombardo@biologo.onb.it

Nella Stazione Intermedia, la prateria risulta continua con un ricoprimento che si attesta al 100% sul totale del fondale marino, vi sono segni di disturbo evidenti, non si registra la presenza di alghe alloctone e/o di altre piante risultando prateria pura (tabella 21).

Indicatori		
Continuità della prateria		Continua
Ricoprimento *P. oceanica* viva	%	100
Ricoprimento matte morta	%	0
Ricoprimento *Caulerpa cylindracea*	%	0
Ricoprimento *Cymodocea nodosa*	%	0
Tipo di Substrato		Roccia e sabbia
Fonti di disturbo evidenti		Sì
Composizione prateria		Pura
Presenza alghe alloctone		No

Tabella 21. Dati registrati durante il *survey* nella Stazione Intermedia.

Sul Limite Inferiore, la prateria risulta continua con un ricoprimento che si attesta a circa al 68%, vi sono segni di disturbo evidenti, non si registra la presenza di altre piante o alghe autoctone risultando prateria pura (tabella 22).

Indicatori		
Continuità della prateria		Discontinua
Ricoprimento *P. oceanica* viva	%	70
Ricoprimento matte morta	%	30
Ricoprimento *Caulerpa cylindracea*	%	0
Ricoprimento *Cymodocea nodosa*	%	0
Tipo di Substrato		Altro
Fonti di disturbo evidenti		Sì
Composizione prateria		Pura
Presenza alghe alloctone		no

Tabella 22. Dati registrati durante il *survey* nella Stazione Intermedia.

INDICI ECOLOGICI

Gli indici ecologici calcolati per le due aree sono riportati nella tabella seguente.

	Staz. Int.	Lim. Inf.
I.C.	0,95	0,70
I.S.	0	0
P.S.I.	0,05	0.30

Tabella 23. Valori calcolati dei tre indici ecologici.

Cod. Fis. LMBSRG65A06L331B - P. IVA 02139690818
Via Passo Enea, 56 - 91100 Trapani
Tel 3466378979
sergio.lombardo@biologo.onb.it

GRANULOMETRIA DEL SEDIMENTO e TOC

L'analisi della granulometria mostra una predominanza della frazione ghiaiosa sia nella Stazione Intermedia che nel campionamento effettuato sul Limite Inferiore (tabella 24).

Stazione	Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Silt (%)	Argilla (%)	TOC
Intermedia	50,6	19,9	19,7	9,8	1,3
Limite Inferiore	64,9	13,5	15,6	6	1,4

Tabella 24. Risultati delle analisi granulometriche, valori espressi in percentuale.

Cod. Fis. LMBSRG65A06L331B - P. IVA 02139690818
Via Passo Enea, 56 - 91100 Trapani
Tel 3466378979
sergio.lombardo@biologo.onb.it

PRIME CONSIDERAZIONI

L'inquinamento terrestre è una delle principali minacce antropiche agli ecosistemi marini costieri, che è stato modellizzato e mappato su scala globale (Halpern *et al*., 2008) e mediterranea (Micheli *et al*., 2013) una delle sfide che tutti i Paesi devono affrontare, il trattamento e lo smaltimento delle acque reflue e delle acque di scarico.

Le fanerogame marine svolgono un importante ruolo a livello mondiale nell'ecologia marina delle zone costiere ed estuarine, supportando le comunità di pesci, molluschi ed invertebrati (Orth *et al*.,1984; Howard *et al*., 1989; Lemmens *et al*. 1996; Heck *et al*., 2003). Nel corso degli anni si sono verificati importanti perdite di superfici a fenerogame a causa dell'eutrofizzazione e della torbidità prodotta in prossimità dei grandi centri urbani o industriali e in minima parte per le perturbazioni naturali (Short e Wyllie-Echeverria, 1996; Seddon *et al*., 2000; Kendrick *et al*., 2002); la conseguenza è che le fanerogame marine sono oggi in forte regressione in tutti i paesi (Waycott *et al*., 2009), purtroppo se i fattori di disturbi solitamente danneggiano rapidamente le fanerogame marine, il recupero delle praterie e dei prati è spesso relativamente lento (Fonseca *et al*., 1987).

Le praterie forniscono molti servizi ecosistemici importanti (Campagne *et al*., 2015), tra cui il sequestro del carbonio (Pergent-Martini *et al*., 2021), non tollera idrodinamiche troppo forti, quali i danni fisici causati dalle onde e/o erosione delle coste (Boudouresque *et al*., 2009; Ruju *et al*., 2018)), né valori di salinità estremi (Boudouresque *et al*., 2009) e acque ipersaline (Capó *et al*., 2020; Blanco-Murillo *et al*., 2023).

È anche sensibile alle temperature estreme dell'acqua, segni di riscaldamento con ondate di calore influiscono sulla morfologia e sulla crescita della pianta, con una crescita limitata al di sopra dei 27 °C (Guerrero-Meseguer *et al*., 2017; Stipcich *et al*., 2022).

Sebbene la specie mostri una resilienza promettente (Bennett *et al*., 2022), il riscaldamento globale rappresenta quindi una grave minaccia per le praterie di *P. oceanica* a causa dell'aumento della temperatura dell'acqua (Litsi-Mizan *et al*., 2023).

La ricerca ecologica propone strategie di valutazione efficaci, le quali prevedono il rilevamento di descrittori sintetici dell'ecosistema da studiare, poiché i sistemi naturali sono sempre caratterizzati da un alto livello di molteplicità, se si considerano il numero e

Cod. Fis. LMBSRG65A06L331B - P. IVA 02139690818
Via Passo Enea, 56 - 91100 Trapani
Tel 3466378979
sergio.lombardo@biologo.onb.it

l'eterogeneità delle variabili in gioco e di complessità quando si tiene conto delle relazioni che tra loro intercorrono.

Quanto detto vale quando si ha a che fare con un ecosistema come quello del posidonieto per il quale la lista dei descrittori fisici, chimici e biologici è notevole, rendendo ardua la comprensione completa.

Composizione, estensione e struttura delle praterie sono condizionate dalle caratteristiche biologiche della pianta e dalle caratteristiche ambientali quali il tipo e natura del substrato, la geomorfologia del fondale, l'idrodinamismo, la profondità e conseguente luminosità, il tasso di sedimentazione ecc.

Per la valutazione dello stato di salute delle praterie di Posidonia si evince che densità, fenologia, lepidocronologia e comunità epifita vengono usualmente impiegati per avere una descrizione sintetica della prateria stessa (Pergent Martini *et al*., 2005).

Per ciò che concerne le praterie delle fanerogame marine, i descrittori possono essere misure dirette semplici (conteggi, osservazioni *in situ* come densità assoluta fasci, copertura, tipologia di Limite Inferiore) o indirette (calcolati dalle misure dirette come densità relativa, numero, lunghezza e larghezza media delle foglie, LAI, coefficiente A) (tabella 25).

DESCRITTORI	Prateria	Limite Inferiore (profondità e tipologia)
	Popolazione	Densità e copertura (struttura)
		Presenza di matte morte o intermatte (morfologia)
	Individuo	Biometria delle piante
		Superficie fogliare
		Rapporto tra biomassa degli epifiti e biomassa fogliare del fascio
	Comunità	Flora e fauna associata alle piante (specialmente gli epifiti delle foglie)

Tabella 25. Descrittori presi in considerazione per il calcolo dello stato ecologico della prateria di *P. oceanica*.

Alla categoria dei descrittori sintetici appartengono le variabili, biotiche o abiotiche, dalla cui misura e analisi sia possibile trarre informazioni sulle condizioni globali di salute di una prateria. Possono essere distinti in; descrittori strutturali e descrittori funzionali.

Cod. Fis. LMBSRG65A06L331B - P. IVA 02139690818
Via Passo Enea, 56 - 91100 Trapani
Tel 3466378979
sergio.lombardo@biologo.onb.it

Tra i descrittori sintetici strutturali sono presenti le variabili che permettono di "pesare" dal punto di vista fisico la prateria esistente e la densità della vegetazione, intesa come numero di fasci fogliari per metro quadro.

La densità varia a seconda delle condizioni fisiche a cui è sottoposta la prateria 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).

Le analisi a livello individuale della pianta e molte delle analisi a livello di comunità richiedono la raccolta di campioni, in particolare dei fasci della prateria, e per questo sono indicate come tecniche distruttive.

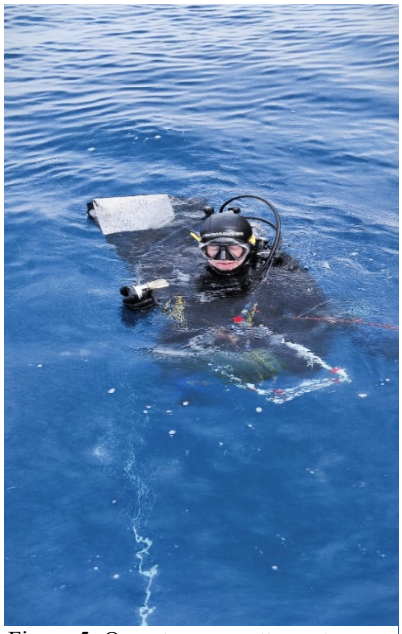


Figura 5. Operatore con attrezzature per foto e conta rizomi.

Al contrario per le analisi a livello di popolazione e per alcune analisi di comunità sono necessarie semplicemente dei sondaggi subacquei per ottenere i dati e, per questo motivo, sono definite come tecniche non distruttive (Montefalcone, 2009).

Basandosi su un *survey* con ispezione visiva e documentazione fotografica (figura 5), questa relazione preliminare riporta solamente i risultati dei descrittori strutturali; la densità dei fasci fogliari per unità di superficie. Questa variabile rappresenta uno dei descrittori più importanti per valutare lo stato di una prateria, soprattutto se misurato su scala temporale pluriannuale (Buia *et al*., 2003)

Una ulteriore variabile che integra le stime di densità nella descrizione strutturale di una prateria è rappresentata dalla copertura, che esprime la percentuale di fondale ricoperto dalla pianta (Buia *et al*., 2003).

Si è proceduto, quindi, a un rilevamento sul campo della densità dei fasci fogliari in due stazioni a tre diverse profondità lungo tre transetti e secondo il protocollo standardizzato ISPRA (2020).

In ogni stazione, oltre alle misure e i prelievi dei fasci, sono state effettuate, utilizzando la scheda di monitoraggio (tabella 1 e 2), stime relative a:

- Ricoprimento della prateria;
- Tipologia del substrato;
- Continuità della prateria;
- Percentuale di copertura a *matte* morta;

Cod. Fis. LMBSRG65A06L331B - P. IVA 02139690818
Via Passo Enea, 56 - 91100 Trapani
Tel 3466378979
sergio.lombardo@biologo.onb.it

- Percentuale di copertura di specie algali autoctone e alloctone appartenenti al genere *Caulerpa*;
- Percentuale di copertura di *Cymodocea nodosa*.

Le attività di ispezione, i conteggi e i prelievi, sono state svolte mediante un *survey* in immersione effettuato da personale scientifico qualificato ovvero da biologi marini con brevetto di OTS (Operatore Scientifico Subacqueo) che hanno seguito i dettami delle "Buone Prassi per la subacquea ISPRA/SNPA Manuali e linee guida ISPRA 94/2013".

La campagna di monitoraggio è stata effettuata applicando il Decreto Legisativo n. 152/06 e ss.mm.ii. con il campionamento che, in base alle indicazioni del D.M. 56/09, deve essere effettuato tra i mesi di giugno e settembre. I nostri monitoraggi sono stati effettuati tra il 24 giugno e il 20 luglio.

Nei tre transetti sono state effettuate osservazioni, stime visive, misure di densità e prelievo di campioni di *P. oceanica* per le successive analisi morfometriche di laboratorio al fine di definire, mediante indicatori e indici ambientali e biotici, lo stato di qualità la prateria di *P. oceanica* presente nell'area.

L'indagine bioecologica sul sito è stata effettuata nei periodi stagionali raccomandati dal protocollo ufficiale ISPRA. Nelle fasi di campionamento e rilevamento dati in immersione, è stata seguita una strategia di tipo gerarchico, secondo quanto indicato dal protocollo ISPRA, che prevede la distribuzione dei prelievi e delle rilevazioni sulla prateria in n. 3 sub aree, di circa 400 m^2 ognuna e distanziate di almeno 10 m tra loro. secondo lo schema riportato nella figura 6.

Cod. Fis. LMBSRG65A06L331B - P. IVA 02139690818
Via Passo Enea, 56 - 91100 Trapani
Tel 3466378979
sergio.lombardo@biologo.onb.it

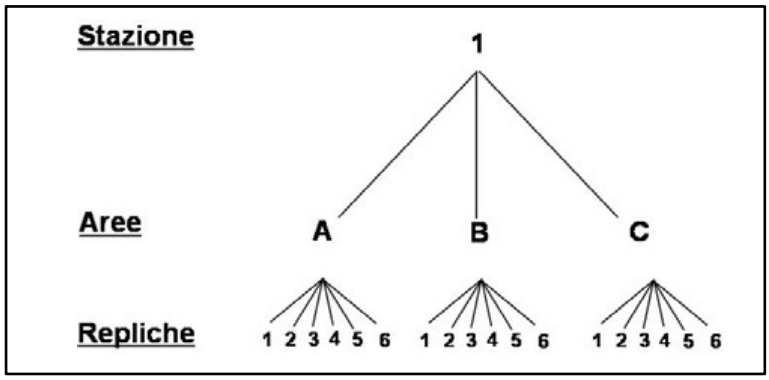
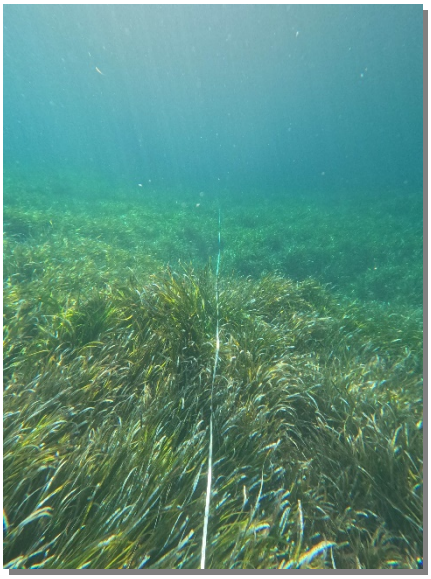


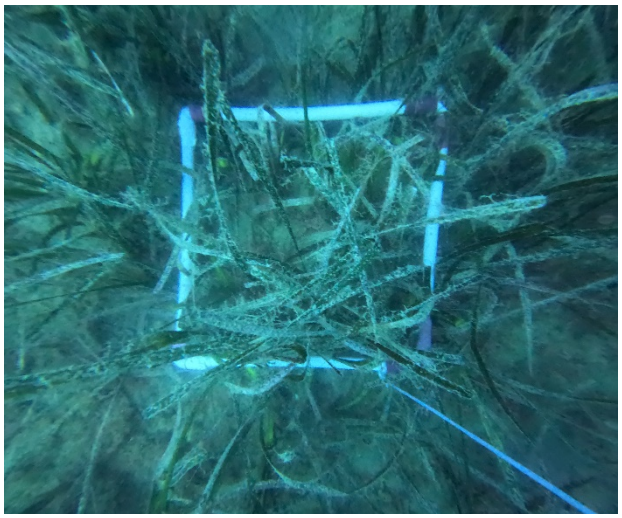
Figura 6. Schema di una strategia di campionamento gerarchica.


Figura 7. Metodo di distanziamento tra subaree

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.

La densità è uno dei descrittori di macroripartizione più in uso nelle indagini sullo stato delle praterie di *P. oceanica*. Essa è utilizzata per valutare l'importanza quantitativa di una formazione vegetale (Giraud, 1977; Panayotidis *et al.*, 1981).

La stima della densità dei fasci fogliari, ossia il numero dei ciuffi presenti in un metro quadro di fondale è stata effettuata mediante conta *in situ* dei fascicoli fogliari in quadrati di 40 cm di lato all'interno della prateria di *P. oceanica* (figura 8).


Figura 8. Quadrato 40 x 40 cm utilizzato per il conteggio di densità della prateria.

Tale conta è stata replicata 9 volte per stazione dei quindici metri di profondità e 6 volte per le stazioni del Limite Inferiore; i risultati sono stati riportati al 1 m^2 (Panayotidis *et al.*, 1981).

In letteratura esistono principalmente due metodi di classificazione dello stato della prateria sulla base dei valori di densità dei fasci. La prima è stata elaborata da Giraud (1977) e classifica le praterie in base al numero

Cod. Fis. LMBSRG65A06L331B - P. IVA 02139690818
Via Passo Enea, 56 - 91100 Trapani
Tel 3466378979
sergio.lombardo@biologo.onb.it

di fasci contati in immersione su una superficie di un metro quadro, come riportato di seguito (tabella 26).

Classe	Numero fasci	Stima di densità
I	Oltre 700 fasci/m^2	Prateria molto densa
II	Da 400 a 700 fasci/m^2	Prateria densa
III	Da 300 a 400 fasci/m^2	Prateria rada
IV	Da 150 a 300 fasci/m^2	Prateria molto rada
V	Da 50 a 150 fasci/m^2	Semiprateria

Tabella 26. Classificazione della prateria secondo lo schema di Giraud *et al*. (1979).

Secondo tale classificazione la prateria investigata sul transetto 1 più a nord (figura 4) risulta essere "molto rada"; sul transetto 2 centrale (figura 4) la prateria è classificata come "rada", mentre, sull'ultimo transetto il 3 più a sud vicino l'imboccatura del porto (figura 4) la prateria appare "molto rada".

Sulla base di dati bibliografici è stata formulata una nuova classificazione delle praterie, in cui la densità è rapportata alla profondità e ad altri fattori ambientali, quali torbidità e disturbo antropico (Pergent *et al*., 1995). Gli autori hanno evidenziato che l'evoluzione della densità della prateria in funzione della profondità segue un modello di tipo logaritmico e che la variabilità del fattore densità viene spiegato per il 54% dalla profondità.

Questa tabella classifica le praterie in quattro categorie, secondo i valori di densità misurati in funzione della profondità:

- Densità anormale, che corrisponde a situazioni critiche, in cui la vitalità della prateria è estremamente bassa;
- Densità bassa, che corrisponde ad una riduzione della vitalità della prateria e deve costituire un segnale di allarme ai fini di intraprendere azioni di risanamento;
- Densità normale, che corrisponde a valori di vitalità soddisfacenti, osservabili quando non esistono segni di pressione antropica;
- Densità eccezionale, che corrisponde a situazioni particolarmente eccezionali in termini di vitalità della pianta o di estensione batimetrica della prateria.

Cod. Fis. LMBSRG65A06L331B - P. IVA 02139690818
Via Passo Enea, 56 - 91100 Trapani
Tel 3466378979
sergio.lombardo@biologo.onb.it

Si distinguono in questo modo “praterie in equilibrio”, in cui la densità è nella norma (DN) o eccezionale (DE), da “praterie disturbate” o “praterie molto disturbate”, in cui la densità, limitata da più fattori, è bassa (DB) o anormale (DA) (tabella 27).

Cod. Fis. LMBSRG65A06L331B - P. IVA 02139690818
Via Passo Enea, 56 - 91100 Trapani
Tel 3466378979
sergio.lombardo@biologo.onb.it

	Prateria molto disturbata	Prateria disturbata	Prateria in equilibrio	
Profondità (m)	**Densità anormale (fasci/m^2)**	**Densità bassa (fasci/m^2)**	**Densità normale (fasci/m^2)**	**Densità eccezionale (fasci/m^2)**
1	< 822	822 - 934	934 - 1158	> 1158
2	< 646	646 – 758	758 – 982	> 982
3	< 543	543 - 655	655 – 879	> 879
4	< 470	470 - 582	582 – 806	> 806
5	< 413	413 - 525	525 - 749	> 749
6	<367	367 - 479	479 - 703	> 703
7	< 327	327 - 439	439 - 663	> 663
8	< 294	294 - 406	406 - 630	> 630
9	< 264	264 - 376	376 - 600	> 600
10	< 237	237 - 349	349 - 573	> 573
11	< 213	213 - 325	325 - 549	> 549
12	< 191	191 - 303	303 - 527	> 527
13	< 170	170 - 282	282 - 506	> 506
14	< 151	151 - 263	263 - 487	> 487
15	< 134	134 - 246	246 - 470	> 470
16	< 117	117 - 229	229 - 453	> 453
17	< 102	102 - 214	214 - 438	> 438
18	< 88	88 - 200	200 - 424	> 424
19	< 74	74 - 186	186 - 410	> 410
20	< 61	61 - 173	173 - 397	> 397
21	< 48	48 - 160	160 - 384	> 384
22	< 37	37 - 149	149 - 373	> 373
23	< 25	25 - 137	137 - 361	> 361
24	< 14	14 - 126	126 – 350	> 350
25	< 4	4 – 116	116 – 340	> 340
26		< 106	106 – 330	> 330
27		< 96	96 – 320	> 320
28		< 87	87 – 311	> 311
29		< 78	78 – 302	> 302
30		< 70	70 – 294	> 294

Tabella 27. Classificazione delle praterie di *P. Oceanica* secondo Pergent *et al*., (1995, modificata).

In base alla classificazione della tabella, il posidonieto del transetto 1 Nord presenta un valore di densità pari a 285 fasci/m^2 nella Stazione Intermedia; mentre sul Limite Inferiore il

Cod. Fis. LMBSRG65A06L331B - P. IVA 02139690818
Via Passo Enea, 56 - 91100 Trapani
Tel 3466378979
sergio.lombardo@biologo.onb.it

valore è di 159 (fasci/m^2) m (tabella 6) risultando una prateria in equilibrio con densità normale.

Analogo ragionamento è realizzato per la prateria del transetto 2 denominato centro, la prateria di *P. oceanica* ha una densità di fasci per metro quadrato uguale a 388 nella Stazione Intermedia e di 171 sul Limite Inferiore (tabella 13) risultando una prateria in equilibrio con densità normale.



Figura 9. Operatore impegnato per la conta dei rizomi.

Lo studio eseguito sul transetto 3 Sud esibisce valori inferiori a 300 fasci/m^2; 298 unità nella Stazione Intermedia e 151 fasci/m^2 sul Limite Inferiore (tabella 20) certificando anche, per questo transetto, una classificazione della prateria con densità normale e in equilibrio.

Da sottolineare, con evidenza, le fonti di disturbo presenti nell'area, l'esistenza marcata di *debris*, rottami, macerie, pezzi di rete monofilo e tremaglio, che si ritrovano in modo massiccio sul posidonieto oggetto d'indagine (figura 10).

Cod. Fis. LMBSRG65A06L331B - P. IVA 02139690818
Via Passo Enea, 56 - 91100 Trapani
Tel 3466378979
sergio.lombardo@biologo.onb.it



Figura 10. Esempi di *debris* su posidonieto area Santa Flavia.

Cod. Fis. LMBSRG65A06L331B - P. IVA 02139690818
Via Passo Enea, 56 - 91100 Trapani
Tel 3466378979
sergio.lombardo@biologo.onb.it

Autodichiarazione

Il sottoscritto Sergio Lombardo, nato a Trapani il 06/01/1965 e ivi residente in Via Passo Enea 56 in qualità di estensore dello studio consapevole delle responsabilità penali in caso di dichiarazioni mendaci, di uso e/o formazione di atti falsi di cui all'Art. 76 del DPR. 445/2000

dichiara

di essere in possesso delle effettive competenze in campo naturalistico, biologico e ambientale utili per la redazione del presente studio.

Il dichiarante



Trapani, 01/09/2026

Cod. Fis. LMBSRG65A06L331B - P. IVA 02139690818
Via Passo Enea, 56 - 91100 Trapani
Tel 3466378979
sergio.lombardo@biologo.onb.it

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

Bacci T., Penna M., Rende F.S., Tomasello A. e Calvo S., 2020. Nuova scheda metodologica EQB Angiosperme Posidonia. Scheda Metodologica *Posidonia oceanica* (L.) Delile Descrittore 1 Biodiversità (D.Lgs. 190/10) Elemento di Qualità Biologica Angiosperme (Dlgs 152/06). Pp 15.

Bellan-Santini D. 1969. Contribution à l'étude des peuplements infralittoraux sur substrat rocheux (étude qualitative et quantitative de la frange supérieure). *Recl. Trav. Stn Mar. Endoume*, **47** (63): 1-294.

Blanc J.J., Jeudy De Grissac A., 1984. Erosions sous-marines des herbiers a *Posidonia oceanica* (Méditerranée). In: International Workshop on Posidonia oceanica Beds, Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A. and Olivier J., edit., GIS Posidonie publ., Fr., 1: 23-28.

Boudouresque, C. F., and A. Meisnez, 1982. Découverte de l'herbier de Posidonie, *Cahier 4*, Parc Natl. de Port-Cross, Hyères, France.

Boudouresque C, G B, Bonhomme P, 2006. Préservation et Conservation Des Herbiers à Posidonia oceanica

Boudouresque Charles F, Guillaume Bernard, Gerard Pergent, Abdessalem Shili and Marc Verlaque, 2009. Regression of Mediterranean seagrasses caused by natural processes and anthropogenic disturbances and stress: a critical review Botanica Marina 52: 395–418

Buia M.C., Gambi M.C., Dappiano M., 2003. I sistemi a fanerogame marine Biol. Mar. Medit. **10**: 145-198.

Buia M.C. e Giaccone G., 2008. Biologia delle fanerogame marine. In: Relini G. (a cura di), Praterie a fanerogame marine - Piante con fiori nel Mediterraneo. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare - Museo Friulano di Storia Naturale, Quaderni Habitat,19: 11-21.

Campagne Carole Sylvie, Jean-Michel Salles, Pierre Boissery , Julie Deter, 2015. The seagrass Posidonia oceanica: Ecosystem services identification and economic evaluation of goods and benefits. Marine Pollution Bulletin Volume 97, Issues 1–2, Pages 391-400.

Caye G., 1982. Etude sur la croissance de la Posidonie, Posidonia oceanica (L.) Delile, formation des feuilles et croissance des tiges au cours d'une année. Téthys, Fr., 10 (3): 229-235.

Chessa L.A., Fresi E., Lorenzi C., 1995. Stato di salute di una prateria di *Posidonia oceanica* - Metodi di studio. In: La *Posidonia oceanica* - *Rivista Marittima*, 12: 72-77.

Cognetti G., Sarà M., Magazzù G., 2000. *Biologia Marina*. Edizioni Calderini, Bologna: 596 pp.

Giraud G., 1977. Contribution à la description et à la phénologie quantitative des herbiers de *Posidonia oceanica* (L.) Delile, Thèse de doctorat de spécialité en océanologie; *Université d'Aix-Marseille II, Marseille*: pp 150.

Giraud G., 1979. Sur une méthode de mesure et de comptage des structures foliaires de Posidonia oceanica (L.) Delile. Bull. Mus. Hist. nat. Marseille. Fr., 39: 33-39

Heck Ken, Cynthia Hays, and Robert J Orth, 2003. A Critical Evaluation of the Nursery Role Hypothesis for Seagrass Meadows. Marine Ecology Progress Series 253:123-136

Kuo J. E, Den Hartog C., 2000. Seagrasses: a profile of an ecological group. Biol. Mar. Medit. 7 (2): 3-17.

Marbà N, Díaz-Almela E, Duarte CM 2014. Mediterranean seagrass (*Posidonia oceanica*) loss between 1842 and 2009. Biological Conservation 176:183–190.

Mazzella L., Buia M.C., Gambi M.C., Lorenti M., Russo G.F., Scipione M.B., 1986. Metodi di rilevamento *in situ* e loro utilità nello studio di alcuni ecosistemi bentonici costieri.In: Bregant D., Fonda Umani S. (eds), *Atti del 7° Congresso Associazione Italiana Oceanologiae Limnologia*, AIOL: 483-502.

Cod. Fis. LMBSRG65A06L331B - P. IVA 02139690818
Via Passo Enea, 56 - 91100 Trapani
Tel 3466378979
sergio.lombardo@biologo.onb.it

Micheli F, Halpern BS, Walbridge S, Ciriaco S, Ferretti F, Fraschetti S, 2013. Cumulative Human Impacts on Mediterranean and Black Sea Marine Ecosystems: Assessing Current Pressures and Opportunities.

MOLINIER R., PICARD J., 1952. Recherches sur les herbiers de Phanérogames marines du littoral méditerranen français. Ann. Inst. Océanogr., Paris, 27 (3): 157-234.

Montefalcone M., Albertelli G., Morri C, Bianchi C. N., 2007. Urban seagrass: Status of *Posidonia oceanica* facing the Genoa city waterfront (Italy) and implications for management Marine Pollution Bulletin (54): 206–213.

Montefalcone M. 2009. Ecosystem health assessment using the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*: a review. *Ecol. Indic.*, 9: 595-604.

Panayotidis P., Boudouresque C.F., Marcot-Coqueugniot J., 1981. Microstructure de l'herbier de *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile. Botanica Marina, 24: 115-124.

Peres J.M., 1984. La régression des herbiers *Posidonia oceanica*. International Workshop on *Posidonia oceanica* beds. Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A. et Olivier J. édit., GIS Posidonie publ., Fr., 1: 445-454.

Pergent G., Pergent-Martini C., 1988. Phénologie de *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile dans le bassin Méditerranéen. Ann. Inst. Océanogr.,Paris, 1988, 64 (2) : 79-100.

Pergent G., Pergent-Martini C., 1995. Dinamique et èvolution de l'herbier à *Posidonia oceanica* in Méditerranée. Giorn. Bot. It., 129: 303- 307.

Pergent-Martini C., Leoni V., Pasqualini V., Ardizzone G.D., Balestri E., Bedini R., Belluscio A., Belsher T., Borg J., Boudouresque C.F., Boumaza S., Bouquegneau J.M., Buia M.C., Calvo S., Cebrian J., Charbonnel E., Cinelli F., Cossu A., Di Maida G., Dural B., Francour P., Gobert S., Lepoint G., Meinesz A., Molenaar H., Mansour H. M., Panayotidis P., Peirano A., Pergent G., Piazzi L., Pirrotta M., Relini G., Romero J., Sanchez-Lizaso J.L., Semroud R., Shembri P., Shili A., Tomasello A., Velimirov B., 2005. Descriptors of *Posidonia oceanica* meadows: use and application. Ecological Indicators, 5: 213-230.

Peres J.M., 1984. La régression des herbiers *Posidonia oceanica*. International Workshop on *Posidonia oceanica* beds. Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A. et Olivier J. édit., GIS Posidonie publ., Fr., 1: 445-454.

Romero J., 1986. Note sur une mèthode d'èvaluation de la densité des fascieaux dans les herbiers de Posidonies. Rapport Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée, 30 (2): 266.

Stipcich Patrizia, Eugenia T. Apostolaki, Niki Chartosia, Pavlos Theofilos Efthymiadis, Carlos E. Jimenez, Gabriella La Manna, Arianna Pansini, Elena Principato, Vasilis Resaikos, Giulia Ceccherelli, 2022. Assessment of *Posidonia oceanica* traits along a temperature gradient in the Mediterranean Sea shows impacts of marine warming and heat waves. Front. Mar. Sci., Sec. Global Change and the Future Ocean Volume 9

Stipcich Patrizia, Vasilis Resaikos and Giulia Ceccherelli, 2023. Experimental thermocline deepening highlights the resilience of the seagrass *Posidonia oceanica*: An opportunity to investigate shoot adaptability. Marine Pollution Bulletin.Volume 189.

Short F.T., Wyllie-Echeverria S., 1996. Natural and human-induced disturbance of seagrasses. Environmental Conservation, 23: 17-27.

Cod. Fis. LMBSRG65A06L331B - P. IVA 02139690818
Via Passo Enea, 56 - 91100 Trapani
Tel 3466378979
sergio.lombardo@biologo.onb.it