Mappatura e censimento biologico dei fondali marini di San Lorenzo al mare

Dott. Alessandro Duci





Settembre 2010

Indice

1 Introduzione pag. 3

1.2 Le fanerogame marine pag. 3

2 Materiali e metodi pag. 5

3 Risultati pag. 8

3.1 Transetti perpendicolari a costa pag. 8

3.1.1 Transetto 4 pag. 8

3.1.2 Transetto 5 pag. 10

3.1.3 Transetto 6 pag. 12

3.1.4 Transetto 7 pag. 14

3.2 Transetti paralleli a costa pag. 16

3.2.1 Transetto A pag. 16

3.2.2 Transetto B pag. 16

3.2.3 Transetto C pag. 17

3.3 Praterie di *Posidonia oceanica* pag. 17

4 Discussione pag. 20

5 Conclusione pag. 24

6 Bibliografia pag. 25

7 Appendice pag. 26

Contatti: ✉ alex.duci@gmail.com ✆ +39 328 2640247 🖃 Via Al Poggio, 42, 18010 Cervo, Imperia

1 Introduzione

Dal secondo dopo guerra ad oggi, la costa ligure ha subito una forte urbanizzazione a causa dell'incremento demografico e di un intenso sviluppo del settore turistico, con conseguente aumento delle attività di origine antropica, quali: l'agricoltura, la pesca, l'industria e in particolare modo l'edilizia. Dagli anni '50 ad oggi il settore edile ha osservato un aumento vertiginoso nella realizzazione di costruzioni abitative e portuali, negli interventi di protezione della costa, con dighe, moli foranei e pennelli, e nei ripascimenti litorali. Spesso tali interventi sono avvenuti in maniera poco oculata dal punto di vista dell'ambiente marino. Oggi è noto che la pianificazione di tali attività debba tener conto innanzitutto della salvaguardia del mare e delle risorse biologiche in esso presenti (Diviacco e Coppo, 2006). Sicuramente il primo passo per uno sfruttamento sostenibile della fascia costiera è la conoscenza. Nell'ambito della "Progettazione preliminare e definitiva degli interventi prioritari di difesa della costa", interessante la fascia costiera di San Lorenzo al Mare, si è reso quindi necessario uno studio biologico dei fondali antistanti il comune stesso. Grazie ai campionamenti effettuati dalla Regione Liguria riportati nell' "Atlante degli Habitat marini della Liguria" (Diviacco e Coppo, 2006) esistono infatti dati pregressi riguardo a tale area. Ben nota è la prateria di *Posidonia oceanica* che si sviluppa tra i 10 e i 30 m di profondità circa e quindi inclusa nel SIC marino IT1315971 denominato: "Fondali di Porto Maurizio - San Lorenzo al Mare - Torre dei Marmi". Meno si sa invece dell'area compresa tra la costa e la batimetrica dei 10 m di profondità. L'obbiettivo di questo studio è stato quello di approfondire le conoscenze in tale area, stilando una mappa bionomica dei fondali di San Lorenzo al mare compresi in tale range batimetrico, individuando le principali biocenosi presenti e il loro stato di conservazione. Particolare attenzione è stata posta nell'individuazione di praterie di fanerogame marine quali *Cymodocea nodosa* e soprattutto *Posidonia oceanica,* specie chiave degli ecosistemi marini costieri, di importanza fondamentale sia da un punto di vista biologico che fisico.

1.2 Le fanerogame marine

Le fanerogame marine sono piante superiori tornate all'ambiente sommerso nel corso dell'evoluzione. Nel Mediterraneo sono presenti cinque specie di fanerogame: *Posidonia oceanica, Cymodocea nodosa, Nanozostera noltii e Zostera marina* di origine autoctona, mentre *Halophila stipulacea*, è una specie lessepsiana, arrivata cioè dal Mar Rosso attraverso lo stretto di Suez (Buia

et al. 2003). Di queste la più importante è sicuramente *Posidonia oceanica,* sia per l'estensione che per la biodiversità ad essa associata. Essa è infatti in grado di formare vere e proprie praterie sommerse che occupano circa il 2% dell'intera superficie del Mediterraneo e più del 25% dei biotopi fotofili infralitorali (Cerrano et al., 2004; Previati, 2009). Come già introdotto, *Posidonia oceanica* ha un'enorme valenza ecologica sia fisica che biologica. Dal punto di vista fisico gli studi hanno dimostrato come un singolo metro quadro di posidonieto possa produrre fino a 20 L di ossigeno al giorno (Diviacco e Coppo, 2006). Svolge inoltre un ruolo fondamentale nella protezione delle coste dall'erosione. Innanzitutto con il consolidamento del substrato tramite i rizomi, fusti modificati che, sviluppandosi sia ortogonalmente che parallelamente al fondale, formano reticoli in cui si deposita detrito creando le matte. In secondo luogo attenua il moto ondoso tramite le fronde e le banquette (agglomerati di foglie morte depositati dalle onde sul litorale). Si stima infatti che la regressione di un metro di prateria, possa portare all'erosione di fino 15 m di litorale sabbioso (Diviacco e Coppo, 2006). Per quanto riguarda l'aspetto biologico, Posidonia oceanica è considerata specie chiave, cioè specie che, grazie alla sua presenza, permette l'esistenza di moltissime altre specie. Determina innanzitutto la formazione dell'associazione vegetale detta *Posidonietum oceanicae* (Molinier, 1958), che comprende numerose specie algali sia associate ai rizomi che epifite delle foglie. La presenza di Posidonia permette inoltre la formazione di due biocenosi, la HP della prateria di Posidonia e la MP dell'infauna che vive nel sedimento delle matte. Si stima che in totale siano più di 400 le specie vegetali e circa un migliaio quelle animali che vivono associate ai Posidonieti (Previati, 2009). La Posidonia rappresenta quindi un habitat fondamentale per numerose specie marine, fornendo tane, riparo e cibo sia diretto che indiretto. Riveste un ruolo fondamentale anche nella distribuzione dell'energia tra livelli trofici, passando per la flora e la fauna della prateria e successivamente agli ecosistemi limitrofi (Diviacco e Coppo, 2006). L'enorme importanza delle fanerogame marine è oramai riconosciuta da diversi decenni e alcune leggi sono state istituite a loro tutela. Nella Convenzione di Berna del 1979 (Appendice 1) *Posidonia oceanica* viene nominata specie "rigorosamente protetta". Ai sensi della Direttiva Europea 92/43 CEE e del DPR attuativo (n.357/1997) il posidonieto è considerato "*habitat naturale che rischia di scomparire*" e per questo da considerarsi come Sito di Importanza Comunitaria (SIC). Inoltre, secondo l'art.1 del DPR 357/97, risulta prioritario assicurare il mantenimento, e là dove necessario, il ripristino di ambienti naturali e specie di fauna e flora selvatica di interesse comunitario. Con la Convenzione di Barcellona del 1999 l'Italia ha sottoscritto, insieme a diversi stati mediterranei, l'*Action Plan* per la protezione e la conservazione delle fanerogame marine, in

particolare di: *Posidonia oceanica, Zostera marina e Nanozostera noltii* (www.rac-spa.org.tn/vegap.html)

2 Materiali e metodi

L'area oggetto di studio è il fondale di San Lorenzo al Mare (Figura 1, in Appendice) compreso tra il confine con Costarainera ad ovest e la foce del Rio San Lorenzo a est, per un totale di 900 m di litorale circa, a partire dalla linea di battigia fino a raggiungere il limite superiore della prateria di Posidonia principale di San Lorenzo al mare, quella compresa nel SIC marino IT1315971 denominato: "Fondali di Porto Maurizio - San Lorenzo al Mare - Torre dei Marmi" (Figura 2, in Appendice). Il litorale in questo areale si presenta eterogeneo e con un andamento generale approssimabile ai 65-70°N. Partendo dall'estremità occidentale in prossimità della galleria ferroviaria, fino a giungere alla spiaggia di fronte allo Scoglio Rosso (Foto 7) (Punto 5: Figura 1, in Appendice), la costa è alta ed è caratterizzata nei primi 100 m da una spiaggia ciottolosa che lascia poi spazio a scogli e quindi alla roccia nei 250 m successivi. Questa prima parte di costa, grazie alla sua particolare conformazione ambientale, è stata quella meno sfruttata dal punto di vista turistico. Gli interventi più evidenti in quest'area sono stati la realizzazione della galleria ferroviaria e la posa di barriere artificiali, composte da scogli a ridosso della costa, al fine di tutelarla dall'erosione. A partire quindi dalla spiaggia antistante lo Scoglio Rosso e proseguendo in direzione est, la costa comincia a scendere gradualmente, fino a raggiungere il livello del mare in prossimità del Borgo antico di San Lorenzo al Mare e tale rimane fino all'estremità orientale dell'area di studio. Ad est del borgo si trova la foce del Rio San Lorenzo e quindi il porto comunale di San Lorenzo al mare. Questo secondo tratto di litorale è sicuramente quello che ha subito il maggiore numero di interventi costieri. Innanzitutto, di fronte al borgo storico sono stati costruiti due grossi pennelli uniti in cima da una diga soffolta, al fine di delimitare lo specchio d'acqua in fronte ad esso. E' stata realizzata una passeggiata a mare ed un ponte sul rio che collega il borgo con il porto comunale. Il rio stesso è stato canalizzato nel tratto finale fino a giungere alla foce. Sono stati quindi rinforzati i moli che delimitano il porto comunale e negli anni '60 è stato costruito un complesso residenziale direttamente a ridosso del litorale. Inoltre, nel tratto di mare antistante la foce del fiume, sono state poste le tubature dell'allacciamento all'acquedotto del Roja e dello

scarico fognario. Il fondale invece è quasi totalmente molle e degrada dolcemente, raggiungendo la profondità dei 10 m ad una distanza variabile da costa, compresa tra i 350 e 450 m circa.

Per la realizzazione del progetto abbiamo scelto quattro capisaldi a terra (Figura 1, in Appendice), le cui coordinate geografiche sono riportate in tabella 1. Il criterio alla base della scelta di questi punti è stato quello di ripercorrere i transetti 4, 5, 6 e 7, tracciati dagli Ingegneri dello Studio De Silvestri di San Lorenzo al mare nel rilievo del profilo batimetrico del fondale. E' stata quindi mantenuta anche la medesima numerazione.

Tabella 1. Coordinate geografiche dei capisaldi, punti di partenza sul litorale per i transetti perpendicolari a costa.

Transetto	PIANE UTM - WGS84		GEOGRAFICHE - WGS84	
	fuso 32			
n°	E	N	Latitudine	Longitudine
4	416140 m	4855746 m	43.85003710°	7.95665320°
5	416428 m	4855798 m	43.85053787°	7.96022764°
6	416626 m	4855904 m	43.85151450°	7.96267415°
7	416831 m	4855950 m	43.85195172°	7.96521715°

A partire da ogni caposaldo è stato effettuato un transetto subacqueo perpendicolare alla costa, mantenendo la direzione di 150°N, video-ripreso con fotocamera Canon A650is, partendo dalla linea di battigia, fino a raggiungere il limite superiore della prateria di Posidonia. Per completare la mappatura sono stati quindi effettuati altri tre transetti paralleli alla costa seguendo le batimetriche di: -1 m, -4 m e -7 m di profondità. Tutti i transetti sono stati eseguiti con:

- autorespiratore (ARA), fatta eccezione per quello parallelo a costa lungo la batimetrica di -1 m effettuato in snorkeling
- computer subacqueo dotato di profondimetro
- fotocamera Canon A650is
- bussola

Durante ogni immersione veniva posta attenzione al tipo di substrato presente e all'identificazione delle biocenosi ad esso associate. Sono state inoltre effettuate due immersioni dedicate alla mappatura dei posidonieti incontrati, mai segnalati prima. Per ogni prateria sono stati indagati i seguenti parametri:

- Numero di fasci fogliari per metro quadro, in riferimento alla classificazione standard proposta dalla Regione Liguria (Tabella 2)

- Valutazione del ricoprimento, come proposto da Garibaldi nello studio condotto a Costarainera nel 2007 (Garibaldi 2007), ovvero della porzione percentuale di fondale marino ricoperto da *Posidonia oceanica* (Tabella 3)

  Entrambe le stime forniscono una misura dello stato di conservazione della prateria.

Tabella 2. Classificazione densità della Praterie di *Posidonia oceanica* in relazione alla profondità (*sensu* Gambi e Dappiano, 2003)

Densità prateria di Posidonia (Numero fasci fogliari/m²)			
Profondità	Conservazione non soddisfacente	Conservazione soddisfacente	Conservazione eccezionale
0-3	< 550	Da 500 a 900	> 900
3-5	< 420	Da 420 a 700	> 700
5-7	< 330	Da 330 a 600	> 600
7-10	< 240	Da 240 a 500	> 500
10-14	< 160	Da 160 a 400	> 400
14-18	< 90	Da 90 a 350	> 350
18-23	< 30	Da 30 a 280	> 280
> 23	< 10	Da 10 a 200	> 200

Tabella 3. Valutazione del ricoprimento percentuale del fondale marino da parte di *Posidonia oceanica* (*sensu* Garibaldi, 2007)

Percentuale di ricoprimento	**Valutazione**
<40%	Debole ricoprimento
40%-80%	Medio ricoprimento
>80%	Alto ricoprimento

Infine, tramite un imbarcazione munita di ecoscandaglio, è stato effettuato il rilievo batimetrico del limite superiore della Prateria di Posidonia appartenente al SIC marino IT1315971 "Fondali di Porto Maurizio - San Lorenzo al Mare - Torre dei Marmi", antistante l'area di studio.

Tutti i rilevamenti sono stati eseguiti nel mese di Settembre 2010.

3 Risultati

3.1 Transetti perpendicolari a costa

3.1.1 Transetto 4

In prossimità del caposaldo 4 il litorale presenta una piccola spiaggia di ciottoli larga una decina di metri al massimo, protetta a monte da una scarpata di circa cinque metri di roccia in cima alla quale, spostata a occidente, si trova la galleria ferroviaria. I lavori di rinforzo ad essa sono bene evidenti anche nei primi metri d'acqua, più precisamente tra i 0 e i -3 m di profondità, dove il fondale è caratterizzato da massi di origine allogena su substrato sabbioso, ricoperti da alghe fotofile, tra le quali: *Laurencia sp*., *Padina pavonica* e *Dictyota dichotoma.* Dalla batimetria dei tre metri, il fondale diventa sabbioso, ascrivibile alla biocenosi delle sabbie fini ben calibrate (SFBC). Intorno ai -4,5 m di profondità si incontrano i primi radi ciuffi di *Cymodocea nodosa* mentre la prateria vera e propria inizia ai -5,3 m, presentando una media densità fino ai -7,5 m. Nella porzione di fondale compresa tra i -7,5 e i -9,5 m di profondità la presenza di *Cymodocea nodosa* diventa sporadica, per poi ripresentarsi mediamente densa tra i -9,5 e -10 m di profondità. Alla batimetria di -10,5 m si osserva un repentino aumento della granulosità della sabbia, con relativa presenza di ripple marks. Da una prima osservazione potrebbe trattarsi della biocenosi di Sabbie Grossolane soggette alle Correnti di Fondo (SGCF). Per una determinazione certa sarebbe però necessaria un'analisi granulometrica. Ad una profondità di -11 m si incontra infine la prateria di *Posidonia oceanica.* Il limite superiore della prateria presenta nei primi 10 m circa un ricoprimento del 60 %.

Tabella 4. Schema riassuntivo del transetto 4

Profondità (m)	Caratterizzazione bentonica
0/-3	Massi di origine allogena su substrato sabbioso. Insieme dei popolamenti algali fotofili infralitorali
-3/-10,5	Biocenosi delle Sabbie fini ben Calibrate (SFBC)
-4,5	Ciuffi isolati di *Cymodocea nodosa*
-5,3/-7,5	Prateria di *Cymodocea nodosa* a densità media
-7,5/-9,5	Prateria di *Cymodocea nodosa* a densità bassa
-9,5/-10	Prateria di *Cymodocea nodosa* a densità media
-10,5	Biocenosi delle Sabbie Grossolane soggette alle Correnti di Fondo (SGCF) e ripple marks
- 11	Limite superiore della prateria di *Posidonia oceanica*

Foto 1: Spiaggia in prossimità del Caposaldo 4



Foto 2: Massi di origine allogena su substarto sabbioso



Foto 3: Sabbie Fini Ben Calibrate

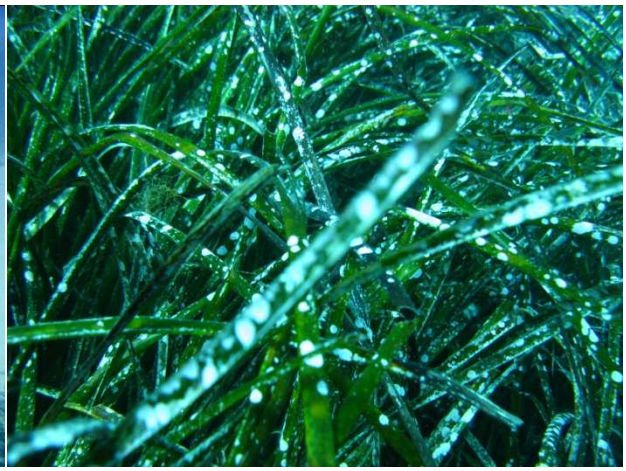


Foto 4: Sabbie Grossolane soggette alle Correnti di Fondo



Foto 5 e 6: Limite superiore prateria di *Posidonia oceanica*, canale intramatte ed elevato ricoprimento epifitico





3.1.2 Transetto 5

Il caposaldo 5 è sulla spiaggia rocciosa denominata dello "Scoglio Rosso" per la presenza di questo enorme masso di fronte ad essa, a 80 m da costa, che da una profondità di -3,5 m circa si staglia fino in superficie. Dalla linea di battigia fino ad una profondità di -4 m circa il fondale è duro. La roccia che caratterizza la spiaggia infatti prosegue sott'acqua, fino ad una profondità di circa -2,5 m, dove si incontrano numerosi scogli, ricoperti da alghe fotofile quali: *Laurencia sp*., *Padina pavonica*, *Dictyota dichotoma, Halimeda tuna* e *Jania rubens*. Grazie alle loro notevoli dimensioni, presentano zone d'ombra sulle quali si osservano alghe sciafili quali *Corallina elongata* e diverse specie appartenenti al genere *Peyssonnelia.* Proprio in questa area tra i -2,5 m e -4 m di profondità si estende una prateria di *Posidonia oceanica* su roccia. E' stata osservata la presenza di: *Cladocora coespitosa*, *Pinna nobilis* e *Paracentrotus lividus*, specie di notevole importanza ecologica, che verrà esposta in Discussione. A partire dai -4,5 m scompaiono gli scogli, lasciando spazio alle Sabbie Fini Ben Calibrate (SFBC). I primi ciuffi di *Cymodocea nodosa* si incontrano a partire dai -6 m di fondo e rimangono radi fino ai -7 m. Nel range batimetrico compreso tra i -7 m e i -7,5 m, la densità di *C.nodosa* aumenta decisamente, per poi scomparire del tutto oltre i -7,5 m profondità. Intorno ai -8,5 m si osserva la presenza di ripple marks. Ad una profondità di -10,3 m si incontra infine la Prateria di *Posidonia oceanica.* Il limite superiore della prateria presenta nei primi 10 m circa un ricoprimento del 50 %.

Tabella 5. Schema riassuntivo del transetto 5

Profondità (m)	Caratterizzazione bentonica
0/-4,5	Fondale roccioso sormontato da scogli. Insieme dei popolamenti algali fotofili infralitorali
- 2,5/-4	Prateria di Posidonia oceanica
-4,5/-10,3	Biocenosi delle Sabbie Fini Ben Calibrate (SFBC)
-6/-7	Prateria di *Cymodocea nodosa* a densità bassa
-7/-7,5	Prateria di *Cymodocea nodosa* a densità media
-8,5	Ripple marks
-10,3	Limite superiore della prateria di *Posidonia oceanica*

Foto 7: Spiaggia dello Scoglio Rosso (Caposaldo 5)



Foto 8: Posidonieto sottocosta con banco di Salpe (*Sarpa salpa*)



Foto 9: Madrepora a cuscino (*Cladocora coespitosa*)



Foto 10: *Cymodocea nodosa*



Foto 11: Ripple marks

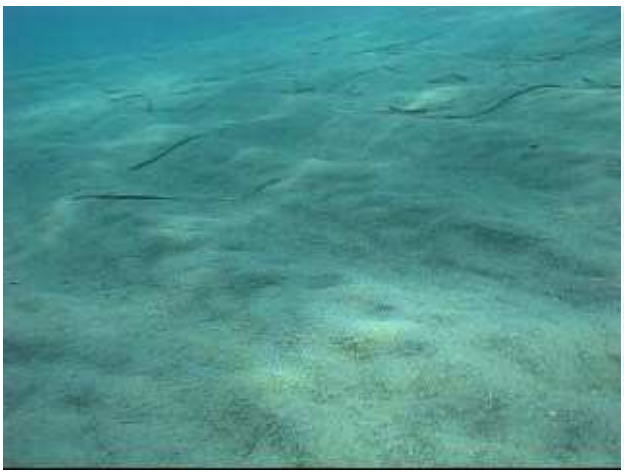


Foto 12: Limite superiore prateria di *Posidonia oceanica*



3.1.3 Transetto 6

Il caposaldo 6 si trova tra i due pennelli (Figura 1, in Appendice). Questa porzione di litorale è quella più sfruttata dal punto di vista turistico. La spiaggia compresa tra il borgo antico e il mare ha un'estensione di circa 50 m e insieme agli originali ciottoli di cui era composta presenta sabbia fine riportata. La battigia è costituita da una fine ghiaia di pochi millimetri di granulometria. A -0,3 m dalla superficie, essa lascia posto alla sabbia fine (SBCF) che caratterizza il fondale lungo tutto il transetto terminato alla profondità di -13 m. A un centinaio di metri da costa, è stata costruita una diga soffolta con scogli di notevoli dimensioni, che da un fondale di circa -3 m arrivano fino a -1 m dalla superficie e presentano già un discreto ricoprimento algale fotofilo. Le prime foglie di *Cymodocea nodosa* si trovano ad una profondità di -6,4 m. La densità è decisamente bassa e aumenta gradualmente fino al range batimetrico compreso tra i -8,5 m e i -9,5 m, dove la prateria raggiunge un valore medio di ricoprimento. Oltre questa profondità la densità di *C.nodosa* comincia a diminuire per scomparire del tutto ai -11,3 m. Il limite superiore della prateria di Posidonia si trova alla profondità di -13 m e il ricoprimento stimato nei primi dieci metri di prateria è ancora intorno al 50%.

Tabella 6. Schema riassuntivo del transetto 6

Profondità	Caratterizzazione bentonica
0/-0,3	Ghiaia fine
-0,3/-13	Biocenosi delle Sabbie Fini Ben Calibrate (SFBC)
-3	Diga soffolta formata da scogli di grosse dimensioni di origine allogena. Insieme dei popolamenti algali fotofili infralitorali
-6,4/-8,5	Prateria di *Cymodocea nodosa* a densità bassa
-8,5/-9,5	Prateria di *Cymodocea nodosa* a densità media
-9,5/-11,3	Prateria di *Cymodocea nodosa* a densità bassa
-13	Limite superiore della prateria di *Posidonia oceanica*

Foto 13: Spiaggia tra i pennelli (Caposaldo 6)



Foto 14: Branzini (*Dicentrarchus labrax*)



Foto 15: Sabbie fini Ben Calibrate



Foto 16: *Cymodocea nodosa*

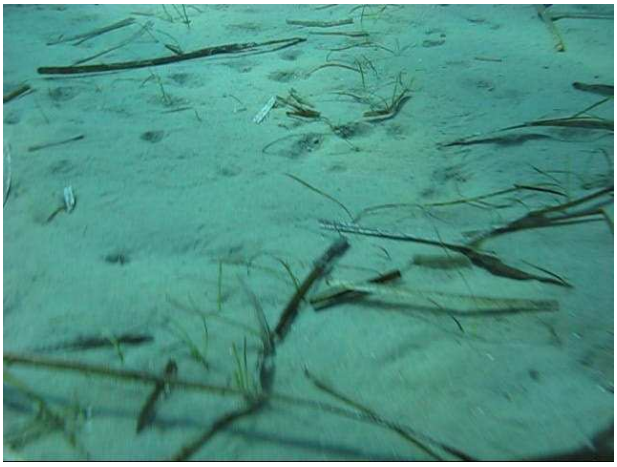
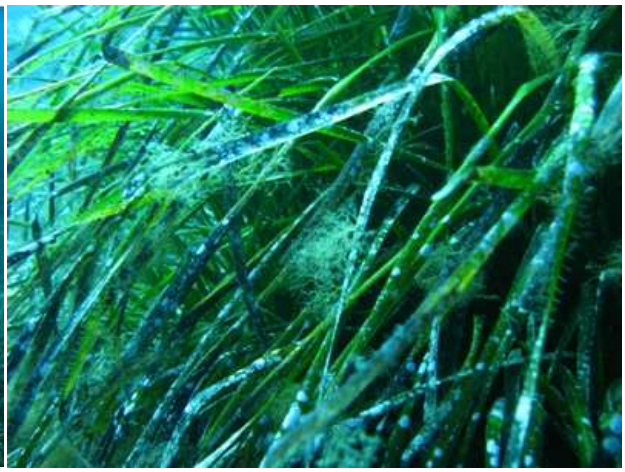


Foto 17 e 18: Limite superiore prateria di *Posidonia oceanica* ed elevato ricoprimento epifitico





3.1.4 Transetto 7

Il caposaldo 7 si trova in prossimità della piccola spiaggia ciottolosa compresa tra la foce del Rio San Lorenzo a ovest e il molo esterno del porto comunale a est. Tra i 0 e i -4 m di profondità il fondale è formato da ciottoli e massi, misti a sabbia. Il ricoprimento algale, limitato ai massi di maggiori dimensioni, è minimo nei primi tre metri d'acqua e aumenta notevolmente oltre tale range batimetrico ed è costituito prevalentemente da: *Laurencia sp*., *Padina pavonica*, *Dictyota dichotoma* e *Jania rubens.* Ai -3,5 m di profondità si osservano dei i primi ciuffi isolati di Posidonia che, pochi metri più avanti, diventano una prateria di Posidonia su substrato misto. Tra i -3,5 e i -4 m di profondità i rizomi hanno ricoperto gli scogli presenti sul fondale e oltre i -4 m circa, le rocce scompaiono, lasciando spazio alla sabbia fine. Nella porzione di benthos compresa tra i -4 e i -6 m la prateria di Posidonia è dunque su matte. Anche qui bisogna evidenziare la presenza di *Pinna nobilis*, specie protetta (foto 24). Intorno ai -6 m si notano diverse macchie di matte morta sul substrato. Dai -6 m in poi il fondale è completamente sabbioso. Alla batimetria di -8 m si osserva una macchia di matte morta. Alla profondità di -10,5 m circa si incontra il limite superiore della Posidonia. Il ricoprimento stimato nei primi dieci metri di prateria è intorno al 60%. Lungo questo transetto non è stato riscontrato alcun prato di *Cymodocea nodosa*, ma solo alcuni ciuffi sporadici alla profondità di -9 m.

Tabella 7. Schema riassuntivo del transetto 7

Profondità	Caratterizzazione bentonica
0/-3	Ciottoli e massi su sabbia. Ricoprimento algale fotofilo minimo
-3/-4	Massi e scogli su sabbia. Insieme dei popolamenti algali fotofili infralitorali
-3,5	Ciuffi isolati di *Posidonia oceanica*
-3,5/-4	Prateria di *P.oceanica* su roccia
-4/-6	Prateria di *P.oceanica* su matte
-6/10,5	Biocenosi delle Sabbie Fini ben Calibrate
-6	Matte morta
-8	Matte morta
-9	Ciuffi isolati di *Cymodocea nodosa*
-10,5	Limite superiore della prateria di *Posidonia oceanica*

Foto 19: Spiaggia dei Delfini (Caposaldo 7)



Foto 20: Ciottoli e massi su sabbia (0/-3m)



Foto 21: Prateria di *Posidonia oceanica* in zona foce



Foto 22: Matte morta

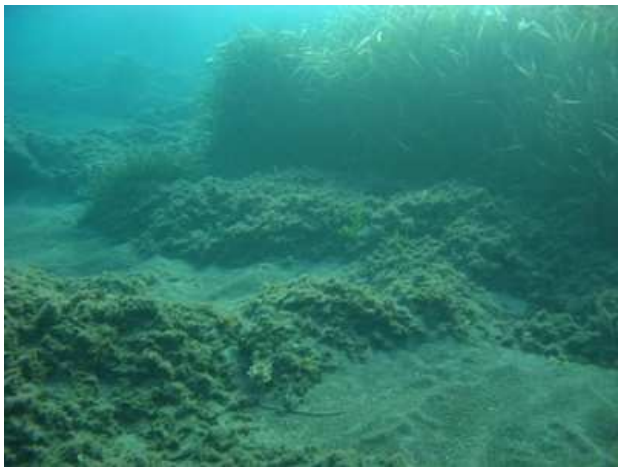


Foto 23: *Caulerpa taxifolia*

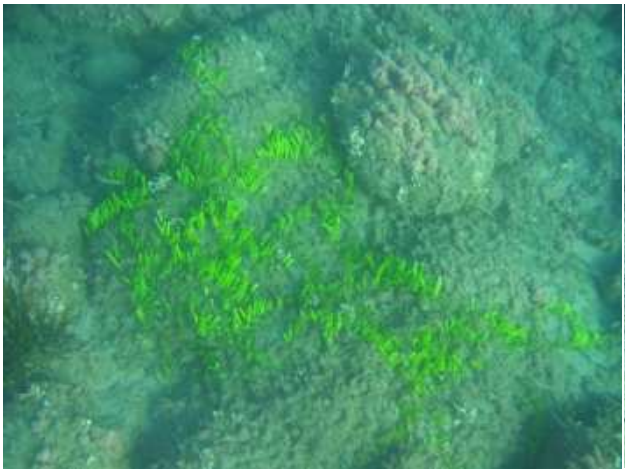


Foto 24: Nacchera (*Pinna nobilis*)



3.2 Transetti paralleli a costa

3.2.1 Transetto A

Il transetto A è stato effettuato partendo dall'estremità occidentale dell'area di studio seguendo la batimetrica di -1 m. Il tratto di fondale antistante la spiaggia della galleria ferroviaria, in prossimità dunque del caposaldo 4, è formato inizialmente da massi prevalentemente di origine allogena, probabilmente residuo dei lavori di rinforzo della linea ferroviaria su substrato sabbioso. Questi lasciano presto spazio a ciottoli naturali di minori dimensioni. Il ricoprimento algale in quest'area è basso. Passando però la punta P, il fondale diventa roccioso. Tra la prima punta P e la seconda S (Figura 1, Appendice) sono presenti numerosi scogli di grosse dimensioni caratterizzati da un fitto ricoprimento algale. Tra la punta S e la spiaggia dello Scoglio Rosso gli scogli scompaiono, lasciando spazio alla sola roccia. Tra i due pennelli il substrato è invece sabbioso, intervallato da sporadici massi nella parte centrale e solamente a ridosso dei pennelli, nella parte interna, presenta dei massi di origine allogena ricoperti da alghe fotofile. Infine nel tratto di fondale di fronte alla foce si osservano ciottoli e massi su substrato sabbioso caratterizzati da una basso ricoprimento algale.

3.2.2 Transetto B

Il transetto B è stato eseguito seguendo la batimetrica dei -4 m. Lungo tale batimetria il fondale è risultato essere tutto sabbioso, ascrivibile alla biocenosi delle Sabbie Fini Ben Calibrate. Fanno eccezione: il tratto di fondale antistante la spiaggia dello Scoglio Rosso, dove ai -4 m di profondità si osservano gli ultimi scogli che caratterizzano tale area fino ai -4,5 m; l'area della foce caratterizzata da massi ricoperti da alghe infralitorlali fotofile; l'area antistante la Spiaggia dei Delfini, dove si estende una prateria di Posidonia su matte, anticipata da 20 m^2 circa di matte morta.

3.2.3 Transetto C

Il transetto C percorre la batimetrica dei -7 m. A questa profondità il fondale di San Lorenzo è completamente molle, ascrivibile alla biocenosi delle Sabbie Fini Ben Calibrate. Si è osservata la presenza di *Cymodocea nodosa* lungo tutto il transetto, con una ricopertura, però, estremamente eterogenea. Partendo dall'estremità occidentale dell'area di studio il prato di *Cymodocea nodosa* è caratterizzato da una densità media, che presto lascia spazio ad un'area a ricoprimento basso, compresa tra la seconda metà della spiaggia della galleria ferroviaria e la punta S, dove piantine sporadiche di Cimodocea sono intervallate da diversi metri di fondale sabbioso. La densità di *Cymodocea nodosa* aumenta gradualmente dopo la punta S fino a giungere nel tratto di fondale antistante la Spiaggia dello Scoglio Rosso, dove torna media. Spostandoci sempre in direzione orientale la densità di *Cymodocea nodosa* subisce un ulteriore calo nel tratto di fondale compreso tra la base del primo pennello e il caposaldo 6. La densità torna ad aumentare nell'areale compreso tra il 2° pennello e la foce del Rio San Lorenzo, dove la copertura di Cimodocea risulta essere la massima osservata nell'area di studio. Poco oltre la foce, infine, *C.nodosa* scompare.

3.3 Praterie di *Posidonia oceanica*

Sono state individuate due praterie di Posidonia non segnalate nei rilievi precedenti. La prima si trova nel tratto di fondale compreso tra la spiaggia dello Scoglio Rosso e la seconda punta (S) (Figura 1, in Appendice). Si tratta di un posidonieto su substrato duro, dove i rizomi hanno colonizzato gli scogli che caratterizzano questo tratto di fondale, a partire da una profondità di -2,5 m fino ai -4 m. La massima estensione e densità si hanno di fronte alla spiaggia dello Scoglio Rosso, ma muovendosi verso occidente la prateria comincia a diradarsi. Nel tratto di fondale compreso tra la seconda e la prima punta (S e P: Figura 1, in Appendice) ad una profondità compresa tra i -3 e -4 m, la prateria assume una copertura a chiazze, formata da diverse macchie di Posidonia di pochi metri quadrati. La conta dei fasci fogliari è stata effettuata solo nella porzione centrale della prateria ottenendo una media di 484 fasci al m^2. Essa risulta quindi densa, con una conservazione

soddisfacente ed un forte ricoprimento (> dell'80%). La componente epifitica è minima e caratterizzata in particolare da *Sertularia perpusilla.*

La seconda prateria identificata si trova invece in prossimità della foce, più precisamente nell'areale compreso tra la Spiaggia dei Delfini (Foto 19) e circa la prima metà del molo del porto comunale. Si tratta di una Prateria mista la cui prima parte compresa tra i -2,5 e -4 m di profondità si trova su roccia, mentre tra i -4 e i -6 m si estende su sabbia, presentando matte alte fino a mezzo metro. In prossimità del molo, la prateria risulta tagliata in due dalla tubatura del Roja. Il limite inferiore è caratterizzato dalla presenza di diverse decine di metri quadri di matte morta. Questa è l'unica area in cui è stata riscontrata la presenza di *Caulerpa taxifolia* (foto 23), cresciuta sia sulla matte morta che su roccia, per un ricoprimento totale di circa 3 m². La media totale di fasci fogliari è di 472 fasci al m². Considerando che i conteggi sono stati eseguiti ad una profondità compresa tra i -4 e i -6 m, la prateria risulta densa con conservazione soddisfacente e un ricoprimento totale forte. In particolare, però, la porzione di posidonieto ad ovest del tubo del Roja risulta godere di maggior salute. E' infatti la più densa con un indice di ricoprimento pari al 90% e una media di 545 fasci fogliari al m². Il tratto di Posidonia a est della tubatura presenta, invece, uno stato di conservazione non soddisfacente con una media di 400 fasci al m² e un medio ricoprimento, circa del 70%, vista la presenza di alcune aree di matte morta. Anche in questo caso la presenza riscontrata di organismi epifiti è minima e caratterizzata in particolare da *Sertularia perpusilla.*

Per quanto riguarda la prateria principale (SIC), il rilievo del profilo batimetrico del limite superiore è risultato essere in linea con quello riportato sull' "Atlante degli habitat marini della Liguria" (Diviacco e Coppo, 2006). Le immersioni hanno dimostrato però come i primi 10 m del limite superiore siano caratterizzati da un medio ricoprimento, pari al 55%, dovuto alla presenza di numerosi canali intermatte che frastagliano notevolmente la prateria. E' stato inoltre riscontrato un ricoprimento epifitico medio pari all' 80% dovuto in particolare a: *Electra posidoniae*, *Sertularia perpusilla* e *Hydroliton sp.*

Importante infine evidenziare come le aree caratterizzate dalla presenza di praterie di *Posidonia oceanica* sono risultate essere quelle con una maggiore ricchezza di specie. Di seguito viene riportata una tabella recante tutte le specie, sia animali che vegetali, censite durante le immersioni.

Tabella 8: Specie animali e vegetali censite durante i rilievi biologici

ALGHE	Nome comune
Alghe verdi (Clorofite)	
Acetabularia acetabulum	Acetabularia
Caulerpa taxifolia	Caulerpa aliena
Codium bursa	Palla verde
Halimeda tuna	Monetina di mare
Alghe brune (Cromofite)	
Cystoseira sp.	Cistoseira
Dictyota dichotoma	Nastro a forcelle
Padina pavonica	Coda di pavone
Alghe rosse (Rodofite)	
Amphiroa rubra	Anfiroa rossa
Corallina elongata	Corallina comune
Hydrolithon sp.	-
Jania rubens	Piumino calcareo
Laurencia sp.	Laurencia
Peyssonnelia spp.	Rosa di mare
FANEROGAME	
Cymodocea nodosa	Cimodocea
Posidonia oceanica	Posidonia
PORIFERI	
Chondrosia reniformis	Rognone di mare
Spirastrella cunctarix	Spirastrella
CNIDARI	
Antozoi	
Anemonia viridis	Anemone di mare
Pachycerianthus solitarius	Cerianto minore
Cladocora coespitosa	Madrepora a cuscino
Idrozoi	
Sertularia perpusilla	Idrozoi della Posidonia
Scifozoi	
Cotylorhiza tuberculata	Medusa Cassiopea
Pelagia noctiluca	
ANELLIDI	
Policheti	
Sabella spallanzani	Spirografo
Serpulidi	Serpulidi
MOLLUSCHI	
Bivalvi	
Pinna nobilis	Nacchera o Pinna comune
Pinna rudis	Pinna minore
Gasteropodi	
Patella caerulea	Patella
Stramonita haemastoma	Porpora
Cefalopodi	
Octopus vulgaris	Polpo
Sepia officinalis	Seppia
CROSTACEI	
Brachiuri	
Pachygrapsus marmoratus	Granchio corridore
Cirripedi	
Chtamalus stellatus	Denti di cane
Euphausiacei	-

BRIOZOI	
Electra posidoniae	-
Sertella sp.	Trina di mare
ECHINODERMI	
Echinoidei	
Arbacia lixula	Riccio maschio
Paracentrotus lividus	Riccio femmina
Asteroidei	
Echinaster sepositus	Stella rossa
Oloturoidei	
Holoturia tubulosa	Cetriolo di mare
PESCI	
Atherinidi	
Atherina boyeri	Latterino capoccione
Atherina hepsetus	Latterino
Centracantidi	
Spicara maena	Menola
Blennidi	
Aidablennius sphynx	Bavosa sfinge
Parablennius gattorugine	Bavosa gattorugine
Parablennius sanguinolentus	Bavosa sanguigna
Gobidi	
Gobius buchicchii	Ghiozzo rasposo
Labridi	
Coris julis	Donzella
Symphodus cinereus	Tordo grigio
Symphodus dunderleini	Tordo fasciato
Symphodus roissali	Tordo verde
Symphodus tinca	Tordo pavone
Thalassoma pavo	Donzella pavonina
Xyrichtys novacula	Pesce pettine
Moronidi	
Dicentrarchus labrax	Branzino
Mugilidi	
Oedalechilus labeo	Cefalo labbrone
Mullidi	
Mullus barbatus	Triglia di fango
Mullus surmuletus	Triglia di scoglio
Pomacentridi	
Chromis chromis	Castagnola
Serranidi	
Serranus scriba	Sciarrano
Sparidi	
Boops boops	Boga
Diplodus annularis	Sarago sparaglione
Diplodus puntazzo	Sarago pizzuto
Diplodus sargus	Sarago maggiore
Diplodus vulgaris	Sarago fasciato
Litognathus mormyrus	Mormora
Oblada melanura	Occhiata
Sarpa salpa	Salpa
Spondyliosoma cantharus	Tanuta
Sphyraenidi	
Sphyraena sp. (viridensis)	Barracuda
Trachinidi	
Trachinus draco	Tracina

4 Discussione

Due studi di mappatura precedenti a questo sono stati effettuati sul fondale di San Lorenzo al mare. Il primo, realizzato dall'ENEA nel 1995 (Bianchi e Peirano, 1995) (Figura 2, in Appendice), ha fornito una mappa delle prateria di fanerogame presenti, quindi *Cymodocea nodosa* e *Posidonia oceanica*; il secondo è l'Atlante degli habitat marini della Liguria (Diviacco e Coppo 2006), tavola 12 (Figura 3, in Appendice). Quest'ultimo è risultato essere punto fondamentale di partenza per la realizzazione del presente studio e i risultati ottenuti dai rilievi su campo sono stati aggiunti come aggiornamenti ad esso, ottenendo la mappa bionomica in appendice (Figura 4, in Appendice).

Gli aggiornamenti più rilevanti sono relativi alla fascia costiera. In particolare il tratto di mare antistante la spiaggia della galleria ferroviaria, in prossimità del caposaldo 4, presenta un substrato formato da ciottoli e massi che si spinge fino ad una profondità compresa tra i -3 e i -3,5 m, rispetto ai -1,5/-2 m riportati dall'Atlante. Tale modifica potrebbe essere dovuta all'attività di erosione del mare sulle barriere artificiali costruite a rinforzo della ferrovia. Una prova a favore di questa ipotesi risiede nel fatto che la maggior parte dei ciottoli e detriti pare, da una prima osservazione, di origine allogena. Ovviamente per una sicura determinazione sarebbe necessaria un'analisi geologica. Il ricoprimento algale è ascrivibile alla biocenosi delle alghe fotofile, in particolare alle specie: *Laurencia sp*., *Padina pavonica*, *Dictyota dichotoma.* Il ricoprimento osservato in quest'area è il più basso riscontrato su substrato duro nel sottocosta di San Lorenzo al Mare, probabilmente a causa della minor grandezza dei ciottoli e per il fatto che questo tratto di costa pare il più esposto al moto ondoso. Di notevole rilevanza è la presenza di due grossi Posidonieti a pochi metri dal litorale, non segnalati sull'Atlante. Il primo si trova tra la Spiaggia dello Scoglio Rosso e la prima punta (P in Figura 1, in Appendice). E' un posidonieto su roccia caratterizzato da un denso ricoprimento e una conservazione soddisfacente nel suo tratto centrale, compreso tra lo Scoglio Rosso e la Seconda punta (S). Spostandoci verso la prima punta (P) la prateria dirada gradualmente fino a lasciar spazio a ciuffi solitari che coprono pochi metri quadri. Il secondo posidonieto si trova in prossimità dell'area della foce, spostato verso levante. Si tratta di una prateria di Posidonia su substrato misto che si estende in particolare tra la Spiaggia dei Delfini e il fondale esterno al molo del porto comunale. Di fronte alla foce la Posidonia è presente in macchie sporadiche di pochi metri quadrati. La prateria vera e propria comincia di fronte alla spiaggia dei Delfini ad una profondità di -3,5 m fino a -6 m circa. Il primo tratto si trova su substrato roccioso, formato prevalentemente da grossi scogli, il secondo invece su substrato

sabbioso. La matte in questo punto è molto sviluppata, superando in alcuni casi il mezzo metro di altezza. Questa prima porzione di prateria è quella che gode di maggiore salute, con un ricoprimento denso e uno stato di conservazione soddisfacente. Il secondo tratto di questo posidonieto si estende a est della tubatura del Roja (Figura 1, in Appendice) ed è stato separato dal primo proprio dai lavori di posa del tubo per l'allacciamento all'acquedotto. Quest'ultimo risulta invece essere in uno stato di salute più preoccupante, caratterizzato da una conservazione non soddisfacente e un medio ricoprimento, intervallato in diversi tratti da matte morta. Sulla mappa delle prateria di fanerogame redatta dell'Enea (Bianchi e Peirano, 1995), si osserva come il posidonieto in questione fosse, in passato, in collegamento con la prateria di Posidonia principale, quella che oggi è dichiarata Sito di Importanza Comunitaria. Proprio in quest'area, infatti, di fronte al molo esterno del porto comunale, la prateria di Posidonia si avvicinava a costa, fino a giungere a pochi metri dal litorale (Figua 2, in Appnedice). Già nelle osservazione effettuate dieci anni più tardi da Diviacco e Coppo (2006), la lingua di prateria che connetteva la Prateria di Posidonia principale, a largo, con quella sottocosta, viene sostituita da una zona di transizione formata da matte morta mista a ciuffi di Posidonia (Figura 3, in Appendice). Purtroppo con il seguente studio è stata osservata una scomparsa di Posidonia nella parte orientale, dove ora si trova solo matte morta. Nella parte centrale invece permane una formazione a mosaico di *Posidonia oceanica* viva e matte morta (Figura 4, in Appendice). L'esistenza in passato di una continuità tra la prateria esterna e quella oggi osservata sottocosta è tuttora testimoniata da diversi metri quadri di matte morta che caratterizzano il limite inferiore di quest'ultima, presenti ad una profondità di -5/-6 m. Proprio questo tratto è stato l'unico dove è stata riscontrata *Caulerpa taxifolia,* una presenza puntiforme e quindi non preoccupante (Foto 23). Quest'alga è infatti una specie aliena, forte competitrice per lo spazio di *Posidonia oceanica.*

Per quanto riguarda la prateria di *Posidonia oceanica* principale, appartenente al SIC marino IT1315971, i campionamenti hanno dimostrato una regressione rispetto ai rilievi effettuati dall'ENEA (Bianchi e Peirano, 1995), che risulta essere in linea con quanto riportato sull'Atlante degli habitat marini della Liguria (Diviacco e Coppo 2006), tavola 12. Bisogna evidenziare come la prima decina di metri del limite superiore dimostri una forte erosione con un ricoprimento pari al 55%. I numerosi canali intramatte hanno suddiviso la prateria in numerose macchie di Posidonia isolate tra loro, aumentando in maniera frattale la superficie di matte a contatto con la corrente. La presenza di ripple marks, osservata nella parte occidentale dell'area di studio, proprio a ridosso della prateria di Posidonia principale, dimostra come tale porzione di fondale sia soggetta ad una

notevole corrente di fondo. In presenza di tali caratteristiche idrodinamiche talvolta è sufficiente un ancoraggio che strappi alcuni rizomi di Posidonia, perché la corrente cominci a formare proprio in quel punto un nuovo canale intramatte. Il ricoprimento epifitico è risultato inoltre molto elevato. La superficie delle foglie libere in grado di foto sintetizzare si riduce dunque notevolmente.

Bisogna giustamente sottolineare come la maggiore abbondanza di specie è stata sempre riscontrata in associazione alla presenza di Posidonia. Durante le immersioni sono stati censiti grossi banchi di Salpe (*Sarpa salpa*) (Foto 8), uno di circa cento individui, così come Saraghi di tutte e quattro le specie mediterranee (*Diplodus sargus*, *D.vulgaris*, *D.puntazzo* e *D.annularis*), Bavose (Blennidi), Ghiozzi (*Gobius buchicchii*), Castagnole (*Chromis chromis*) con diversi individui giovanili, Occhiate (*Oblada melanura*), Polpo (*Octopus vulgaris*), Anemoni (Anemonia viridis), Spirografi (*Sabella spallanzani*), Spugne (Poriferi), Briozoi, Idrozoi. In particolare va segnalata la presenza di quattro specie:

- Madrepora a cuscino (*Cladocora coespitosa*) (Foto 11). E' un organismo coloniale, presente occasionalmente sui fondali mediterranei. Appartiene al gruppo degli Scleractinia, cioè dei coralli costruttori, ed è dunque una parente stretta dei coralli ermatipici che formano le grosse barriere tropicali. In Mediterraneo è spesso presente in colonie di piccole dimensioni anche se talvolta può formare barriere di alcuni metri quadri di estensione. E' specie considerata protetta al fine di evitare sfruttamenti incompatibili con la sua sopravvivenza: è inserita nella lista CITES, relativa al commercio internazionale di specie animali e vegetali considerate in via d'estinzione.

- Nacchera (*Pinna nobilis*) e Nacchera minore (*Pinna rudis*), specie di molluschi bivalvi appartenenti alla famiglia dei Mitilidi, a cui appartiene anche la Cozza (*Mytilus galloprovincialis*). Le due Nacchere, in particolare *Pinna nobilis,* hanno subito una grossa pressione di pesca nel corso degli anni. Il loro prelievo, a soli fini ornamentali, è avvenuto in maniera sconsiderata per anni, tanto da portarle sull'orlo dell'estinzione. Le loro valve, che in *Pinna nobilis* possono raggiungere anche il metro di lunghezza, rappresentano un substrato ideale per la crescita di molti organismi. Specie come il gamberetto *Pontonia pinnophyllax* trovano addirittura riparo all'interno delle valve delle Pinne. Le pinne oggi sono specie rigorosamente protette sia dalla Convenzione di Berna, relativa alla

conservazione della vita selvatica dell'ambiente naturale in Europa, che dalla Convenzione di Barcellona, relativa alle specie in pericolo o minacciate. *Pinna nobilis* è inoltre inserita nella Direttiva Habitat 92/43, relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali della flora e della fauna selvatiche, indicata come "Specie animale di interesse comunitario che richiede una protezione rigorosa".

- Riccio femmina (*Paracentrotus lividus*), così chiamato perché in passato si credeva fosse la femmina del riccio nero (*Arbacia lixula)*, visto il suo colore che è principalmente viola. La sua grossa importanza ecologica risiede nel fatto che essendo erbivoro, limita la crescita delle macroalghe. In più, grazie alla sua attività di grazer, è in grado di raschiare anche film algali di pochi millimetri di spessore dalle rocce, formando *barrens,* cioè aree di substrato duro completamente prive di ogni forma vitale, sui quali si può riformare nuova vita, un processo importantissimo per gli equilibri ecosistemici.

Infine, considerando *Cymodocea nodosa*, sono stati eseguiti alcuni aggiornamenti rispetto all'Atlante, soprattutto nella porzione orientale dell'area di studio. Per quanto riguarda la spiaggia della galleria ferroviaria, in prossimità del caposaldo 4, Garibaldi (2007) ha riportato la presenza di Cimodocea solo oltre -6,5 m. I rilievi effettuati in questo studio hanno però dimostrato una presenza sporadica di *Cymodcea nodosa* già ai - 4,5 m, che aumenta di densità, diventando prato, oltre i -5,3 m, in linea con quanto riportato sull'Atlante degli habitat marini della Liguria (Diviacco e Coppo, 2006). E' necessario sottolineare come la porzione di substrato riportato sulla mappa (Figura 4, in Appendice) non vada considerata come prato folto e omogeneo di Cimodocea, bensì vada letta come areale generale distributivo della fanerogama stessa. La Cimodocea in questa zona risulta avere una distribuzione estremamente eterogenea, con chiazze di media densità che si alternano ad aree di bassa densità e talvolta ad alcuni metri quadri completamente privi di Cimodocea. Non è mai stata osservata, nemmeno in maniera puntiforme, una porzione di prato folto, ad alta densità.

5 Conclusione

Le praterie di Posidonia presenti a San Lorenzo al Mare, eccezione fatta per quella di nuova mappatura antistante la spiaggia dello Scoglio Rosso, hanno mostrato segni di erosione e deterioramento. Già una grossa porzione della Prateria, che una volta univa il posidonieto in prossimità della foce e del molo del porto comunale con la prateria principale a largo, è scomparsa, lasciando spazio a matte morta su cui persistono, solo nella porzione centrale, ciuffi ancora vitali. Di sicuro quanto osservato rappresenta la conseguenza deleteria di interventi antropici poco oculati, avvenuti negli anni. In primis le numerose costruzioni costiere e gli interventi di rimodellamento del litorale. In futuro sarà quindi essenziale mantenere il più inalterate possibile tali praterie, evitando ulteriori interventi sulla costa e cercando di valorizzare tali preziose risorse biologiche marine alla luce della sostenibilità. Un primo passo in questa direzione potrebbe essere l'ampliamento del SIC marino IT1315971 denominato: "Fondali di Porto Maurizio - San Lorenzo al Mare - Torre dei Marmi" affinché possa comprendere anche i posidonieti presenti sottocosta. Sarebbe inoltre auspicabile effettuare uno studio di dettaglio anche sulla porzione di fondale di San Lorenzo al Mare oltre il porto comunale, dove oggi sorge il porto turistico, ed avviare uno studio specifico di monitoraggio delle praterie di *Posidonia oceanica* e del loro stato di conservazione. Da un recente studio effettuato da Blasi (2009) è emerso come solo nella protezione della costa dell'erosione, Posidonia assuma un valore di circa 300 euro a metro quadro. Questo senza contare il suo inestimabile valore biologico ed ecologico. Tutelare le praterie di Posidonia significa quindi operare in maniera lungimirante, sia da un punto di vista ambientale che socio-economico. E' dunque nostro dovere assicurarci che di tale risorsa biologica fondamentale e dei suoi benevoli effetti possano godere la popolazione presente, così come le generazioni future.

6 Bibliografia

- Bianchi, C.N., Peirano, A. 1995. Atlante delle fanerogame marine della Liguria, *Posidonia oceanica* e *Cymodocea nodosa.*ENEA, Centro Ricerche Ambientali Marine, La Spezia; pp. 146

- Blasi, F. 2009. Il valore economico di una prateria di *Posidonia oceanica*. 40° SIBM, Livorno, 26-29 maggio 2009.

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

- Cerrano, C., Ponti, M., Silvestri, S. 2004. Guida alla biologia marina del Mediterraneo. Ananke, Torino; pp. 320.

- Divacco, G., Coppo, S. 2006. Atlante degli habitat marini della Liguria. Regione Liguria, Cataloghi dei Beni Naturali, 6. Edizioni Grafiche Amedeo; pp. 205.

- Gambi, M.C., Dappiano, M. 2003. Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo. Biol. Mar. Med. 10 (Suppl.); pp. 637.

- Garibaldi, F. 2007. Rilievi biologici sui fondali di Costarainera (IM); pp. 31.

- Previati, M. 2009. Monitoraggio e controllo impatto conseguente alla realizzazione di interventi di riqualificazione ambientale e paesaggistica ed opere di difesa dall'erosione marina nel comune di San Bartolomeo al mare (IM). Università di Genova, Dip.te.ris; pp. 70.

7 Appendice

Figura 1. Mappa dell'area di studio

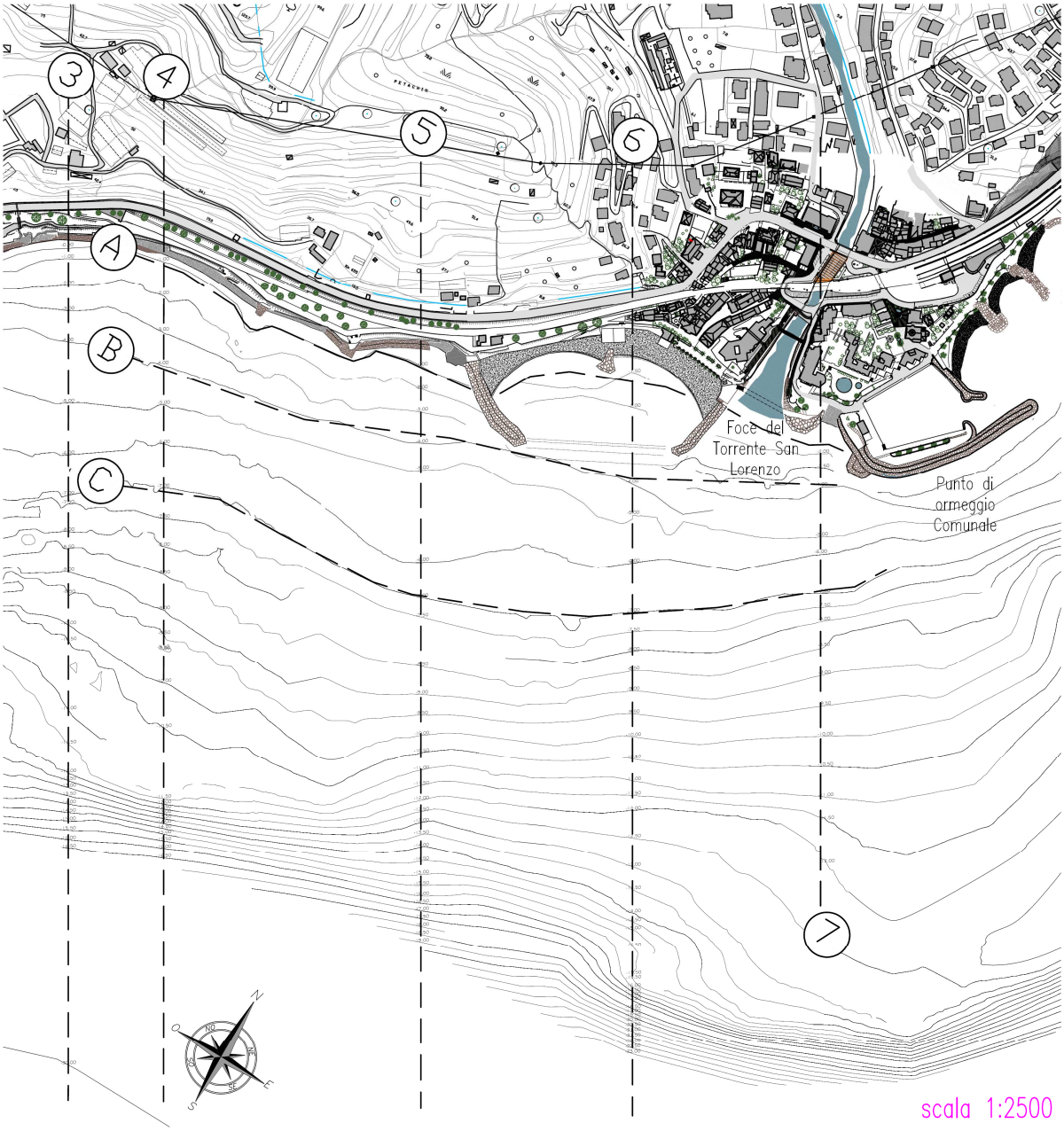


Figura 2. Mappa distribuzione fanerogame marine di fronte a Costarainera e San Lorenzo al mare, tratto da “Atlante delle fanerogame marine” (Bianchi e Peirano, 1995)

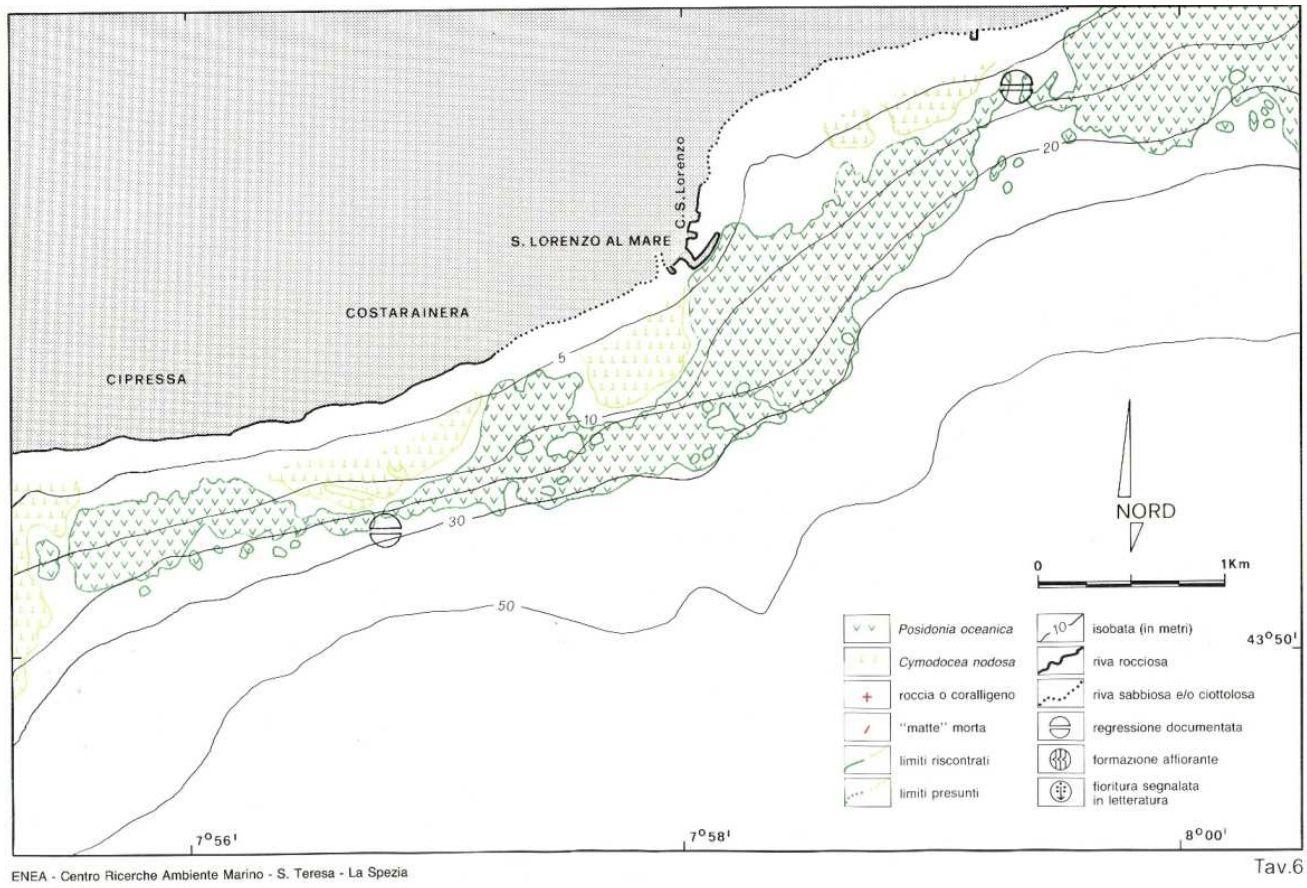


Figura 3. Mappa bionomica dei fondali di San Lorenzo al mare, tratta dall' Atlante degli habitat marini della Liguria (Diviacco e Coppo, 2006)

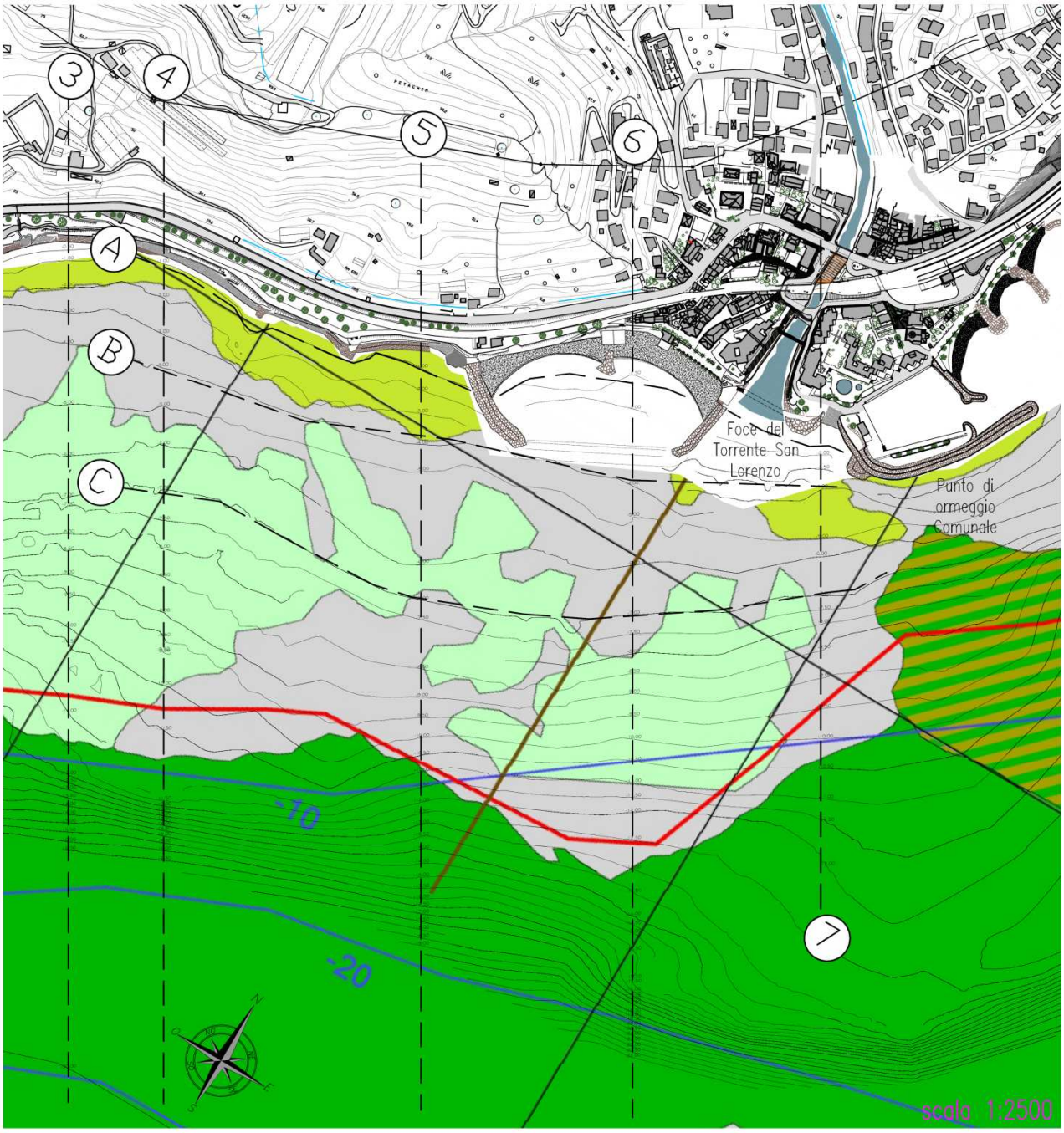
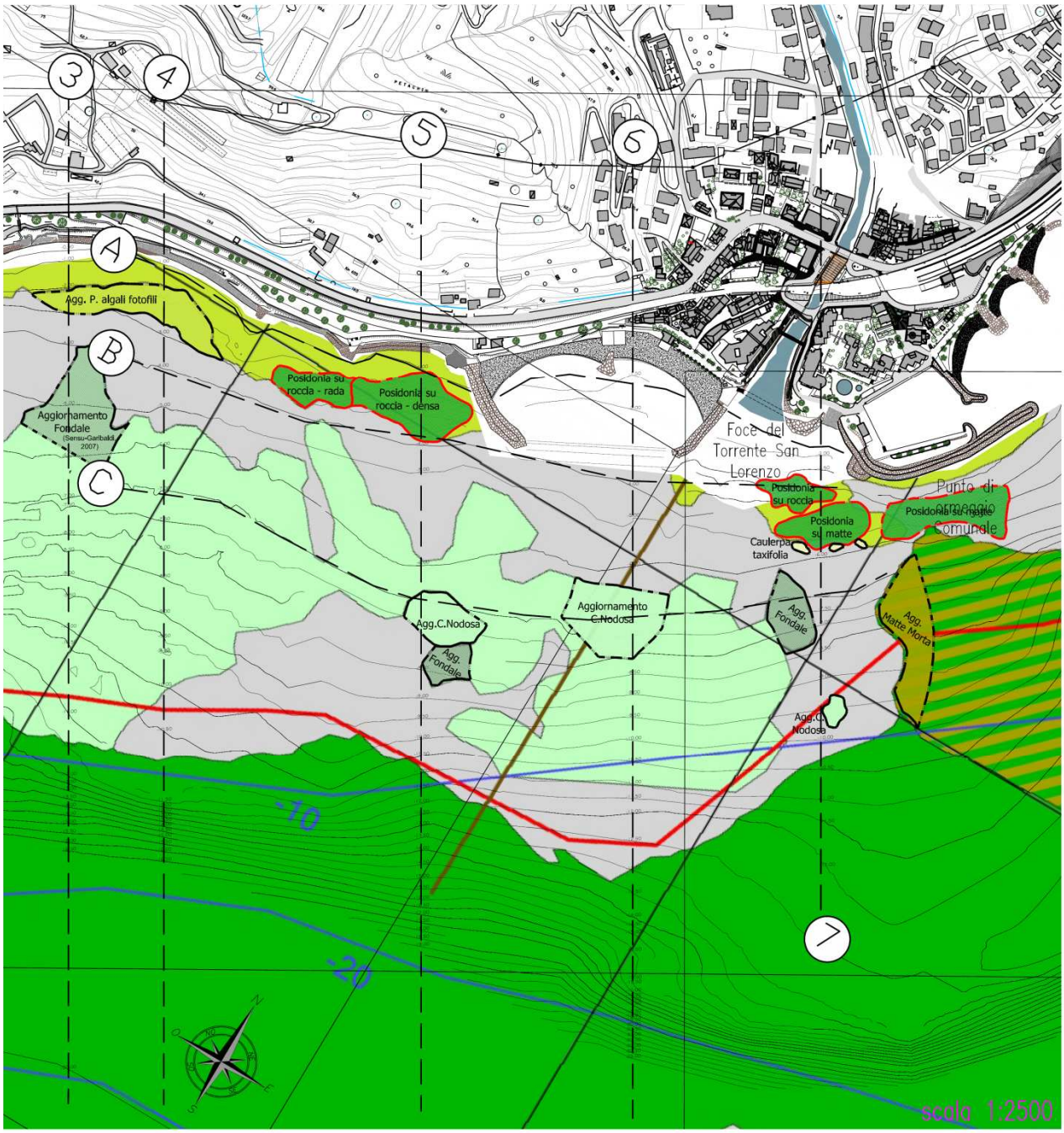
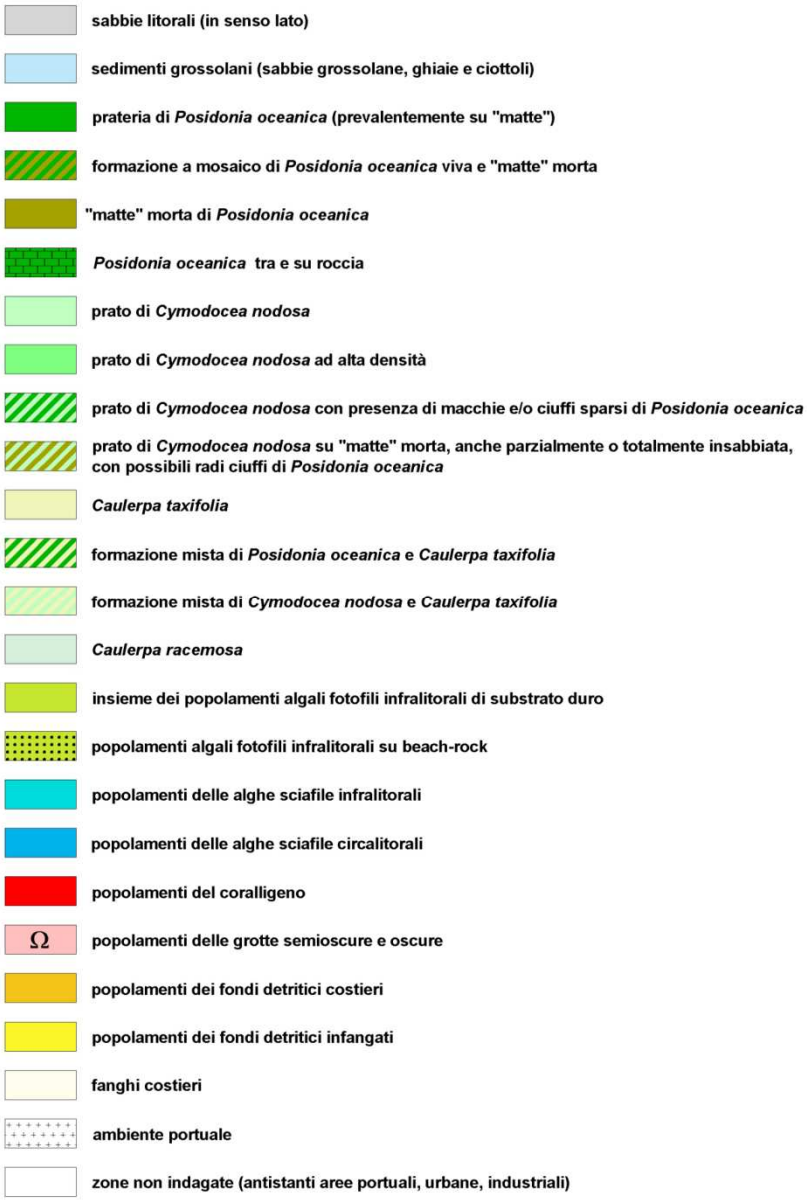


Figura 4. Aggiornamento “Atlante degli habitat marini della Liguria”, derivato dal presente studio di dettaglio



Legenda 1. Atlante degli habitat marini della Liguria



Legenda 2. Aggiornamenti

