COMUNE DI SORI

Città Metropolitana di Genova

DETERMINAZIONE DEL RESPONSABILE
N. 550 DEL 28/12/2023

INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLE OPERE DI DIFESA COSTIERA DEL LITORALE DI SORI (FONDI PROTEZIONE CIVILE EX OCDPC N. 558/18 EVENTI DEL 29-30 OTTOBRE 2018).

Università degli Studi di Genova
DiSTAV, Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita
Corso Europa, 26
16132 GENOVA

CARATTERIZZAZIONE POST-OPERAM DELLE BIOCENOSI MARINE BENTONICHE PRESENTI SUI FONDALI ANTISTANTI LA SPIAGGIA PRINCIPALE DI SORI



A cura di: Muriel Oddenino e Monica Montefalcone

Genova, novembre 2024

Responsabile scientifico delle attività di monitoraggio biologico:
Prof.ssa Monica Montefalcone
Ecologa marina, PhD in Scienze del Mare
monica.montefalcone@unige.it

Sommario

Premessa 4

Attività di campo 5

Risultati dei rilevamenti subacquei 9

Considerazioni conclusive 14

Bibliografia 16

Premessa

Nell'ambito del progetto di potenziamento delle opere di difesa costiera lungo il litorale di Sori, è stato affidato al DiSTAV (Università degli Studi di Genova) il monitoraggio *post-operam* per la caratterizzazione delle biocenosi bentoniche presenti sui fondali antistanti l'opera in oggetto, per la valutazione del ricoprimento del fondo e per la misura della densità delle formazioni a *Posidonia oceanica*.

Le opere di difesa costiera previste dal progetto sono incluse nell'Allegato IV del D.Lgs. n. 152/2006, che stabilisce che tali interventi devono passare attraverso una procedura di verifica di assoggettabilità a VIA (Valutazione di Impatto Ambientale). Tuttavia, secondo il Decreto del Commissario Delegato n. 33/2021, gli interventi inclusi nel Piano 2021 non sono soggetti a VIA, pur trovandosi parzialmente in aree Natura 2000. Nonostante ciò, è necessaria una valutazione di incidenza per esaminare gli impatti potenziali sulle aree naturali protette, come la ZSC-SIC IT1332575 Fondali Nervi-Sori, che ospita praterie di *Posidonia oceanica*, una specie inserita nell'Annesso I (specie rigorosamente protette) della Convenzione di Berna e nell'Annesso II (specie minacciate) del Protocollo delle Aree Specialmente Protette della Convenzione di Barcellona. Le praterie di *P. oceanica* sono, inoltre, inserite tra gli habitat prioritari nell'Annesso I della Direttiva "Habitat" EC 92/43/EEC del 21 maggio 1992, relativa alla Conservazione degli Habitat Naturali e della Fauna e della Flora Selvatiche. La Direttiva definisce questi habitat prioritari come Siti di Interesse Comunitario (SIC), la cui conservazione richiede la designazione di Zone Speciali di Conservazione (ZSC).

La prateria presente nella ZSC-SIC IT1332575 Fondali Nervi-Sori si sviluppa tra Genova Quarto e Sori, coprendo circa 11 km di lunghezza con una larghezza media di 1000 m. La porzione più vicina al litorale di Sori si trova presso il molo a ovest della spiaggia principale (Fig. 1).

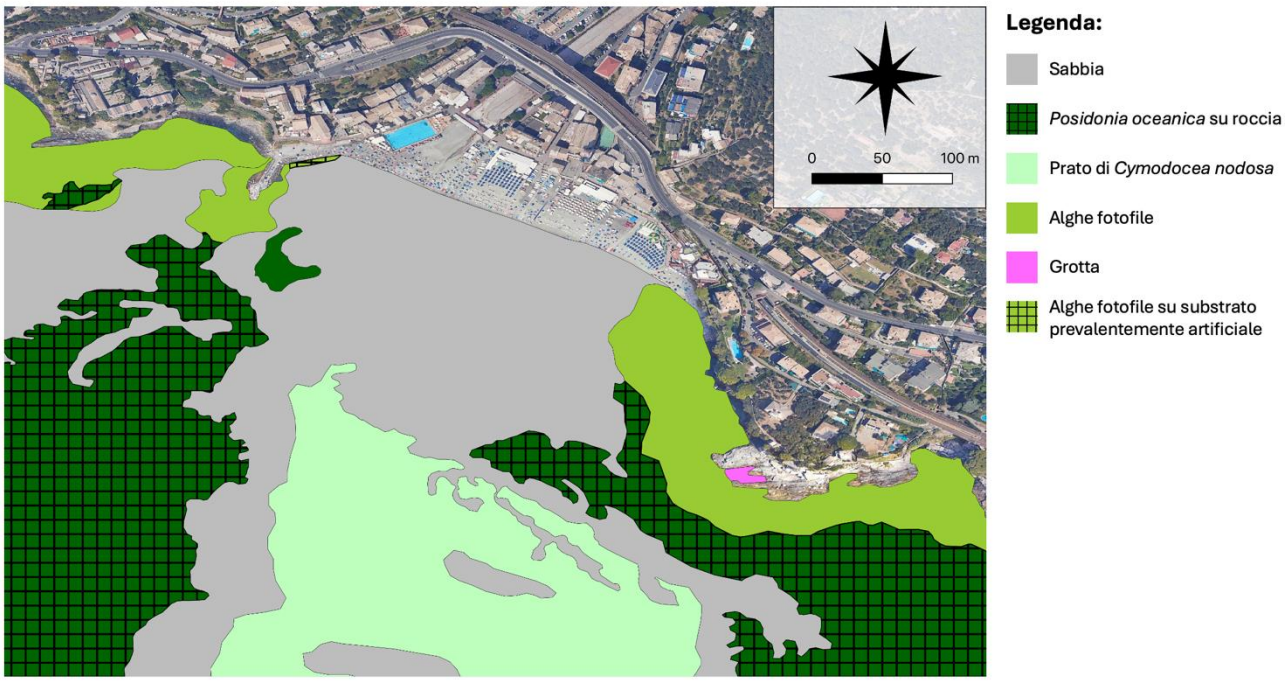


Figura 1. Distribuzione degli habitat marini lungo il litorale di Sori (Coppo et al., 2020).

Il progetto di potenziamento delle opere di difesa costiera lungo il litorale di Sori aveva quindi previsto un monitoraggio preliminare *ante-operam*, che era stato eseguito nel 2021, per ottenere una prima caratterizzazione del fondale e delle biocenosi presenti. Le indagini condotte nel 2021 avevano permesso di rilevare la presenza di piccole chiazze di *P. oceanica* su roccia, con percentuali di ricoprimento del fondo inferiori al 40% e basse densità dei fasci fogliari che ne determinavano uno stato "non soddisfacente".
A seguito della realizzazione dell'opera di difesa costiera, come richiesto dalle attività previste nel monitoraggio *post-operam*, è stata quindi effettuata una caratterizzazione delle biocenosi bentoniche presenti sui fondali comprensiva della valutazione del ricoprimento del fondo e della misurazione della densità dei fasci fogliari di *P. oceanica*. I risultati ottenuti hanno permesso di stabilire un quadro di riferimento utile per il confronto con la situazione registrata durante la fase *ante-operam*, al fine di evidenziare potenziali impatti o alterazioni nell'ambiente sommerso a seguito della realizzazione del progetto.

Attività di campo

Le attività di rilevamento in mare, per la caratterizzazione delle biocenosi marine bentoniche presenti sui fondali antistanti la spiaggia principale di Sori, sono state effettuate il 14 e il 15 novembre 2024, con condizioni metereologiche buone, mare calmo e assenza di vento.
I rilevamenti sono avvenuti in immersione subacquea con autorespiratore ad aria (ARA), da parte di due operatori scientifici subacquei qualificati, utilizzando come normativa di riferimento per l'immersione scientifica il codice di pratica dell'UNESCO (Scientific Diving: a general code of practice, edizione del 1996 e aggiornamenti successivi) e adottando gli standard previsti dalla Comunità Europea (ESD, European Scientific Diver, e AESD, Advanced European Scientific Diver, MAST CT 96-6351, Maggio 1997) (http://www.aioss.info/).

Gli operatori scientifici subacquei partecipanti alle attività di campo sono stati:

Dott.ssa Muriel Oddenino
Brevetto PADI Dive Master
Ecologa marina – Assegnista di ricerca presso il DiSTAV (Università degli Studi di Genova)

Dott. Francesco Pelizza
Brevetto SSI Advanced Open Water
Biologo marino – Dottorando presso il DiSTAV (Università degli Studi di Genova)

Seguendo il medesimo disegno di rilevamento svolto nel 2021 prima dell'intervento (*ante-operam*), gli operatori scientifici subacquei hanno percorso i quattro transetti (T1, T2, T3 e T4) definiti in base alle carte progettuali (Fig. 2). La direzione sott'acqua è stata mantenuta con l'ausilio di una bussola subacquea, mentre la profondità è stata misurata con un computer da immersione, la cui precisione è di circa 30 cm. La lunghezza dei transetti, pari

a 100 m per T1 e T3, e pari a 50 m per T2 e T4, è stata determinata mediante l'utilizzo di una bindella metrica.



Figura 2. Localizzazione dei 4 transetti realizzati (T1-T4) durante il monitoraggio ambientale.

Lungo ciascun transetto sono stati realizzati dei video subacquei utilizzando una videocamera subacquea GoPro Hero 13 ad alta definizione, al fine di consentire una dettagliata caratterizzazione del fondale.
Lungo ogni transetto è stato effettuato, durante le immersioni, un rilevamento visivo per una caratterizzazione generale dell'ambiente e una descrizione fisionomica dei principali popolamenti bentonici presenti, e sono stati registrati i seguenti dati di interesse:

- profondità del fondale;
- tipologia del fondale (sabbia, roccia, matte);
- lista delle specie bentoniche cospicue presenti;
- ricoprimento percentuale del fondale con *P. oceanica* viva. La stima visiva del ricoprimento è stata eseguita dai due subacquei che, indipendentemente, hanno fornito una stima del ricoprimento in percentuale della prateria rispetto al fondale marino (Montefalcone, 2009);
- densità assoluta di *P. oceanica*, tramite 6 repliche di conteggio diretto dei fasci fogliari mediante una cornice quadrata di 20 cm × 20 cm. I valori di densità assoluta misurati sono

stati successivamente riportati al m^2 e classificati secondo la classificazione proposta da Giraud (1977) e dalla più recente classificazione proposta dalle United Nations Environment Programme and Mediterranean Action Plan (UNEP/MAP-RAC/SPA, 2011) (Tab. 1, 2).

Tabella 1. Classificazione delle praterie di *Posidonia oceanica* in base alla densità dei fasci fogliari (Giraud, 1977).

Densità al m^2	**Classe**
> 700 fasci/m^2	*Classe I*: prateria molto densa
700-400 fasci/m^2	*Classe II*: prateria densa
400-300 fasci/m^2	*Classe III*: prateria rada
300-150 fasci/m^2	*Classe IV*: prateria molto rada
150-50 fasci/m^2	*Classe V*: semiprateria
< 50 fasci/m^2	*Classe VI*: ciuffi isolati

Tabella 2. Classificazione delle praterie di *Posidonia oceanica* in base alla densità dei fasci fogliari (UNEP/MAP-RAC/SPA, 2011).

Profondeur (en m)	High	Good	Moderate	Poor	Bad
1	> 1133	1133 to 930	930 to 727	727 to 524	< 524
2	> 1067	1067 to 863	863 to 659	659 to 456	< 456
3	> 1005	1005 to 808	808 to 612	612 to 415	< 415
4	> 947	947 to 757	757 to 567	567 to 377	< 377
5	> 892	892 to 709	709 to 526	526 to 343	< 343
6	> 841	841 to 665	665 to 489	489 to 312	< 312
7	> 792	792 to 623	623 to 454	454 to 284	< 284
8	> 746	746 to 584	584 to 421	421 to 259	< 259
9	> 703	703 to 547	547 to 391	391 to 235	< 235
10	> 662	662 to 513	513 to 364	364 to 214	< 214
11	> 624	624 to 481	481 to 338	338 to 195	< 195
12	> 588	588 to 451	451 to 314	314 to 177	< 177
13	> 554	554 to 423	423 to 292	292 to 161	< 161
14	> 522	522 to 397	397 to 272	272 to 147	< 147
15	> 492	492 to 372	372 to 253	253 to 134	< 134
16	> 463	463 to 349	349 to 236	236 to 122	< 122
17	> 436	436 to 328	328 to 219	219 to 111	< 111
18	> 411	411 to 308	308 to 204	204 to 101	< 101
19	> 387	387 to 289	289 to 190	190 to 92	< 92
20	> 365	365 to 271	271 to 177	177 to 83	< 83
21	> 344	344 to 255	255 to 165	165 to 76	< 76
22	> 324	324 to 239	239 to 154	154 to 69	< 69
23	> 305	305 to 224	224 to 144	144 to 63	< 63
24	> 288	288 to 211	211 to 134	134 to 57	< 57
25	> 271	271 to 198	198 to 125	125 to 52	< 52
26	> 255	255 to 186	186 to 117	117 to 47	< 47
27	> 240	240 to 175	175 to 109	109 to 43	< 43
28	> 227	227 to 164	164 to 102	102 to 39	< 39
29	> 213	213 to 154	154 to 95	95 to 36	< 36
30	> 201	201 to 145	145 to 89	89 to 32	< 32
31	> 189	189 to 136	136 to 83	83 to 30	< 30
32	> 179	179 to 128	128 to 77	77 to 27	< 27
33	> 168	168 to 120	120 to 72	72 to 24	< 24
34	> 158	158 to 113	113 to 68	68 to 22	< 22
35	> 149	149 to 106	106 to 63	< 63	
36	> 141	141 to 100	100 to 59	< 59	
37	> 133	133 to 94	94 to 55	< 55	
38	> 125	125 to 88	88 to 52	< 52	
39	> 118	118 to 83	83 to 48	< 48	
40	> 111	111 to 78	78 to 45	< 45	

Risultati dei rilevamenti subacquei

Le indagini subacquee condotte lungo i quattro transetti hanno permesso di rilevare le principali biocenosi presenti e le caratteristiche ambientali del fondale, con particolare riferimento alle formazioni di *Posidonia oceanica*. I quattro transetti presentano condizioni molto simili: nella prima parte superficiale di ciascun transetto, il fondale è costituito principalmente da rocce o massi colonizzati da una vegetazione fotofila tipica del piano infralitorale superiore, dominata dall'alga rossa *Jania rubens* (Fig. 3).

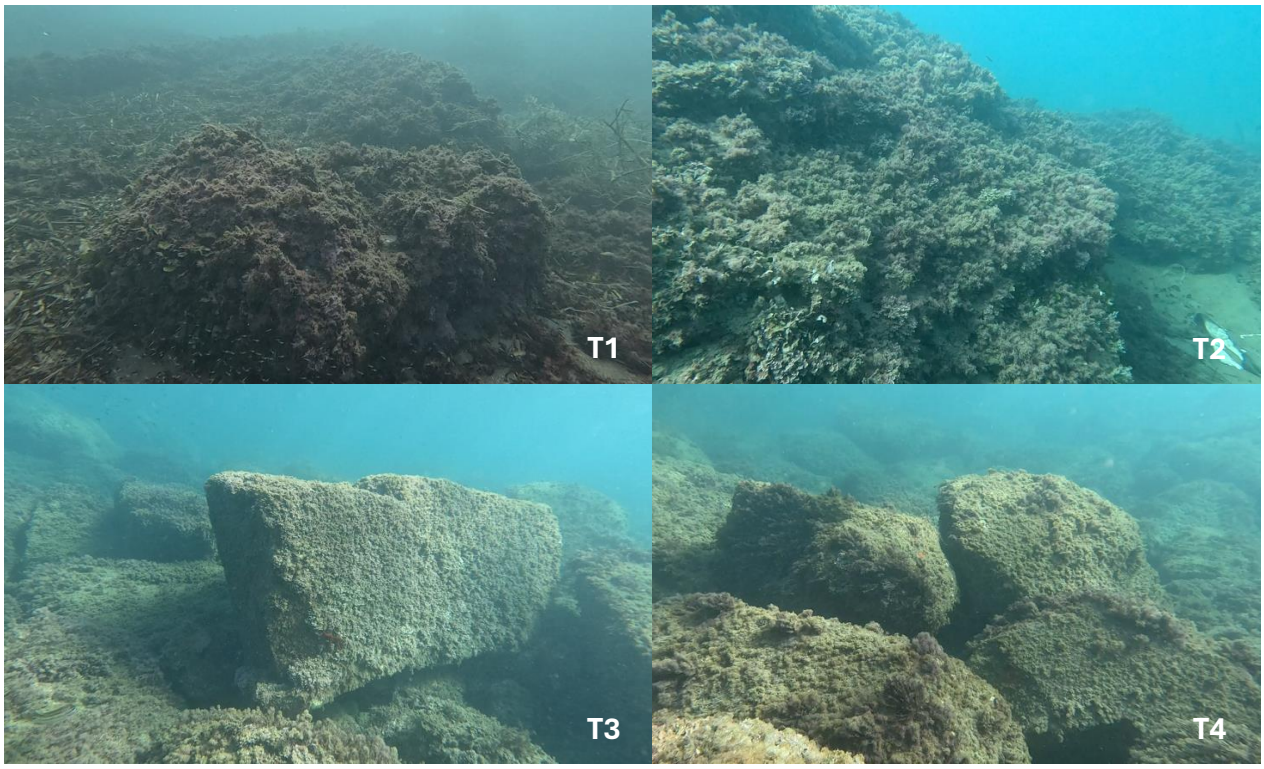


Figura 3. Condizioni ambientali osservate nelle porzioni superficiali dei 4 transetti (T1, T2, T3 e T4).

Coerentemente a quanto era stato già segnalato nella relazione del 2021 durante le fasi di monitoraggio *ante-operam*, lungo tutti e quattro i transetti sono state identificate formazioni a *P. oceanica* su substrato roccioso localizzate in quattro aree principali (A, B, C, e D) (Fig. 4 e 5), con una copertura media del fondo inferiore al 40%. In due di queste aree (C e D) è stata misurata la densità dei fasci fogliari di *P.* oceanica. Nell'area C, situata a circa 8 m di profondità, la densità è risultata pari a 679±43,83 fasci per m², mentre nell'area D, posta a circa 5 m di profondità, la densità ha raggiunto valori di 783±110,60 fasci per m². Secondo la classificazione di Giraud (1977), i valori dell'area C indicano una prateria "densa", mentre per l'area D si tratta di una prateria "molto densa". La classificazione UNEP/MAP-RAC/SPA (2011), invece, considera le praterie nelle due aree monitorate (C e D) in uno stato di conservazione "buono" (Tab. 3, 4).

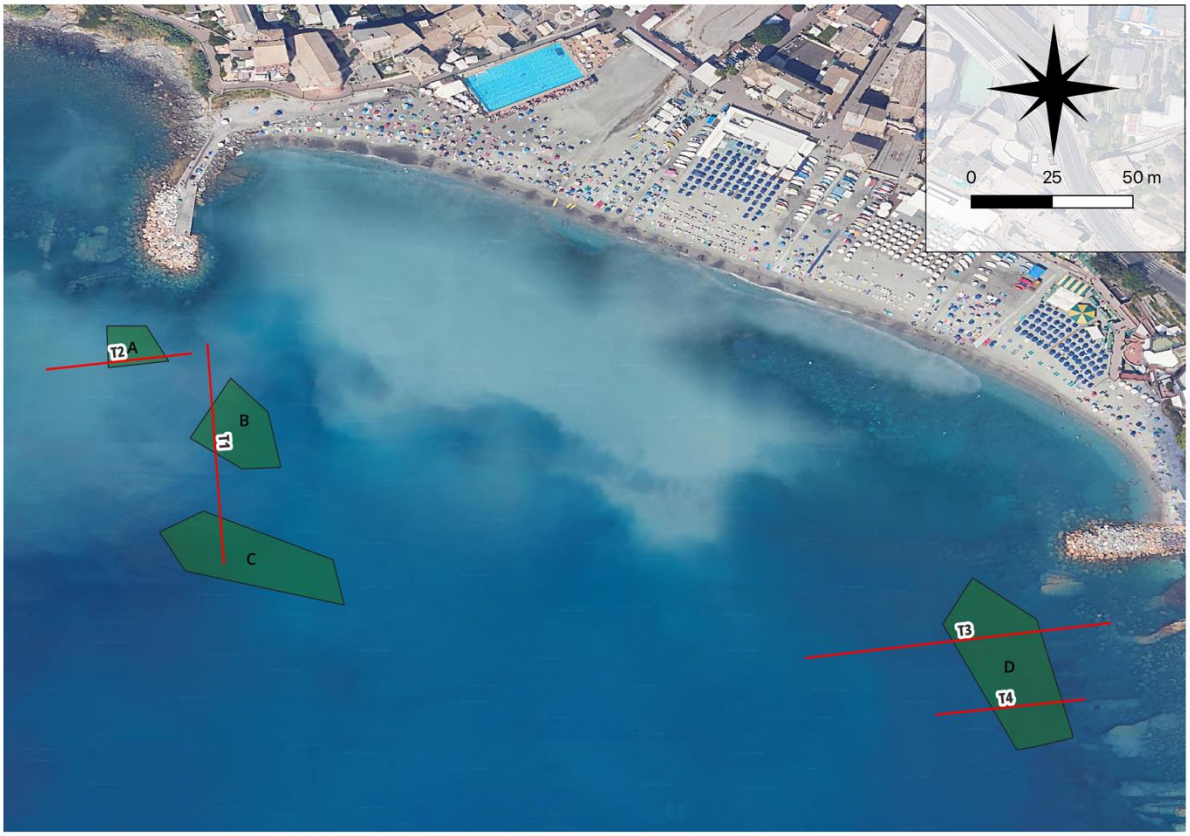


Figura 4. Localizzazione delle aree dove è stata osservata la presenza di formazioni a *P. oceanica* su roccia (aree A, B, C e D).

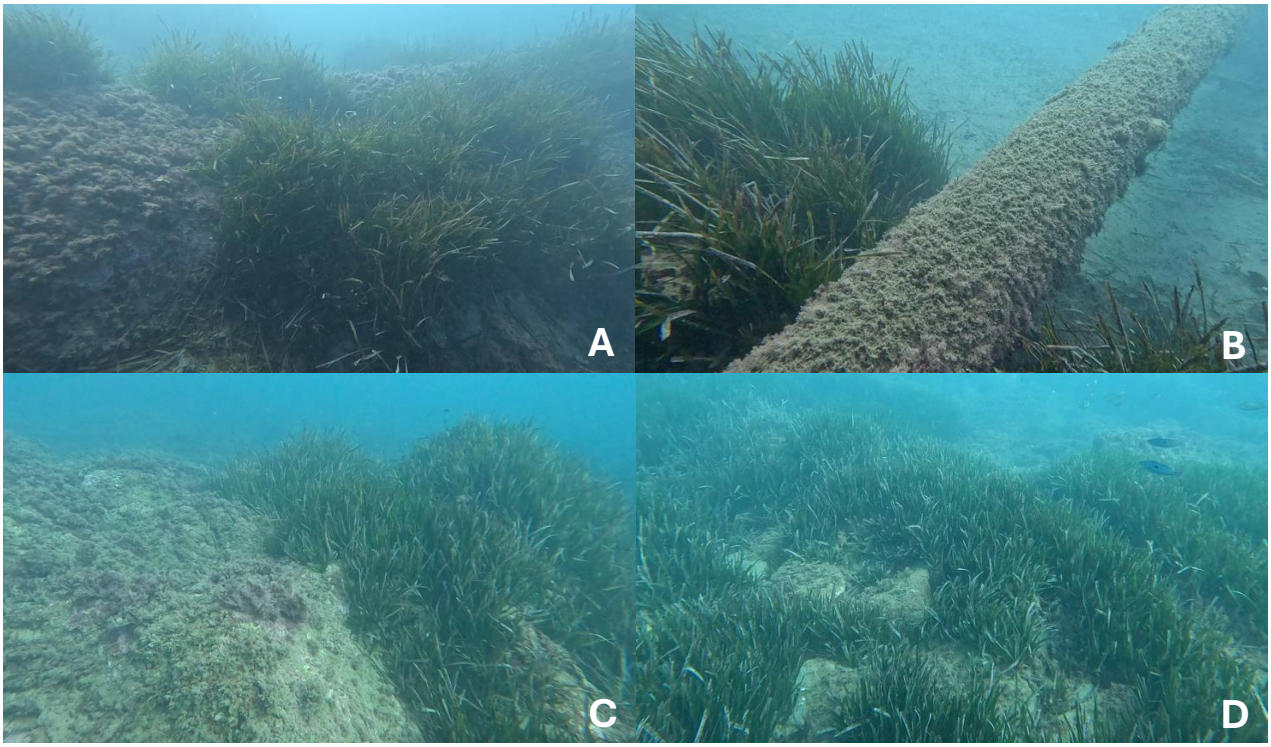


Figura 5. Formazioni a *P. oceanica* sulla roccia osservate nelle quattro aree (A, B, C e D) identificate lungo i quattro transetti (T1, T2, T3 e T4).

Tabella 3. Valori di densità assoluta dei fasci fogliari e del ricoprimento medio del fondo con *P. oceanica* misurati nelle aree C e D.

AREA	PROFONDITÀ (m)	DENSITÀ ASSOLUTA (fasci in 20 cm × 20 cm)	*P. oceanica* viva (%)
C	8	26, 22, 32, 24, 28, 31	< 40
D	5	31, 45, 41, 28, 20, 23	< 40

Tabella 4. Valori medi (± e.s.) della densità assoluta di *P. oceanica* calcolati nelle aree C e D.

AREA	PROFONDITÀ (m)	DENSITÀ ASSOLUTA (fasci m^{-2}±e.s.)	CLASSIFICAZIONE Giraud (1977)	CLASSIFICAZIONE UNEP/MAP-RAC/SPA (2011)
C	8	679±43,83	Prateria “densa”	Stato “buono”
D	5	783±110,60	Prateria “molto densa”	Stato “buono”

La parte terminale più profonda dei transetti è caratterizzata da un fondale sabbioso. Durante i rilevamenti, probabilmente a causa delle intense piogge delle settimane precedenti, le mareggiate e la vicinanza del torrente di Sori, sono stati rinvenuti numerosi rifiuti sul fondale sia di origine vegetale sia antropica (Fig. 6).

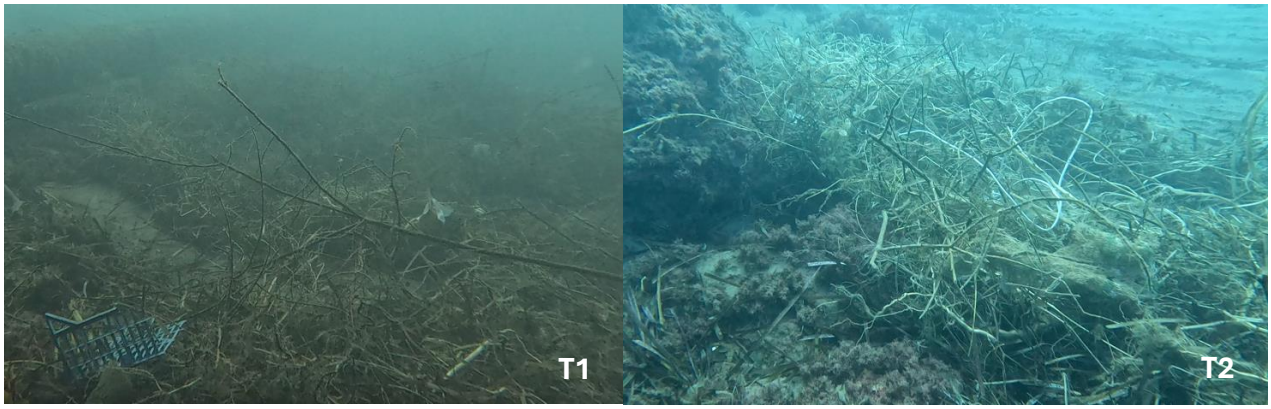


Figura 6. Rifiuti osservati sul fondo lungo i transetti T1 e T2.

Nella Tabella 5 è riportata la lista dei principali taxa bentonici cospicui (sessili e vagili) riscontrati lungo i quattro transetti e con l’asterisco sono indicate le specie di particolare rilevanza naturalistica e conservazionistica attualmente sottoposte a diversi regimi di tutela. Complessivamente, sono stati osservati 35 taxa (Fig. 7). Di questi, 15 sono taxa vegetali e rappresentano il 43% della comunità totale: 9 Rhodophyta (alghe rosse), 2 Chlorophyta (alghe verdi), 2 Ochrophyta (alghe brune), 1 Tracheophyta (piante vascolari). I restanti 20 taxa, pari al 57% della comunità, appartengono agli animali: 4 Porifera (spugne), 2 Cnidaria

(celenterati), 1 Mollusca (bivalvi), 1 Annelida (policheti), 3 Echinodermata (echinodermi), e 9 Chordata (pesci).

Tabella 5. Elenco dei principali taxa bentonici censiti lungo i quattro transetti. Con l'asterisco sono indicate le specie attualmente sottoposte a diversi regimi di tutela.

Phylum/Divisione	**Taxa**
Classe/Famiglia	
Rhodophyta	
Florideophyceae	*Ellisolandia elongata* (J. Ellis & Solander) K.R. Hind & G.W. Saunders, 2013
	Jania rubens (Linnaeus) J.V. Lamouroux, 1816
	Mesophyllum lichenoides (J. Ellis) Me. Lemoine, 1928
	Lithophyllum incrustans Philippi, 1837
	Lithophyllum stictaeforme (J.E. Areschoug) Hauck, 1877
	Tricleocarpa fragilis (Linnaeus) Huisman & R.A. Townsend, 1993
	Sphaerococcus coronopifolius Stackhouse, 1797
	Peyssonnelia spp. Decaisne, 1841
	Peyssonnelia squamaria (S.G.Gmelin) Decaisne ex J.Agardh, 1842
Chlorophyta	
Ulvophyceae	*Codium bursa* (Olivi) C. Agardh, 1817
	Flabellia petiolata (Turra) Nizamuddin, 1987
Ochrophyta	
Phaeophyceae	*Cladostephus spongiosus* (Hudson) C. Agardh, 1817
	Halopteris scoparia (Linnaeus) Sauvageau, 1904
	Dictyota dichotoma (Hudson) J.V. Lamouroux, 1809
Porifera	
Demospongiae	*Spirastrella cunctatrix* Schmidt, 1868
	Crambe crambe (Schmidt, 1862)
	Ircinia sp. Nardo, 1833
	Chondrosia reniformis Nardo, 1847
Cnidaria	
Hydrozoa	Idroidi indeterminati
Anthozoa	*Cladocora caespitosa* (Linnaeus, 1767) *
Mollusca	
Pinnidae	*Pinna rudis* Linnaeus, 1758*
Annelida	
Polychaeta	Policheti indeterminati
Echinodermata	
Echinoidea	*Arbacia lixula* (Linnaeus, 1758)
	Paracentrotus lividus (Lamarck, 1816) *
Echinasteridae	*Echinaster (Echinaster) sepositus* (Retzius, 1783)
Chordata	
Actinopterygii	*Serranus scriba* (Linnaeus, 1758)

	Diplodus vulgaris (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)
	Diplodus annularis (Linnaeus, 1758)
	Oblada melanurus (Linnaeus, 1758)
	Sarpa salpa (Linnaeus, 1758)
	Chromis chromis (Linnaeus, 1758)
	Coris julis (Linnaeus, 1758)
	Serranus cabrilla (Linnaeus, 1758)
	Symphodus tinca (Linnaeus, 1758)
Tracheophyta	
Magnoliopsida	*Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile, 1813*

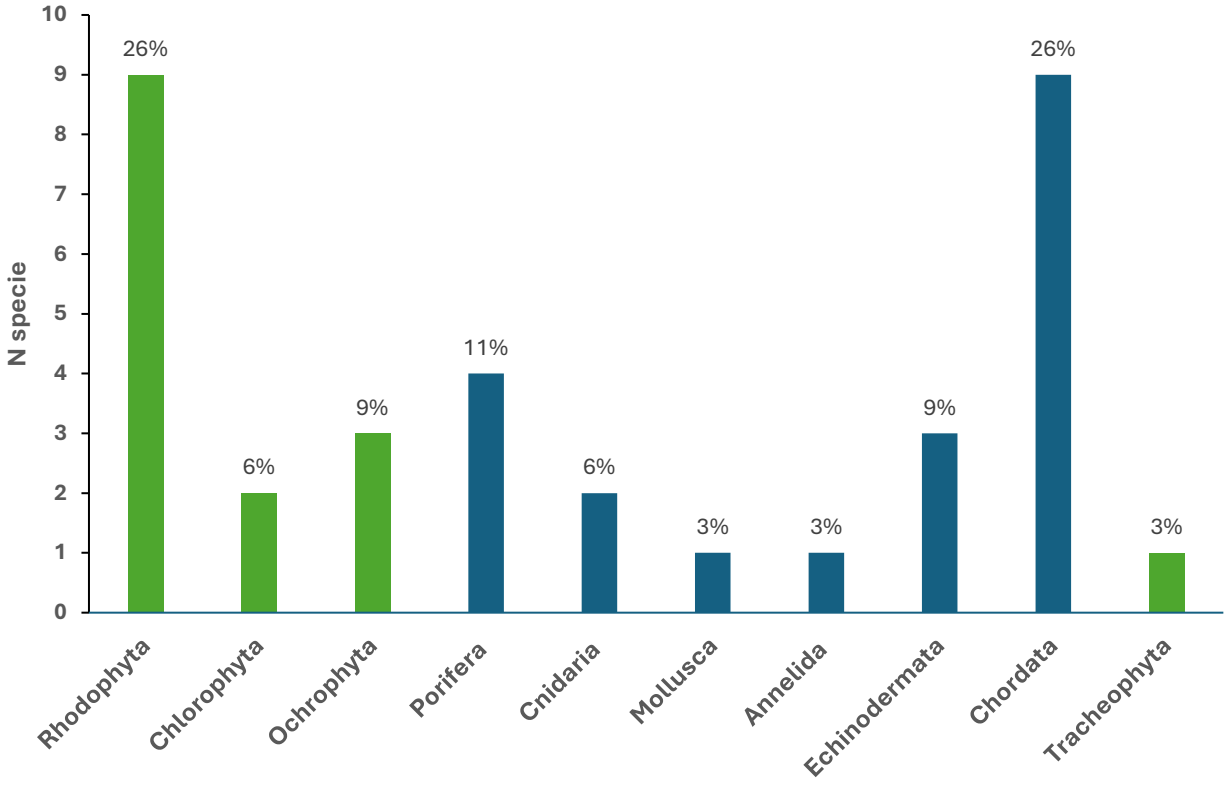


Figura 7. Numero di specie/taxa (N) per ogni Phylum animale (in azzurro) e Divisione vegetale (in verde) che compongono la comunità del piano infralitorale superiore identificata nell'area di indagine. È inoltre indicata l'abbondanza relativa (in %) di ogni Phylum/Divisione sull'intera comunità.

Considerazioni conclusive

Le indagini sul campo realizzate nella fase *post-operam*, condotte attraverso l'esecuzione dei quattro transetti già descritti nel 2021 durante le attività di monitoraggio *ante-operam*, hanno permesso un confronto dei risultati ottenuti nei due tempi al fine di evidenziare eventuali alterazioni sugli ecosistemi marini a seguito della realizzazione delle opere di difesa costiera lungo la spiaggia di Sori.

I nuovi dati raccolti confermano quanto già emerso nel monitoraggio del 2021. In generale, non sono state osservate alterazioni significative nella distribuzione e nello stato di salute delle biocenosi bentoniche presenti e, in particolare, di *Posidonia oceanica*. Le quattro aree caratterizzate da formazioni isolate di *P. oceanica* insediata unicamente su substrato roccioso, sono sempre presenti a partire da una profondità di circa 5 m. La copertura media del fondo è sempre inferiore al 40% e i valori di densità assoluta nelle due aree monitorate (C e D), situate tra gli 8 m e i 5 m di profondità, indicano una prateria che varia da densa a molto densa, in ogni caso una prateria in uno stato di conservazione buono (UNEP/MAP-RAC/SPA, 2011). Bisogna tuttavia sottolineare come tali formazioni non possano essere definite come delle vere e proprie praterie a causa della bassa copertura del fondo e della frammentazione che caratterizza tutte le aree analizzate. Le singole formazioni, quindi, presentano una buona densità, ma la loro estensione risulta molto limitata.

È importante, inoltre, specificare che le classificazioni utilizzate per la densità dei fasci fogliari siano state sviluppate principalmente per praterie situate su substrati sabbiosi, mentre le formazioni in esame si trovano tutte su un substrato roccioso. In queste condizioni, la densità delle praterie tende a essere maggiore rispetto a quelle su sabbia o su matte, poiché *P. oceanica* adotta una strategia di incremento della densità per compensare la minore superficie disponibile su substrati difficili come la roccia (Giovannetti et al., 2008).

Non si dispone dei dati di densità delle formazioni di *P. oceanica* nella fase *ante-operam* e non è stato quindi possibile determinare il cambiamento nel tempo in questo parametro a seguito degli interventi costieri. È indubbio che il ripascimento della spiaggia effettuato nel 2022 abbia aumentato la torbidità dell'acqua, come è possibile notare dalla costante presenza di una nuvola di sedimento in sospensione nell'area indagata, visibile anche dalle foto satellitari (Fig. 8). Questo aumento della torbidità, associato alla risospensione di sedimento fine verosimilmente avvenuto durante le fasi di costruzione delle opere di difesa, potrebbe avere causato una riduzione della trasparenza dell'acqua andando a interferire con le capacità fotosintetiche di *P. oceanica*. In condizioni di intensa sedimentazione potrebbero inoltre verificarsi fenomeni di seppellimento delle praterie che, in combinazione con l'aumento della torbidità, favorirebbero il processo di frammentazione della prateria (Montefalcone et al., 2010). Sarà pertanto auspicabile proseguire le attività di monitoraggio dell'area per valutare l'evoluzione della situazione e individuare eventuali ulteriori impatti sulle formazioni a posidonia.

Infine, nel transetto T3, a una profondità di circa 5 m, è stato rinvenuto un esemplare di *Pinna rudis* avente una larghezza di circa 21 cm (Fig. 9). Dopo il declino di *Pinna nobilis* in tutto il Mediterraneo, a causa di una mortalità di massa causata da patogeni, la specie *P. rudis* sta espandendo il suo areale di distribuzione con nuovi ritrovamenti nel Mar Ligure tra il 2021 e il 2023 (Oprandi et al., 2024). Il successo di questa specie termofila sembra legato all'aumento delle temperature e alla scomparsa di *P. nobilis*. Tuttavia, non è chiaro

se *P. rudis* potrà sostituirne il ruolo ecologico, rendendo quindi necessario un monitoraggio continuo della specie.



Figura 8. Immagine satellitare tratta da Google Earth che mostra chiaramente la nuvola di sedimenti (delineata in rosso) presente nell'area oggetto di monitoraggio.



Figura 9. Esemplare di *Pinna rudis* osservato lungo il transetto T3.

Bibliografia

Coppo S., Diviacco G., Montepagano E., 2020. Nuovo atlante degli habitat marini della Liguria: cartografia delle praterie di *Posidonia oceanica* e dei principali popolamenti marini costieri. Regione Liguria, Genova.

Giovannetti E., Lasagna R., Montefalcone M., Bianchi C.N., Albertelli G., Morri C., 2008. Inconsistent responses to substratum nature in *Posidonia oceanica* meadows: an integration through complexity levels? Chem. Ecol. 24 (1): 145-153.

Giraud G., 1977. Essai de classement des herbiers de *Posidonia oceanica* (Linné) Delile. Bot. Mar. 20: 487-491.

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

Montefalcone M., Parravicini V., Vacchi M., Albertelli G., Ferrari M., Morri C., Bianchi C.N., 2010. Human influence on seagrass habitat fragmentation in NW Mediterranean Sea. Estuar. Coast. Shelf Sci. 86: 292-298.

Oprandi A., Aicardi S., Azzola A., Benelli F., Bertolino M., Bianchi C.N., Chiantore M., Ferranti M.P., Mancini I., Molinari A., et al., 2024. A tale of two sisters: The southerner *Pinna rudis* is getting north after the regional extinction of the congeneric *P. nobilis* (Mollusca: Bivalvia). Diversity 16: 120.

UNEP/MAP-RAC/SPA, 2011. Draft guidelines for the standardization of mapping and monitoring methods of marine Magnoliophyta in the Mediterranean. Tenth Meeting of Focal Points for SPAs. Marseilles, France, 17-20 May 2011, UNEP(DEPI)/MED WG 359/9, Tunis (Tunisia).