COMUNE DI COSTARAINERA - Prot 0000535 del 31/01/2024 Tit 10 Cl Fasc

Caratterizzazione ambientale dell'area marina interessata dall'esecuzione di opere di consolidamento e ripascimento costiero presso il Comune di Costarainera - primo monitoraggio *post operam*.



Rev.	Data	Descrizione	Preparato	Controllato	Approvato
00	13/12/2023	Emissione interna	M. Previati	U. Pantaleo M. Palma	M. Previati
01	30/01/2024	Emissione per commenti	M. Previati	U. Pantaleo M. Palma	M. Previati

Committente: Comune di Costarainera
Relazione n°: 01-2024
Area di lavoro: Costarainera (IM)
Riferimento:DETERMINAZIONE AREA TECNICA-N. 92 DEL 08/06/2020 REG. GENN.53 DEL 08/06/2020

U.BI.CA. S.r.l.
Via San Siro 6/1, 16124
Genova – Italy
Tel. +39 338 474 9026
Email: info@ubicasrl.com
www.ubicasrl.com

COMUNE DI COSTARAINERA - Prot 0000535 del 31/01/2024 Tit 10 Cl Fasc

Sommario

1 PREMESSA 3
2 AREA D'INDAGINE 5
3 PROCEDURE DI ACQUISIZIONE DEI DATI 7
3.1 PERSONALE COINVOLTO 7
3.2 ATTIVITÀ DI CAMPO 7
3.2.1 La comunità macro-algale dell'intertidale (il metodo CARLIT) e dell'infralitorale 8
3.2.2 Il prato a Cymodocea nodosa 9
3.2.3 Il posidonieto costiero 11
3.2.4 Il posidonieto a largo: limite superiore 11
3.2.5 Il posidonieto a largo: zona centrale 12
3.2.5.1 Percentuale di ricoprimento del fondale a *P. oceanica* 13
3.2.5.2 Densità dei fasci fogliari di *P. oceanica* 13
3.2.6 Il posidonieto a largo: limite inferiore 15
4 RISULTATI 17
4.1 CARATTERIZZAZIONE DELLA COMUNITÀ MACRO-ALGALE DELL'INTERTIDALE E DELL'INFRALITORALE DI FONDO DURO 17
4.2 IL POSIDONIETO COSTIERO 21
4.3 IL PRATO DI *CYMODOCEA NODOSA* 23
4.4 IL POSIDONIETO A LARGO 25
4.4.1 Il limite superiore 25
4.4.2 Il posidonieto del largo: la zona centrale 29
4.4.2.1 Percentuale di ricoprimento del fondale a *P. oceanica* 29
4.4.2.2 Densità dei fasci fogliari di *P. oceanica* 31
4.4.3 Il posidonieto del largo: limite inferiore 32
4.5 FLORA E FAUNA ASSOCIATE 37
5 CONCLUSIONI 42
1. BIBLIOGRAFIA 44

COMUNE DI COSTARAINERA - Prot 0000535 del 31/01/2024 Tit 10 Cl Fasc

1 Premessa

In data 24 giugno 2023 si sono conclusi (poi collaudati in data 21 luglio 2023) i lavori di intervento di riduzione del rischio finalizzato alla protezione della strada litoranea e del centro abitato, approvati con la Delibera di Giunta Comunale n° 32 del 1° giugno 2020, avente per oggetto "Eccezionali eventi meteo ottobre 2018 – OCDPC n° 558 del 15 novembre 2018. Intervento n° 114- Aggravamento dei dissesti del muro a bastioni di protezione costiera, del percorso pubblico superiore di lungo costa e delle infrastrutture presenti quali la pista ciclabile di Area 24 e le ex strutture ospedaliere del polo Barellai".
Di seguito si elencano alcuni dei lavori di consolidamento e ripascimento costiero, che hanno interessato l'intero tratto di costa ricadente nel comune di Costarainera (Figura 1):

1) Riorganizzazione della rampa di accesso al mare con minor pendenza per successive attività manutentive;
2) Ripristino protezione al piede della scarpata con massi naturali (III cat);
3) Sagome di difesa uniformate, nei vari tratti, per larghezza e quota altimetrica, prevista sempre superiore a 2.00 m slm;
4) Ricollocamento materiali già presenti *in situ* su fondale antistante le opere a maggior protezione delle opere stesse;
5) Ripristino di sagome di difesa uniformate, nei vari tratti, per larghezza e quota altimetrica, prevista sempre superiore a 2.00 m slm.

Obiettivo del presente lavoro è stato quello di descrivere le condizioni e le caratteristiche ambientali dell'area oggetto di studio a seguito della conclusione dei lavori, confrontando i risultati attuali con quelli emersi durante le indagini *ante operam*, così da poter identificare possibili interferenze causate dalle opere realizzate ed eventualmente individuare le necessarie e/o possibili misure di mitigazione utili a preservare un'area di estremo valore naturalistico, ricadente all'interno del SIC marino denominato "Fondali di Porto Maurizio, San Lorenzo al Mare, Torre dei Marmi" (codice NATURA2000 di riferimento IT1315971) (Ubica, 2020).

COMUNE DI COSTARAINERA - Prot 0000535 del 31/01/2024 Tit 10 Cl Fasc

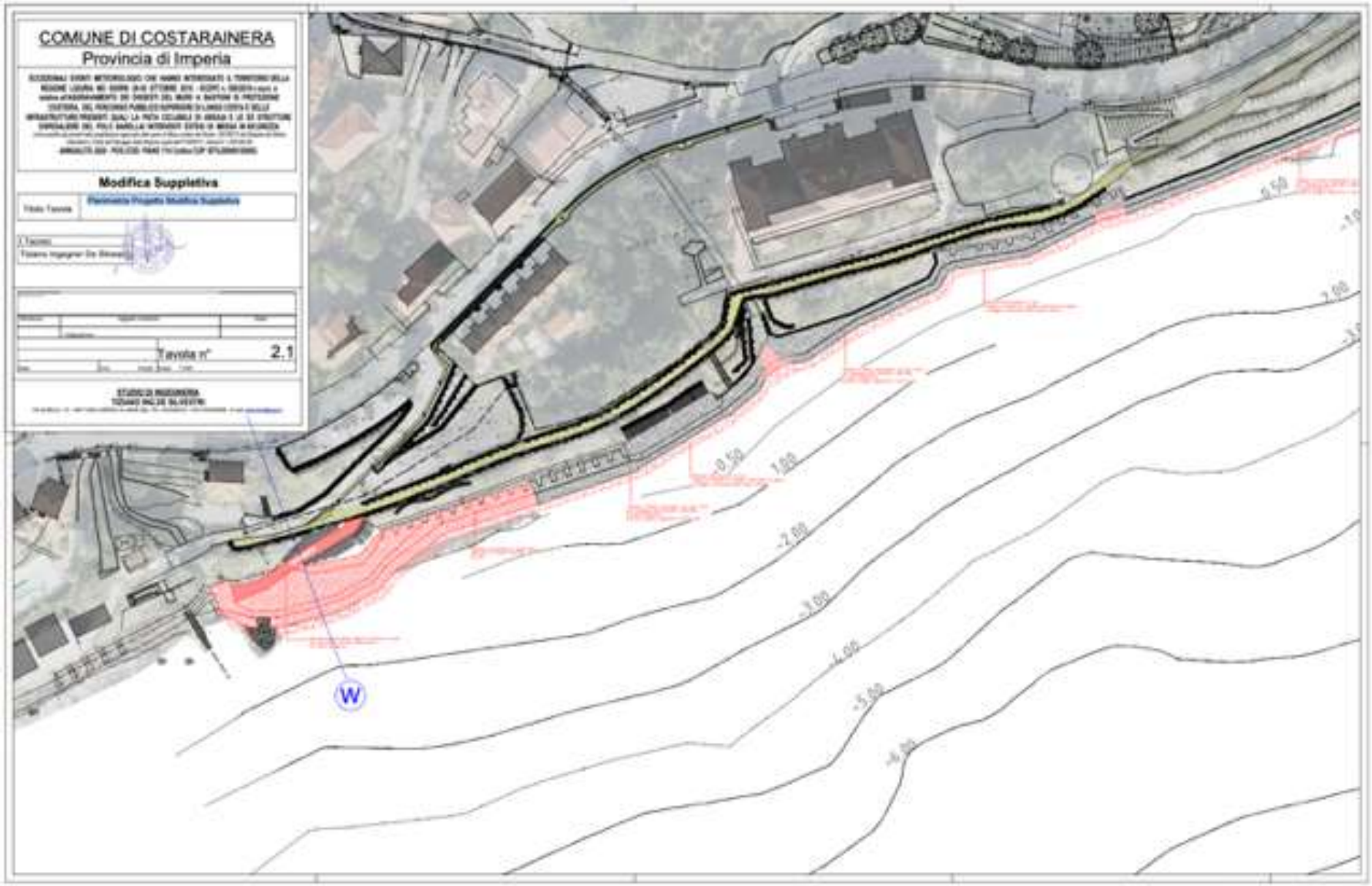


Figura 1: Planimetria Progetto Modifica Suppletiva.

COMUNE DI COSTARAINERA - Prot 0000535 del 31/01/2024 Tit 10 Cl Fasc

2 Area d'indagine

L'area d'indagine occupa una superficie orientativa di 1000x1000 m ed è caratterizzata da una stretta fascia costiera emersa delimitata alle spalle da una ripida scarpata di altezza superiore ai 5 metri (Figura 2). L'area di indagine ricade all'interno del SIC marino denominato "Fondali di Porto Maurizio - San Lorenzo al Mare - Torre dei Marmi" (codice di riferimento Natura 2000 IT1315971) che occupa una superficie marina di circa 1200 ettari, sino ad una profondità di circa 42 m. Geograficamente il sito è delimitato a Est dal porto di Imperia e a Ovest dalla Torre dei Marmi (fortificazione pentagonale costruita tra il 1588 ed il 1610 come zona di avvistamento e cannoneggiamento) e comprende i comuni di Imperia, San Lorenzo al Mare, Costarainera e Cipressa. L'area del SIC è caratterizzata dalla presenza di *Posidonia oceanica*, fanerogama di estremo interesse naturalistico inserita in numerosi annessi internazionali, tra cui l'Allegato I della Direttiva Habitat 92/43 CEE che elenca i tipi di habitat naturali di interesse comunitario la cui conservazione richiede la designazione di aree speciali di conservazione. La Posidonia in questo SIC forma due praterie: una più estesa che si sviluppa per 6 km di fronte agli abitati di San Lorenzo al Mare e Costarainera, coprendo una superficie di circa 200 ettari tra i 5 ed i 32 m di profondità; l'altra, situata davanti a Porto Maurizio, si estende per 2,5 km di lunghezza e 2 km di larghezza, occupando oltre 400 ettari di superficie marina dai 10 m ai 30 m di profondità. Secondo il documento "Misure di Conservazione sito specifiche per i SIC marini liguri", redatto da Regione Liguria nel 2014, i posidonieti di questo tratto di costa risultavano in stato di conservazione soddisfacente.

COMUNE DI COSTARAINERA - Prot 0000535 del 31/01/2024 Tit 10 Cl Fasc

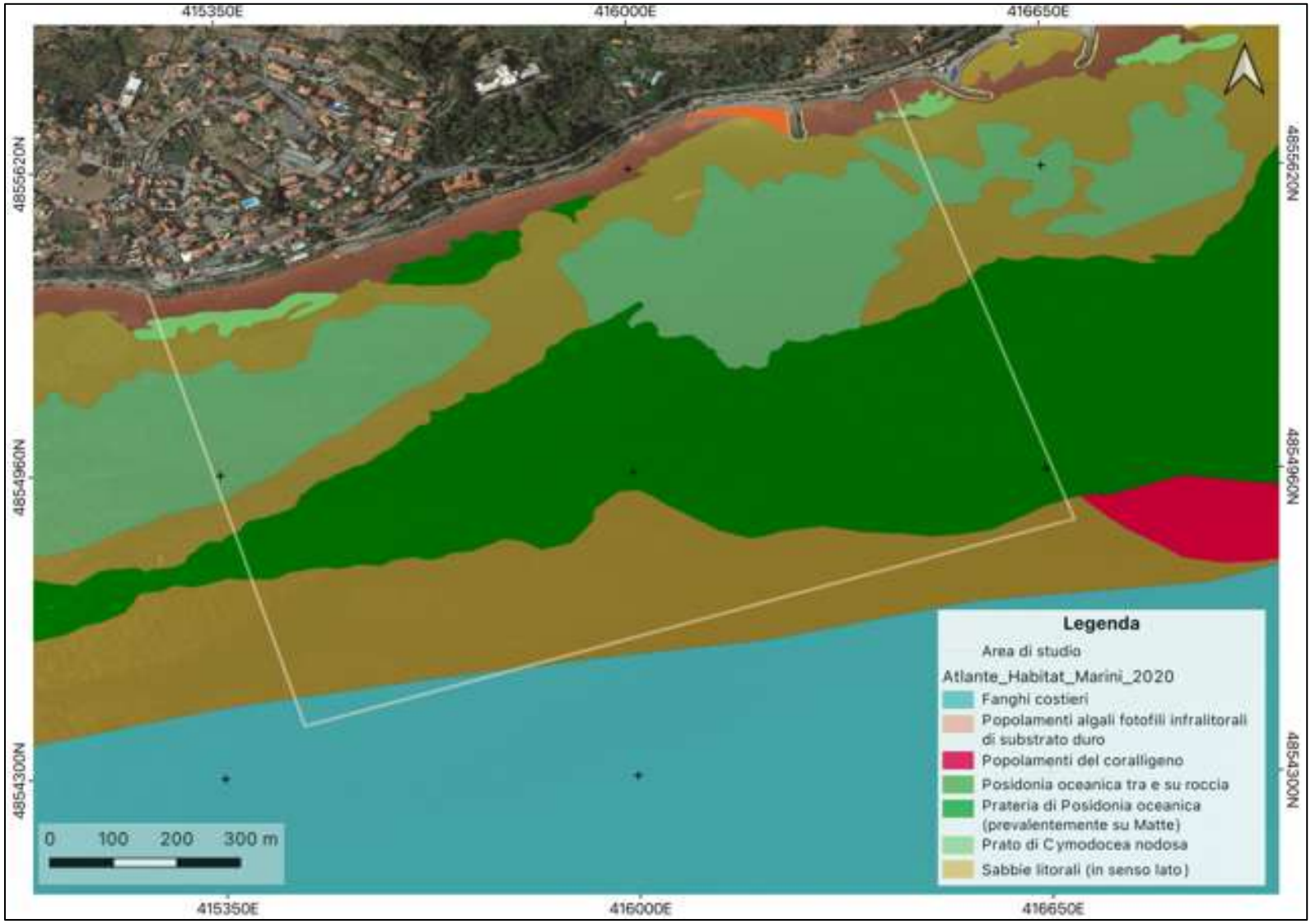


Figura 2: Cartografia disponibile dell'area di studio (fonte: Atlante degli habitat marini della Liguria, 2020).

COMUNE DI COSTARAINERA - Prot 0000535 del 31/01/2024 Tit 10 Cl Fasc

3 Procedure di acquisizione dei dati

3.1 Personale coinvolto

Le attività di acquisizione dei dati sono state realizzate in immersione subacquea da tre Operatori Scientifici Subacquei (OSS) con certificazione Advanced European Scientific Diver rilasciata da AIOSS (Associazione Italiana Operatori Scientifici Subacquei) secondo gli standard dell'European Scientific Diving Panel, accompagnati da un Operatore Tecnico Subacqueo (OTS). Le immersioni sono state condotte nel rispetto degli standard di sicurezza definiti dalle "Buone prassi per lo svolgimento in sicurezza delle attività subacquee di ISPRA e delle Agenzie Ambientali" (ISPRA, 2013).
Il lavoro sul campo è stato realizzato nelle giornate dell'11 e 12 ottobre 2023.

3.2 Attività di campo

Ai fini della realizzazione del presente studio sono state pianificate le seguenti attività tenendo in considerazione le informazioni cartografiche già disponibili (Nuovo Atlante degli Habitat Marini della Liguria, 2020; Ubica, 2020):

1) n.1 percorso parallelo a costa con video geolocalizzato tramite GPS realizzato in immersione subacquea alla profondità compresa tra 0 e 2m, mirato all'applicazione del metodo CARLIT per la caratterizzazione delle comunità superficiali di substrato roccioso dominate da macroalghe;

2) n.1 rilievo aereo con drone finalizzato a perimetrare i posidonieti costieri presenti nell'area di interesse fino alla profondità di 7 m e valutarne l'estensione;

3) n.4 transetti perpendicolari a costa con orientamento costa-largo fino al limite superiore della prateria di *P. oceanica* (della lunghezza di circa 350 m ciascuno), finalizzati a verificare la presenza e l'estensione dei principali habitat marini all'interno dell'area di interesse e a caratterizzare la comunità macro-algale dell'infralitorale di fondo duro;

4) n.2 transetti paralleli a costa della lunghezza di circa 1000 metri ciascuno, alle profondità di circa 5 m e 7.5 m, realizzati mediante fotocamera filoguidata al traino, finalizzati a verificare l'estensione dei prati di *Cymodocea nodosa*, dei banchi di sabbia, della comunità macro-algale dell'infralitorale di fondo duro e di altre eventuali formazioni;

5) n.2 rilievi puntiformi alla profondità compresa tra 3 m e 6 m, realizzati in immersione subacquea, all'interno delle due principali macchie costiere di Posidonia finalizzati alla caratterizzazione e valutazione del loro stato di conservazione;

6) n.1 percorso lungo il limite superiore della prateria di *P. oceanica* realizzato in immersione subacquea mirato a valutare eventuali variazioni rispetto ai precedenti rilievi (Garibaldi, 2007; Ubica, 2020) e descriverne le caratteristiche;

COMUNE DI COSTARAINERA - Prot 0000535 del 31/01/2024 Tit 10 Cl Fasc

7) n.4 rilievi puntiformi alla profondità di 15 m realizzati in immersione subacquea finalizzati alla caratterizzazione del posidonieto del largo e alla valutazione delle sue condizioni;

8) n.4 rilievi puntiformi sul limite inferiore del posidonieto del largo mirati a descriverne le caratteristiche.

3.2.1 La comunità macro-algale dell'intertidale (il metodo CARLIT) e dell'infralitorale

Al fine di mettere in evidenza all'interno dell'area oggetto dei lavori possibili zone a rischio o particolari situazioni che possano richiedere approfondimenti, sono state analizzate le comunità macro-algali dell'intertidale e dell'infralitorale.
Per le prime è stato applicato, come nel lavoro precedentemente svolto (Ubica 2020), il metodo Carlit (Mangialajo *et al.,* 2008; Ubica, 2020), attuando un campionamento visivo lungo un tracciato georiferito con GPS al traino della lunghezza di circa 220 m. Durante le attività è stata raccolta anche documentazione video-fotografica. I dati sono stati successivamente processati in ambiente GIS, riportati su mappa e confortanti con quelli emersi durante il monitoraggio *ante operam* (Ubica, 2020). Particolare attenzione è stata dedicata alla presenza e alla distribuzione di alghe ad elevato valore naturalistico quali quelle del gruppo delle Cystoseire (Tabella 1) (Figura 3).

La caratterizzazione della comunità macro-algale infralitorale di fondo duro è stata effettuata analizzando le immagini acquisite lungo i transetti perpendicolari e paralleli a costa ed elencando i *taxa* macroalgali osservati.

Tabella 1: Punti di inizio e fine e rispettive coordinate (SR WGS84 UTM 32N) dei transetti eseguiti per la caratterizzazione della comunità macro-algale dell'infralitorale tramite metodo Carlit.

Punti	Rilievo	Latitudine	Longitudine
Inizio	CARLIT	4855432.831	415564.309
Fine	CARLIT	4855520.735	415733.596

COMUNE DI COSTARAINERA - Prot 0000535 del 31/01/2024 Tit 10 Cl Fasc

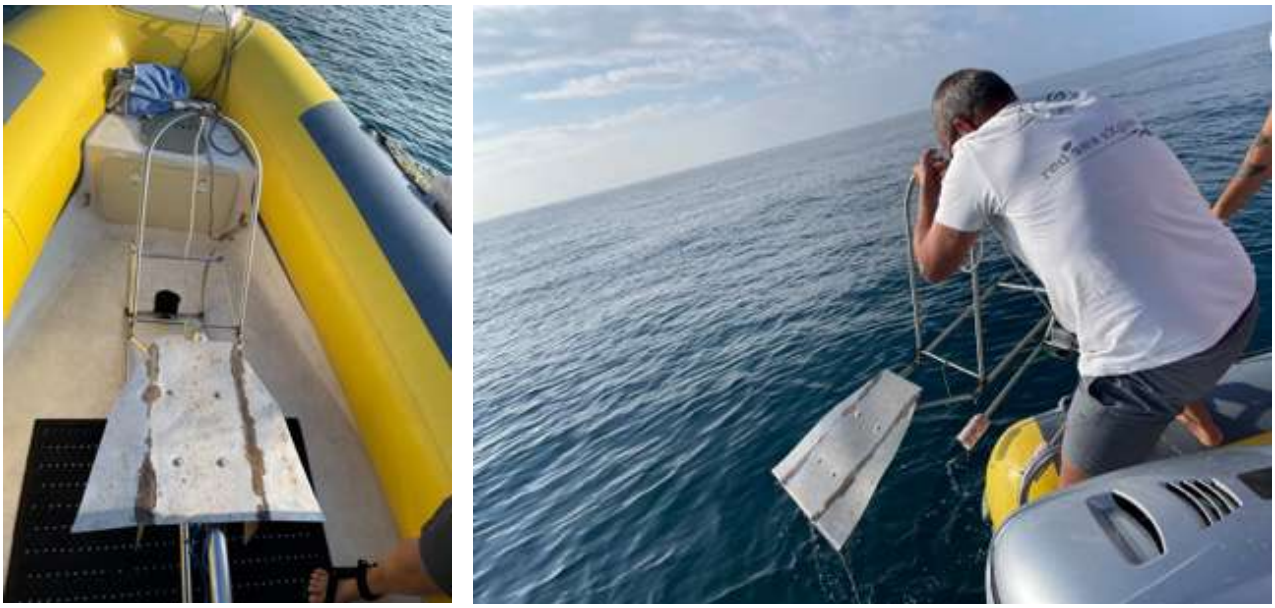


Figura 3: Percorso costiero lungo il quale è stato effettuato il monitoraggio delle comunità macro-algali dell'intertidale mediante metodo Carlit.

3.2.2 Il prato a *Cymodocea nodosa*

Cymodocea nodosa è una pianta che forma estesi prati stagionali e, come *P. oceanica*, contribuisce, seppur in maniera più limitata, alla stabilizzazione dei sedimenti marini e assolve a numerose funzioni ecosistemiche (e.g. rifugio, produzione di ossigeno). *C. nodosa* è inclusa tra le specie minacciate dell'Annesso II del Protocollo per la Biodiversità SPA/BIO della Convenzione di Barcellona (UNEP MAP, 2012). L'associazione a *C. nodosa* è una delle biocenosi che caratterizzano l'habitat di importanza comunitaria 1110 "Banchi di sabbia a debole copertura permanente di acqua marina" (direttiva Habitat 92/43/CEE) e rappresenta un habitat considerato rimarchevole dal protocollo RAC-SPA (Molin e Bruno, 2013).
Al fine di verificare la presenza e l'estensione dell'areale di distribuzione di *C. nodosa* e confrontarla con i dati pregressi, è stata analizzata la documentazione fotografica e video raccolta dagli operatori sia in immersione subacquea sia mediante impiego di videocamera filoguidata al traino (Figura 4), e in particolare lungo:
a) n. 4 transetti costa-largo della lunghezza di 350 m ciascuno (rispettivamente Tr-1, Tr-2, Tr-3 e Tr-4) (Figura 5);
b) n. 2 transetti paralleli alla costa di circa 1000 m ciascuno (rispettivamente Tr.P1 e Tr.P2) (Figura 5).

COMUNE DI COSTARAINERA - Prot 0000535 del 31/01/2024 Tit 10 Cl Fasc



A B

Figura 4: A) dettaglio della slitta per videocamera filoguidata; B) operatore mentre cala la slitta con videocamera in mare per realizzare i transetti paralleli.

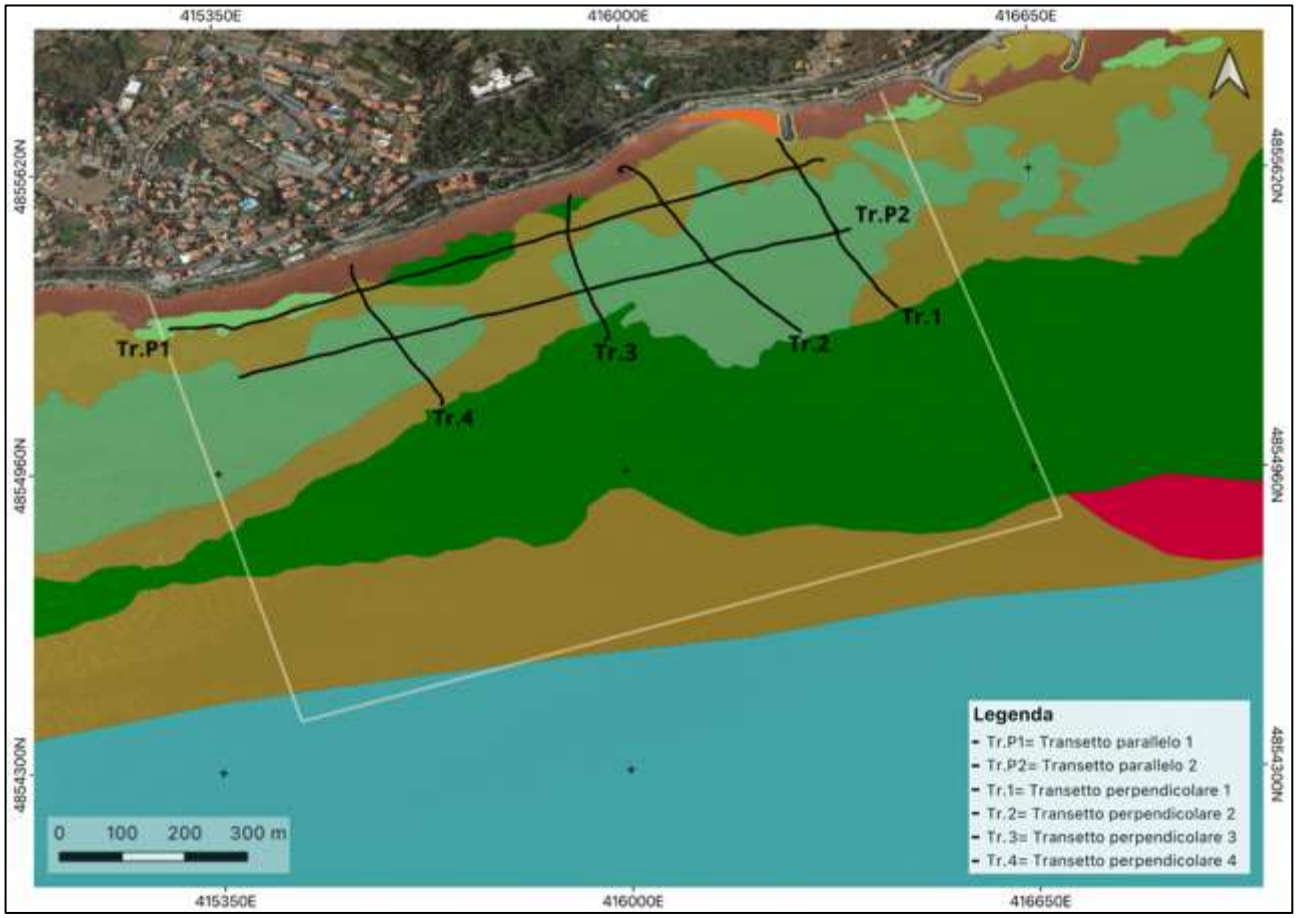


Figura 5: Mappa dei rilievi condotti lungo percorsi subacquei: transetti costa-largo e paralleli a costa per l'analisi dell'estensione della Cymodocea nodosa e di altre biocenosi.

COMUNE DI COSTARAINERA - Prot 0000535 del 31/01/2024 Tit 10 Cl Fasc

3.2.3 Il posidonieto costiero

La zona litorale dell'area indagata è caratterizzata dalla presenza di tre piccole praterie costiere di *Posidonia oceanica* che si insediano prevalentemente su e tra roccia, già descritte in precedenti studi (Garibaldi, 2007; Ubica, 2020). Le tre aree sono state perimetrate tramite rilievi fotografici aerei effettuati utilizzando un drone DJI mini 3 Pro. Le immagini sono state acquisite da una altezza di 140 m a una risoluzione di 48 Mpx.
La GSD (Ground Sample Distance) è stata calcolata dal programma sulla base delle informazioni incluse nei metadata EXIF delle immagini del drone così da ottenere un fotomosaico dell'intera area rilevata alla risoluzione di 1 cm/pixel. L'ortomosaico è stato successivamente digitalizzato in ambiente GIS per generare i poligoni di perimetrazione delle aree a *P. oceanica* (Figura 6).
I risultati sono stati poi confrontati con quanto rilevato durante l'indagine *ante operam* (Ubica, 2020).



A ***B***

Figura 6: A) Pilota durante l'acquisizione delle immagini mediante drone; B) dettaglio del drone DJI mini 3 Pro utilizzato per il rilievo aereo.

3.2.4 Il posidonieto a largo: limite superiore

La mappatura del limite superiore della prateria a *P. oceanica* del largo è stata realizzata percorrendo in immersione subacquea il limite stesso mediante ausilio di scooter subacqueo SUEX JoyX con GPS Garmin E-Trex 32x posto su boa di segnalazione al traino (Figura 7). La fotocamera è stata sincronizzata con l'ora del GPS, consentendo di collezionare foto georeferenziate lungo tutti i percorsi effettuati.
La posizione dell'operatore subacqueo rispetto alla boa di segnalazione è stata ricavata mediante applicazione di un algoritmo di sincronizzazione del profilo di immersione (scaricabile dai computer subacquei utilizzati) e della traccia GPS.

COMUNE DI COSTARAINERA - Prot 0000535 del 31/01/2024 Tit 10 Cl Fasc

La documentazione video/fotografica raccolta è stata quindi analizzata ai fini della descrizione delle caratteristiche del limite superiore del posidonieto.



A **B**

Figura 7: A) Dettaglio dello scooter subacqueo SUEX JoyX utilizzato per l'analisi del limite superiore; B) dettaglio dell'OSS in superficie mentre si accinge a seguire il limite superiore mediante ausilio di scooter subacqueo con GPS posto su boa di segnalazione al traino.

3.2.5 Il posidonieto a largo: zona centrale

Le analisi nella zona centrale della prateria di *P. oceanica* sono state realizzate tenendo in considerazione il piano di monitoraggio delle praterie previsto dalla Regione Liguria, comunemente utilizzato per la gestione dei SIC liguri e come strumento per la procedura di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA), le "Metodologie analitiche di riferimento" del Ministero dell'Ambiente e della Difesa del Territorio (Cicero e Di Girolamo, 2001) e i metodi indicati nel volume "Sistema a Fanerogame marine" (Buia *et al.*, 2003).

In particolare, per valutare lo stato di salute della prateria e le possibili variazioni rispetto alla fase antecedente la realizzazione delle opere, sono state effettuate cinque immersioni puntuali in prossimità delle medesime stazioni indagate nel 2020, analizzando la densità fogliare della fanerogama e le caratteristiche morfologiche, oltre che la tipologia del substrato di impianto (sabbia, roccia, matte) (Tabella 2) (Figura 8).

COMUNE DI COSTARAINERA - Prot 0000535 del 31/01/2024 Tit 10 Cl Fasc

Tabella 2: Data dell'immersione, nome della stazione, profondità (in metri) e coordinate delle stazioni di campionamento per l'analisi della prateria di P. oceanica del largo.

Data	Stazione	Prof.	Latitudine (WGS84 UTM 32N)	Longitudine (WGS84 UTM 32N)
11/10/2023	POS1	15,18	4854755	415324
11/10/2023	POS2	15,28	4855003	415902
12/10/2023	POS3	14,30	4855172	416379
12/10/2023	POS4	15,28	4855356	416608



A ***B***

Figura 8: A) OSS che acquisisce dati* in situ *su caratteristiche morfologiche della prateria e tipologia del substrato di impianto (sabbia, roccia, matte); B) OSS in immersione con il quadrato 40x40cm.

3.2.5.1 Percentuale di ricoprimento del fondale a *P. oceanica*

La percentuale di ricoprimento di *P. oceanica,* ovvero la stima del fondale ricoperto da Posidonia in un'area di 5 m di raggio, è stata effettuata tramite rilevamento diretto *in situ* ad opera di due operatori subacquei posizionati a circa 2 m di altezza dal fondo (Montefalcone, 2009).

3.2.5.2 Densità dei fasci fogliari di *P. oceanica*

La densità dei fasci fogliari, ovvero il numero di fasci fogliari di *P. oceanica* per unità di superficie, convenzionalmente 1 m^2, è stata stimata dopo aver lasciato cadere, in modo casuale al di sopra della prateria (Pergent *et al*., 1995), una cornice quadrata di 40 cm × 40 cm (Panayotidis *et al*., 1981), in un numero di repliche per ogni stazione pari a cinque. I valori medi di densità per stazione sono stati successivamente utilizzati per classificare la prateria sulla base del numero di fasci fogliari per m^2 in funzione della profondità (Regione Liguria, 2003). L'analisi dello stato di salute della prateria è stata condotta mediante

COMUNE DI COSTARAINERA - Prot 0000535 del 31/01/2024 Tit 10 Cl Fasc

impiego sia della classificazione sulla base esclusiva del numero di fasci fogliari/m^2 (da Giraud, 1977) (Tabella 3), sia del metodo proposto da Regione Liguria che tiene conto del numero di fasci fogliari/m^2 e della profondità alla quale le stime sono state effettuate (Gambi e Dappiano, 2003) (Tabella 4).

Tabella 3: Classi di densità delle praterie di* P. oceanica *in base al numero di fasci fogliari per unità di superficie (da Giraud, 1977).

DENSITA' fasci*m^{-2}	**CLASSE**
> 700 fasci*m^{-2}	Classe I: prateria molto densa
400-700 fasci*m^{-2}	Classe II: prateria densa
300-400 fasci*m^{-2}	Classe III: prateria rada
150-300 fasci*m^{-2}	Classe IV: prateria molto rada
50-150 fasci*m^{-2}	Classe V: semiprateria
< 50 fasci*m^{-2}	Classe VI: ciuffi isolati

Tabella 4: Classificazione dello stato di conservazione delle praterie basata sulla stima della densità dei fasci fogliari proposta dalla Regione Liguria (Gambi e Dappiano, 2003).

Densità della Posidonia (N. fasci fogliari/m^2)			
Profondità (m)	**Conservazione non soddisfacente**	**Conservazione soddisfacente**	**Conservazione eccezionale**
0-3	<550	da 550 a 900	>900
3,01-5	<420	da 420 a 700	>700
5,01-7	<330	da 330 a 600	>600
7,01-10	<240	da 240 a 500	>500
10,01-14	<160	da 160 a 400	>400
14,01-18	<90	da 90 a 350	>350
18,01-23	<30	da 30 a 280	>280

COMUNE DI COSTARAINERA - Prot 0000535 del 31/01/2024 Tit 10 Cl Fasc

3.2.6 Il posidonieto a largo: limite inferiore

Il limite inferiore della prateria del largo è stato rilevato in immersione da due operatori scientifici subacquei, utilizzando uno scooter subacqueo Suez JoyX, una macchina fotografica Sony rx100 Mark 1 scafandrata con custodia Ikelite e un sistema di illuminazione subacqueo Easy Dive Revolution 5000.
Il punto di inizio, i due punti intermedi e quello finale del limite inferiore sono stati segnalati lanciando, dal fondo, una boa di segnalazione intercettata dal personale a bordo del gommone che ha registrato i punti sul GPS. In corrispondenza dei 4 punti di delimitazione del limite sono state effettuale le osservazioni sulla densità della posidonia con i metodi sopra descritti per il posidonieto della zona centrale (Tabella 5) (Figura 9).

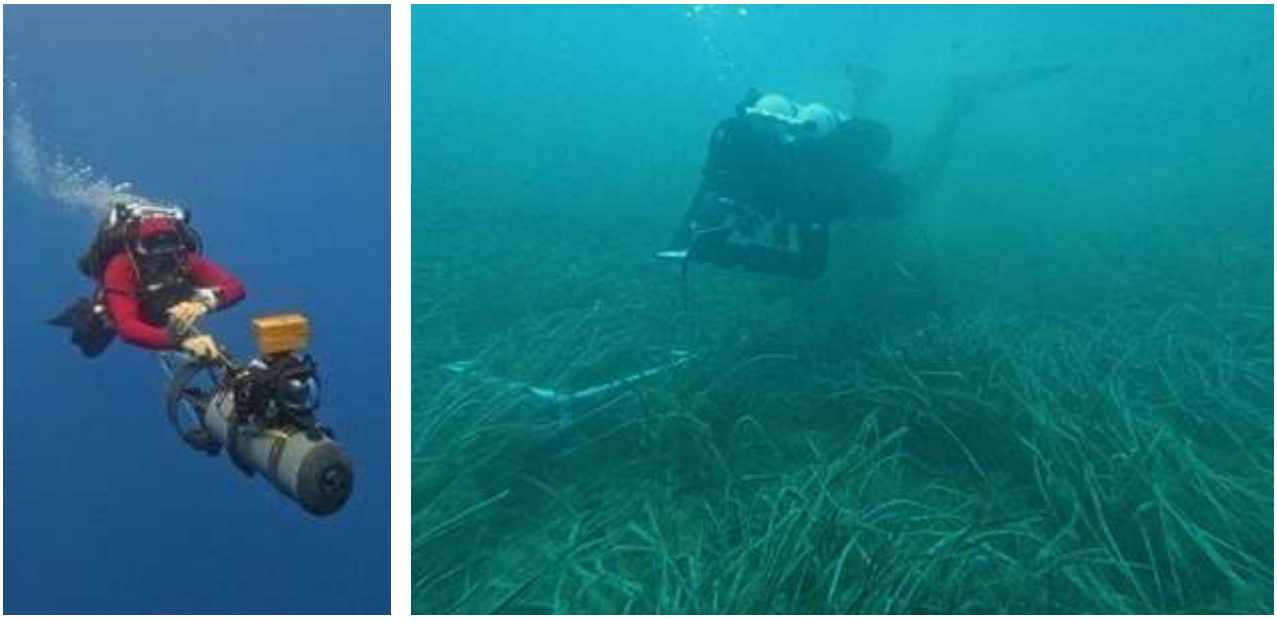
Tabella 5: Data dell'immersione, nome della stazione e profondità media delle stazioni di campionamento per l'analisi in-situ del limite inferiore della prateria del largo.

Data	Stazione	Prof.	Lat. (WGS84 UTM 32N)	Long. (WGS84 UTM 32N)
11/10/2023	INF1	27,9	4854921	416764
11/10/2023	INF2	28,4	4854805	415936
12/10/2023	INF3	30,5	4854888	415940
12/10/2023	INF4	32,6	4854712	415338

Durante il rilievo è stato raccolto materiale video-fotografico georeferenziato.
L'analisi di tale documentazione insieme con le osservazioni effettuate *in-situ* hanno consentito di descrivere le caratteristiche morfologiche del limite inferiore e di rilevare le seguenti variabili:

1) profondità;
2) tipologia del limite inferiore (erosivo, progressivo, netto o regressivo);
3) continuità della prateria;
4) tipo di substrato;
5) eventuale presenza e caratteristiche di zone di matte morta;
6) presenza di altre fanerogame e/o di alghe alloctone (ad es. % *C. cylindracea*).

COMUNE DI COSTARAINERA - Prot 0000535 del 31/01/2024 Tit 10 Cl Fasc



A B

Figura 9: A) dettaglio dell'OSS con scooter usato per seguire il limite inferiore; B) dettaglio dell'OSS mentre analizza la densità fogliare della fanerogama con quadrato 40x40cm.

COMUNE DI COSTARAINERA - Prot 0000535 del 31/01/2024 Tit 10 Cl Fasc

4 Risultati

4.1 Caratterizzazione della comunità macro-algale dell'intertidale e dell'infralitorale di fondo duro

Nonostante i rilievi siano stati condotti nei primi mesi autunnali, i dati raccolti seguendo un tracciato di circa 200 m lungo la falesia intertidale hanno permesso di identificare la presenza di due aree contraddistinte da popolamenti macroalgali simili ma distinti: l'area più a ponente, caratterizzata dalla presenza principalmente di *Padina pavonica* e *Jania rubens var. rubens* e l'area di levante caratterizzata, invece, dalla presenza di ricoprimenti sparsi di *Cystoseira compressa* osservata sempre su substrati duri naturali (Figura 10).

In base al calcolo effettuato, l'indice EQR risulta identico a quello ottenuto nel 2020 (Ubica, 2020), ovvero 0.6626506, considerando la seguente formula:

$$EQR = \frac{(EQV\ calc.\ x\ Lungh.)}{EQV\ rif.} \times \frac{1}{Lungh.}$$

- l'EQV_{calc}.= 11, ovvero la media dei SL (valori di sensibilità) rilevati nel tratto di costa esaminato, rispettivamente 10 per i tratti a Padina/ e 12 per i tratti a Cystoseira (Tabella 6);
- Lungh.=190m quale lunghezza del tratto di costa omogeneo esaminato;
- EQV_{rif}.=16,6 (che corrisponde ad una situazione geomorfologica rilevante di falesia bassa naturale e non di Blocchi metrici naturali né falesie alte) (Mirto et al., 2017) (Tabella 7).

Il valore non si discosta di molto da quanto rilevato nel 2016 (0.6927711), indicando una comunità macroalgale in buono stato di conservazione (Mirto *et al*., 2017).

COMUNE DI COSTARAINERA - Prot 0000535 del 31/01/2024 Tit 10 Cl Fasc

Tabella 6: Popolamenti macroalgali oggetto dell'analisi CARLIT e relativi Valori di sensibilità (SL) (Mirto et al., 2017).

	Categoria	Descrizione	Valore di sensibilità
	Trottoir	Concrezioni a marciapiede ("trottoir") di *Lithophyllum byssoides* (*L. trochanter* e *Dendropoma**)	20
Con popolamenti a *Cystoseira*	*Cystoseira brachycarpa/crinita/elegans*	Popolamenti a *C. brachycarpa/crinita/elegans*	20
	Cystoseira in zone riparate	Popolamenti a *Cystoseira barbata/foeniculacea/humilis/spinosa*	20
	Cystoseira amentacea/mediterranea 5	Cinture continue a *C. amentacea/mediterranea*	20
	Cystoseira amentacea/mediterranea 4	Cinture quasi continue a *C. amentacea/mediterranea*	19
	Cystoseira amentacea/mediterranea 3	Popolamenti abbondanti a *C. amentacea/mediterranea*	15
	Cystoseira amentacea/mediterranea 2	Popolamenti scarsi a of *C. amentacea/mediterranea*	12
	Cystoseira compressa	Popolamenti a *C. compressa*	12
	Cystoseira amentacea/mediterranea 1	Rare piante isolate di *C. amentacea/mediterranea* **	10
Senza popolamenti a *Cystoseira*	*Dictyotales/Stypocaulaceae*	Popolamenti a *Padina/Dictyota/Dictyopteris/Taonia/Stypocaulon*	10
	Corallina	Popolamenti a *Corallina elongata*	8
	Corallinales incrostanti	Popolamenti a *Lithophyllum incrustans, Neogoniolithon brassica-florida* e altre Corallinales incrostanti	6
	Mitili	Popolamenti a *Mytilus galloprovincialis* (Mitilaie)	6
	Pterocladiella/Ulva/Schizymenia	Popolamenti misti a *Pterocladiella/Ulva/Schizymenia*	6
	Ulva/Cladophora	Popolamenti a *Ulva* e/o *Cladophora*	3
	Cianobatteri/Derbesia	Popolamenti dominate da Cyanobacteria e/o *Derbesia tenuissima*	1
Fanerogame	*Posidonia* - récif	Formazioni affioranti di *Posidonia oceanica* ("récif")	20
	Cymodocea nodosa	Praterie superficiali di *Cymodocea nodosa*	20
	Nanozostera noltii	Praterie superficiali di *Nanozostera noltii*	20

*Formazioni organogene tipiche della Sicilia e di altre regioni del Sud Italia.
**In caso di presenza di rare piante isolate di *C. amentacea/mediterranea*, si annota anche la comunità dominante (valore di sensibilità risultante: valore medio).

Tabella 7:Valori delle SGR (situazioni geomorfologiche rilevanti) comunemente utilizzate per il calcolo dell'EQV (Mirto et al., 2017).

Situazione geomorfologica rilevante SGR	EQV_{rif}
BM-Blocchi metri naturali	12.2
FB-Falesia bassa naturale	16.6
FA-Falesia alta naturale	15.3

COMUNE DI COSTARAINERA - Prot 0000535 del 31/01/2024 Tit 10 Cl Fasc

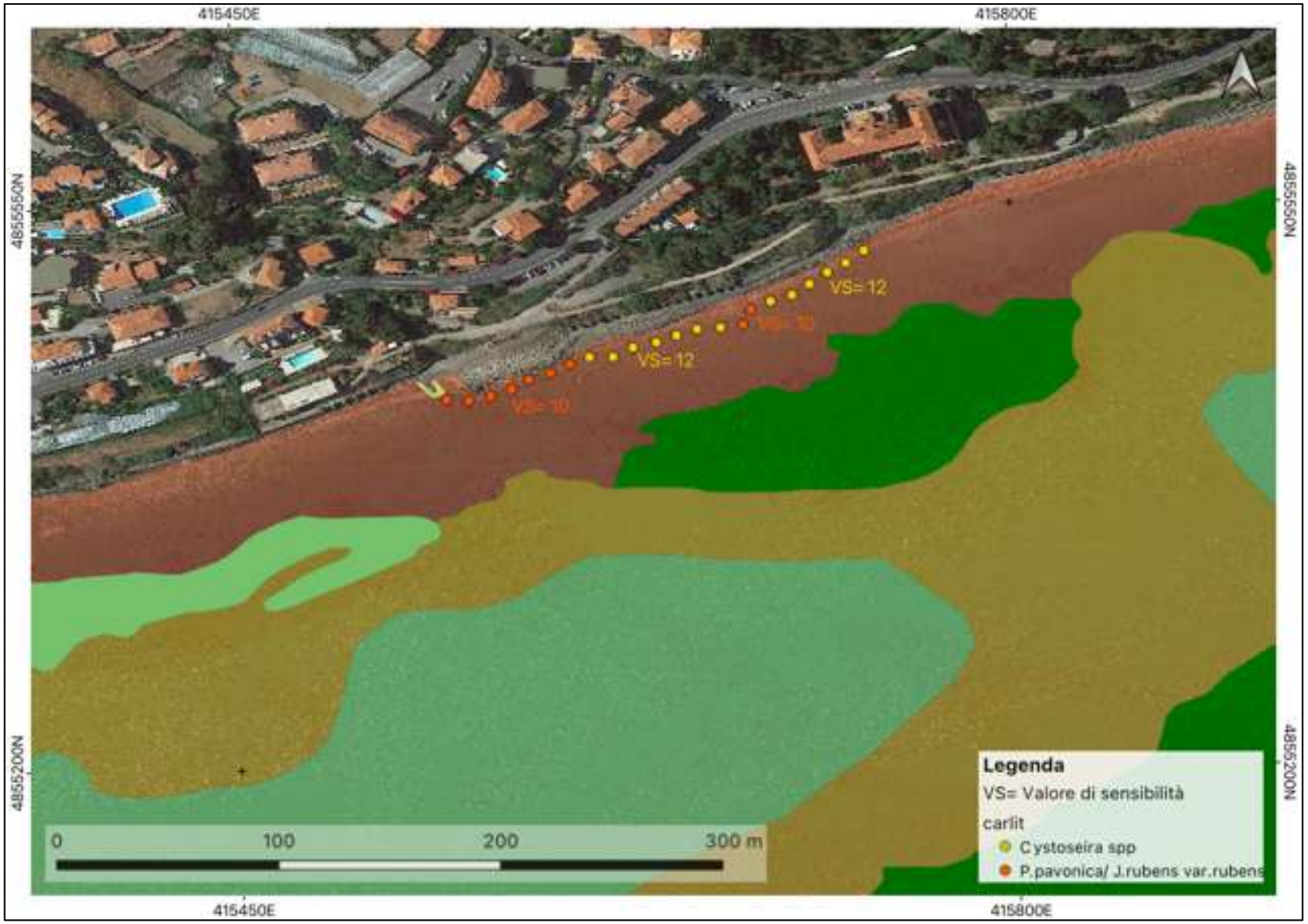
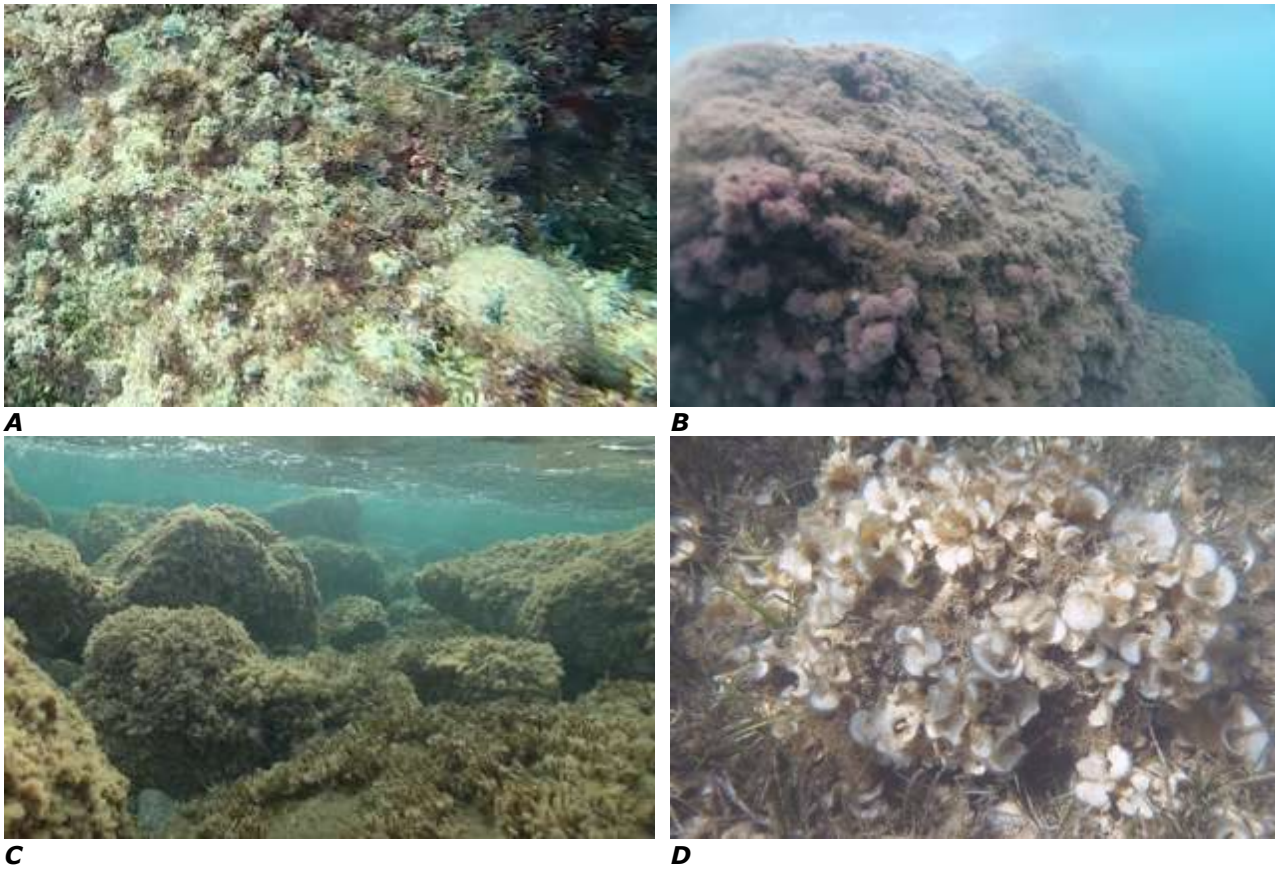


Figura 10: Comunità algali caratterizzanti i settori rilevati mediante metodo Carlit. I valori indicati in corrispondenza dei diversi settori indicano il valore di Sensibilità Ecologica (VS) della comunità algale dominante.

COMUNE DI COSTARAINERA - Prot 0000535 del 31/01/2024 Tit 10 Cl Fasc

La comunità macro-algale dell'infralitorale

A differenza dei risultati ottenuti dalle indagini lungo la falesia intertidale, che hanno permesso di identificare la presenza di due aree contraddistinte da popolamenti macroalgali simili ma distinti, non è stato possibile identificare in maniera dettagliata le macroalghe presenti lungo il tratto costiero infralitorale. La presenza di tali comunità, infatti, raggiunge il massimo sviluppo tra la fine della primavera e l'inizio dell'estate, dipendendo principalmente dall'idrodinamismo, dal tipo di fondale e dalla temperatura.
Nonostante questo, dall'analisi dei transetti video realizzati perpendicolarmente alla costa, è stato possibile confermare la presenza, sui substrati duri naturali, di Chlorophyta come *Acetabularia acetabulum* (di cui si rinvengono solo i talli) e *Codium* sp. (Figura 11A), di Rhodophyta come *Jania rubens var. rubens* (Figura 11B); *Lithophyllum spp., e Peyssonnelia squamaria e* Heterokontophyta come *Cystoseira* spp. (Figura 11C) e *Padina pavonica,* (Figura 11D), a conferma di quanto già descritto negli studi precedenti (Garibaldi, 2007; Ubica, 2020).



A ***B*** ***C*** ***D***

Figura 11: A) Codium sp.; B) Jania rubens var. rubens; C) Cystoseira spp.; D) Padina pavonica.

COMUNE DI COSTARAINERA - Prot 0000535 del 31/01/2024 Tit 10 Cl Fasc

4.2 Il posidonieto costiero

Processando le immagini acquisite durante i rilievi fotografici aerei effettuati mediante drone e analizzando il fotomosaico elaborato, è stato possibile realizzare in ambiente GIS la perimetrazione delle tre piccole praterie costiere di *Posidonia oceanica* e confrontarla con i risultati ottenuti in studi precedenti (Ubica, 2020; Garibaldi, 2017).
Partendo da levante, la prima macchia di *P. oceanica* è quella di minori dimensioni (denominata Area 1) con una superficie calcolata di 1330 m^2 (Figura 12). Il confronto con i dati pregressi mostra una lieve riduzione dell'areale di distribuzione della prateria (1330 m^2 e 1580 m^2 rispettivamente nel 2023 e nel 2020) (Tabella 8), sebbene le discrepanze sembrino principalmente attribuibili alle difficoltà di digitalizzazione dell'ortomosaico, visto il complesso sviluppo della prateria su roccia, piuttosto che non ad una reale riduzione.
In quest'area, inoltre, *P. oceanica* cresce tra e su roccia e si mostra rigogliosa, con percentuali di ricoprimento di poco superiori a quanto osservato nel 2020 (80% e 75% rispettivamente nel 2023 e 2020) e con una densità media pari a 673,75 fasci/m^2, risultando così in uno stato di conservazione soddisfacente secondo la classificazione delle praterie proposta dalla Regione Liguria (Gambi e Dappiano, 2003) (Tabella 9).
La seconda patch (denominata Area 2), situata in prossimità dell'Istituto Elioterapico nella parte centrale dell'area di studio, è quella con la maggiore estensione e con una superficie calcolata di 10.930 m^2, solo di poco inferiore a quanto misurato nel 2020 (11.453 m^2) (Tabella 8) (Figura 12). Anche in questo caso le minime differenze sono attribuibili più alle modalità di processamento che ad una reale riduzione dell'areale di distribuzione del posidonieto. Questa patch è caratterizzata da un'elevata percentuale di ricoprimento (prossima al 100% come nel 2020) (Tabella 9), con una densità media pari a 760,00 fasci/m^2, di poco inferiore a quanto osservato nel 2020 (771,9 fasci/m^2) e superiore a quanto indicato nel 2017 (734 fasci/m^2) (Tabella 9).
Sulla base della classificazione proposta dalla Regione Liguria (Gambi e Dappiano, 2003), l'Area 2 rappresenta una prateria in stato di conservazione eccezionale e, secondo la classificazione di Giraud, risulta una prateria molto densa.
L'ultima patch, quella più a ponente (denominata Area 3), ha un'estensione calcolata di 7111 m^2 (di poco superiore a quanto misurato nel 2020) ed è caratterizzata dalla presenza di affioramenti rocciosi e massi che non hanno reso possibile la misurazione del ricoprimento percentuale né della densità (Tabella 8)) (Tabella 9) (Figura 12).

In tutte le aree si osserva l'alternanza sia di matte che di substrati duri completamente colonizzati da Posidonia, come descritto anche negli studi precedenti (Ubica, 2020; Garibaldi, 2007) ad ulteriore conferma della stabilità del posidonieto. L'intera zona costiera risulta particolarmente ricca in termini di flora e fauna, come descritto nel capitolo dedicato.

COMUNE DI COSTARAINERA - Prot 0000535 del 31/01/2024 Tit 10 Cl Fasc

Tabella 8: Estensione delle aree delle tre macchie costiere di P. oceanica misurate in questo studio e nel precedente studio del 2020 (Ubica, 20220).

Aree	Anno 2023	Anno 2020
Area 1	1.330 m^2	1.508 m^2
Area 2	10.930 m^2	11.453 m^2
Area 3	7.111 m^2	5.876 m^2

Tabella 9: Valori di ricoprimento percentuale medio (R. %) e densità media dei fasci per m^2 rilevati per le tre aree (Area 1 e 2) nel presente studio e in quello realizzato nel 2020 (Ubica, 2020).

Area	R. % 2023	R.% 2020	Densità/m^2 2023	Densità/m^2 2020	Densità/m^2 2017
Area 1	80%	75%	673,75± 202,20	622,5 ±185,9	-
Area 2	100%	100%	760,00±141,60	771,9±171,4	734

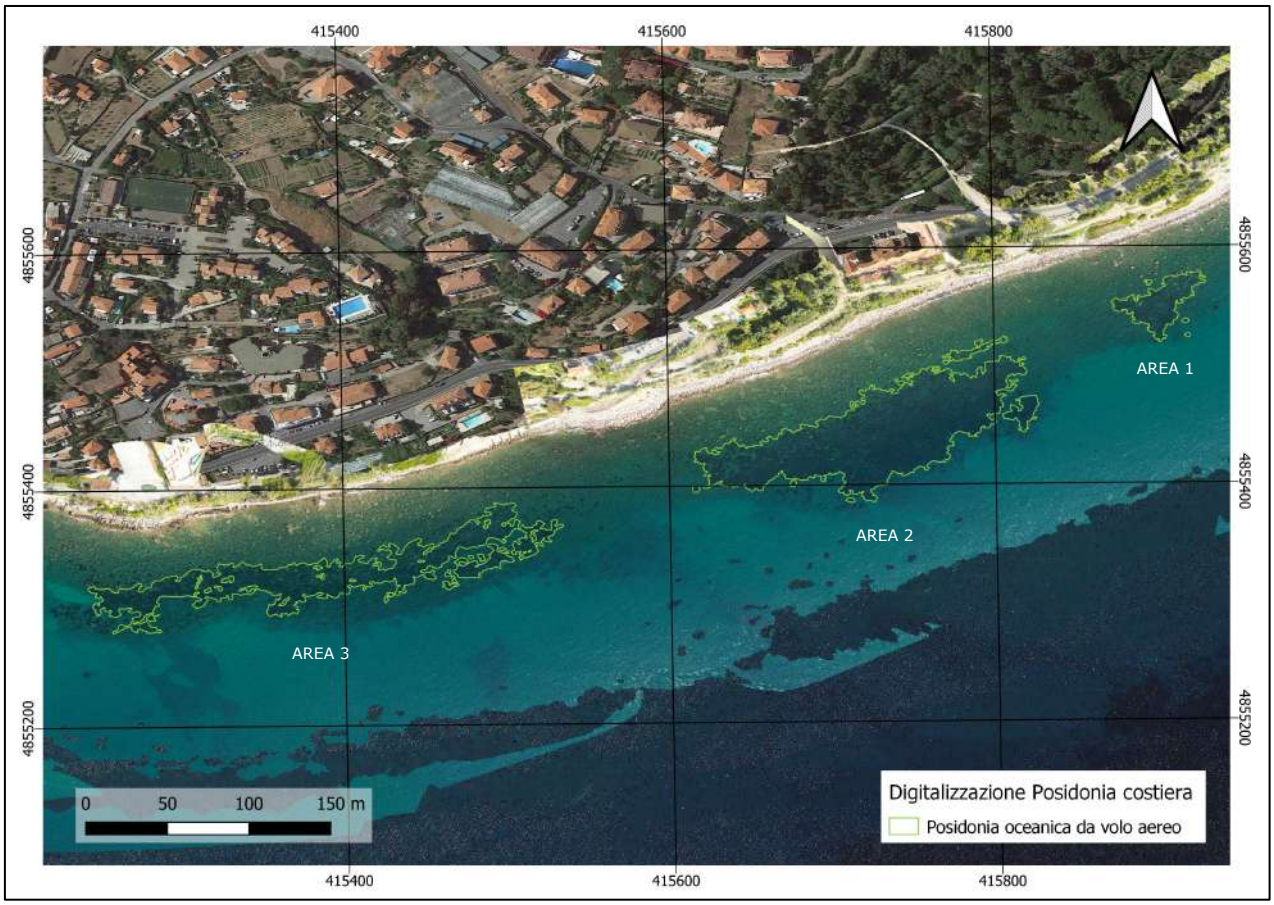


Figura 12: Ortomosaico del posidonieto costiero con indicazione dei poligoni di perimetrazione (Area 1, Area 2 e Area 3).

COMUNE DI COSTARAINERA - Prot 0000535 del 31/01/2024 Tit 10 Cl Fasc

4.3 Il prato di *Cymodocea nodosa*

I dati ottenuti dall'analisi dei video transetti, sia quelli realizzati parallelamente a costa che quelli perpendicolari, hanno permesso di identificare, all'interno dell'area di studio, quattro principali tipologie di habitat:

1) Popolamenti algali dell'infralitorale (Figura 13A);
2) Sabbie dell'infralitorale (Figura 13B);
3) *Posidonia oceanica* su roccia (Figura 13C);
4) Prato a *Cymodocea nodosa* (Figura 13D).

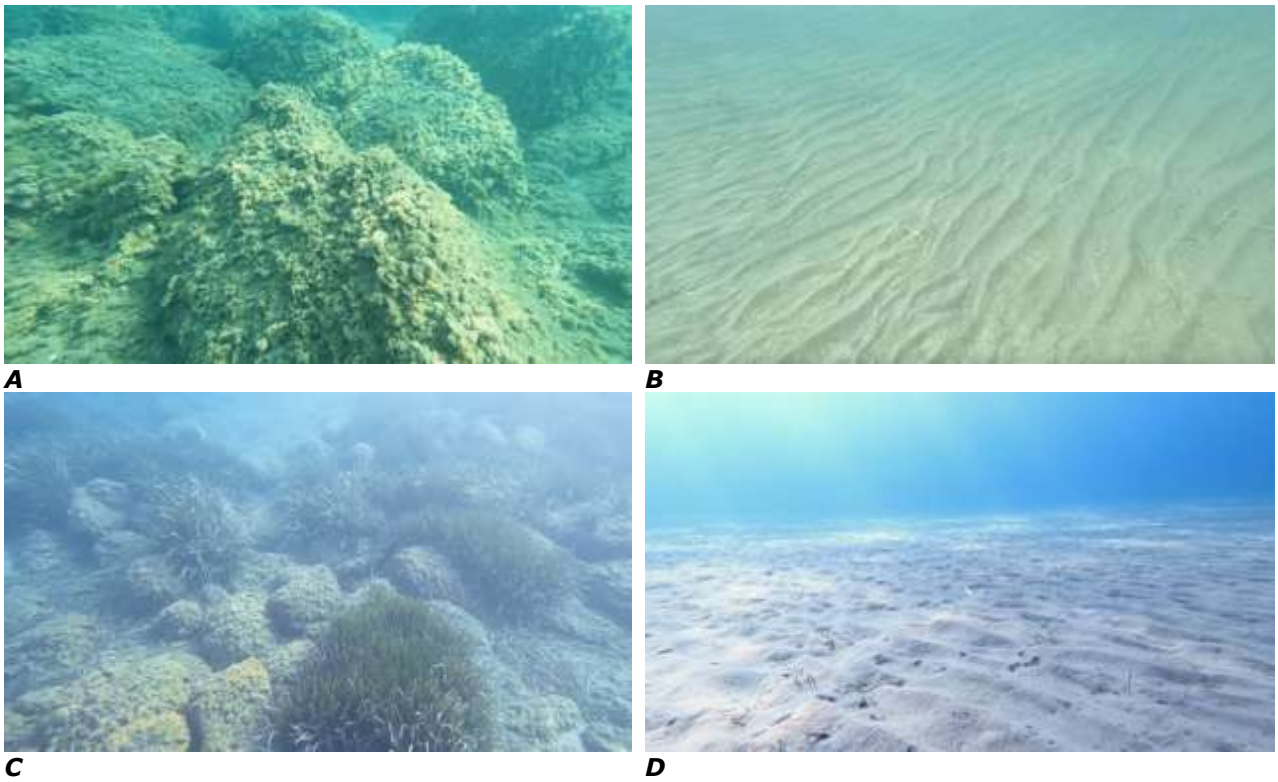


Figura 13: A) Popolamenti algali dell'infralitorale; B) Sabbie dell'infralitorale; C)* Posidonia oceanica *su roccia; D) Prato a* Cymodocea nodosa*.

Relativamente a *Cymodocea nodosa*, le analisi confermano quanto già osservato nei precedenti studi, ovvero che il prato si presenta piuttosto rado e si insedia sulle aree di fondale sabbioso compreso tra i fondi duri costieri e la prateria di *P. oceanica*. Il limite è variabile e sembra attestarsi tra i 6 m e 7 m nel settore di ponente e tra 6 e 8 m di profondità nel settore di levante, dove raggiunge il limite superiore della prateria di *P. oceanica* (Figura 14).

Anche il confronto con la cartografia regionale, aggiornata con quanto osservato nello studio precedente (Ubica, 2020), mostra una sostanziale corrispondenza tra i due monitoraggi. Si evidenzia solo una lieve diminuzione dell'estensione dell'areale occupato da *C. nodosa* nel settore di ponente controbilanciata da una lieve progressione nella zona centrale (Figura 14).



A B

Figura 14: a) Prato a Cymodocea nodosa rado che si insatura su fondali sabbiosi; b) Ulteriore immagine del prato a C. nodosa su zone con accumulo di foglie di P. oceanica.

La nuova cartografia ha messo anche in evidenza un leggero incremento dell'esenzione dei popolamenti algali infralitorali (cerchietto tratteggiato rosa Figura 15) rispetto ai rilievi precedenti.

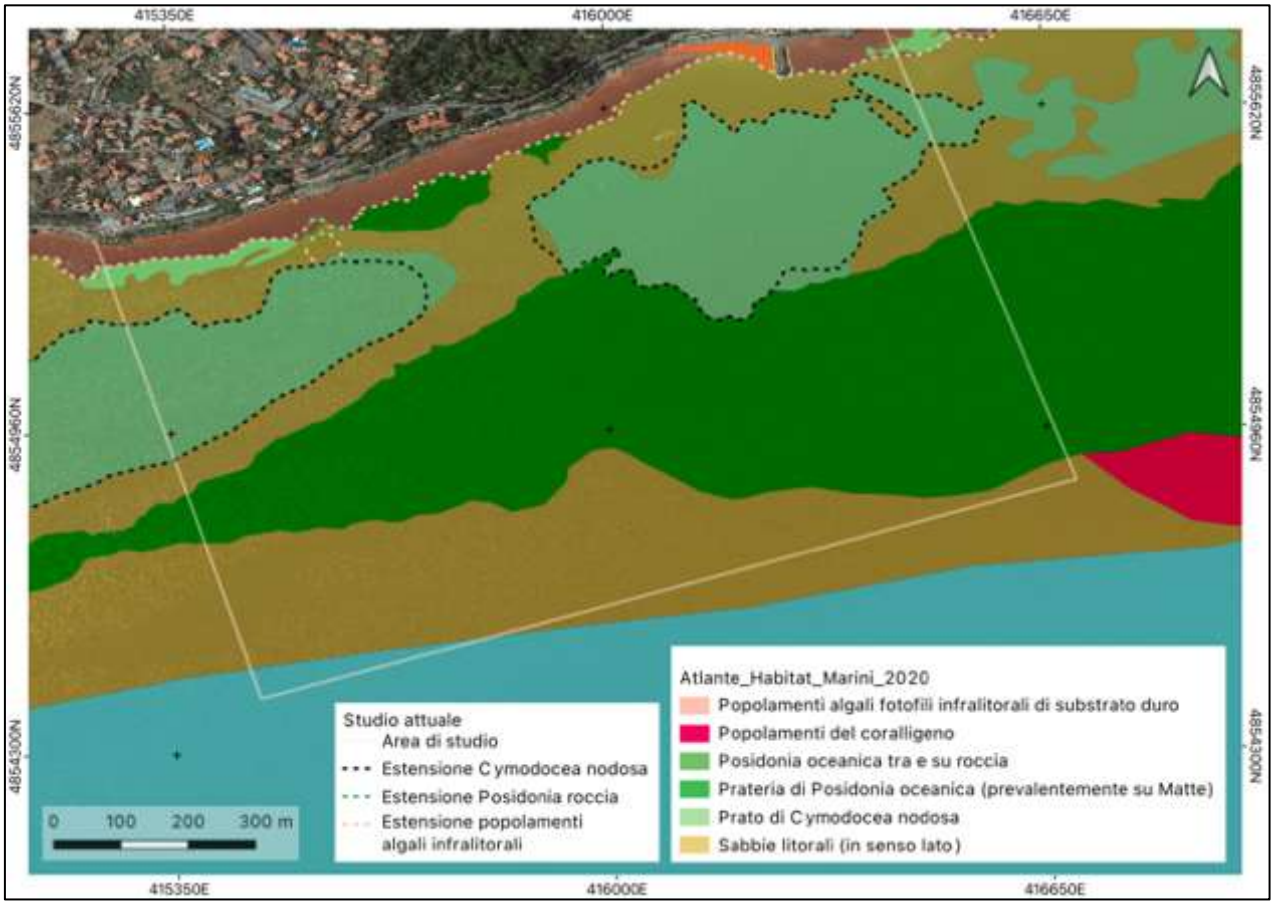


Figura 15: Confronto tra le biocenosi marine rilevate nel presente studio e quelle pubblicate nell'Atlante degli habitat marini della Liguria aggiornato al 2020.

COMUNE DI COSTARAINERA - Prot 0000535 del 31/01/2024 Tit 10 Cl Fasc

4.4 Il posidonieto a largo

4.4.1 Il limite superiore

In totale è stata percorsa una distanza di 1496 m lungo il limite superiore.
In accordo con quanto già descritto negli studi precedenti, il limite superiore si attesta ad una profondità compresa tra 10 e 12 m nella zona di levante, profondità che diminuisce nella zona centrale, fino ad arrivare a circa 9 m in corrispondenza del settore di ponente.
In linea generale il limite si presenta molto frastagliato, con radure e canali intermatte che separano piccole "patch" di Posidonia dalla prateria principale, a conferma di quanto già osservato nel precedente studio (Ubica, 2020).
Analizzando le diverse zone, in corrispondenza di quella di levante, la prateria cresce su matte, e forma "patches" separate da canali e lenti di sabbia che ne rendono frammentato il margine (Figura 16). A differenza di quanto osservato nello studio condotto nel 2020 (Ubica, 2020), non è stata osservata la presenza di zone a matte morta colonizzate da talli dell'alga alloctona *Caulerpa taxifolia*.
Proseguendo lungo il limite, si osservano zone di matte morta sempre più frequenti, con la presenza di depositi fogliari tra i canali e le lenti di sabbia non occupate dalla fanerogama (Figura 17).
In corrispondenza del settore centrale, il limite si presenta sempre molto frastagliato, con frequenti zone caratterizzate da matte morta e con la presenza, come nel settore di levante, di depositi fogliari tra i canali e le lenti di sabbia (Figura 18 e Figura 19).
Proseguendo verso ponente, il limite superiore è caratterizzato da una riduzione sensibile delle zone a matte morta e dalla presenza più frequente di macchie di Posidonia separate dalla formazione principale da corridoi sabbiosi (Figura 20). Qui la fanerogama si mostra comunque densa con ricoprimenti elevati anche sul margine (Figura 21).

I rilievi condotti mettono in evidenza una corrispondenza nel posizionamento del limite superiore attuale della prateria di *P. oceanica* con quanto riportato dai dati cartografici relativi all'area di studio ottenuti *ante operam* (Ubica, 2020) e con quelli già disponibili in letteratura (Figura 22).

Le indagini effettuate in prossimità del limite sembrano delineare una situazione di generale miglioramento rispetto a quanto riportato dai precedenti lavori che segnalavano un'abbondante presenza di matte morta in zone limitrofe al limite superiore. Quest'ultimo, seppur frastagliato a causa della presenza di radure e corridoi sabbiosi, mostra zone relativamente estese caratterizzate da matte morta soprattutto nel settore centrale dell'area indagata. Anche la presenza dell'alga alloctona *C. taxifolia*, in passato molto diffusa nell'area, sembra aver subito una marcata riduzione, essendo stata osservata esclusivamente nel settore di levante in zone di matte morta nel 2020 (Ubica, 2020) e non essendo stata osservata in quest'ultimo studio.

COMUNE DI COSTARAINERA - Prot 0000535 del 31/01/2024 Tit 10 Cl Fasc



A B

Figura 16: Settore di levante-A) prateria su matte con "patches" separate da canali e lenti di sabbia; B) altra zona di prateria su matte.



A B

Figura 17: Settore di levante-A) prateria e matte morta con la presenza di depositi fogliari tra i canali e le lenti di sabbia non occupate dalla fanerogama; B) ulteriore immagine della prateria su matte morta con la presenza di depositi fogliari tra i canali e le lenti di sabbia.



A B

Figura 18: Settore centrale-A) limite molto frastagliato, con zone di matte morta sempre frequenti e con la presenza di depositi fogliari tra i canali e le lenti di sabbia; B) ulteriore immagine della prateria con la presenza di depositi fogliari tra i canali e le lenti di sabbia.

COMUNE DI COSTARAINERA - Prot 0000535 del 31/01/2024 Tit 10 Cl Fasc



A B

Figura 19: Settore centrale-A) limite molto frastagliato, con depositi fogliari tra i canali e le lenti di sabbia; B) limite con zone caratterizzate dalla presenza di matte morta.



A B

Figura 20: Settore di ponente-A) presenza di macchie di Posidonia separate dalla formazione principale da corridoi sabbiosi; B) ulteriore documentazione di macchie di Posidonia separate dalla formazione principale.



A B

Figura 21: Settore di ponente-A) Limite superiore denso con ricoprimenti elevati sebbene si rilevi la presenza di macchie separate dalla formazione principale da corridoi sabbiosi; B) ulteriore immagine del limite con presenza di macchie e corridoi sabbiosi.

COMUNE DI COSTARAINERA - Prot 0000535 del 31/01/2024 Tit 10 Cl Fasc

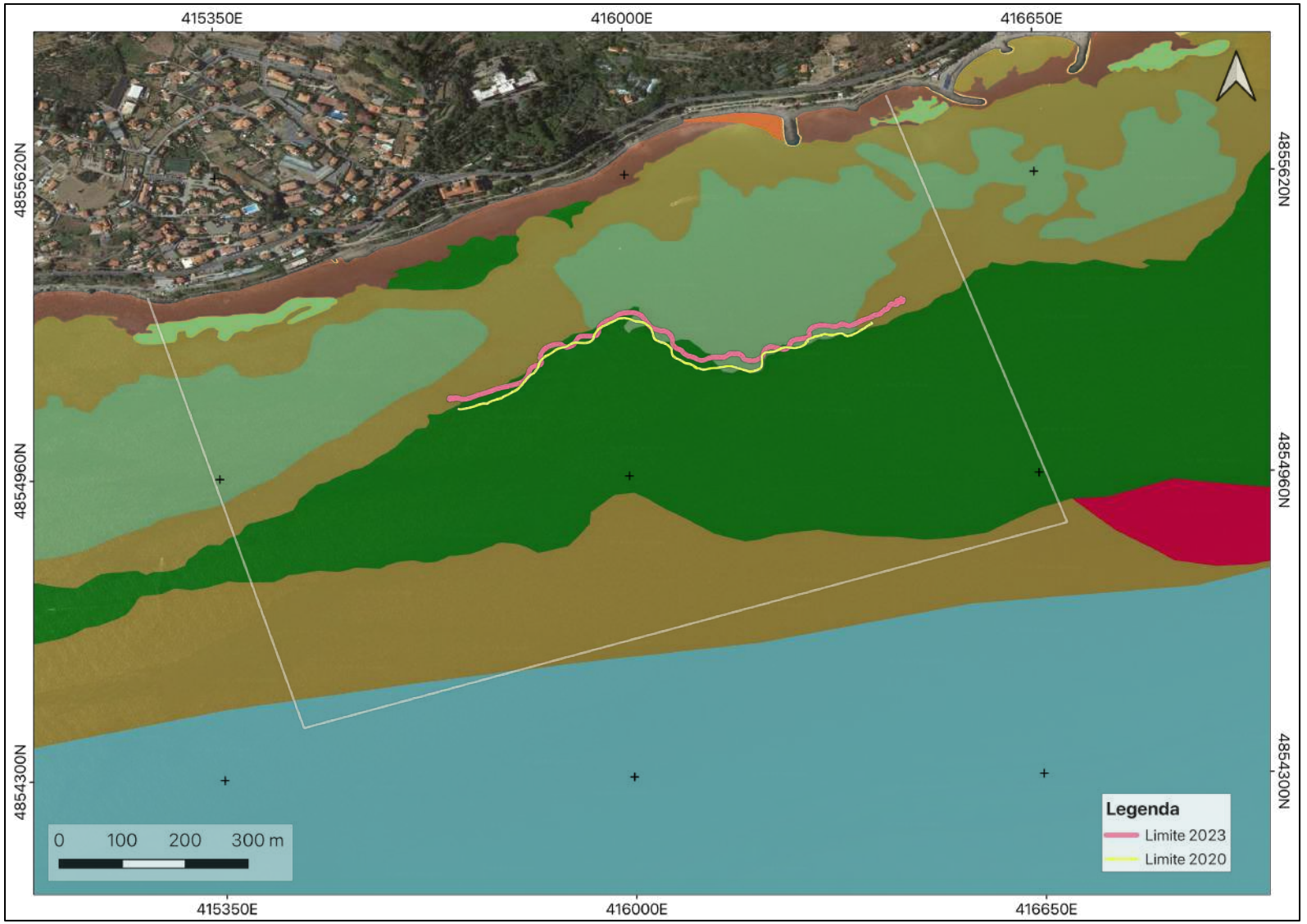


Figura 22: Confronto tra limite superiore rilevato nel presente studio (Limite 2023), quello osservato durante le indagini ante operam (Ubica, 2020) (Limite 2020) e quello riportato dalla cartografia della Regione Liguria (Nuovo Atlante degli Habitat della Liguria, 2020).

COMUNE DI COSTARAINERA - Prot 0000535 del 31/01/2024 Tit 10 Cl Fasc

4.4.2 Il posidonieto del largo: la zona centrale

4.4.2.1 Percentuale di ricoprimento del fondale a *P. oceanica*

I risultati mostrano una prateria che si sviluppa su un substrato sabbioso definibile continua e "pura" o monospecifica (caratterizzata cioè dalla sola specie *P. oceanica*) e omogenea, con una distribuzione uniforme della fanerogama sull'intera estensione del fondale (Buia et al., 2003). Infatti, non si osserva la presenza di alghe del genere *Caulerpa* sp., né di *Cymodocea nodosa*. Sono presenti, in corrispondenza stazioni POS 1 e POS 2, segni di impatto quali corridoi sabbiosi ascrivibili a impatti meccanici da ancoraggi (Tabella 10).

Tabella 10: Stazione, substrato, continuità, presenza di Caulerpa o di Cymodocea, % e tipologia di impatto osservato.

Stazione	Substrato	Continuità	Caulerpa	Cymodocea	Impatto	Tipologia
POS1	sabbia	Continua	0%	0%	10%	corridoi sabbiosi
POS2	sabbia	Continua	0%	0%	10%	corridoi sabbiosi
POS3	sabbia	Continua	0%	0%	0%	
POS4	sabbia	Continua	0%	0%	0%	

I valori del ricoprimento percentuale osservati sono riportati in Tabella 11. I risultati mostrano una prateria caratterizzata da un ricoprimento percentuale prossimo al 90% (88,75% il valore medio di ricoprimento percentuale), con poche interruzioni costituite da piccoli corridoi sabbiosi o da zone poco estese di matte morta, osservate soprattutto in corrispondenza della stazione POS2 dove, infatti, il ricoprimento medio risulta il più basso (75%) (Tabella 11) (Figura23) (Figura 24).

Tabella 11: Valori del ricoprimento percentuale (Ric. %) ottenuti nel presente studio (anno 2023) e nel 2020, nelle 4 stazioni, con latitudine e longitudine espress in WGS84 UTM 32N e profondità espresse in metri.

Stazioni	Latitudine	Longitudine	Prof. (m)	Ric. % 2023	Ric. % 2020
POS1	4854755	415324	14,88	100.00	75.00
POS2	4855003	415902	15,6	75.00	67.50
POS3	4855172	416379	15,44	85.00	72.50
POS4	4855356	416608	15,18	95.00	95.00

Confrontando i dati con quelli ottenuti nel 2020, si osserva una tendenza positiva dei valori medi di ricoprimento percentuale (ovvero 88,75% e 77,50% rispettivamente nel 2023 e nel 2020), a ribadire le condizioni stabili della prateria che sembra conservarsi in ottimo stato (Figura 23) (Figura 24).

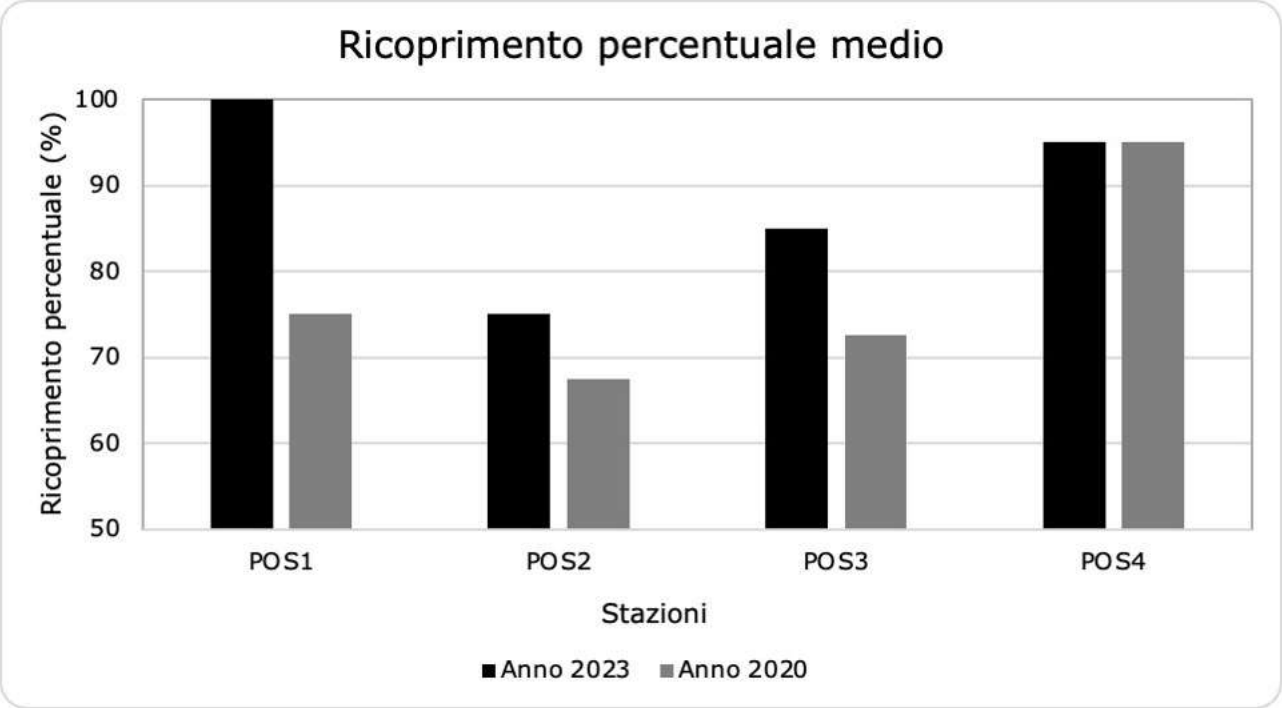
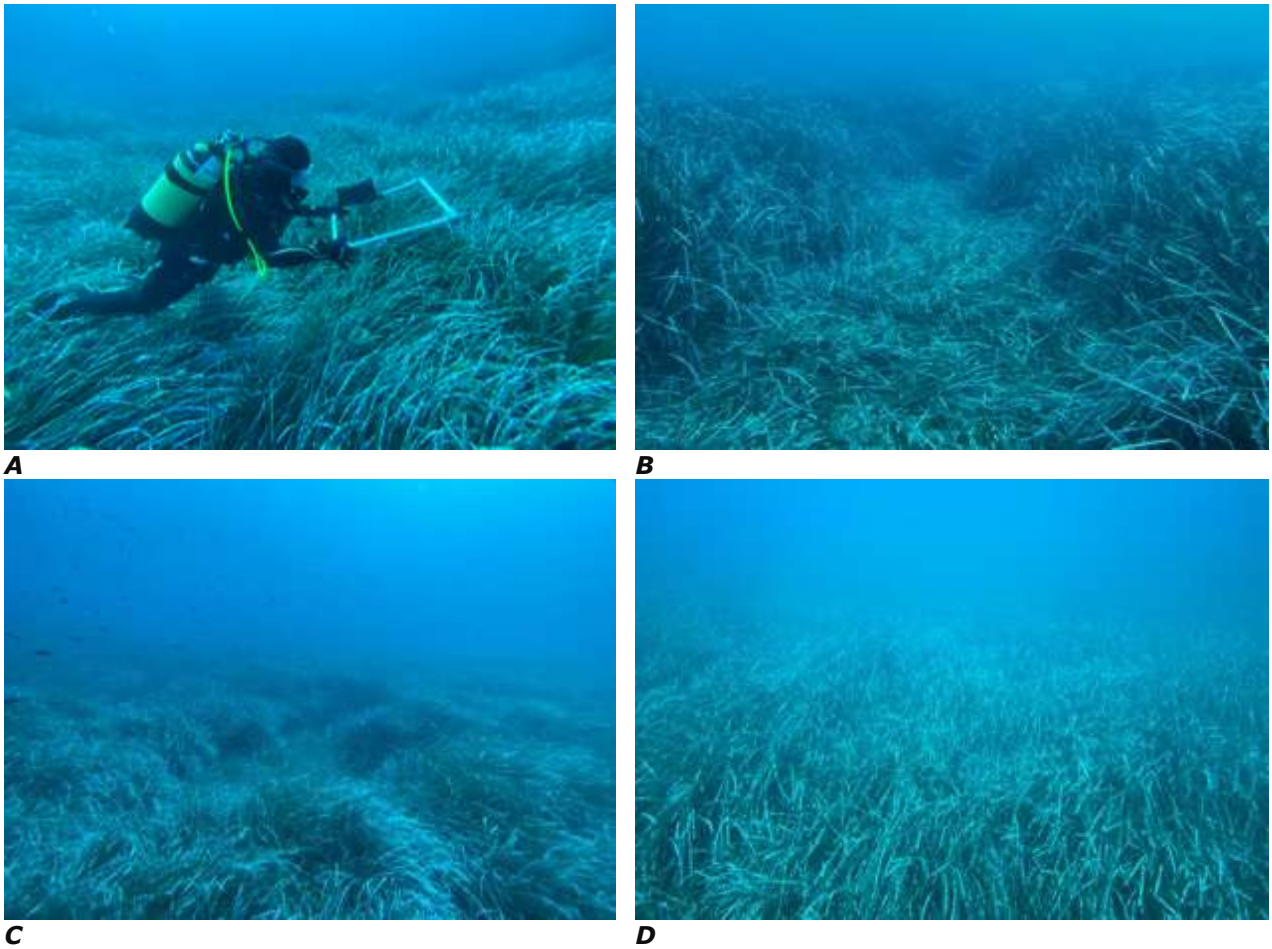


Figura 23: Ricoprimento percentuale nelle 4 stazioni indagate (POS1; POS2; POS3; POS4) nel presente studio (Anno 2023) e nell'anno 2020 (Ubica, 2020).



A ***B*** ***C*** ***D***

Figura 24: Immagini della prateria di P. oceanica rispettivamente in corrispondenza dei punti di campionamento: A) POS 1; B) POS 2, con la presenza di alcuni corridoi sabbiosi probabilmente dovuti agli ancoraggi; C) POS 3; D) POS4. Da notare l'elevata percentuale di ricoprimento che caratterizza tutte le zone indagate.

COMUNE DI COSTARAINERA - Prot 0000535 del 31/01/2024 Tit 10 Cl Fasc

4.4.2.2 Densità dei fasci fogliari di *P. oceanica*

A differenza dei risultati ottenuti sul ricoprimento percentuale, i rilievi effettuati per stimare la densità media dei fasci fogliari della prateria nella zona centrale mostrano una riduzione dei valori di densità rispetto ai rilievi degli anni passati (rispettivamente 447,18 fasci/m^2 nel 2023 e 617,5 fasci/m^2 nel 2020). Nonostante tale riduzione, la prateria è ancora riconducibile alla categoria delle praterie dense (Classe II: prateria densa) secondo la classificazione di Giraud e con uno stato di conservazione eccezionale (Gambi e Dappiano, 2003), in accordo con quanto osservato negli studi precedenti (Ubica, 2020). Il punto di campionamento che presenta la densità di fasci più elevata risulta il POS2 con una media di 503,75 fasci/m^2, mentre la stazione POS3 risulta quella con la densità di fasci minore (406,25 fasci/m^2) (Tabella 12) (Figura 25).

Tabella 12: Stazioni, profondità e densità dei fasci/m² nelle 4 stazioni con le cinque repliche.

Stazione	Prof. (metri)	Densità		Stazione	Prof. (metri)	Densità
POS1	15	362.5		POS3	14,3	412,5
	15,2	325			14,3	331,25
	15,2	393.75			14,5	350
	15,1	343.75			14,3	475
	15,4	237.5			14,1	462,5
POS2	15,1	362.5		POS4	15,4	381,25
	15,3	468.75			15,3	437,5
	15,4	637.5			15	381,25
	15,4	518.75			15,4	450
	15,2	531.25			15,3	518,75

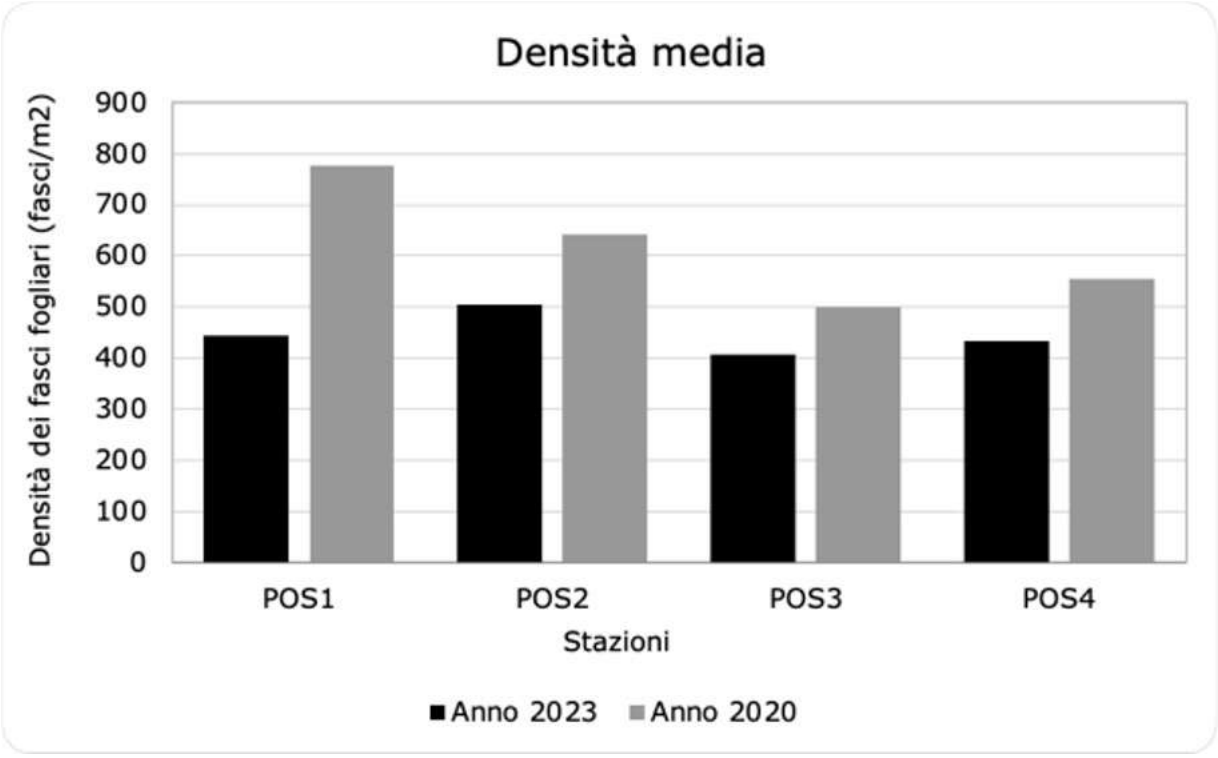


Figura 25: Densità media su m$_2$ dei fasci fogliari nelle 4 stazioni indagate (Pos 1; POS2; POS3; POS4) nel presente studio (Anno 2023) e nell'anno 2020 (Ubica, 2020).

COMUNE DI COSTARAINERA - Prot 0000535 del 31/01/2024 Tit 10 Cl Fasc

4.4.3 Il posidonieto del largo: limite inferiore

Per analizzare il limite inferiore sono stati percorsi, da due OSS muniti di scooter subacqueo e macchina fotografica, oltre 1240 m lineari.
I risultati del monitoraggio sulla prateria di *Posidonia oceanica* mostrano che il limite inferiore raggiunge la sua massima profondità (-32,8 m) nella zona di levante mentre, a ponente, il limite risale raggiungendo la profondità minima di 27,5 m di fronte all'Istituto Elioterapico, per poi ridiscendere fino alla profondità di 29,4 m nella stazione INF1. Questi dati confermano quanto osservato nei precedenti studi (Ubica, 2020; Garibaldi 2007) (Tabella 13).
Per quanto riguarda la densità dei fasci fogliari, la stazione più a levante (INF5) oltre ad essere la più profonda (32,8m) è anche quella con il più alto valore di densità media (162,5 fasci/m^2), mentre la stazione INF2, quella di fronte al sanatorio, è quella con la densità più bassa (85 fasci/m^2). Le altre stazioni hanno densità che oscillano tra circa 120 e 150 fasci/m^2 (121,25 fasci/m^2, 138,75 fasci/m^2 e 148,75 fasci/m^2 rispettivamente per le stazioni INF3, INF4 e INF5) (Tabella 13).

Tabella 13: Nome della stazione, profondità e densità media dei fasci fogliari/m^2

Stazione	Profondità	Densità dei fasci
INF1	29,2	212.5
		118.75
		193.75
		156.25
		131.25
INF2	27,5	87.5
		75
		81.25
		50
		131.25
INF3	29,8	131.25
		156.25
		106.25
		100
		112.5
INF4	31,5	175
		137.5
		143.75
		125
		112.5
INF5	32,8	150
		137.5
		125
		150
		181.25

In base alla classificazione di Giraud, tutte le stazioni indagate appartengono alla Classe V: "semiprateria", mentre secondo Gambi e Dappiano (2013), lo stato di conservazione di tutte le stazioni ricade nella fascia soddisfacente.
Infine, in base alla classificazione di Pergent *et al*. (1995) che permette di correlare la trasparenza dell'acqua con la posizione del limite inferiore (Tabella 14), la colonna d'acqua nella zona indagata risulta trasparente viste le profondità raggiunte dalla prateria, come già confermato nel precedente studio (Ubica, 2020).

COMUNE DI COSTARAINERA - Prot 0000535 del 31/01/2024 Tit 10 Cl Fasc

Tabella 14: Scala di valutazione della trasparenza dell'acqua in funzione della profondità media del limite inferiore (da Pergent et al., 1995).

Profondità del limite inferiore(m)	Trasparenza dell'acqua
da 0 a -15	Acque a bassa trasparenza
da -15 a -25	Acque poco trasparenti
da -25 a -35	Acque trasparenti
inferiore a -35	Acque ad elevata trasparenza

Per quanto riguarda l'estensione, i risultati mostrano una congruità con quanto rilevato nel 2020, e con quanto indicato nella cartografia degli habitat marini della Regione Liguria (Figura 26).



Figura 26: Punti dove è stato intercettato il limite inferiore della prateria dai due OSS in immersione nel presente studio (2023) e nello studio precedente (Ubica, 2020), denominati INF nel testo.

Come già osservato nel precedente studio (Ubica 2020), le indagini rivelano un limite di tipo regressivo (o sfumato) (Montefalcone, 2009), non netto e con la presenza di una fascia di rarefazione a matte (con un ricoprimento della posidonia che si riduce dal 50% al 20%) non particolarmente estesa e senza un evidente scalzamento dei rizomi.
In particolar modo, nella zona di levante, in corrispondenza della stazione INF5, il limite si presenta non netto, con evidenti zone di matte morta quasi completamente insabbiate e, nella fascia di rarefazione, a sud del limite, alcuni

COMUNE DI COSTARAINERA - Prot 0000535 del 31/01/2024 Tit 10 Cl Fasc

popolamenti sciafili tipici del pre-coralligeno, già descritti nel precedente studio (Ubica, 2020) (Figura 27).

Seguendo il limite in direzione ponente, in più punti si intercetta la tubazione del Roja, che corre parallela a costa per tutta la lunghezza del limite (Figura 28).
In corrispondenza della stazione INF4, il limite si presenta sempre non netto e con fasce di rarefazione a matte morta insabbiata (Figura 29).
In prossimità della stazione INF3, così come nella INF5, sono presenti popolamenti sciafili tipici del pre-coralligeno, risultato che conferma quanto rilevato dal precedente studio (Ubica, 2020) (Figura 30). La stazione INF3 risulta caratterizzata, come tutto il limite, da un limite di tipo regressivo e con la presenza di una fascia di rarefazione a matte morta (Figura 30).
Proseguendo in direzione di ponente, all'altezza della stazione INF2, il limite inferiore della prateria di *P. oceanica*, sempre di tipo regressivo, continua a mostrare la presenza di una fascia di rarefazione a matte morta senza un evidente scalzamento dei rizomi (Figura 31).
A ridosso della stazione INF1, il limite continua ad essere regressivo, con un'evidente fascia di rarefazione a matte e la presenza di affioramenti di natura pre-coralligena. Anche qui il limite intercetta la tubazione del Roja (Figura 32).

In linea generale, come già osservato nello studio del 2020 (Ubica, 2020), la presenza di una zona di matte morta, in parte insabbiata, sembra essere riconducibile a fenomeni impattanti avvenuti in passato, legati probabilmente ad attività di pesca a strascico illegale e/o a fenomeni di intorbidimento dell'acqua. Secondo, infatti, quanto indicato dalla Regione Liguria nel 2006 (Piano di Tutela dell'ambiente marino e costiero), nella riviera di ponente insisteva un maggiore impatto rispetto al levante, dovuto alla pesca a strascico abusiva, interrotta solo lungo i tratti di costa protetti da strutture sommerse costituite principalmente da scogli, relitti e tubature o condotte sottomarine.

Anche lo studio condotto nel 2007 (Garibaldi, 2007), aveva evidenziato la presenza di una fascia di rarefazione, interpretata come una riduzione della disponibilità di luce piuttosto che come fenomeno legato ad impatti meccanici. Il confronto con le indagini effettuate in passato sembra quindi delineare una condizione di stabilità del limite inferiore nell'area oggetto delle indagini.

COMUNE DI COSTARAINERA - Prot 0000535 del 31/01/2024 Tit 10 Cl Fasc



A B

Figura 27: Stazione INF5-A) il limite non netto, con evidenti zone di matte morta quasi completamente insabbiate; B) limite regressivo, non netto, caratterizzato da popolamenti sciafili tipici del pre-coralligeno.



A B

Figura 28: Zona levante- A) immagine del tubo del Roja che corre parallelo al limite inferiore; B) ulteriore tratto di fondale in cui il tubo intercetta il limite.



A B

Figura 29: Stazione INF4-A) limite caratterizzato da evidenti zone di matte morta insabbiate; B) ulteriore immagine del limite nella zona di centro-levante.

COMUNE DI COSTARAINERA - Prot 0000535 del 31/01/2024 Tit 10 Cl Fasc



A **B**

Figura 30: Stazione INF3-A) in prossimità della stazione INF3 presenza di popolamenti sciafili tipici del pre-coralligeno; B) stazione INF3 caratterizzata, come tutto il limite, da un limite di tipo regressivo e con la presenza di una fascia di rarefazione a matte morta.



A **B**

Figura 31: Stazione INF2-A) limite inferiore della prateria di P. oceanica, di tipo regressivo; B) presenza di una fascia di rarefazione a matte morta senza un evidente scalzamento dei rizomi.



A **B**

Figura 32: Stazione INF1- A) affioramenti di natura pre-coralligena osservati nella fascia di rarefazione della prateria; B) immagine del tubo del Roja che corre parallelo al limite inferiore intercettato oltre la stazione INF2.

COMUNE DI COSTARAINERA - Prot 0000535 del 31/01/2024 Tit 10 Cl Fasc

4.5 Flora e fauna associate

Nella zona del posidonieto costiero, il fondale si presenta roccioso, con scogli ricoperti in parte da alghe fotofile (quali *Padina pavonica*, *Dictyota dichotoma*, *Halimeda tuna, Jania rubens*) e sciafile (come quelle del genere *Peyssonnelia*) e in parte da Posidonia. Tra la fauna si annoverano cnidari come *Anemonia viridis*, e echinodermi come *Holothuria polii* (Figura 33A), *H. tubulosa* e *Paracentrotus lividus*, specie vulnerabile e inserita nell'allegato III del Protocollo SPA/BIO della Convenzione di Barcellona e nell'allegato III della Convenzione di Berna (Figura 33B).

Dall'analisi effettuata tramite *visual census* nella zona del posidonieto più a largo, l'area è caratterizzata dalla presenza di numerose specie animali e vegetali che tipicamente si osservano in prossimità delle praterie a *P. oceanica* e che possono essere suddivise in tre grandi categorie a seconda della loro posizione (Programmi di Monitoraggio per la Strategia Marina (Art. 11, D.Lgs. 190/2010):

1) tra le specie che vivono all'interno dello spessore delle matte (endofauna), sono stati osservati policheti, molluschi (della famiglia Veneridae) ed echinodermi, tra cui il riccio di sabbia *Plagiobrissus costae* (Figura 33C);

2) tra le specie che vivono sulle foglie (epifiti) sono stati osservati briozoi, come *Electra posidoniae* e *Microporella* sp. (Figura 33D); idroidi, *Sertularia perpusilla* e ascidiacei quali *Botryllus schlosseri*;

3) tra le specie che vivono alla base dei fascicoli fogliari, sui rizomi e tra le foglie, si elencano: alghe come *Peyssonnelia* sp. (Figura 33E), cnidari come *Cladocora caespitosa,* specie elencata nell'Annesso II della Convenzione di Barcellona e già osservata nei monitoraggi precedenti (Ubica 2020;2022) (Figura 33F) e l'anemone *Anemonia viridis* (Figura 33G), il mollusco *Bittium reticulatum,* l'oloturia *Holothuria polii* e echinodermi come il riccio *Paracentrotus lividus* e la stella marina rossa *Echinaster sepositus* (Figura 33H). Tra i policheti è abbondante *Sabella spallanzanii* e tra i serpulidi *Serpula vermicularis* e *Protula tubularia*.

In merito alla ittiofauna, sono stati avvistati esemplari di *Oblata melanura* (Figura 33I), *Coris julis* (Figura 33I), *Spicara maena*, *Sarpa salpa*, *Dactylopterus volitans* (Figura 33L), *Symphodus tinca*, *S. ocellatus, Diplodus vulgaris* (Figura 33M) e Chromis chromis (Figura 33N).

Lungo tutto il limite inferiore del posidonieto sono visibili interessanti affioramenti rocciosi di natura pre-coralligena, colonizzati principalmente da alghe coralline (Figura 33O), poriferi (genere *Cacospongia* e *Sarcotragus*) e gorgonacei quali *Eunicella singularis* (Figura 33P).
Questi affioramenti sono tipici del coralligeno ponentino, che viene definito di falesia ma che si sviluppa su piccole cigliate alte 2-5 m, presenti in ampie aree

COMUNE DI COSTARAINERA - Prot 0000535 del 31/01/2024 Tit 10 Cl Fasc

ricche di detriti di natura organica, formatisi in seguito all'accumulo di frammenti calcarei prodotti da alghe o animali.



A



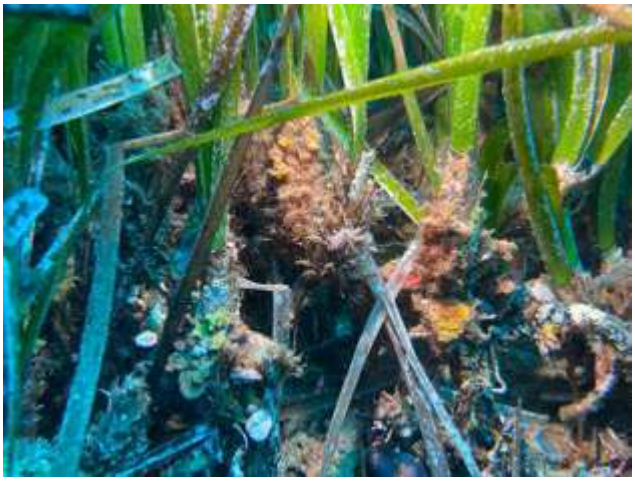
B



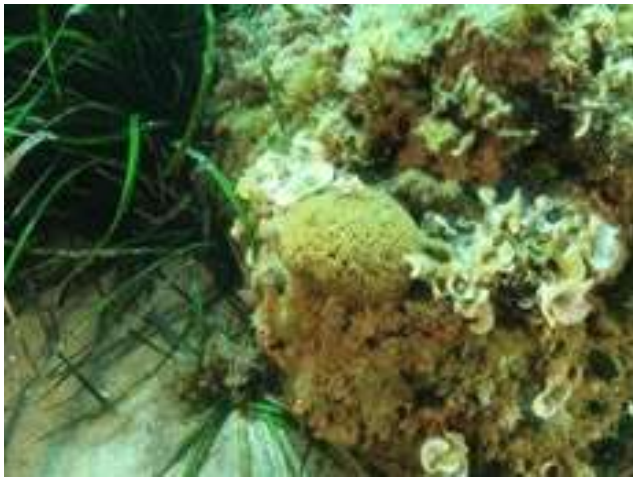
C



D



E



F

COMUNE DI COSTARAINERA - Prot 0000535 del 31/01/2024 Tit 10 Cl Fasc



G



H



I



L



M



N

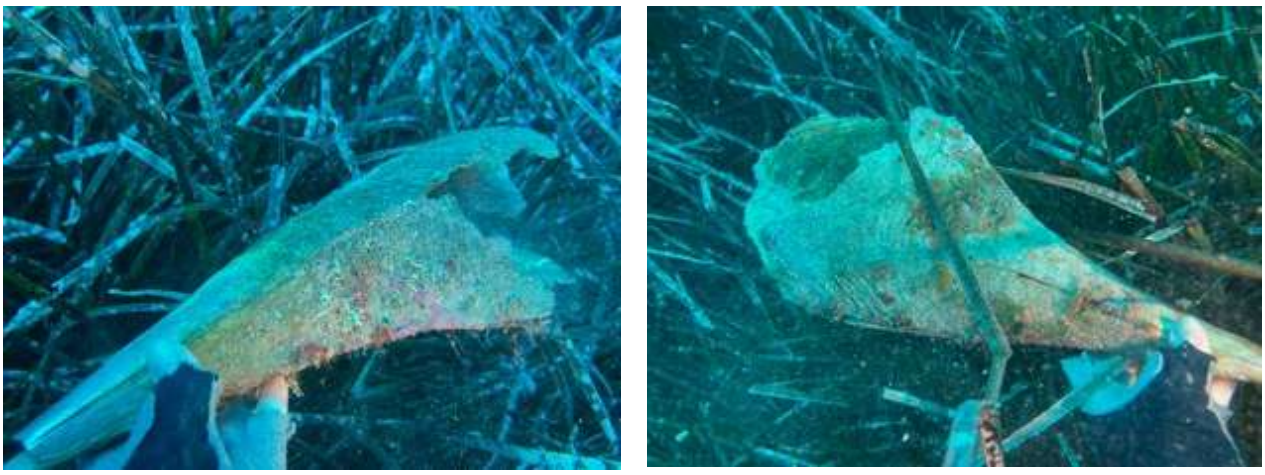
COMUNE DI COSTARAINERA - Prot 0000535 del 31/01/2024 Tit 10 Cl Fasc



O **P**

Figura 33: A) Holothuria polii; B) Paracentrotus lividus; C) Plagiobrissus costae; D) Microporella sp.; E) Peyssonnelia* sp.*; F) Cladocora caespitosa; G) Paracentrotus lividius e Spirastrella cunctatrix; H) Echinaster sepositus; I) Oblata melanura e Coris julis; L) Dactylopterus volitans; M) Diplodus vulgaris; N) Chromis chromis; O)* affioramenti rocciosi di natura pre-coralligena*; P) Eunicella singularis.

Nelle due stazioni POS2 e POS3 sono stati ritrovati due esemplari non vitali del mollusco bivalve *Pinna nobilis* (specie menzionata nell'allegato IV della Direttiva Habitat che elenca le specie animali e vegetali di interesse comunitario che richiedono una protezione rigorosa) (Figura 34). La morte degli esemplari di questo bivalve, considerato molto abbondante in questa zona (Garibaldi, 2007), è attribuibile alla moria che tra il 2017 e il 2018 ha colpito l'intero bacino Mediterraneo (Catanese *et al*., 2018).



A **B**

Figura 34: A) Conchiglia vuota del mollusco* Pinna nobilis *ritrovata nella stazione POS2; B) altre valve vuote di* P. nobilis *ritrovate nella stazione POS3.

Infine, si segnala la presenza di tubature non più in uso e rifiuti di origine antropica, ritrovati soprattutto lungo il limite superiore (Figura 35).

COMUNE DI COSTARAINERA - Prot 0000535 del 31/01/2024 Tit 10 Cl Fasc



Figura 35: A) Tubatura non più in uso osservata lungo il limite superiore della prateria di P. oceanica; B) altra tubatura osservata nella zona più costiera; C) rifiuto di origine antropica; D) ulteriore rifiuto, probabilmente legato a vecchie tubature.

COMUNE DI COSTARAINERA - Prot 0000535 del 31/01/2024 Tit 10 Cl Fasc

5 Conclusioni

I risultati delle indagini condotte e il confronto con i lavori pregressi e con quanto riportato nella cartografia regionale mostrano una situazione generale di sostanziale stabilità per quanto riguarda sia la distribuzione delle biocenosi/associazioni nell'area di interesse, sia la loro condizione.
In particolare, i fondali rocciosi costieri, costituiti da affioramenti e massi di medie/grandi dimensioni, si estendono fino ad una profondità di circa 5 m e, in alcuni punti raggiungono l'isobata dei -6 m.

L'analisi delle comunità macroalgali della zona intertidale, eseguita adoperando il metodo Carlit, conferma la presenza di alghe del genere *Cystoseira* nel settore occidentale del tratto di costa oggetto delle osservazioni. Il calcolo dell'indice EQR (Ecological Quality Ratio) evidenzia uno Stato Ecologico delle acque costiere buono, a conferma di quanto rilevato nei lavori pregressi (Ubica, 2020; Garibaldi, 2017). L'ulteriore studio, previsto nella tarda primavera del 2025, permetterà di confermare la presenza, lungo la falesia intertidale, di due aree contraddistinte da popolamenti macroalgali simili ma distinti, e di identificare in maniera dettagliata le macroalghe presenti lungo il tratto costiero infralitorale.

Per quanto riguarda il posidonieto costiero, i dati mostrano lievi riduzioni dell'areale di distribuzione della prateria delle aree 1 e 2, discrepanze attribuibili più che altro alle difficoltà di perimetrazione delle patch durante la digitalizzazione dell'ortomosaico, visto il complesso sviluppo della prateria su roccia, che non ad una reale regressione. Inoltre, lo stato di conservazione di tutte le praterie costiere di *P. oceanica* ispezionate mantiene la variabilità da soddisfacente a eccellente, come già osservato nel lavoro precedente (Ubica, 2020), confermandone il buono stato di conservazione. Anche in questo caso, l'ulteriore monitoraggio previsto nel 2025 permetterà di confermare o meno la riduzione dell'area di distribuzione delle macchie costiere di posidonia e quindi poter programmare eventuali piani di mitigazione.

Il prato a *Cymodocea nodosa* continua a presentarsi rado, separato, più o meno al centro dell'area d'interesse, da un tratto di fondale sabbioso che lo divide in due unità: una di levante ed una di ponente. Il confronto con la cartografia regionale e con i lavori pregressi (Ubica, 2020) evidenzia uno stato di stabilità del prato a *C. nodosa* che mantiene pressoché inalterato il proprio areale di distribuzione.

Anche il posidonieto del largo sembra mostrare una certa stabilità con la posizione del limite superiore che si rivela pressoché invariata e con valori di ricoprimento percentuale e densità dei fasci fogliari in linea con quanto rilevato nel 2020 (Ubica, 2020).

Le indagini effettuate nella zona centrale dell'area mostrano una prateria caratterizzata da un ricoprimento percentuale prossimo al 90% (88,75% il valore medio di ricoprimento percentuale), con poche interruzioni costituite

COMUNE DI COSTARAINERA - Prot 0000535 del 31/01/2024 Tit 10 Cl Fasc

prevalentemente da piccoli corridoi sabbiosi o da zone poco estese di matte morta. Relativamente alla stima della densità media dei fasci fogliari, invece, è stata riscontrata una riduzione dei valori rispetto ai rilievi degli anni passati (rispettivamente 447,18 fasci/m^2 nel 2023 e 617,5 fasci/m^2 nel 2020). Nonostante tale riduzione, la prateria è ancora riconducibile alla categoria delle praterie dense (Classe II: prateria densa) secondo la classificazione di Giraud e con uno stato di conservazione eccezionale, in accordo anche con quanto osservato negli studi precedenti (Ubica, 2020).

Sul limite inferiore si osserva una fascia di rarefazione della prateria occupata da una zona poco estesa di matte morta su cui talvolta si accrescono tipiche concrezioni pre-coralligene che costituiscono substrato secondario per l'instaurarsi di specie erette e/o massive quali poriferi e gorgonacei. La presenza di queste concrezioni su zone occupate da matte morta fanno supporre fenomeni di regressione del limite inferiore del posidonieto avvenuti in tempi non recenti, come già rilevato nei lavori precedenti.
Per quanto riguarda il posizionamento del limite inferiore, il confronto con il lavoro precedente (Ubica, 2020) mostra una sostanziale congruità dei dati, con un limite che raggiunge la sua massima profondità (-32,8m) nella zona di levante mentre, a ponente, risale raggiungendo la profondità minima di 27,5m di fronte all'Istituto Elioterapico, per poi ridiscendere fino alla profondità di 29,4m.

In base alla classificazione di Giraud, tutte le stazioni indagate appartengono alla Classe V "semiprateria", mentre secondo Gambi e Dappiano (2013), lo stato di conservazione di tutte le stazioni ricade nella fascia soddisfacente.
Infine, in base alla classificazione di Pergent *et al*. (1995), che permette di correlare la trasparenza dell'acqua con la posizione del limite inferiore, la colonna d'acqua nella zona indagata risulta trasparente viste le profondità raggiunte dalla prateria, come già confermato nel precedente studio (Ubica, 2020).

Alla luce dei risultati emersi dalle indagini, non sembrano essere presenti fonti di stress e/o impatto che potrebbero far supporre l'instaurarsi di fenomeni di regressione delle formazioni a *P. oceanica* o comunque un peggioramento delle condizioni nelle aree adiacenti gli interventi programmati.
Vista però la presenza nell'area di interesse di habitat e specie di estremo valore naturalistico, si suggerisce di effettuare, come già programmato, un'ulteriore attività di monitoraggio, nella tarda primavera del 2025, per poter identificar eventuali impatti e adottare repentinamente misure di mitigazione.

COMUNE DI COSTARAINERA - Prot 0000535 del 31/01/2024 Tit 10 Cl Fasc

1. Bibliografia

Buia M.C., Gambi M.C., Dappiano M., 2003. I sistemi a fanerogame marine. In: Gambi M.C., Dappiano M. (Editors). Manuale di Metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo. Biol. Mar. Med, 19 (Suppl.): 145-198.

Catanese G., Graua A., Valencia J.M., et al., 2018. Haplosporidium pinnae sp. nov., a haplosporidan parasite associated with mass mortalities of the fan mussel, Pinna nobilis, in the Western Mediterranean Sea. Journal of Invertebrate Pathology.157: 9-24.

Cicero A.M., Di Girolamo I. (Ed), 2001. Metodologie analitiche di riferimento del Programma di Monitoraggio dell'ambiente marino costiero (Triennio 2001-2003). Roma, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, ICRAM.

Diviacco, G., e Coppo, S., 2006. Atlante degli habitat marini della Liguria: Descrizione e cartografia delle praterie di Posidonia oceanica e dei principali popolamenti marini costieri. Genoa, Italy: Regione Liguria, Servizio Parchi e Aree Protette, Settore Ecosistema Costiero.

Diviacco G., Coppo, S. e E. Montepagano, 2006. Nuovo Atlante degli habitat marini della Liguria: Cartografia delle praterie di Posidonia oceanica e dei principali popolamenti marini costieri. Genoa, Italy: Regione Liguria, Servizio Parchi e Aree Protette, Settore Ecosistema Costiero.

Duci A., 2010. Mappatura e censimento biologico dei fondali marini di San Lorenzo al mare.

Garibaldi F., 2007. Rilievi biologici sui fondali del Comune di Costarainera (IM).
Giraud G., 1979. Sur une méthode de mesure et de comptage des structures foliaires de *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile. *Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle de Marseille* 39, 33-39.

Liguria, R., 2011. Piano di Tutela dell'Ambiente Marino e Costiero. *Ambito costiero 15. Unità fisiografiche del Golfo del Tigullio, Baia del Silenzio e Riva Trigoso. Art. Relazione Paraggio. Paraggio di Lavagna–dal porto di Lavagna a punta Sant'Anna*, 28.

Mangialajo L., Sartoni G. & Giovanardi F., (2008). Quaderno Metodologico sull'elemento biologico MACROALGHE e sul calcolo dello stato ecologico secondo

COMUNE DI COSTARAINERA - Prot 0000535 del 31/01/2024 Tit 10 Cl Fasc

la metodologia CARLIT. *ISPRA–Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale*, 105.

Mirto et al., 2017. Studio ambientale sullo stato di salute dell'ambiente marino nell'area antistante lo stabilimento Solvay di Rosignano M.mo (LI). Relazione finale.

Molin E. & Bruno S., 2013. Presenza di prateria di *Cymodocea nodosa* (Ucria) ASCHERSON lungo il litorale del lido di Venezia: risultati preliminari. Boll. Mus. St. Nat. Venezia, 64: 7-19.

Pergent G., Pergent-Martini C., Bouderosque C.F., 1995. Utilisation de l'herbier a *Posidonia oceanica* comme indicateur biologique de la qualite du milieu littoral en Mediterranée: état des connaissances. *Mésogée*, 54: 3-27.

Pecorino D., De la Fuente G., Torras M. and Torras X, 2015. CARLIT: Ecological Quality Ratios Calculation and Plot. R package version 1.0. https://cran.r-project.org/package=CARLIT

R Core Team, 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

Siti Web consultati
www.ambienteinliguria.it
www.geoportal.regione.liguria.it
www.iucn.it
www.minambiente.it
www.natura2000liguria.it
www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/buone-prassi-per-lo-svolgimento-in-sicurezza-delle-attivita-subacquee-di-ispra-e-delle-agenzie-ambientali
https://www.minambiente.it/pagina/sic-zsc-e-zps-italia