



Città di Molfetta



Accordo ex art. 15 L. 241/1990

Prot. CNR n. 0002208/2020, del 20/04/2020

Stato del Posidonieto 2020

RM POS_Ø

Riff. PMP_Rev3_Mag2020.pdf



Istituto di Ricerca sulle Acque
Consiglio Nazionale delle Ricerche
Sede Talassografico Taranto



Dr. Giovanni FANELLI
fanelli@irsa.cnr.it

Dr. Fernando RUBINO
rubino@irsa.cnr.it

Dr.ssa Antonella PETROCELLI
antonella.petrocelli@irsa.cnr.it

Dr. Giuseppe DENTI
giuseppe.denti@irsa.cnr.it

Report_Posidonia_2020.pdf

Nuovo Porto Commerciale di Molfetta (Variante n.3)
Monitoraggio in Corso d'Opera
Rapporto di Monitoraggio "Stato del Posidonieto 2020" (RM POS_Ø)
Rif.: PMP_Rev3_Mag2020

Introduzione

Il presente Rapporto riguarda il monitoraggio dello stato del Posidonieto presente nell'area interessata dalle opere del Nuovo Porto Commerciale di Molfetta (Variante n.3).

Le attività sono state condotte secondo quanto riportato dal **Piano di Monitoraggio dell'ambiente Marino: Stato del Posidonieto**, elaborato **PMP_Rev3_Mag2020**, redatto in ottemperanza alle prescrizioni indicate dalla Commissione per la Valutazione di Impatto Ambientale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (doc. n. 648 del 23/06/2005), nell'ambito della procedura di compatibilità ambientale del Piano Regolatore Portuale e del progetto inerente i lavori di completamento delle opere foranee e la costruzione del porto commerciale di Molfetta, e secondo le indicazioni di ARPA Puglia che ha poi espresso parere favorevole con nota prot.0035001 del 4/6/2020.

Oggetto del monitoraggio è il Posidonieto prospiciente il Porto di Molfetta, parte del SIC Mare "Posidonieto S. Vito — Barletta" (IT9120009): attraverso il rilevamento nel tempo dello stato di conservazione del Posidonieto si vuole concorrere al monitoraggio della componente ambientale marina.

Il Piano di Monitoraggio del Posidonieto prevede un insieme di rilevamenti di variabili biologiche, chimiche e fisiche che saranno ripetute annualmente. Il presente Rapporto illustra i risultati del monitoraggio condotto a Giugno 2020, prima dell'avvio dei lavori in oggetto e che può pertanto assumere la qualifica di nuovo monitoraggio *ante operam* dei lavori della Variante 3.

Il seguito del presente documento è così strutturato:

- Il Paragrafo 1, **Premessa**, dettaglia quanto previsto dal Piano di Monitoraggio in funzione dei lavori della Variante n.3;
- Il Paragrafo 2, **Posidonieto dell'area di indagine**, riporta una descrizione generale dell'habitat "Posidonieto" anche in riferimento all'area di indagine;
- Il Paragrafo 3, **Metodiche di monitoraggio**, illustra le metodiche di indagine impiegate nel monitoraggio;
- Il Paragrafo 4, **Risultati del monitoraggio**, presenta i risultati ottenuti nelle indagini in immersione e quelli delle successive analisi di laboratorio sui campioni raccolti;
- Il Paragrafo 5 **Discussione e Conclusioni**, sintetizza i risultati sullo stato del Posidonieto e si procede col il confronto con quelli delle precedenti campagne.

1. Premessa

1.1. Lavori previsti dalla Variante 3

Come riportato dal Piano di Monitoraggio PMT2020, l'intervento in oggetto consiste nella realizzazione delle opere previste come primo stralcio del progetto generale di completamento del Nuovo Porto Commerciale di Molfetta e volte ad assicurare la salvaguardia, la sicurezza alla navigazione ed all'ormeggio del bacino portuale di Molfetta.

L'intervento interessa la porzione Nord Ovest del bacino portuale di Molfetta presso l'attuale diga di sopraflutto 'Salvucci' in prosecuzione della stessa, con il completamento dei banchinamenti interni del bacino portuale da realizzarsi con cassoni cellulari nonché la realizzazione di una diga di protezione da realizzarsi in prosecuzione del 1° braccio di sopraflutto esistente.

Gli interventi previsti comprendono le seguenti opere e rispettive fasi lavorative

1 Cantiere	1.1. Impianto cantiere; 1.1.1 Sistemazione e bonifica delle aree di cantiere; 1.1.2 Realizzazione Accessi e Viabilità di cantiere; 1.1.3 Allestimento cantiere logistico ed operativo di terra
2 Banchina nord-ovest e Banchina Martello	2.1 Rilievi e tracciamenti; 2.2 Profilatura scanno di imbasamento; 2.2.1 Carico del materiale lapideo su mezzo marittimo; 2.2.3 Spianamento del materiale; 2.3 Ripristino cassoni cellulari; 2.4 Trasferimento ed affondamento cassoni; 2.4.1 Allestimento del cassone; 2.4.2 Collocazione in galleggiamento e trasferimento via mare; 2.4.3 Affondamento del cassone; 2.5 Riempimento cassoni; 2.6 Getti integrativi; 2.6.1 Getti integrativi di cls di chiusura delle celle antiriflettenti alle quote di progetto (solo cassoni N); 2.6.2 Getto dei giunti tra cassoni; 2.6.3 Getto del tappo di chiusura delle celle; 2.6.4 Posa solette di copertura; 2.6.5 Posa solette di copertura (Molo Martello); 2.6.6 Apertura celle antiriflettenti (solo banchina NO); 2.7 Rinfiando; 2.8 Sovrastrutture; 2.9 Montaggio arredi di banchina
3 Secondo braccio del molo di sopraflutto	3.1. Riprofilatura radice secondo braccio di sopraflutto: 3.1.1 Recupero massi artificiali e tetrapodi; 3.1.2 Recupero massi naturali; 3.1.3 Modellazione del terreno con mezzi meccanici; 3.2. Opere in c.a.: 3.2.1 Realizzazione cordolo di contenimento del terrapieno posta alla radice del prolungamento del 2° braccio; 3.2.2 Realizzazione del basamento del fanale di segnalazione posto in testa alal diga di sopraflutto di nuova realizzazione; 3.3. Realizzazione del nucleo e della mantellata con tetrapodi; 3.4 Realizzazione tetrapodi; 3.5. Opere di completamento (fanale e scala di accesso)
4 Smobilizzo del cantiere	4.1. Rimozione cantiere; 4.2. Smantellamento bretella di collegamento

1.2. Piano di Monitoraggio Posidonia

Come riportato dal PMP_Rev3_Mag2020, il "Piano di Monitoraggio dell'ambiente Marino: Stato del Posidonieto" è stato redatto in ottemperanza alle prescrizioni riportate nei seguenti documenti:

- Decreto VIA n. DSADEC-648 del 23/06/2005, redatto dalla Commissione per la Valutazione di Impatto Ambientale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio e del Mare, nell'ambito della procedura di compatibilità ambientale del Piano Regolatore Portuale e del progetto inerente i lavori di completamento delle opere foranee e la costruzione del porto commerciale di Molfetta. Il documento ha espresso giudizio positivo di compatibilità ambientale del progetto con le seguenti prescrizioni di interesse per il tema oggetto del Piano di Monitoraggio:
 - lettera d): predisposizione di "un sistema di monitoraggio del trasporto solido in corrispondenza della diga di sopraflutto, allo scopo di confermare le ipotesi progettuali poste nello Studio di Impatto Ambientale in merito all'assenza di significative alterazioni al riguardo".
 - lettera e): "allo scopo di limitare la sospensione e la diffusione dei sedimenti durante le operazioni di dragaggio, con particolare riguardo alla protezione del Sito SIC "Posidonieto San Vito Barletta", queste saranno di volta in volta effettuate previa definizione delle condizioni meteomarine compatibili con le operazioni stesse, utilizzando i dati e le indicazioni che saranno forniti al riguardo dalla locale Capitaneria di Porto."

- Parere n. 2609 del 26/01/2018 della Commissione Tecnica VIA/VAS, con la quale si ritiene che le opere in oggetto "possano essere considerate coerenti con quanto già valutato nel corso delle istruttorie precedenti" e che gli impatti ambientali associati alle variazioni progettuali intervenute nel tempo rispetto al progetto esecutivo (quali, in particolare, l'Adeguamento Tecnico Funzionale e la Perizia di Variante n. 2, il minore quantitativo di materiali di cava da mettere in opera e relativo trasporto via terra, il conseguente minore intorbidimento delle acque marine, la minore impronta dell'opera sul fondale, l'eliminazione del muro paraonde dallo skyline del porto") siano stati già valutati nell'ambito progettuale di riferimento, oggetto del Decreto VIA n. DSADEC-648 del 23/06/2005 e della nota U.prot.DVA-2014-0038771 del 24/11/2014 recante il parere della Commissione VIA-VAS n. 1661 del 21/11/2014;
- Nota prot.0028223-32 del 6/5/2020 DGDS, di Arpa Puglia con la quale si specifica che per poter essere qualificata come nuovo monitoraggio *ante-operam* dei lavori della variante 3, la campagna "zero" deve essere eseguita nel mese di giugno 2020 e, comunque, prima dell'inizio dei lavori a mare; inoltre, con la stessa nota si richiedeva di esplicitare che i monitoraggi si sarebbero eseguiti secondo le indicazioni della scheda metodologica ISPRA 2012 (Bacci et al., 2012) ed effettuando il calcolo dell'Indice PREI;
- Nota prot.0035001 del 4/6/2020 con la quale ARPA Puglia esprime parere favorevole.

1.3. Finalità del Monitoraggio

Nella Variante n. 3 del progetto del Nuovo Porto Commerciale di Molfetta non sono più previste operazioni di dragaggio. Tuttavia, nel Piano di Monitoraggio Ambiente Marino si è ritenuto opportuno controllare lo stato del Posidonieto più prossimo all'area oggetto dei lavori che rientra nel SIC "Posidonieto San Vito Barletta".

Il monitoraggio della componente ambiente marino prevede tre fasi: ante – operam; in corso d'opera; post – operam.

Il monitoraggio *ante-operam* condotto nel 2010-2011 ha fornito un primo quadro dello stato della qualità del Posidonieto nell'area geografica di interesse (vedi successivo punto 2.4) ma, trattandosi ormai di informazioni troppo datate, l'ARPA Puglia con la Verifica di Ottemperanza Prescrizione "E" del 04/05/2020, ne ha richiesto un aggiornamento. Inoltre, per poter utilizzare tali informazioni "ai fini di una corretta valutazione di eventuali impatti potenzialmente indotti" dai lavori di realizzazione della variante 3 del Progetto, ARPA Puglia ha previsto che la prima campagna di monitoraggio, "Campagna Ø", fosse anticipata al 21-25 giugno 2020 e comunque prima dell'inizio dei lavori in mare, in modo da considerarla come una campagna di monitoraggio *ante-operam*.

La prima campagna di monitoraggio, "Campagna Ø", ha il fine di determinare l'attuale *status* del Posidonieto, rispetto al quale valutare la sostenibilità ambientale dell'opera attraverso i successivi rilevamenti atti a descrivere gli effetti indotti dalla realizzazione dell'Opera.

In particolare, le attività di monitoraggio della campagna *ante-operam* sono finalizzate a:

- verificare l'attuale estensione della prateria di *Posidonia oceanica*, appartenente al SIC denominato San Vito-Barletta (IT9120009), presente nell'area di mare limitrofa al porto di Molfetta;
- monitorare i parametri bio-ecologici della stessa prateria utilizzando apposite metodologie d'indagine standardizzate;
- confrontare i risultati con quelli delle campagne di indagine svolte ad aprile 2010 e tra settembre e ottobre 2011, e delle ulteriori campagne di validazione svolte da ARPA Puglia a maggio e settembre 2011.

Le attività di monitoraggio sono state effettuate tramite trascinatori subacquei equipaggiati con telecamere 4K che hanno facilitato i rilevamenti *in-situ* in immersione con ARA; inoltre sono state misurate le principali variabili chimico-fisici dell'acqua con sonda multiparametrica e prelevati campioni per le analisi di laboratorio.

Le attività di monitoraggio saranno ripetute annualmente durante la fase *in corso d'opera* e in quella *post-operam* per consentire la valutazione comparata con i controlli effettuati nelle diverse fasi, al fine di orientare opportunamente le valutazioni di competenza della Commissione Speciale VIA.

2. Posidonieto dell'area di indagine

2.1. Area di indagine

L'area interessata dal monitoraggio dal "Stato del Posidonieto 2020" è la stessa analizzata nelle precedenti campagne condotte nel 2010-11 (Figura 2.1).

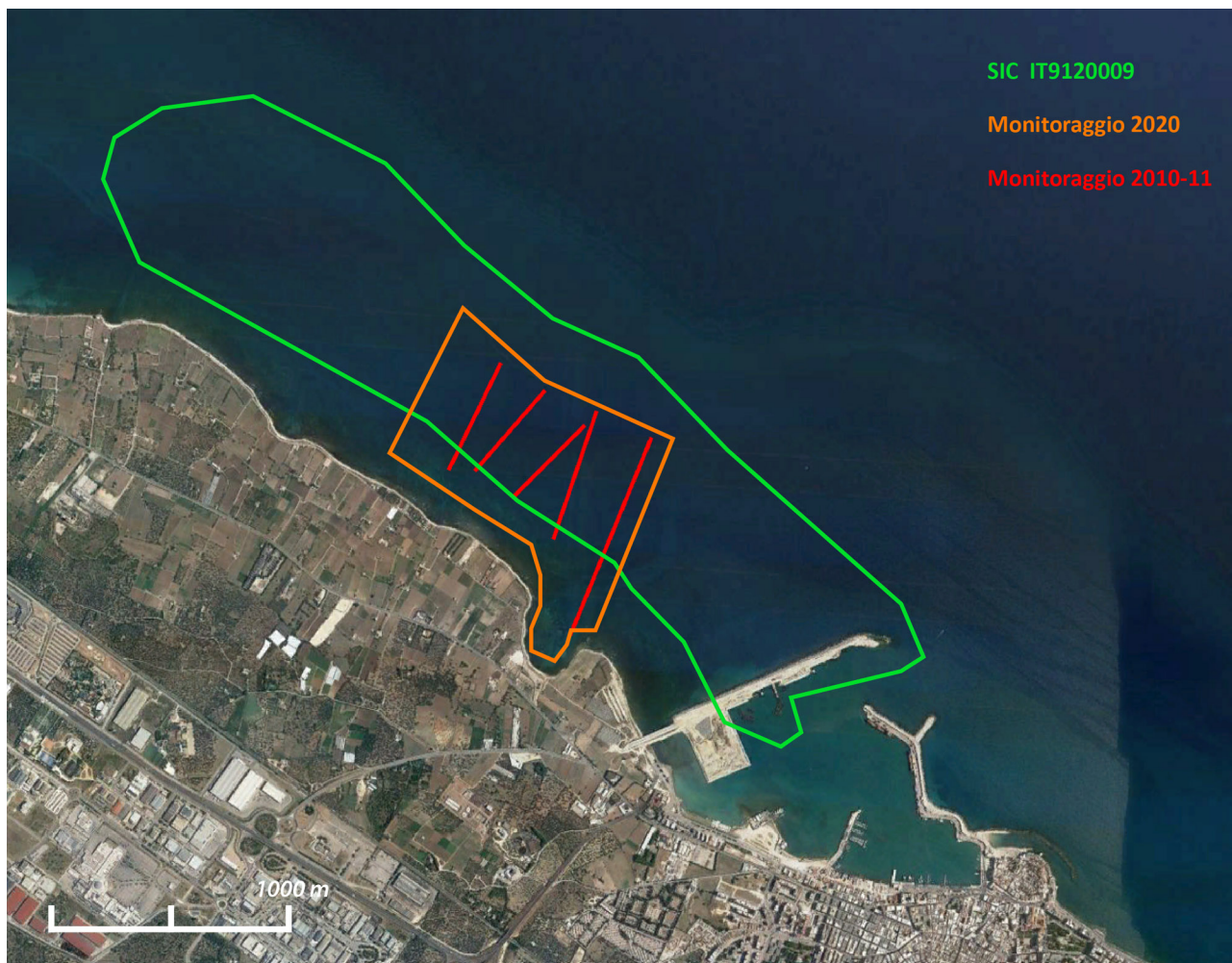


Figura 2.1 Area di indagine: sovrapposizione dell'area oggetto del monitoraggio (delimitata in arancione) con il SIC IT9120009 "Posidonieto San Vito – Barletta" (area delimitata in verde) nel tratto prospiciente il Comune di Molfetta (elaborazione su dati Natura 2000 e Regione Puglia). In rosso sono indicati i transetti rilevati nelle precedenti campagne del 2010-11.

2.2. Praterie di *Posidonia oceanica*

Posidonia oceanica è una fanerogama marina endemica del Mediterraneo e la sua struttura, come le piante terrestri, è costituita da radici, foglie nastriformi e fusto, chiamato rizoma; quest'ultimo è detto *ortotropo* quando cresce in verticale contrastando il progressivo accumularsi di sedimento, mentre è *plagiotropo* quando la crescita è orizzontale e funge da ancoraggio al substrato e contribuisce all'espansione della prateria. *Posidonia oceanica* si insedia principalmente su fondi molli, ma è presente anche su fondi rocciosi dalla superficie fino a 30-40 metri di profondità (Molinier e Picard, 1952); è capace anche di modificare la struttura stessa dei fondali dove è presente attraverso la costruzione di una *matte* costituita dall'intreccio di rizomi, vecchie radici e sedimento intrappolato tra essi (Francour et al., 2006).

L'estensione di una prateria di *P. oceanica* si descrive mediante l'identificazione di un limite *superiore* solitamente individuato da una netta interruzione della biocenosi e di quello *inferiore*, a batimetriche maggiori, in corrispondenza del quale si arresta l'avanzata della prateria. A seconda della sua conformazione, il limite inferiore è classificato come progressivo, netto, erosivo e regressivo secondo la scala suggerita da Pergent et al. (1995).

L'habitat a Posidonia rappresenta uno degli ecosistemi di maggiore valore in termini di beni e servizi ecosistemici sulla Terra e riveste un ruolo fondamentale per il mantenimento dell'equilibrio e della ricchezza del Mar Mediterraneo (Telesca et al., 2015).

Le praterie di Posidonia contribuiscono notevolmente alla produzione primaria in ambiente marino, sia per produzione di ossigeno sia di biomassa (Pergent, 1994); inoltre, secondo Mcleod et al. (2011) questi habitat sono in grado di sequestrare elevatissime quantità di anidride carbonica e carbonio dalla colonna d'acqua e dall'atmosfera.

Tali habitat sono considerati *hotspot* di biodiversità dal momento che intorno ad essi, tra le sue foglie e in mezzo ai suoi rizomi e alle sue radici è presente tra il 20 e il 25% di tutte le specie conosciute nel Mar Mediterraneo, che usano questo habitat per scopi trofici, come rifugio dai predatori e come area *nursery* (Francour, 1997; MATTM, 2008).

Un altro ruolo fondamentale svolto dalle praterie di Posidonia è collegato all'erosione costiera (Dauby et al., 1995). Infatti, queste fungono da barriera intrappolando il sedimento trasportato da correnti e moto ondoso alla base dei rizomi; inoltre, le foglie morte accumulate lungo le spiagge, conosciute con il nome di *banquettes*, proteggono le coste dall'azione erosiva delle mareggiate (Jeudy de Grissac, 1984).

Da molteplici studi emerge il drammatico declino delle praterie di Posidonia del Mediterraneo: dal 1879 ad oggi si è perso circa il 30% di questi habitat con una tendenza di riduzione stimata intorno al 1,5% ogni anno e una conseguente perdita dei servizi ecosistemici ad essi associati (Waycott et al. 2009.).

La regressione delle praterie è legata a perturbazioni globali (es. i cambiamenti climatici) e locali. La principale causa di tale fenomeno è la crescente antropizzazione delle coste mediterranee. In generale, gli effetti negativi sono correlati con l'aumento di torbidità, che diminuisce la capacità fotosintetica della pianta, le alterazioni dei tassi di sedimentazione, l'introduzione di specie alloctone e l'inquinamento; anche il danneggiamento diretto prodotto dalle attività di pesca a strascico e dagli ancoraggi di imbarcazioni da diporto è alla base della crescente riduzione di questi habitat (Boudouresque et al., 2006). Un ulteriore fattore che contribuisce alla scomparsa delle praterie è la loro bassa resilienza; infatti, il tempo necessario per il recupero totale delle funzioni ecosistemiche di una prateria impattata è stato stimato in 100 anni, ma solo nella condizione in cui la fonte di disturbo scompaia totalmente (Gonzalez-Correa et al., 2005).

I tentativi di trapianto condotti al fine di mitigare il fenomeno di regressione delle praterie si sono spesso dimostrati fallimentari a causa di un livello elevato di deterioramento dell'habitat tale da non permettere la sopravvivenza delle piante ricollocate (Fourqurean et al. 2012). Le uniche strategie attuabili per conservare questi preziosi ecosistemi si delineano quindi nel promuovere azioni mirate alla conservazione delle praterie ancora in salute e nel ridurre le fonti di disturbo che provocano la loro degradazione (Telesca et al. 2015).

Con tale obiettivo, questa specie di fanerogame è stata inserita nell'allegato I della Convenzione di Berna (82/72/CE, ratificata in Italia nel 1981) e nell'allegato II del Protocollo SPA/BIO (Specially Protected Areas and Biological Diversity in the Mediterranean) della Convenzione di Barcellona del 1976 (ratificata in Italia nel 1999 ed entrata in vigore nel 2004). In aggiunta a tali misure, la Comunità Europea nel 1992 ha inserito le praterie di *P. oceanica* nella lista degli habitat prioritari di protezione e gestione dell'ambiente marino inclusa nel quadro della Direttiva 92/43/CEE (Direttiva Habitat, Allegato I, Codice 1120: letti di *P. oceanica* – *Posidonion oceanicae*).

Con l'emanazione della Direttiva Quadro sulla Strategia per l'Ambiente Marino (MSFD, 2008/56/CE), che prevede l'adozione di misure finalizzate al raggiungimento e mantenimento del *buono stato ambientale* (GES), le praterie di *P. oceanica* sono state selezionate come habitat rappresentativi tra le angiosperme marine (Habitat bentonici – Praterie e *P. oceanica*; Indicatore 1.5.1). Questa decisione è scaturita dal fatto che questi habitat sono considerati un buon indicatore biologico per valutare la presenza di eventuali impatti antropici in quanto *P. oceanica* è una specie bentonica longeva, ampiamente distribuita in Mediterraneo, molto sensibile ai disturbi antropici (es. inquinamento, alterazione regime sedimentario, ecc.) e dà informazioni ambientali anche sui livelli presenti e passati dei metalli in traccia (Pergent-Martini, 1998; Boudouresque et al., 2000; Guidetti, 2001; Romero et al., 2005; Boudouresque et al., 2012).

In Italia, le attività di monitoraggio degli habitat inclusi nelle liste della Direttiva Habitat (D.M. 11/02/2015 in attuazione all' art. 11 del D. Lgs. 190/2010 che recepisce la Direttiva 2008/56/CE), incluse le praterie di *P. oceanica*, sono condotte secondo le linee guida proposte dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) e del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente.

2.3. Sito di Interesse Comunitario SIC IT91200009 “Posidonieto San Vito – Barletta”

La Regione Puglia, in virtù della presenza della prateria di *Posidonia oceanica*, fin dal 1995 ha proposto l'istituzione del Sito di Importanza Comunitaria “Posidonieto San Vito – Barletta” (codice IT91200009) ai sensi dell'art. 4, paragrafo 1, della direttiva 92/43/CEE. Successivamente il SIC “Posidonieto San Vito – Barletta” è stato designato come Area Speciale di Conservazione (ZSC) della regione biogeografica mediterranea (DM 21/03/2018 - G.U. 82 del 09/04/2018).

Il SIC “Posidonieto San Vito – Barletta”, si estende lungo circa 65 km di coste, su di una area di 12.459 ettari, ed interessa le aree marine antistanti i Comuni di Monopoli, Polignano a Mare, Mola di Bari, Bari, Giovinazzo, Molfetta, Bisceglie, Trani e Barletta. La profondità del tratto di mare interessato dal SIC è compresa tra 3 e 16 metri (Figura 2.2).

Il Sito Natura 2000 riporta che il SIC è caratterizzato da una *non spiccata rigogliosità della prateria, che lascia spazio sufficiente all'insediamento di varie biocenosi tipiche del piano infralitorale. Particolarmente diffuse nell'ambito della biocenosi ad alghe fotofile le specie Cystoseira sp. e Dictyota sp., presenti sia su substrati rocciosi sia sugli ampi tratti di fondali a “matte morta”. In prossimità del limite inferiore (15-16 m) della prateria è presente la biocenosi coralligena che si sviluppa, in estensione ed altezza, man mano che aumenta la profondità. Essa evidenzia la capacità di colonizzare livelli batimetrici superficiali anche a causa di una certa torbidità che caratterizza le acque di questo tratto di mare. La biocenosi mostra comunque il massimo del suo sviluppo nella fascia batimetrica tra i 18 ed i 27 m, con costruzioni organogene, realizzate da una miriade di organismi (alghe incrostanti, poriferi, cnidari, briozoi, anellidi, ascidiacei, ecc.). Tali biocostruzioni risultano spesso imponenti come dimostrano alcuni sonogrammi registrati durante la navigazione in questo tratto di mare. Alla biocenosi coralligena si sostituiscono gradualmente, all'aumentare della profondità (30-40 m), i fondi detritici organogeni.* (Natura 2000).



Figura 2.2 Estensione del SIC IT91200009 “Posidonieto San Vito – Barletta” con particolare riferimento al tratto prospiciente il Comune di Molfetta (elaborazione su dati Natura 2000 e Regione Puglia).

L'estensione del SIC si basa su una prima mappatura (in scala 1:25.000) delle praterie di Posidonia lungo le coste della Puglia condotta negli anni '90 nell'ambito del progetto: “Mappatura delle praterie di Posidonia oceanica lungo le coste delle regioni Liguria, Toscana, Lazio, Basilicata e Puglia” promosso dal Ministero della Marina Mercantile – Ispettorato Centrale per la Difesa del Mare - ed affidato al coordinamento tecnico della Snam Progetti.

Tale studio, per la zona Bari – Barletta riporta che: *Nel tratto di costa compreso tra Bari e Barletta, il Posidonieto rinvenuto sembra essere in evidente stato di regressione. Gran parte della superficie è infatti ricoperta soltanto da “matte morta”, mentre solo in prossimità della città di Bari è presente una prateria su matte in discrete condizioni di salute con un indice di ricoprimento aggirantesi sul 60-70%, una densità fogliare del III stadio secondo la scala di Giraud ed una altezza fogliare di 40-50 cm. La porzione di Posidonieto compresa tra Barletta e Trani presenta condizioni di salute alquanto precarie alternando ampi tratti a “matte morta” con alcuni cespugli di Posidonia viva sempre su matte ad indicare la preesistenza in quel tratto di una prateria di Posidonia.*

Nel 2006, nell'ambito del progetto POR Puglia “Inventario e cartografia delle praterie di Posidonia nei compartimenti marittimi di Manfredonia, Molfetta, Bari, Brindisi, Gallipoli e Taranto” sono stati ridefiniti i limiti di distribuzione dell'erbario di Posidonia all'interno delle aree SIC mare, giungendo ad un ridimensionamento di tali erbari rispetto all'estensione dei SIC stessi. La studio riporta che, per il Compartimento Marittimo di Molfetta (da Nord di Bari alla foce del Fiume Ofanto) la Posidonia si presenta su matte tra i 5 e i 12-15 m, fino a Palese, mentre in località S. Spirito assume l'aspetto a mosaico con substrati duri, fino a Giovinazzo (Cala S. Spiriticchio). A questo punto la fanerogama termina, per localizzarsi ancora, con una piccola chiazza su matte, all'ingresso del Porto di Molfetta. La rimanente fascia costiera di questo Compartimento è priva della pianta. Un affioramento di “matte morta” è evidente a S del Porto di Barletta.

Le biocenosi marine presenti nell'area oggetto di indagine erano state caratterizzate nell'ambito di indagini riportate nello studio di Valutazione di Impatto Ambientale e Valutazione Ambientale Strategica condotto nel 2004 per il Piano Regolatore del Porto di Molfetta. I risultati delle indagini, sintetizzate in una carta biocenotica del tratto di mare antistante il Porto di Molfetta (Figura 2.3), avevano evidenziato la presenza di “biocenosi bentoniche tipiche del piano infralitorale fotofilo ed in parte di biocenosi del circolitorale”. La biocenosi più comune era “risultata quella ad Alghe Fotofile (AP) sensu Pérès-Picard (1964)” presente sia sul substrato roccioso che su “ampi tratti di fondale a “matte morta” resi disponibili alla ricolonizzazione vegetale a seguito della progressiva riduzione di *Posidonia oceanica*”.

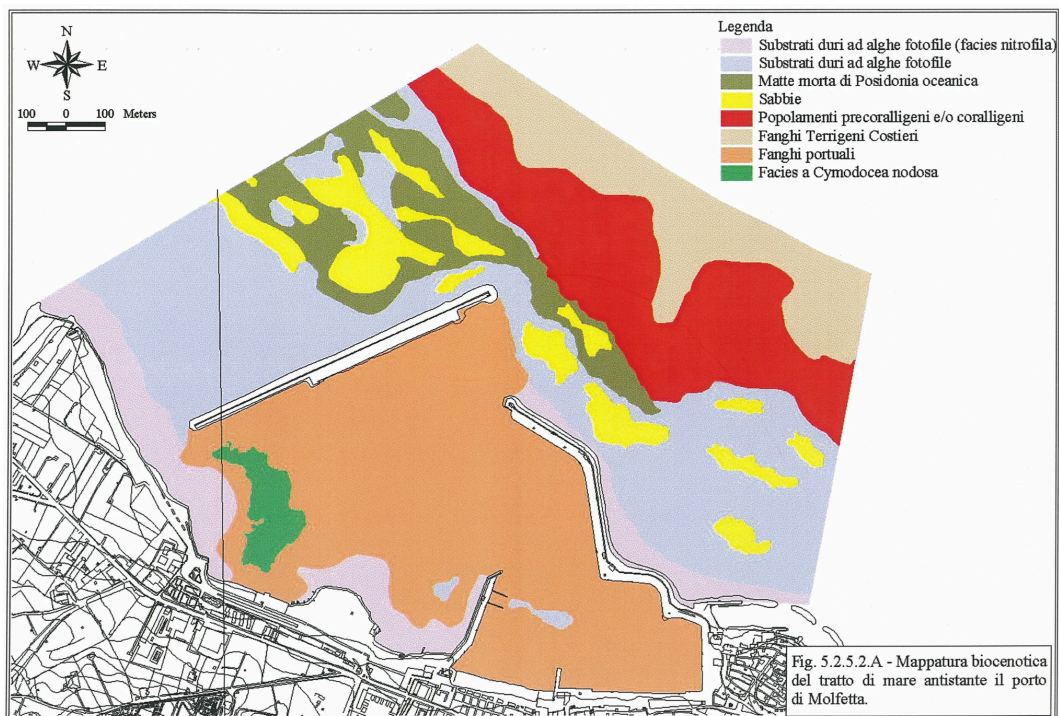


Figura 2.3 Mappa biocenotica dell'area interessata dai lavori del Porto di Molfetta, prodotta nell'ambito dello Studio di VIA elaborato nel 2004 per il Piano Regolatore del Porto di Molfetta.

2.4. Stato del Posidonieto: risultati precedenti monitoraggi (2010-2011)

Come emerge dalle informazioni cartografiche derivanti dalle indagini condotte nell'ambito del Progetto POR del 2006 sopra citato, l'estensione del sito SIC IT9120009 "Posidonieto San Vito – Barletta" copre una vasta area in cui ricadono anche alcune zone limitrofe al porto della città di Molfetta.

A seguito di varie indagini (*ante operam*, *post operam* e di validazione) condotte tra il 2010 e il 2011 dal Comune di Molfetta e da ARPA Puglia, ci si accorse che l'estensione della biocenosi a *P. oceanica* era notevolmente inferiore rispetto a quanto riportato sulla cartografia ufficiale. I risultati di tali indagini evidenziarono la presenza di questa fanerogama marina solo in un'area antistante un'insenatura naturale nota come "Seno il Salso" o "Cala San Giacomo".

Dai rapporti di queste precedenti campagne emerse la presenza della biocenosi a *P. oceanica* esclusivamente nella zona individuata dalle stazioni T1S1 e T1S2. La distribuzione batimetrica della prateria era limitata tra i 2 e i 4 metri di profondità (raramente fino ai 6 metri). Tutte le indagini condotte definirono di tipo *regressivo* il limite inferiore della prateria.

In base ai dati di copertura di *P. oceanica* e di densità assoluta e relativa (rispettivamente 55.8 ± 4.4 e 33.5 ± 2.7 fasci/m²) raccolti durante le campagne realizzate dal Comune di Molfetta e successivamente validati da ARPA Puglia, i rapporti di tali indagini concordarono nel definire la biocenosi come "*Semiprateria*" secondo la classificazione di Giraud (1977) e come prateria "*molto disturbata*" e a "*densità anormale*" in base alla scala proposta da Pergent et al. (1995) e Pergent-Martini & Pergent (1996) (Tabella 2.1).

Tabella 2.1 Classificazione delle praterie di *P. oceanica* secondo
Giraud (1977): Pergent et al. (1995) e Pergent-Martini & Pergent (1996):

Classe	Densità fasci (n/m ²)	Stima di densità	Profondità (m)	4 Classe Anormale	3 Classe Subnormale	2 Classe Normale	1 Classe Sovranormale
I	Oltre 700	Prateria molto densa	1	< 822	822 - 934	934 - 1158	> 1158
II	Da 400 a 700	Prateria densa	2	< 646	646 - 758	758 - 982	> 982
III	Da 300 a 400	Prateria rada	3	< 543	543 - 655	655 - 87	> 879
IV	Da 150 a 300	Prateria molto rada	4	< 470	470 - 582	655 - 879	> 806
V	Da 50 a 150	Semiprateria	5	< 413	413 - 525	582 - 806	> 749
			6	< 367	367 - 479	525 - 749	> 703
			7	< 327	327 - 439	479 - 703	> 663
			8	< 294	294 - 406	439 - 663	> 630
			9	< 264	264 - 376	406 - 630	> 600
			10	< 237	237 - 349	376 - 600	> 573
			11	< 213	213 - 325	349 - 573	> 549
			12	< 191	191 - 303	325 - 549	> 527
			13	< 170	170 - 282	303 - 527	> 506
			14	< 151	151 - 263	263 - 487	> 487
			15	< 134	134 - 246	246 - 470	> 470
			16	< 117	117 - 229	229 - 453	> 453
			17	< 102	102 - 214	214 - 438	> 438
			18	< 88	88 - 200	200 - 424	> 424
			19	< 74	74 - 186	186 - 410	> 410
			20	< 61	61 - 173	173 - 397	> 397

3. Metodiche di monitoraggio

3.1. Personale impegnato

Il monitoraggio dello stato del Posidonieto 2020 è stato condotto dal seguente personale della Sede di Taranto del CNR-IRSA:

- Dr. Giovanni FANELLI (indagini subacquee)
- Dr. Fernando RUBINO (indagini subacquee)
- Dr.ssa Antonella PETROCELLI (analisi campioni Posidonia oceanica)
- Dr. Giuseppe DENTI (supporto a terra)

Il supporto logistico per le attività in mare è stato fornito dal Sig. Giuseppe CESARIO della CESUB Srl.

3.2. Attività di campo della Campagna 2020

Le attività di campo sono state condotte in due periodi:

- dal 24 al 26 giugno 2020 è stata effettuata un'indagine preliminare in immersione in località Cala San Giacomo (Molfetta, BA) e poi una serie di transetti in immersione per la valutazione dell'estensione del Posidonieto;
- il 3 novembre 2020 è stato condotto un approfondimento in Cala San Giacomo in merito alla condizione dell'habitat.

Le attività di campo sono state condotte con i seguenti obiettivi:

1. Valutare l'estensione della prateria ed individuarne i limiti superiore e inferiore;
2. Valutare la condizione dell'habitat attraverso:
 - a. stime visive *in situ* del ricoprimento, ovvero della percentuale di substrato ricoperto dalle piante di *P. oceanica*, rispetto a quello non ricoperto (sabbia, roccia, "matte" morta, etc.);
 - b. misure di densità dei fasci mediante rilevamenti in quadrati 40 x 40 cm;
 - c. Valutazione di ulteriori caratteristiche del limite della prateria.
3. Campionare i fasci di *Posidonia* necessari per le successive analisi in laboratorio della morfometria, della lepidocronologia e della biomassa;
4. Prelevare un campione di sedimento per le successive analisi in laboratorio della granulometria e del TOC;
5. Monitorare le variabili chimico-fisiche lungo la colonna d'acqua.

Le attività di campo per la valutazione dell'estensione del Posidonieto sono state condotte lungo 5 transetti costa-largo, indicati da T1 a T5, orientati in direzione 30-210° e distanziati 350 m (Figura 3.1).

3.3. Indagini in immersione subacquea

3.3.1. Estensione della prateria

I 5 transetti costa-largo sono in gran parte sovrapponibili a quelli condotti durante le precedenti ispezioni del 2010 e 2012. Solo la posizione del transetto T5 è stata cambiata, spostandolo a SE in prossimità del braccio di ponente del porto di Molfetta, in quanto il transetto originario corrispondeva ad un sito in cui chiaramente la prateria era scomparsa da tempo. Le attività sono state svolte da operatori subacquei esperti in immersione con ARA (autorespiratore ad aria) e supportati logisticamente da personale a terra e da un'imbarcazione idonea alla navigazione sotto costa.

I subacquei impegnati nei rilevamenti erano dotati di trascinatori subacquei per facilitare lo svolgersi in sicurezza delle attività. I transetti T1 e T2, sono stati condotti in direzione costa-largo (rotta 030°) mentre i transetti T3, T4 e T5, sono stati condotti in direzione largo-costa (rotta 210°). Un GPS posizionato sulla boa di segnalamento del subacqueo ha permesso di geo-referenziare con sufficiente grado di approssimazione il percorso eseguito lungo i transetti.



Figura 3.1 Posizionamento dei transetti per la valutazione dello stato di salute del Posidonieto

Nei transetti T1, T2 e T3 sono state posizionate 3 stazioni di monitoraggio delle variabili chimico-fisiche lungo la colonna d'acqua, per un totale di 9 stazioni (Figura 3.2) le cui coordinate sono riportate nella Tabella 3.1.

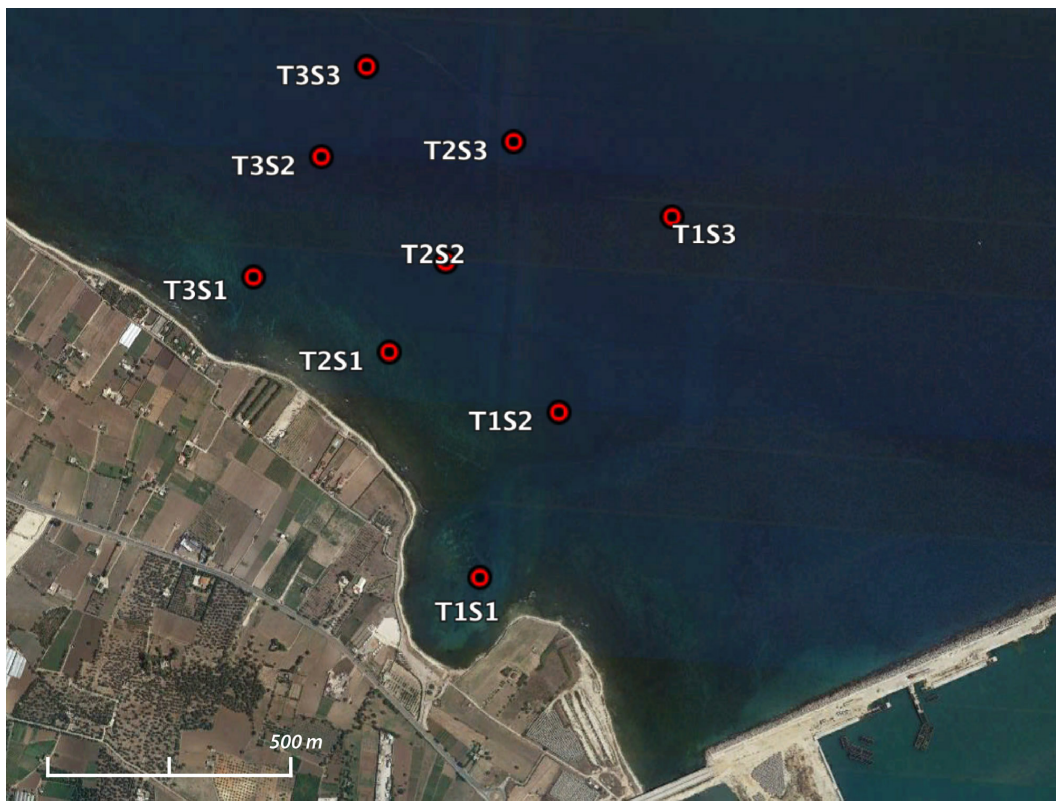


Figura 3.2 Stazioni di monitoraggio delle variabili chimico-fisiche.

Tabella 3.1 Coordinate delle stazioni di campionamento nei transetti T1-T3

Transetti	Stazioni	Latitudine	Longitudine
T1	T1S1	41° 12.872' N	16° 34.542' E
	T1S2	41° 12.925' N	16° 34.571' E
	T1S2	41° 13.153' N	16° 34.745' E
T2	T2S1	41° 13.100' N	16° 34.547' E
	T2S2	41° 13.217' N	16° 34.630' E
	T2S2	41° 13.324' N	16° 34.669' E
T3	T3S1	41° 13.190' N	16° 34.412' E
	T3S2	41° 13.274' N	16° 34.524' E
	T3S2	41° 13.402' N	16° 34.596' E

La documentazione fotografica e le riprese video in 4K sono state prodotte per i cinque transetti (T1 – T5) per mezzo di una fotocamera Nikon Coolpix W300 e una action cam GoPro Hero 8, quest'ultima montata su uno dei due trascinatori.

3.3.2. Individuazione dei limiti della prateria

Utilizzando le medesime tecniche di immersione, i ricercatori subacquei con l'ausilio dei trascinatori subacquei hanno individuato il limite superiore e quello inferiore della prateria in Cala San Giacomo, procedendo poi a tracciare il suo margine grazie all'utilizzo del GPS installato sulla boa di segnalazione del subacqueo.

3.3.3. Condizione dell'habitat: stime visive in immersione

A seguito delle indagini visive condotte lungo i 5 transetti, con la conferma della presenza della prateria di *Posidonia* unicamente all'interno di Cala San Giacomo, le attività per la valutazione dello stato ecologico di tale biocenosi si sono concentrate solo in questa area, in particolare nella zona della Stazione T1S1.

Come riferimento per la pianificazione e realizzazione dei rilevamenti il Piano di Monitoraggio prevedeva l'utilizzo di protocollo ISPRA descritto nella Scheda Metodologica "Modulo 10, Habitat delle praterie di *Posidonia oceanica*" pubblicata dal Ministero dell'Ambiente ad Ottobre 2017 relativamente ai Programmi di Monitoraggio per la Strategia Marina (Art.11 del D. Lgs 190/2010), mentre la raccolta dei dati si sarebbe dovuta effettuare secondo la scheda metodologica "Monitoraggio relativo alle praterie di *Posidonia oceanica*" redatta da ISPRA nel 2012. Tuttavia, l'assenza di una vera e propria prateria di *Posidonia*, estesa anche in profondità (ad esempio per permettere l'individuazione di una stazione di campionamento a 15 m di profondità), ma localizzata in una area circoscritta di Cala San Giacomo e su fondali di bassa profondità, ha costretto ad un cambio del piano di campionamento per adattare le suddette metodologie alle effettive condizioni del Posidonieto.

Pertanto, la valutazione delle condizioni dell'habitat e della densità della prateria sono state condotte lungo 3 transetti (SG1, SG2, SG3) lunghi 30 metri, individuati in modo casuale, ed orientati in direzione costa-largo; la loro localizzazione è rappresentata in Figura 3.3 e la Tabella 3.2 riporta le coordinate dei punti di inizio e di fine transetto.

Lungo i tre transetti SG1, SG2 e SG3 sono state effettuate stime visive *in situ* delle seguenti variabili:

- Ricoprimento percentuale: posizionando un quadrato standard 1m x 1m lungo ciascun transetto sono state effettuate riprese fotografiche della superficie interna al quadrato, per un totale di 30 repliche per transetto. È stata utilizzata una fotocamera Nikon Coolpix W300 e le immagini ad alta definizione sono state successivamente analizzate in laboratorio per ricavare la percentuale di copertura di: *Posidonia oceanica* viva, "matte morta", altre specie vegetali (*Caulerpa racemosa*, *C. taxifolia*, *Cymodocea nodosa*), substrato non ricoperto (sabbia, roccia, etc.).

- **Caratteristiche della prateria:** Continuità della prateria, Composizione della prateria, Tipo di substrato (roccia, sabbia, matte, mista), Fonti di disturbo evidenti, Presenza di alghe alloctone, Presenza di fioritura
- **Caratteristiche del limite inferiore** Profondità, Tipologia, Scalzamento dei rizomi lungo il limite inferiore, definito come la distanza (cm) tra il sedimento e la base dei rizomi (Boudouresque et al., 1984).
- **Densità dei fasci** In ciascuno dei 3 transetti SG1, SG2 e SG3 sono state eseguite 4 stime di densità, attraverso la conta dei fasci fogliari su una superficie standard di 40 x 40cm, riportando poi la densità al metro quadro.



Figura 3.3 Cala San Giacomo: posizione dei transetti per la valutazione della condizione dell'habitat

Tabella 3.2 Coordinate dei punti di inizio e fine dei transetti SG1-SG3 in Cala San Giacomo

Transetto	Inizio (i)		Fine (f)	
SG1	41° 12.862'N	16° 34.564'E	41° 12.874'N	16° 34.578'E
SG2	41° 12.875'N	16° 34.554'E	41° 12.888'N	16° 34.565'E
SG3	41° 12.906'N	16° 34.555'E	41° 12.920'N	16° 34.566'E

3.3.4. Condizione dell'habitat: raccolta campioni

All'interno della prateria, lungo un transetto parallelo al limite inferiore della prateria, sono stati campionati n.6 fasci ortotropi per analisi lepidocronologiche, morfometriche e di biomassa della pianta. I fasci campionati sono stati conservati singolarmente in buste di plastica e congelati fino al momento dell'analisi condotta entro 30 gg dal campionamento.

Il campionamento e i rilevamenti effettuati hanno compreso tutte le variabili necessarie per il calcolo dell'indice PREI (*Posidonia oceanica Rapid Easy Index*), indice di valutazione della qualità ecologica della prateria che integra gli effetti

di differenti cause riconducibili agli impatti delle attività antropiche quali le alterazioni fisiche, chimiche e biologiche, indotte da agenti inquinanti nelle acque e nei sedimenti, o da significative alterazioni fisico-morfologiche del tratto costiero (Gobert et al., 2009).

Infine, mediante l'ausilio di un carotiere in PVC, nella Stazione T1S1 è stato prelevato un campione di sedimento superficiale per l'analisi del Carbonio Organico Totale (TOC) e un altro per le analisi granulometriche, conservati entrambi a -20 °C in laboratorio fino allo svolgimento delle relative analisi.

In tutte le fasi i punti di campionamento e/o rilevamento sono stati scelti in modo casuale con l'ausilio di tabelle di numeri random.

3.4. Indagini di laboratorio

Considerando che "il singolo fascio fogliare rappresenta l'unità funzionale più comoda per descrivere una prateria" (Buia et al. 2003), le misurazioni lepidocronologiche e quelle dei descrittori funzionali sono state effettuate in laboratorio sui fasci prelevati in immersione, in accordo a quanto indicato nel protocollo ISPRA.

3.4.1. Variabili lepidocronologiche

Ciascuno dei 6 fasci prelevati al limite inferiore della prateria è stato accuratamente sciacquato con acqua dolce per eliminare residui di sedimento e sale. Successivamente, sono state misurate la lunghezza e la larghezza del rizoma ortotropo intero. La larghezza del rizoma è stata misurata con un calibro. Quindi, è stata condotta l'analisi delle scaglie per individuare l'età del rizoma e del ciuffo, nonché il numero di foglie prodotte ogni anno dal rizoma stesso. Con l'ausilio di una pinzetta, sono state staccate con accortezza le scaglie a partire dalla regione del rizoma più lontana dall'attacco delle foglie presenti. Le singole scaglie sono state distribuite in ordine sul piano di lavoro e per ciascuna di esse, tramite un calibro, è stato misurato lo spessore a 1 cm dalla base. In corrispondenza di ogni minimo, il rizoma è stato tagliato, misurato, e messo da parte per le successive misure di biomassa.

3.4.2. Variabili morfometriche

Per ciascuno dei 6 ciuffi, delicatamente con una pinzetta, sono state separate le singole foglie, andando dalla più esterna verso l'interno e alternatamente a destra e a sinistra. Queste sono state via via disposte sul piano di lavoro in ordine decrescente, al fine di effettuare le misure morfometriche e ricavare i descrittori funzionali sintetici della pianta. Inizialmente, è stato contato il numero totale di foglie raggruppando le adulte, che sono provviste di base, con le intermedie, e a parte, quando presenti, le giovani. La biometria delle singole foglie è stata rilevata manualmente con un righello, valutando la lunghezza della base delle foglie adulte, nonché lunghezza del lembo e larghezza a metà del lembo di tutte le singole foglie adulte e intermedie. In presenza di tessuto bruno, non fotosintetizzante, ne è stata misurata la lunghezza.

Dalle misure dei descrittori sintetici è stato calcolato il "coefficiente A", ovvero la percentuale di foglie adulte e intermedie prive di apice intero.

3.4.3. Variabili di biomassa

Le foglie misurate e i frammenti di rizoma tagliati all'altezza di ogni singolo anno sono stati singolarmente avvolti in fogli di alluminio accuratamente marcati e posti in stufa a 60°C per 48 ore fino al raggiungimento del peso costante. Il peso secco in g è stato misurato su una bilancia analitica Sartorius MC1 AC 210P.

3.5. Monitoraggio variabili chimico-fisiche lungo la colonna d'acqua

In corrispondenza delle stazioni localizzate sui transetti T1-T3 (Figura 3.2 e Tabella 3.1), per mezzo di una sonda multi-parametrica IDROMAR IP050D, sono stati acquisiti dati di temperatura, salinità, percentuale d'ossigeno disciolto e potenziale di ossido-riduzione. I profili sono stati effettuati lungo tutta la colonna d'acqua sia in discesa che in risalita, movimentando la sonda alla velocità costante di circa 1 m/sec.

Nelle stesse stazioni, sono state effettuate le misurazioni di trasparenza dell'acqua per mezzo del disco di Secchi.

3.6. Monitoraggio variabili chimico-fisiche dei sedimenti

3.6.1. Granulometria

A supporto delle indagini condotte per la valutazione dello stato della biocenosi presente nell'area d'interesse, presso i laboratori della sede CNR – IRSA di Taranto sono state eseguite analisi per la determinazione della granulometria del sedimento seguendo la metodologia riportata in "Linee guida sulle analisi granulometriche dei sedimenti marini" (Romano et al., 2018).

L'analisi granulometrica ha previsto una prima fase di "pretrattamento" del campione allo scopo di eliminare il contenuto salino e la materia organica eventualmente presenti.

La fase analitica successiva ha permesso di determinare le singole classi dimensionali che costituiscono il sedimento. Le metodiche analitiche che si sono evolute nel tempo sono molteplici; tra esse è stata selezionata ed eseguita la setacciatura, o vagliatura. Questa metodologia prevede la separazione del sedimento per mezzo di una pila di setacci con dimensione della maglia decrescente dall'alto verso il basso. Nello specifico, sono stati utilizzati due setacci con maglie rispettivamente di 2000 µm e 63 µm; il setaccio superiore ha permesso la separazione della frazione della ghiaia da quella della sabbia, mentre quello inferiore la sabbia dalla frazione pelitica più fine. I parametri determinati sono stati:

- Percentuale di ghiaia su totale del sedimento (%)
- Percentuale di sabbia su totale del sedimento (%)
- Percentuale di peliti su totale del sedimento (%)

3.6.2. Carbonio organico totale (TOC)

Un campione di sedimento superficiale è stato raccolto nella stazione T1S1 per la determinazione del contenuto totale di carbonio organico (TOC) espresso in percentuale del peso del campione. L'analisi è stata effettuata dal laboratorio "Tecnologia & Ambiente Srl" di Putignano (BA) secondo il metodo indiretto descritto nella norma UNI EN 13137:2002.

Tale metodo prevede la determinazione del carbonio totale (TC) presente nel campione non essiccato, che viene convertito in anidride carbonica per combustione in un flusso gassoso contenente ossigeno e privo di CO₂. La quantità di CO₂ rilasciata è misurata mediante un sistema di rivelazione all'infrarosso non dispersivo. Il TOC viene calcolato sottraendo al TC il carbonio inorganico (TIC) che viene determinato separatamente, a partire da un altro sottocampione, mediante acidificazione e misurazione della CO₂ rilasciata.

4. Risultati del monitoraggio

4.1. Risultati indagini in immersione subacquea

4.1.1. Estensione della prateria

La Figura 4.1 riporta le tracce GPS registrate lungo le prospezioni subacquee nell'area oggetto di indagine.

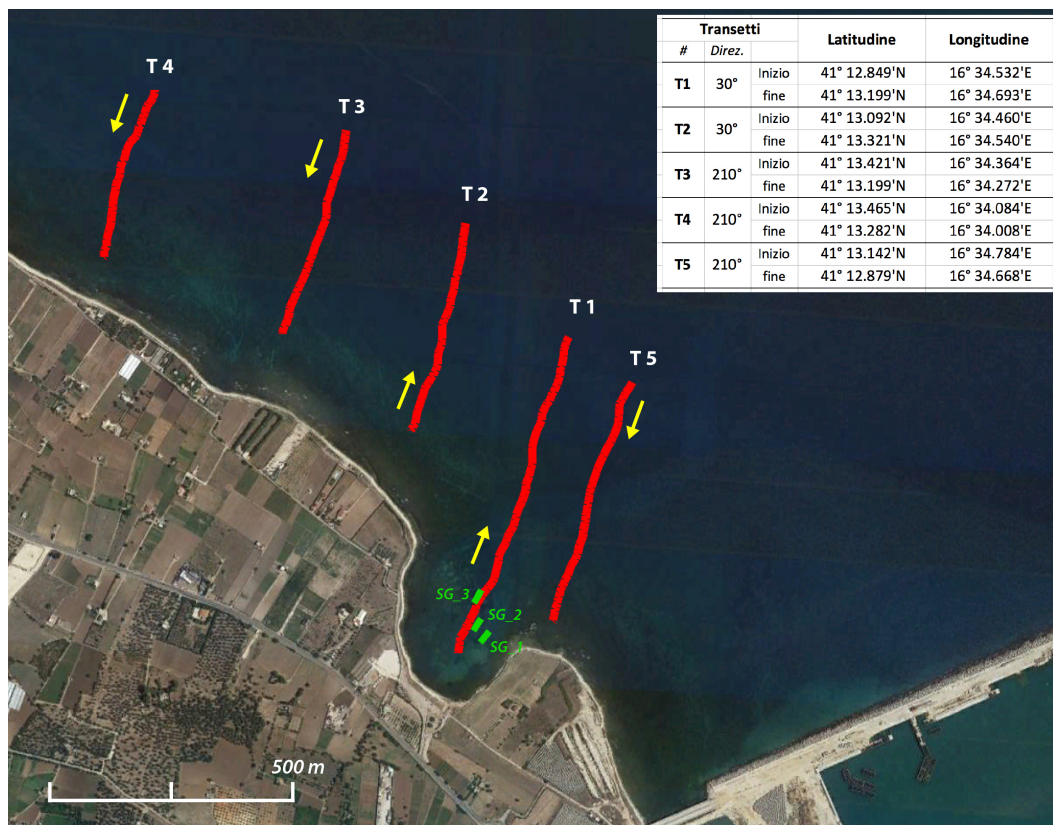


Fig. 4.1 Tracce GPS dei transetti T1-T5 percorsi in immersione per la valutazione visuale dell'estensione del Posidonieta (le frecce indicano il senso di percorrenza del transetto) e posizione dei transetti SG1-SG3 per le stima in immersione.

Le registrazioni video sono riportate nell'Allegato 1. Ciascun video illustra le principali biocenosi incontrate lungo il transetto, con la loro identificazione (Posidonieta; BAF: Biocenosi ad Alge Fotofile; Precoralligeno; Coralligeno), il tipo di substrato (Roccia, Sabbia, "matte morta") e la profondità alla quale era presente. In Allegato 2 sono riportati alcuni "frame" delle registrazioni video con una sintetica descrizione delle biocenosi presenti nell'area di indagine.

Le prospezioni subacquee lungo i 5 transetti costa-largo hanno evidenziato la presenza di una prateria di *Posidonia oceanica* solo nella prima parte del transetto T1, mentre nei rimanenti transetti non è stata riscontrata la presenza di piante vive, a conferma di quanto già evidenziato dalle precedenti campagne di monitoraggio ovvero che la prateria di *Posidonia* è ormai presente solo nella Cala San Giacomo.

Lungo il transetto T1, condotto dalla spiaggia della cala in direzione NNE, la prateria di *Posidonia* si incontra dopo circa 180 m dalla riva. Il fondo sabbioso, che in quel punto raggiunge i 4 m, repentinamente risale fino alla profondità di 2,5 m per la presenza di una "matte morta" di *Posidonia* alta 1,0 - 1,5 m (Figura 4.2). Questa tipologia di habitat, schematizzato in Figura 4.3, è molto comune in tutto il Posidonieta presente in Cala San Giacomo: evidentemente la prateria un tempo ricopriva l'intera baia mentre adesso presenta evidenti segni di regressione con la "matte morta" che progressivamente cede il passo al substrato sabbioso sottostante (Figura 4.4). La parte viva della prateria è costituita da chiazze di dimensioni comprese tra 50x50 cm fino a diversi metri quadri (20-40 m²) alternate a zone di "matte morta" colonizzate da un popolamento ad Alge Fotofile (AP, *sensu* Pérès-Picard (1964) (Figura 4.5). Lungo il limite superiore i fasci fogliari della *Posidonia* appaiono molto epifitati e colonizzati da colonie di idroidi (Figura 4.6).

I margini della prateria sono di tipo regressivo (*sensu* Meinez & Laurent 1978) e presentano un ulteriore gradino di 10-20 cm sul livello della “matte morta” (Figura 4.4). Questo tipo di margine è indice di una regressione della prateria legata ad un aumento della torbidità media dell'acqua (Meinez e Laurent, 1978; Boudouresque e Meinesz, 1982).

In tutti gli altri transetti non è stata riscontrata la presenza di *Posidonia oceanica*.



Fig. 4.2 “Matte morta” di *Posidonia oceanica* in cala San Giacomo

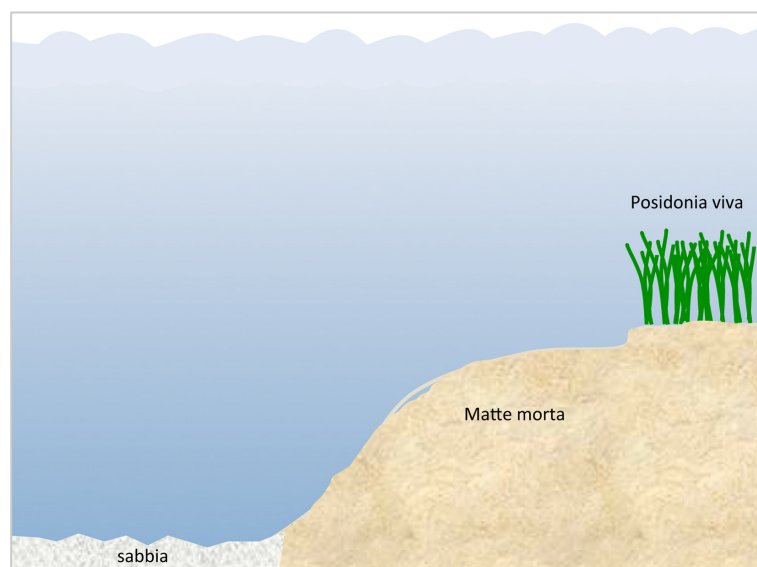


Fig. 4.3 Rappresentazione grafica del limite superiore della prateria di *Posidonia oceanica* all'interno di Cala San Giacomo. (schema non in scala)

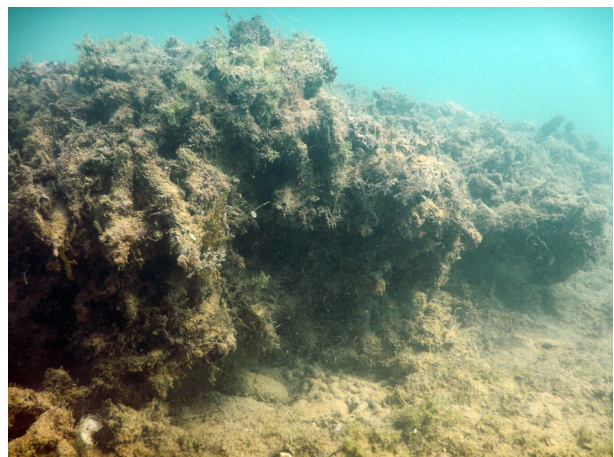
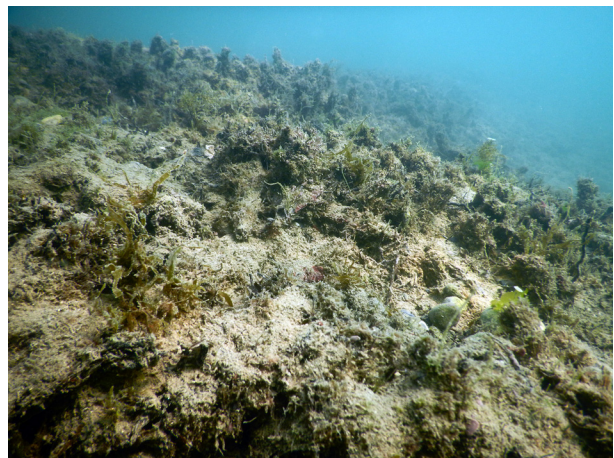


Fig. 4.4 Segni di regressione del Posidonieto con la "matte morta" che progressivamente cede il passo al substrato sabbioso sottostante



Fig. 4.5 P. oceanica viva su matte, alternata a chiazze di "matte morta" colonizzata da un popolamento ad Alghe Fotofile.

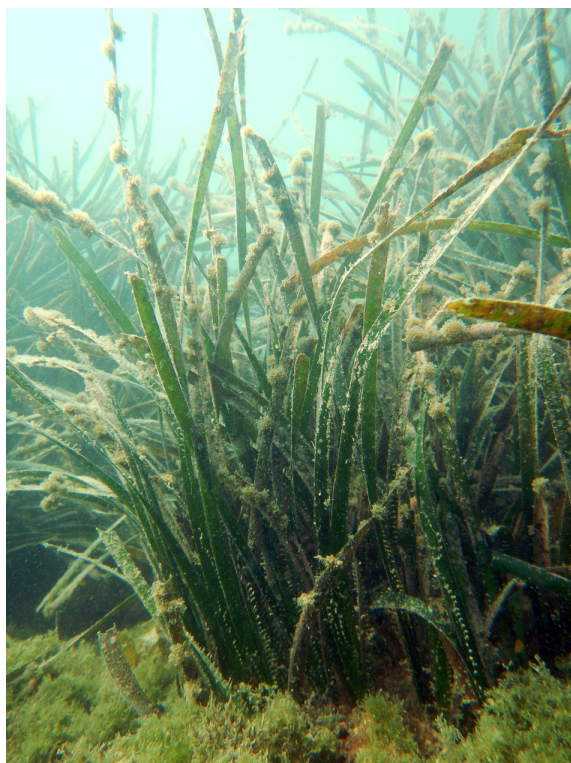


Fig. 4.6 Nella zona del limite superiore le foglie di *Posidonia* presentavano abbondanti epifiti e lunghe colonie di idroidi.

4.1.2. Individuazione dei limiti della prateria

La prateria presente in Cala San Giacomo è l'unico Posidonieto presente nell'area di indagine e presenta un'estensione approssimativa di 11.000 m². La Figura 4.7 illustra i limiti della prateria di *Posidonia* riscontrata in Cala San Giacomo.

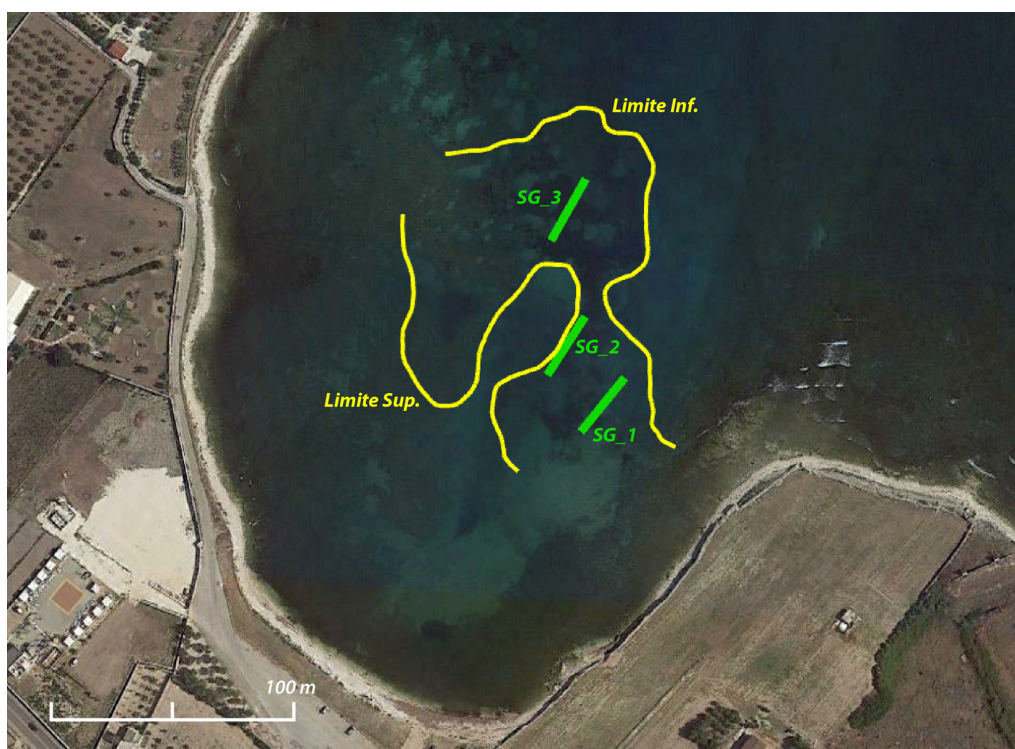


Fig. 4.7 Limite superiore e limite inferiore del Posidonieto in cala San Giacomo registrati con l'ausilio del GPS

4.1.3. Condizione dell'habitat: risultati delle stime visive in immersione

La Tabella 4.1 riporta i risultati delle stime visive effettuate lungo i tre transesti SG1, SG2 e SG3 (Figura 4.1). Mentre le caratteristiche della prateria (continuità e composizione della prateria, tipo di substrato, presenza di fonti di disturbo, alghe alloctone, eventuali fioriture) e del limite inferiore (profondità, tipologia, scalzamento rizomi) sono state rilevate direttamente *in situ* durante le immersioni, per stimare la percentuale di copertura della prateria di *Posidonia* si è preferito procedere con un "campionamento" fotografico in quadrati standard 1m x 1m posizionati lungo il transesto (Figura 4.8), analizzando successivamente, mediante tecniche di analisi di immagine, le 30 foto di rilevate in ciascun transesto. Le tre sequenze di immagini rilevate lungo i tre transesti SG1, SG2 e SG3 sono riportate in Allegato 3.

In Cala San Giacomo il Posidonieto presente è di tipo discontinuo, con chiazze "vive" alternate a parti di "matte morta" e aree sabbiose. Nelle chiazze con piante vive la prateria di *P. oceanica* si presenta pura, ovvero senza la presenza di altre fanerogame (es. *Cymodocea nodosa*) o alghe invasive (es. *Caulerpa* spp.). In nessuna immersione nell'area di indagine è stato rilevata alcuna traccia di fioritura della pianta.

Nei tre transesti le percentuali di ricoprimento di *P. oceanica* viva sono comprese tra 19,1 e 60,7 %, con una media generale di 43,3% ($\pm 32,1\%$ SD). Come descritto in precedenza (vedi punto 4.1.1) le chiazze del posidonieto si alternano alle aree di "matte morta" che mediamente rappresentano il 32,5% ($\pm 29,7\%$ SD) del substrato. Il rimanente 24% è rappresentato da aree sabbiose.

La densità assoluta dei fasci presenta un valore medio di 244 (± 173 , SD) fasci/m². Tenendo conto che il ricoprimento medio di *P. oceanica* è risultato essere del 43,3%, la densità relativa dei fasci è stata stimata in 106 fasci/m².

Non sono state individuate fonti di disturbo particolarmente evidenti, fatta eccezione per una diffusa torbidità delle acque presente in tutti i giorni di campionamento (in particolare nella campagna di rilevamenti effettuata a fine giugno 2020 quando nei giorni precedenti c'era stato mare mosso con forte vento di maestrale).

Tab. 4.1 Rilevamenti in immersione dei principali descrittori dello stato della prateria.

Descrittore	Transetto SG_1				Transetto SG_2				Transetto SG_3				Medie gen. (x±SD)	
Continuità della prateria	Discontinua				Discontinua				Discontinua					
Composizione prateria	Pura				Pura				Pura					
Ricoprimento % (media±SD, n=30)														
Posidonia oceanica viva	19,1 ± 26,6 %				48,9 ± 32,6 %				60,7 ± 21,0 %				43,3 ± 32,1	
Matte morta	23,1 ± 28,1				51,1 ± 33,1				24,0 ± 17,8				32,5 ± 29,7	
Caulerpa racemosa	0%				0%				0%				0%	
Caulerpa taxifolia	0%				0%				0%				0%	
Cymodocea nodosa	0%				0%				0%				0%	
Substrato vuoto	57,8%				0,0%				15,3%				24,2%	
Tipo di substrato	Chiazze di "matte" alternate a zone sabbiose													
Fonti di disturbo evidenti	Nessuna fonte di disturbo													
Presenza alghe alloctone	No				No				No					
Presenza fioritura	No				No				No					
Densità fasci	Replica	#11	#12	#13	#14	#21	#22	#23	#24	#31	#32	#33	#34	
(40*40 cm)	Prof. (m)	2,9	2,8	2,8	2,6	2,7	2,8	2,7	3,0	2,6	2,7	2,9	3,0	
	n.	28	62	0	0	0	71	74	58	57	39	53	27	39,1 ± 27,8
Densità fasci	n/m²	175,0	387,5	0,0	0,0	0,0	443,8	462,5	362,5	356,3	243,8	331,3	168,8	244,3 ± 173,6
Scalzamento rizomi (cm)	Plagiotropi	0	0	0	8	6	0	0	0	0	0	0	6	1,7 ± 3,1
	Ortotropi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 ± 0
Limite prateria	Prof. (m)	3,0	3,0	2,9	2,8	2,7	2,8	2,9	3,0	2,7	2,8	3,0	3,0	2,9 ± 0,1
	Tipo	Regressivo				Regressivo				Regressivo				

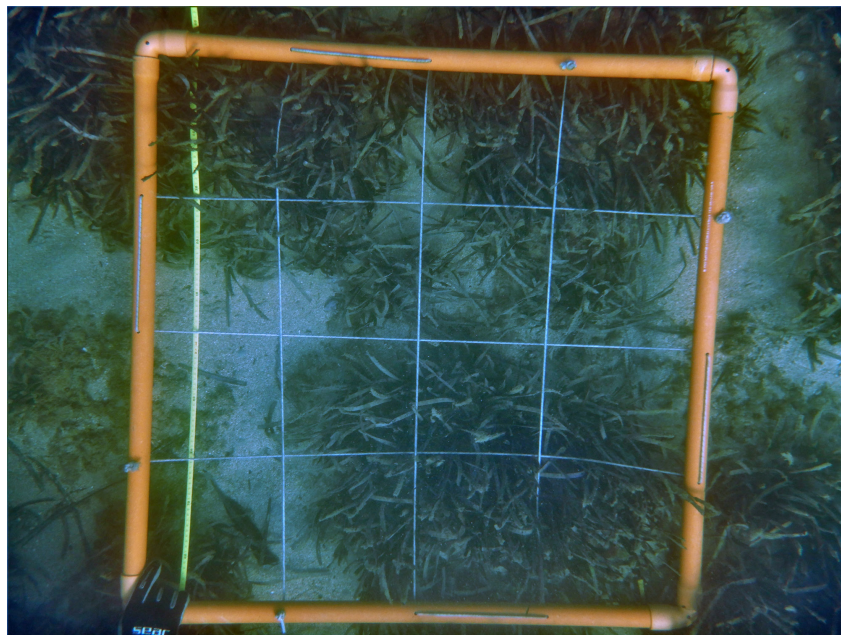


Figura 4.8 Stima della copertura della prateria di *Posidonia oceanica* in Cala San Giacomo (transetto SG2).

4.2. Risultati indagini di laboratorio

Le Tabelle 4.2 – 4.4 riportano i dati ottenuti dalle misurazioni in laboratorio delle variabili lepidocronologiche, morfometriche e di biomassa dei 6 ciuffi di *Posidonia oceanica*.

4.2.1. Posidonieto: risultati della lepidocronologia

Il numero medio di foglie prodotte per fascio per anno lepidocronologico (TF) è pari a $7,4 \pm 0,6$, variando tra un minimo di 6,3 ed un massimo di 8,2 nei singoli fasci. L'allungamento medio annuale del rizoma (TR) è pari a $2,07 \pm 0,57$ cm, variando tra un minimo di 1,37 cm e 2,9 cm nei singoli fasci. La produzione media annuale del rizoma è pari a $0,07 \pm 0,02$ g variando tra un minimo di 0,05 g e un massimo di 0,10 g. La lunghezza media del rizoma è pari a $8,3 \pm 1,1$ cm, variando tra un minimo di 6,4 cm e un massimo di 9,7 cm. L'età media dei rizomi è pari a $4,5 \pm 1,3$ anni, variando tra un minimo di 3 anni ed un massimo di 6 anni. Non sono stati trovati peduncoli fiorali su alcun rizoma.

Tab. 4.2 Variabili lepidocronologiche misurate sui 6 ciuffi di *Posidonia oceanica* prelevati.

Variabile	Unità mis.	Fascio 1	Fascio 2	Fascio 3	Fascio 4	Fascio 5	Fascio 6	Media	±Dev.St.
Numero foglie fascio anno	n/anno	7,0	8,2	7,8	8,0	6,3	7,0	7,4	0,7
Allungamento annuale del rizoma	mm/anno	19,2	16,0	21,0	25,3	29,0	13,7	20,7	5,7
Produzione annuale rizoma	mg/fascio/anno	64,1	50,2	102,1	80,2	57,0	83,3	72,8	19,3
Lunghezza intero rizoma	cm	9,4	9,7	8,4	7,6	6,4	8,2	8,3	1,2
Età rizoma	anni	5	6	4	3	3	6	4,5	1,4
Paleofioritura	anni	-	-	-	-	-	-		

4.2.2. Posidonieto: risultati morfometrici

La larghezza media delle foglie adulte è pari a $0,9 \pm 0,04$ cm, variando tra un minimo di 0,9 cm e un massimo di 1,0 cm. La lunghezza totale media delle foglie adulte è pari a $40,9 \pm 8,1$ cm, variando tra un minimo di 29,9 cm e un massimo di 52,1 cm. La lunghezza totale media del tessuto bruno (non fotosintetizzante) delle foglie adulte è pari a $1,5 \pm 1,2$

cm, variando tra un minimo di 0,4 cm e un massimo di 52,1 cm. La lunghezza totale media della base delle foglie adulte è pari a $3,9 \pm 0,7$ cm, variando tra un minimo di 2,5 cm e un massimo di 4,5 cm.

La larghezza media delle foglie intermedie è pari a $0,8 \pm 0,02$ cm, variando tra un minimo di 0,8 cm e un massimo di 0,9 cm. La lunghezza totale media delle foglie intermedie è pari a $62,0 \pm 17,2$ cm, variando tra un minimo di 39,5 cm e un massimo di 80,3 cm. La lunghezza totale media del tessuto bruno delle foglie intermedie è pari a $10,0 \pm 4,5$ cm, variando tra un minimo di 39,5 cm e un massimo di 80,3 cm. La lunghezza totale media della foglia intermedia più lunga è pari a $71,1 \pm 7,8$ cm, variando tra un minimo di 58,3 cm e un massimo di 80,3 cm.

Il numero medio di foglie adulte e intermedie per ciuffo è pari a $8,0 \pm 0,9$ cm, variando tra un minimo di 7 e un massimo di 10. Il numero medio di foglie adulte e intermedie per ciuffo è pari a $8,0 \pm 0,9$ cm, variando tra un minimo di 7 e un massimo di 10.

Il numero medio di foglie giovanili per ciuffo è pari a $1,4 \pm 2,5$ cm, variando tra un minimo di 0 e un massimo di 6.

Il Coefficiente A, ovvero la percentuale di foglie con apice rotto, delle foglie adulte per ciuffo è pari a $94,4\% \pm 0,1$, variando tra un minimo di 67% e un massimo di 100%. Il Coefficiente A delle foglie intermedie per ciuffo è pari a $75\% \pm 0,3$, variando tra un minimo di 50% e un massimo di 100%. La presenza per la quasi totalità di foglie prive di apici interi (vedi ad es. Figura 4.9) ha reso impossibile il calcolo della variabile "Superficie fogliare fascio" che presuppone una superficie integra delle foglie.

Tab. 4.3 Variabili morfometriche misurate sui 6 ciuffi di Posidonia oceanica prelevati. n.v.=non valutabile.

Variabile	Unità mis.	Fascio 1	Fascio 2	Fascio 3	Fascio 4	Fascio 5	Fascio 6	Media	±Dev.St.
Larghezza foglie adulte	cm	0,9	0,9	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,0
Lunghezza totale foglie adulte	cm	39,2	34,2	44,1	52,1	46,1	29,9	40,9	8,1
Lunghezza tessuto bruno foglie adulte	cm	0,9	1,0	3,3	2,7	1,0	0,4	1,5	1,2
Lunghezza della base foglie adulte	cm	4,3	4,5	4,3	3,9	3,6	2,5	3,9	0,7
Larghezza foglie intermedie	cm	0,8	0,8	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,0
Lunghezza totale foglie intermedie	cm	72,4	67,3	70,9	80,3	39,5	41,7	62,0	17,2
Lunghezza tessuto bruno foglie intermedie	cm	10,5	5,8	10,6	18,0	9,1	5,7	10,0	4,5
Lunghezza foglia intermedia + lunga	cm	72,4	67,3	77,6	80,3	70,7	58,3	71,1	7,8
N.ro medio foglie x ciuffo (ad+interm.)	n/ciuffo	9,6	8,0	8,0	7,7	7,7	6,8	8,0	0,9
N.ro medio foglie x ciuffo (giovanili)	n/ciuffo	1,0	0,0	0,0	1,0	6,3	0,0	1,4	2,5
Coefficiente A adulte	%	100%	67%	100%	100%	100%	100%	94,4%	13,6%
Coefficiente A intermedie	%	100%	100%	50%	100%	50%	50%	75,0%	27,4%
Superficie fogliare fascio (ad. + interm.)	cmq/fascio	non valutabile perché le foglie sono rotte							

4.2.3. Posidonieto: risultati sulla biomassa

La biomassa media delle foglie del ciuffo è pari a $1,2 \pm 0,3$ g di peso secco, variando tra un minimo di 0,7 g di peso secco e 1,6 g di peso secco. L'esiguità degli epifiti presenti non ne ha consentito la valutazione in termini di biomassa.

La mancanza di foglie adulte intere non ha consentito il calcolo della variabile "Produzione fogliare per fascio".

La mancanza del dato di "superficie fogliare del fascio" tra le variabili morfometriche e della "biomassa degli epifiti" tra quelle di biomassa non ha consentito il calcolo dell'indice PREI.



Fig. 4.9 Apici rotti di foglie di Posidonia oceanica.

Tab. 4.4 Variazione delle variabili di biomassa sui 6 fasci di Posidonia oceanica.

Variabile	Unità mis.	Fascio 1	Fascio 2	Fascio 3	Fascio 4	Fascio 5	Fascio 6	Media	±Dev.St.
Biomassa fogliare ciuffo (ad. + interm.)	g peso secco	1,6	1,0	1,5	1,1	1,1	0,7	1,2	0,3
Biomassa epifiti	mg/fascio	non valutabile							
Produzione fogliare per fascio	g/anno	non valutabile perché non ci sono foglie adulte intere							

4.3. Risultati monitoraggio variabili chimico-fisiche lungo la colonna d'acqua

La Tabella 4.5 riporta i valori di Temperatura, Salinità, Ossigeno disciolto, Potenziale redox registrati con sonda CTD in superficie e sul fondo nelle stazioni di monitoraggio. I grafici dei profili verticali di tali variabili registrati lungo la colonna d'acqua sono riportati in Allegato 4.

I valori delle variabili chimico-fisiche registrati nelle 9 stazioni dei transetti T1-T3 sono tipici della stagione tardo-primaverile in mare. Non ci sono evidenti differenze tra le varie stazioni e anche lungo la colonna d'acqua, non si evidenziano particolari discontinuità.

4.4. Risultati monitoraggio variabili chimico fisiche dei sedimenti

4.4.1. Analisi granulometriche

Dall'analisi granulometrica del campione di sedimento prelevato nel Posidonieto di Cala San Giacomo emerge una granulometria mista "sabbie" e "ghiaia" (rispettivamente 41 e 56%), mentre la frazione pelitica è quasi del tutto assente (3%).

La Tabella 4.6 riporta i dati di abbondanza relativa delle diverse classi dimensionali ottenute attraverso analisi granulometrica del sedimento campionato.

Riguardo la trasparenza, i valori registrati nelle stazioni T1S1 e T2S1 corrispondono alla profondità del fondo. Nel resto delle stazioni, la variabile mostra un andamento uniforme e un valore medio di $5,21 \pm 0,32$ m.

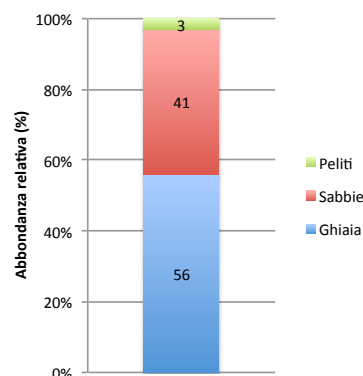
Tab. 4.5 Dati chimico-fisici registrati nelle stazioni dei transetti T1-T3

Stazioni	Temperatura (°C)	Salinità (‰)	Ossigen disc. (%)	Redox	Trasparenza (m)
ST11	Superficie	23,92	37,01	100,82	481,79
	Fondo	23,93	37,01	100,95	493,12
ST12	Superficie	23,61	37,06	95,20	485,28
	Fondo	22,92	37,18	107,53	529,71
ST13	Superficie	23,38	37,07	103,86	477,44
	Fondo	22,47	37,22	108,09	543,66
ST21	Superficie	23,44	36,91	98,43	500,96
	Fondo	23,38	36,90	103,56	514,90
ST22	Superficie	23,45	36,94	99,06	483,54
	Fondo	22,68	37,15	101,49	528,84
ST23	Superficie	23,44	37,07	100,00	474,82
	Fondo	22,45	37,31	103,76	541,04
ST31	Superficie	23,44	37,14	99,06	500,09
	Fondo	22,75	37,20	113,14	533,20
ST32	Superficie	23,47	37,14	105,26	518,39
	Fondo	22,60	37,25	99,34	543,66
ST33	Superficie	23,34	37,11	100,56	513,16
	Fondo	22,64	37,24	107,11	543,66

Tab. 4.6 Risultati analisi granulometriche eseguite su un campione di sedimento campionato in località Cala San Giacomo (Molfetta, BA)

A destra una rappresentazione grafica di tali dati.

Classe	Dimensioni (Ø)	Abbondanza relativa (%)
Ghiaia	> 2 mm	56
Sabbie	0,063mm - 2mm	41
Peliti	< 0,063mm	3



4.4.2. Carbonio organico totale (TOC)

Il TOC è sostanzialmente costituito dai cosiddetti acidi umici e fulvici che derivano a loro volta dalla materia organica e dai processi di metabolizzazione dell'ambiente marino. Esso rappresenta un'importante componente di adsorbimento di metalli pesanti ed è generalmente correlato alla concentrazione di microinquinanti organici, a meno che il meccanismo di trasporto degli stessi non sia di origine eolica e quindi potenzialmente estraneo alla diretta formazione della materia organica.

Nel campione di sedimento superficiale analizzato il valore in percentuale del TOC è risultato inferiore allo 0,01%, quindi al di sotto del LOQ, il limite di rilevabilità strumentale.

5. Conclusioni

Il Monitoraggio "Stato del Posidonieto 2020", con specifico riferimento alle sue finalità quale campagna di monitoraggio *ante-operam*, può essere sintetizzato nelle seguenti conclusioni.

5.1. Estensione della prateria di *Posidonia oceanica*

La presenza della prateria di *Posidonia oceanica*, fin dal 1995 ha indotto la Regione Puglia ad istituire il Sito di Importanza Comunitaria "Posidonieto San Vito – Barletta" (codice IT91200009). Successivamente, questo stesso ecosistema è stato designato come Area Speciale di Conservazione (ZSC) della regione biogeografica mediterranea (DM 21/03/2018 - G.U. 82 del 09/04/2018). Tuttavia l'estensione del SIC si basa su una prima mappatura delle praterie di *Posidonia* condotta negli anni '90 lungo le coste della Puglia nell'ambito del progetto coordinato dalla Snam Progetti (Ministero Marina Mercantile, Ispettorato Centrale per la Difesa del Mare, 1991).

Già nel corso delle ricerche per lo Studio di Impatto Ambientale per il Piano Regolatore del Porto di Molfetta (vedi Di Paola F. et al., 2004), Il Prof. Matarrese riportava che "nel tratto di costa antistante il territorio di Molfetta, ..., già da oltre 15 anni non si rinvenivano praterie di *Posidonia* ma soltanto "matte morta più o meno degradata".

Le cause della regressione della prateria in questa area possono essere molteplici (es. modificazioni della costa per la costruzione di infrastrutture costiere, con conseguenti alterazioni del regime sedimentario, presenza di scarichi fognari, attività di pesca a strascico, ancoraggi, ecc). In generale, tutte le attività antropiche condotte lungo le aree costiere inevitabilmente finiscono con interessare le praterie di *P. oceanica*, sia direttamente provocando danni fisici alla prateria (es. vedi in Meinesz et al., 1991) sia indirettamente attraverso l'impatto sulla qualità delle acque e sedimenti (Duarte, 2002). Questa situazione è purtroppo molto comune nel Mediterraneo dove si sta assistendo ad un preoccupante declino delle praterie di *P. oceanica* (Marbà et al., 1996, Ardizzone et al., 2006; Boudouresque et al., 2006; Montefalcone et al., 2007).

Le prospezioni subacquee effettuate nell'area d'indagine hanno chiaramente confermato che la presenza della prateria di *Posidonia oceanica* è limitata unicamente alla Cala San Giacomo (o Seno "Il Salso"). Il resto dell'area investigata ha mostrato solo alcune zone occupate da "matte morta", segno di una prateria che prima si estendeva ben oltre.

In Cala San Giacomo il posidonieto occupa una superficie di fondo stimata in circa 11.000 m², ad una profondità di 2,5-3 m. Entrambi i limiti, superiore (verso l'interno della Cala) e inferiore (verso il mare aperto) sono alla stessa profondità.

La parte viva si presenta con delle chiazze di ampiezza variabile da 1-2 m² fino a 20 m² circondate da "matte morta" che si eleva di 1-1,5 m sul livello del substrato sabbioso sottostante (Figg. 4.2-4.3).

I limiti della prateria sono di tipo regressivo, con la parte di rizomi vivi che si eleva fino a 20 cm sullo strato di "matte morta"; in alcuni tratti i rizomi plagiotropi mostrano evidenti segni di scalzamento (Boudouresque et al., 1984).

5.2. Condizioni della prateria di *Posidonia oceanica*

I rilevamenti condotti *in situ* hanno evidenziato come le piante poste lungo il limite inferiore presentino foglie fortemente epifitate al contrario di quelle lungo il margine superiore che apparivano con meno alghe epifite ma i cui margini erano spezzati e mostravano evidenti segni di predazione da parte dei pesci, quali ad es. la salpa (*Sarpa salpa*).

Il posidonieto appare come un mosaico di chiazze di diversa grandezza e natura, con la parte con fronde vive che presenta un ricoprimento medio del 43% ($\pm 32\%$, SD) mentre la "matte morta" occupa il 32 $\pm 30\%$ (media \pm SD): la parte di substrato sabbioso rappresenta il 24% del fondale.

Ove presente, *P. oceanica* si presenta come popolamenti "puri" con una densità di fasci compresa tra 168 e 462 fasci/m² ed un valore medio di 244 (± 173) fasci/m². Tali dati fanno classificare questa prateria compresa tra "molto-rada" e "densa" (secondo la classificazione di Giraud 1977) oppure, se consideriamo anche la profondità, come tra "anormale" e subnormale" secondo la scala di Pergent-Martini & Pergent (1996).

Relativamente ai descrittori sintetici, le condizioni della prateria si sono dimostrate non adatte a poter elaborare sia un'analisi completa dello stato di salute del residuo di prateria, sia un valido confronto con studi simili condotti in altre zone.

Un primo limite è legato alle dimensioni dell'area di distribuzione della specie e alla sua estensione in profondità, che non hanno consentito il prelievo del numero di fasci adeguato e prescritto per la valutazione dei parametri lepidocronologici, morfometrici e di biomassa.

La mancanza di foglie intere ha reso impossibile calcolare variabili quali la produzione primaria delle foglie. I valori di biomassa (g di peso secco) misurati per ciuffo, pur risultando simili a quelli riportati in Adriatico settentrionale (i.e. Croazia), in una prateria localizzata alla stessa profondità (2m) (Bakran-Petricioli e Schultz 2010), non hanno dato la possibilità di un confronto significativo.

La produzione annuale di foglie, valutata con le misure lepidocronologiche, è risultata nel range riportato per la prateria di Otranto (sud Adriatico) (Guidetti et al. 2000), ma il più elevato allungamento del rizoma e la mancanza di peduncoli fiorali indicherebbero un elevato tasso di sedimentazione nell'area studiata. Analoghe conclusioni sono state raggiunte in una laguna costiera della Tunisia meridionale (Pergent e Zaouali, 1992).

Recentemente, nell'ambito della valutazione della salute degli ecosistemi, per il monitoraggio delle praterie di *P. oceanica* sono stati proposti approcci non distruttivi, basati sull'applicazione di tre indici ecologici sintetici: l'Indice di conservazione (CI), l'Indice di Sostituzione (SI) e l'Indice di Spostamento di Fase (PSI) (per una descrizione esaustiva si rimanda alla review di Monfalcone, 2009). Tali indici presentano le caratteristiche ideali per un indicatore ecologico in quanto capaci di catturare le complessità dell'ecosistema pur rimanendo abbastanza semplici da essere facilmente e regolarmente monitorati (Dale e Beyeler, 2001).

Mentre gli indici SI e PSI sono adatti a valutare lo stato ecologico di praterie nelle quali *P. oceanica* compete per lo spazio con altre specie (es. *Cymodocea nodosa* o *Caulerpa* spp.) e quindi non sono utilizzabili nel caso in esame dove tali specie invasive non sono state rinvenute, l'Indice di Conservazione (CI) misura l'abbondanza proporzionale della "matte morta" rispetto alla *P. oceanica* viva e, quindi, ben si adatta ai dati raccolti nel presente monitoraggio. Pertanto, pur non essendo stato previsto l'utilizzo di questo indice dal Piano di Monitoraggio, utilizzando i dati di ricoprimento raccolti lungo i 3 transetti SG_1-3, per ciascuno di essi è stato calcolato il valore di CI e stabilito il corrispondente stato ecologico della prateria (Tabella 5.1).

Tab. 5.1 Variazione delle variabili di biomassa sui 6 fasci di *Posidonia oceanica*.

CI (Conservation Index)	Transetto SG_1	Transetto SG_2	Transetto SG_3	Media generale
Valore medio (\pm SD)	0,37 \pm 0,37	0,49 \pm 0,33	071 \pm 0,23	0,55 \pm 0,33
Stato di Conservazione	Cattivo	Cattivo	Buono	Moderato

Così come rilevata anche dagli altri descrittori utilizzati il CI rispecchia l'elevata variabilità della prateria rinvenuta in Cala San Giacomo, presentando valori compresi tra 0,37 e 0,71; il valore medio per tutta l'area è di 0,55 (\pm 0,33, SD) che corrisponde ad uno **Stato di Conservazione moderato** (Moreno, 2001; Montefalcone, 2009). Questo indice si è dimostrato molto adatto nella valutazione degli impatti antropici sulle praterie (Boudouresque et al., 2006) anche se i valori puntuali possono anche non essere sempre significativi in quanto la presenza di aree a "matte morta" può derivare anche da cause naturali (es. variazioni del regime idrodinamico). Il CI è stato applicato con successo nella valutazione dello stato di salute delle praterie liguri di *P. oceanica* (Montefalcone et al., 2006; 2007), dove è probabile che la maggior parte delle aree a "matte morta" osservate sia il risultato di perturbazioni che hanno interessato le acque costiere dal 1960.

5.3. Confronto con le precedenti campagne di indagine

Purtroppo, i monitoraggi pregressi nella stessa area, sia quelli commissionati dal Comune di Molfetta (Fanizza et al., 2011; Imperatrice, 2012) sia quelli effettuati da ARPA Puglia (Ungaro, 2012) si basavano unicamente sulla valutazione della densità della prateria e sul ricoprimento, e non prevedevano l'analisi dei descrittori, pertanto non è stato possibile effettuare un confronto completo. Comunque, i dati di densità relativa dei fasci riscontrati nella presente campagna di monitoraggio sono sovrapponibili con quelli registrati da ARPA Puglia nel maggio e settembre 2011.

In generale, da quanto osservato, si può affermare che il residuo di prateria di *Posidonia oceanica* ancora presente in Cala San Giacomo, a NW del Porto di Molfetta, è abbastanza compromesso, molto probabilmente a causa di un'alterazione del regime sedimentario.

Tuttavia, uno studio recente, condotto con la tecnica del *visual census* abbinato allo studio genetico, ha mostrato per questa prateria condizioni subottimali, molto probabilmente legate a questa stessa causa (de Virgilio et al., 2020).

5.4. Prossime campagne di indagine

La raccolta delle informazioni necessarie a stabilire lo stato di salute del posidonieto è stata condizionata dal tipo di metodologie di campionamento previste dal PMP_Rev3_Mag2020 (Scheda Metodologica "Modulo 10, Habitat delle praterie di *Posidonia oceanica*", 2017, del Ministero dell'Ambiente; scheda metodologica redatta da ISPRA nel 2012) che non si adattavano bene alle condizioni del posidonieto riscontrato.

Il quadro informativo raccolto è comunque sufficiente per stabilire lo stato ecologico del posidonieto *ante-operam* e per poterlo monitorare nel tempo, valutando gli eventuali impatti dei lavori al Porto, oggetto del presente monitoraggio.

Per la conduzione delle prossime campagne si propone di applicare i seguenti possibili correttivi al Piano di Campionamento:

- Evitare la ripetizione delle prospezioni video in immersione nell'area in esame all'esterno della Cala San Giacomo e concentrare tutte le attività di monitoraggio sul posidonieto presente, appunto, unicamente in questa area;
- Anticipare la campagna di rilevamenti alla tarda primavera (es. in maggio), per cercare di avere un sufficiente numero di fasci fogliari completi e con foglie con apici interi, potendo quindi, completare l'analisi con l'Indice PREI;
- Integrare il sistema di rilevamento applicando altri indici ecologici quali, ad esempio, l'Indice di Conservazione che si presta bene anche a valutare l'evoluzione nel tempo della prateria, riflettendo bene le differenti situazioni di stabilità, miglioramento o regressione (Montefalcone, 2009);
- Valutare la possibilità di stabilire un sistema di rilevamento di precisione per monitorare l'evoluzione dei limiti della prateria.

Bibliografia

- Bacci T., Rende S.F., Montefalcone M., 2012. Scheda metodologica ISPRA per il calcolo dello stato ecologico secondo la metodologia PREI. Procedure di campionamento per la raccolta dati.
- Bakran-Petricioli, T., Schultz, S., 2010. Biometry and leaf lepidochronology of the seagrass *Posidonia oceanica* in the Croatian Adriatic. Proceedings of the 4th Mediterranean Symposium on Marine Vegetation (Yasmine-Hammamet, 2-4 December 2010), 28-31.
- Boudouresque, C.-F., Meinesz, A., 1982. Découverte de l'herbier de Posidonie. Parc National de Port-Cros, cahier n. 4.
- Boudouresque, C.F., Bernard, G., Bonhomme, P., Charbonnel, E., Diviacco, G., Meinesz, A., Pergent, G., Pergent-Martini, C., Ruitton, S., Tunesi, L., 2006. Préservation et Conservation des herbiers à *Posidonia oceanica*. RAMOGE pub., 1-202.
- Boudouresque, C.F., Bernard, G., Bonhomme, P., Charbonnel, E., Diviacco, G., Meinesz, A., Pergent, G., Pergent-Martini, C., Ruitton, S., Tunesi, L., 2012. Protection and Conservation of *Posidonia oceanica* Meadows. Tunis: RaMoGe and RAC/SPA.
- Boudouresque, C.F., Charbonnel, E., Meinesz, A., Pergent, G., Pergent-Martini, C., Cadiou, G., Bertrand, M.C., Foret, P., Ragazzi, M., Rico-Raimondino, V., 2000. A monitoring work based on the seagrass *Posidonia oceanica* in the north-western Mediterranean Sea. *Biologia Marina Mediterranea*, 7, 328-331.
- Boudouresque, C.F., Jeudy De Grissac, A., Meinesz, A., 1984. Relation entre la sédimentation et l'allongement des rhizomes orthotropes de *Posidonia oceanica* dans la baie d'Elbu (Corse). In: Boudouresque, C.F., Jeudy de Grissac, A., Olivie, J. Eds. International workshop on *Posidonia oceanica* Beds. GIS Posidonie publ., Fr., 185-191.
- Dale, V.H., Beyeler, S.C., 2001. Challenges in the development and use of ecological indicators. *Ecological Indicators* 1, 3-10.
- Dauby, P., Bale, A.J., Bloomer, N., Canon, C., Ling, R.D., Norro, A., Robertson, J.E., Simon, A., Théate, J.M., Watson, A.J., Frankignoulle, M., 1995. Particle fluxes over a Mediterranean seagrass bed: a one-year sediment trap experiment. *Marine Ecology Progress Series*, 126, 233-246.
- de Virgilio, M., Cifarelli, S., de Gennaro, P., Garofoli, G., Degryse, B., 2020. A first attempt of citizen science in the genetic monitoring of a *Posidonia oceanica* meadow in the Italian Southern Adriatic Sea. *Journal for Nature Conservation*, 56, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2020.125826>.
- Fourqurean, J.W., Duarte, C.M., Kennedy, H., Marbà, N., Holmer, M., Mateo, M.A., Apostolaki, E.T., Kendrick, G.A., Krause-Jensen, D., McGlathery, K.J., Serrano, O., 2012. Seagrass ecosystems as a globally significant carbon stock. *Nature Geoscience*, 5 (7), 505.
- Francour, P., 1997. Fish assemblages of *Posidonia oceanica* beds at Port Cros (France, NW Mediterranean): Assessment of composition and long-term fluctuations by visual census. *Marine Ecology, PSZNI*, 18(2), 157-173.
- Francour, P., Magréau, J.F., Mannoni, P.A., Cottalorda, J.M., Gratiot, J., 2006. Management guide for Marine Protected Areas of the Mediterranean Sea, Permanent Ecological Moorings. Université de Nice-Sophia Antipolis & Parc National de Port-Cros, Nice, 68 pp.
- Giraud, G., 1977. Contribution à la description et à la phénologie des herbiers à *Posidonia oceanica* (L.) Delile, in Thèse Doctorat 3ème Cycle, Univ. Aix-Marseille, II, p. 150.
- Gobert, S., Sartoretto, S., Rico-Raimondino, V., Andral, B., Chery, A., Lejeune, P., Boissery, P., 2009. Assessment of the ecological status of Mediterranean French coastal waters as required by the Water Framework Directive using the *Posidonia oceanica* Rapid Easy Index: PRE. *Marine Pollution Bulletin*, 58, 1727-1733.
- Gonzalez-Correa, J.M., Bayle, J.T., Sanchez-Lizaso, J.L., Valle, C., Sanchez-Jerez, P., Ruiz, J.M., 2005. Recovery of deep *Posidonia oceanica* meadows degraded by trawling. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 320, 65-76.
- Guidetti, P. 2001. Detecting environmental impacts on the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile: the use of reconstructive methods in combination with 'beyond BACI' designs. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 260, 27-39.

- Guidetti, P., Buia, M.C., Mazzella, L., 2000. The use of lepidochronology as a tool of analysis of dynamic features in the seagrass *Posidonia oceanica* of the Adriatic Sea. *Botanica Marina*, 43, 1–9.
- Jeudy De Grissac, A., 1984. Effets des herbiers à *Posidonia oceanica* sur la dynamique marine et la sédimentologie littorale. In: Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A., Olivier J. Edits. International Workshop on *Posidonia oceanica* beds, GIS Posidonie publ., Fr., 1, 437-443.
- MATTM (2008) – Praterie a fanerogame marine. Piante con fiori nel Mediterraneo – Quaderni habitat.
- McLeod, E., Chmura, G.L., Bouillon, S., Salm, R., Björk, M., Duarte, C.M., Lovelock, C.E., Schlesinger, W.H., Silliman, B.R., 2011. A blueprint for blue carbon: toward an improved understanding of the role of vegetated coastal habitats in sequestering CO₂. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9, 552–560
- Meinesz, A., Laurent, R., 1978. Cartographie et état de la limite inférieure de l'herbier de *Posidonia oceanica* dans les Alpes Maritimes - France. *Campagne Poseidon 1976. Botanica Marina*, 21 (8), 513-526.
- Molinier, R., Picard, J., 1952. Recherches sur les herbiers de phanérogames marines du littoral méditerranéen français. *An Inst Océan*, 27, 208-234.
- Montefalcone M., 2009. Ecosystem health assessment using the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*: A review. *Ecological Indicator*, 9: 595–604.
- Montefalcone, M., Albertelli, G., Bianchi, C.N., Mariani, M., Morri, C., 2006. A new synthetic index and a protocol for monitoring the status of *Posidonia oceanica* meadows: a case study at Sanremo (Ligurian Sea, NW Mediterranean). *Aquatic Conservation. Marine and Freshwater Ecosystems* 16 (1), 29–42.
- Montefalcone, M., Albertelli, G., Morri, C., Bianchi, C.N., 2007. Urban seagrass: status of *Posidonia oceanica* facing the Genoa city waterfront (Italy) and implications for management. *Marine Pollution Bulletin*, 54, 206–213.
- Moreno, D., Aguilera, P.A., Castro, H., 2001. Assessment of the conservation status of seagrass (*Posidonia oceanica*) meadows: implications for monitoring strategy and the decision-making process. *Biol. Conserv.*, 102, 325–332.
- Natura 2000. Cartografia-IT9120009 <http://natura2000.eea.europa.eu/natura2000/SDF.aspx?site=IT9120009>
- Nellemann, C., Corcoran, E., Duarte, C.M., De Young, C., Fonseca, L.E., Grimsdith, G., 2009. in *Blue Carbon: The Role of Healthy Oceans in Binding Carbon. A Rapid Response Assessment* 80 pp. (GRID- Arendal, 2009).
- Pergent-Martini, C. 1994. Impact d'un rejet d'eaux usées urbaines sur l'herbier à *Posidonia oceanica*, avant et après la mise en service d'une station d'épuration. PhD Thesis. 196 pp. (Université de Corse,).
- Pergent-Martini, C., 1998. *Posidonia oceanica*: a biological indicator of past and present mercury contamination. *Marine Environmental Research*, 45 (2), 101–111.
- Pergent-Martini, C., Leoni, V., Pasqualini, V., Ardizzone, G.D., Balestri, E., Bedini, R., Boumaza, S., 2005. Descriptors of *Posidonia oceanica* meadows: Use and application. *Ecological Indicators*, 5(3), 213-230.
- Pergent-Martini, C., Pergent, G., 1996. Spatio-temporal dynamics of *Posidonia oceanica* beds near a sewage outfall (Mediterranean - France). In Kuo J., Phillips R.C., Walker D.I., Kirkman H. (Eds), *Seagrass Biology. Proceedings of an International workshop*, Rottneest Island, Western Australia, 25-29 January 1996: 299-306.
- Pergent, G., Pergent-Martini, C., Boudouresque, C.F., 1995. Utilisation de l'herbier a *Posidonia oceanica* comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en méditerranée: état des connaissances. *Mésogée*, 54, 3-27.
- Pergent, G., Zaouali, J., 1992. Analyse phénologique et l'épidochronologique de *Posidonia oceanica* dans une lagune hyperhaline du Sud Tunisien. *Rapport Comm Int Mer M'edit*. 33-48.
- Romano, E., Ausili, A., Bergamin, L., Celia Magno, M., Pierfranceschi, G., Venti, F., 2018. Analisi granulometrica dei sedimenti marini. *Linee Guida SNPA* 18/2018.
- Romero, J., Alcoverro, T., Martinez-Crego, B., Pe' rez, M., 2005. The seagrass *Posidonia oceanica* as a quality element under the Water framework Directive: POMI, a multivariate method to assess ecological status of Catalan coastal waters. Working document of the POMI group, University of Barcelona and Centre d'estudis Avancats de Blanes, 15.

Telesca, L., Belluscio, A., Criscoli, A., Ardizzone, G., Apostolaki, E.T., Frascchetti, S., Gristina, M., Knitteweis, L., Martin, C.S., Pergent, G., Alagna, A., Badalamenti, F., Garofalo, G., Gerakaris, V., Pace, M.L., Pergent-Martini, C., Salomidi, M., 2015. Seagrass meadows (*Posidonia oceanica*) distribution and trajectories of change. Scientific Reports, 5, 12505. <https://doi.org/10.1038/srep12505>

Waycott, M., Duarte, C.M., Carruthers, T.J.B., Orth, R.J., Dennison, W.C., Olyarnik, S., Calladine, A., Fourqurean, J.W., Heck, K.L., Hughes, A.R., Kendrick, G.A., Kenworthy, W.J., Short, F.T., Williams, S.L., 2009. Accelerating loss of seagrasses across the globe threatens coastal ecosystems. Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A., 106 (30), 12377–12381.

Documentazione tecnico-scientifica

Ministero Marine Mercantile (Ispett. Centr. Difesa Mare), 1991. Mappatura delle praterie di *Posidonia oceanica* lungo le coste delle regioni: Liguria, Toscana, Lazio, Basilicata e Puglia. Snamprogetti S.p.a. STECOL/04/91/GR/rf, Comm. 556.400, Vol. 3-4-5.

Di Paola F., et al., 2004. Piano Regolatore del Porto di Molfetta. Studio di Impatto Ambientale. Valutazione di Impatto Ambientale e Valutazione Ambientale Strategica.

Tursi et al., 2006. Relazione Analitica, Progetto "Inventario e Cartografia delle Praterie di *Posidonia* nei Compartimenti Marittimi di Manfredonia, Molfetta, Bari, Brindisi, Gallipoli e Taranto". POR Puglia 2000-2006, Asse IV "Sistemi locali di sviluppo" - Misura 4.13 "Interventi di supporto alla competitività ed all'innovazione del sistema pesca" - Sottomisura 4.13D2 "Azioni realizzate dagli operatori del settore: azioni di interesse collettivo e Centro Servizi".

Fanizza C. (per conto di CESUB Srl), 2011. Porto di Molfetta: Completamento Opere Foranee e Costruzione Porto Commerciale. Analisi della prateria a *Posidonia oceanica* dal SIC IT9120009 "Posidonieto San Vito – Barletta" nell'area di mare limitrofa al Porto di Molfetta (Ord. CP Molfetta n°44/2010 del 06/07/2010).

Fanizza C., Pollazon V., Costanzo M. (per conto di CESUB Srl), 2011. Porto di Molfetta: Completamento Opere Foranee e Costruzione Porto Commerciale. Analisi della prateria a *Posidonia oceanica* (L.) del SIC IT9120009 "Posidonieto San Vito – Barletta" nell'area di mare limitrofa al Porto di Molfetta.

Imperatrice M. (per conto di CESUB Srl), 2012. Relazione sullo stato del Posidonieto "S. Vito – Barletta", SIC (IT9120009) interessato dai lavori della diga foranea del Porto di Molfetta.

Ungaro N. (ARPA Puglia), 2012. Completamento opera foranee e costruzione nuovo porto commercial di Molfetta. Fase. I. Convenzione tra il Comune di Molfetta e ARPA Puglia per i monitoraggi e controlli ambientali della component marino-costiera.

Andreassi G., 2016. Piano Comunale delle Coste del Comune di Molfetta. Procedura di valutazione ambientale strategica. Verifica di assoggettabilità a VAS. Rapporto ambientale preliminare.

Andreassi G., 2016. Piano Comunale delle Coste del Comune di Molfetta. Procedura di valutazione ambientale strategica. Studio di incidenza ambientale. Livello I: Matrice di screening interessante il Sito: SIC Posidonieto San Vito – Barletta (cod. IT9120009).

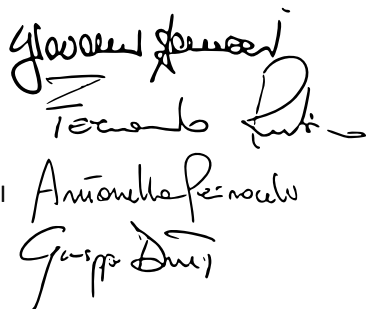
Taranto 23 Dicembre 2020

Dr. Giovanni FANELLI

Dr. Fernando RUBINO

Dr.ssa Antonella PETROCELLI

Dr. Giuseppe DENTI



Nuovo Porto Commerciale di Molfetta (Variante n.3)

Monitoraggio in Corso d'Opera

Rapporto di Monitoraggio "Stato del Posidonieto 2020" (RM POS_Ø)

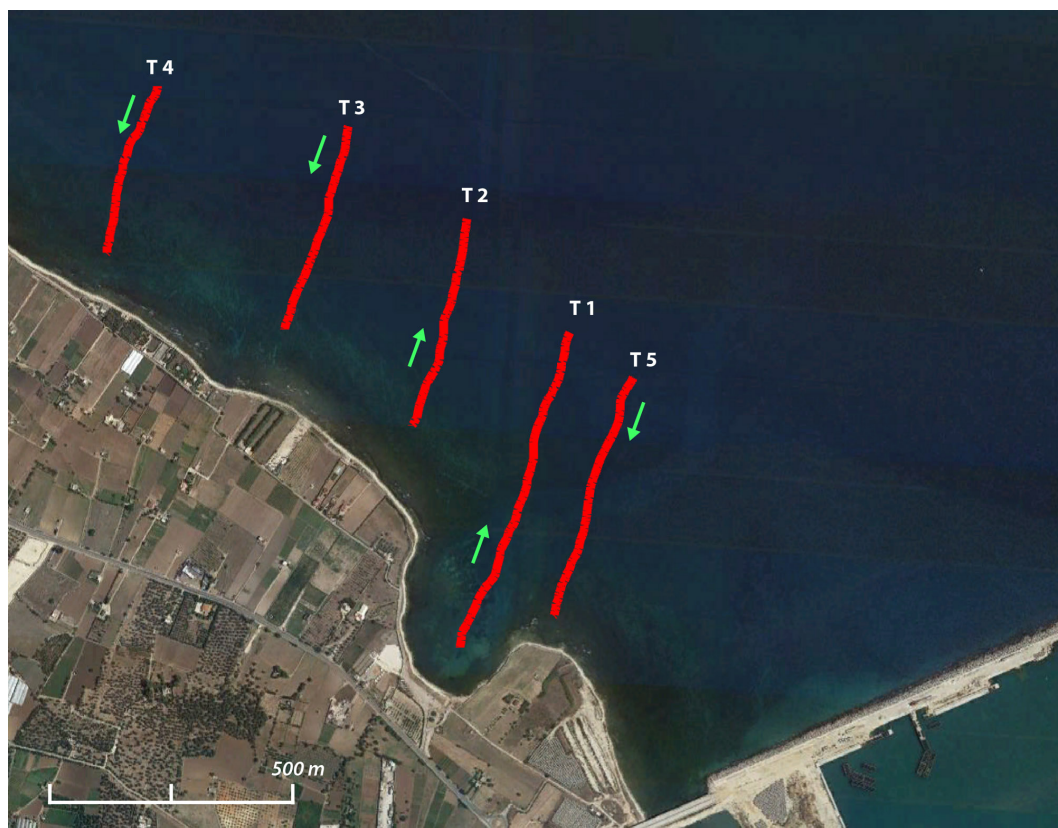
Rif.: PMP_Rev3_Mag2020

Allegato 1

Video con descrizione biocenotica nell'area di indagine

I video registrati lungo i transetti di ispezione visiva condotti nell'Area di Indagine sono riportati nei file allegati.

Ciascun video illustra le principali biocenosi incontrate lungo il transetto, con la loro identificazione (Posidonieto; BAF: Biocenosi ad Alghie Fotofile; Precoralligeno; Coralligeno), il tipo di substrato (Roccia, Sabbia, "matte morta") e la profondità alla quale era presente.



Tracce GPS dei transetti T1-T5 condotti nell'Area di indagine per la valutazione visuale dell'estensione del Posidonieto.

(Le frecce indicano il senso di percorrenza del transetto in immersione).

Nuovo Porto Commerciale di Molfetta (Variante n.3)

Monitoraggio in Corso d'Opera

Rapporto di Monitoraggio "Stato del Posidonieto 2020" (RM POS_Ø)

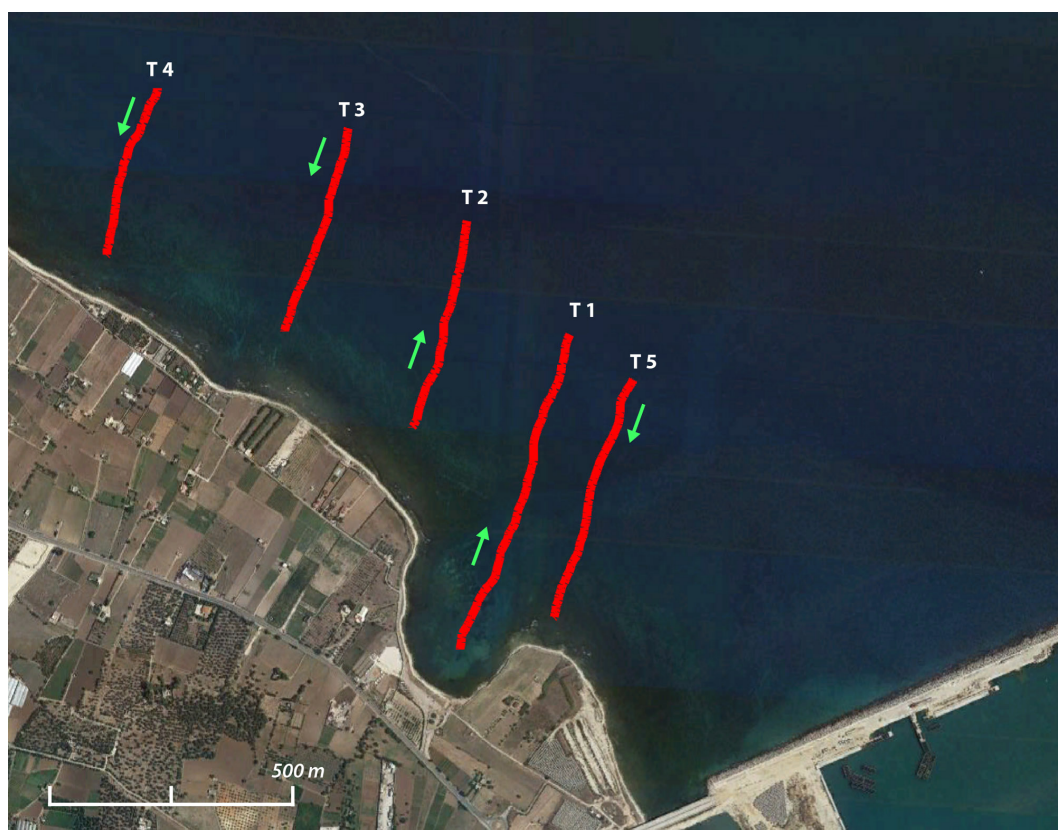
Rif.: PMP_Rev3_Mag2020

Allegato 2

Descrizione biocenotica nell'area di indagine

Il presente Allegato illustra le biocenosi più comuni individuate lungo i transetti di ispezione visiva condotti nell'Area di Indagine.

Per ogni transetto si riportano alcuni "frame" delle registrazioni video eseguite con fotocamera montata sul trascinatore subacqueo utilizzato lungo il transetto.



Tracce GPS dei transetti T1-T5 condotti nell'Area di indagine per la valutazione visuale dell'estensione del Posidonieto.

(Le frecce indicano il senso di percorrenza del transetto in immersione).



Transetto 1
Prof. 2,5 m

Biocenosi ad Alghe Fotofile su matite morta di Posidonia



Transetto 1
Prof. 2,5 m

Posidonia viva su matite morta



Transetto 1
Prof. 3,0 m

Alghe flottanti su sabbia con *Ulva* sp. e alghe brune



Transetto 1
Prof. 3,5 m

Matte morta di Posidonia su sabbia



Transetto 1
Prof. 4,0 m

Fondo sabbioso con ripple marks paralleli alla linea di costa



Transetto 1
Prof. 2,5 m

Folta macchia di Posidonia con le foglie molto epifitate



Transetto 1 Fondo a ciottoli con alghe fotofile
Prof. 6 m



Transetto 1 Biocenosi ad Alghe Fotofile
Prof. 7 m



Transetto 1 Biocenosi ad Alghe Fotofile con ciuffi sparsi di Posidonia
Prof. 6,5 m



Transetto 1 Matte morta di Posidonia alta oltre mezzo metro
Prof. 6,5 m



Transetto 1
Prof. 4,5 m

Facies a Codium



Transetto 1
Prof. 8,5 m

Biocenosi del pre-Coralligeno

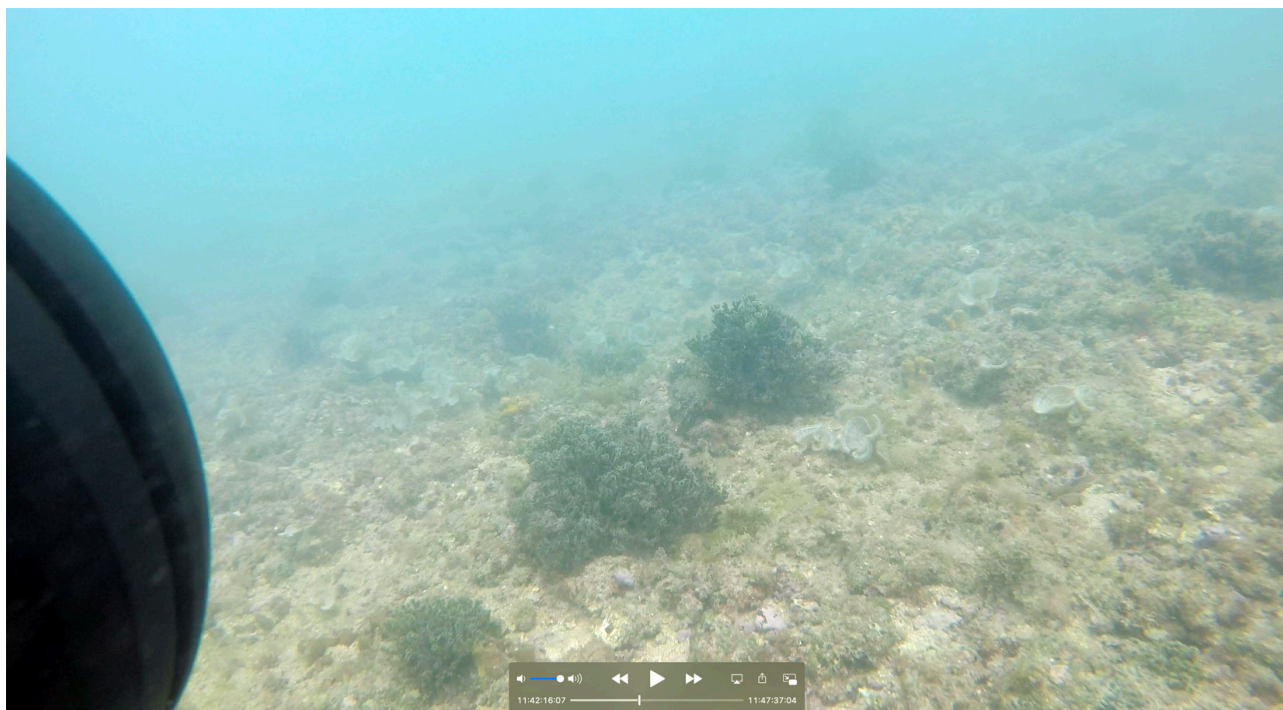


Transetto 1
Prof. 10,0 m

Biocenosi del Coralligeno



Transetto 2 Biocenosi ad Alghe Fotofile e sabbia
Prof. 2,5 m



Transetto 2 Facies a Codium
Prof. 5,0 m



Transetto 2
Prof. 10,0 m

Biocenosi del pre-Coralligeno



Transetto 3
Prof. 5,0 m

Facies a Codium



Transetto 3
Prof. 8,0 m

Biocenosi ad Alghe Fotofile su roccia e matite morta di Posidonia



Transetto 3
Prof. 9,5 m

Biocenosi del pre-Coralligeno



Transetto 3
Prof. 12,0 m

Biocenosi del Coralligeno



Transetto 4 Biocenosi ad Alghe Fotofile e sabbia
Prof. 3,0 m



Transetto 4 Biocenosi ad Alghe Fotofile
Prof. 4,0 m



Transetto 4 Biocenosi ad Alghe Fotofile su roccia
Prof. 7,0 m



Transetto 4 Biocenosi del Coralligeno
Prof. 10,5 m



Transetto 5 Biocenosi ad Alghe Fotofile e sabbia
Prof. 7,0 m

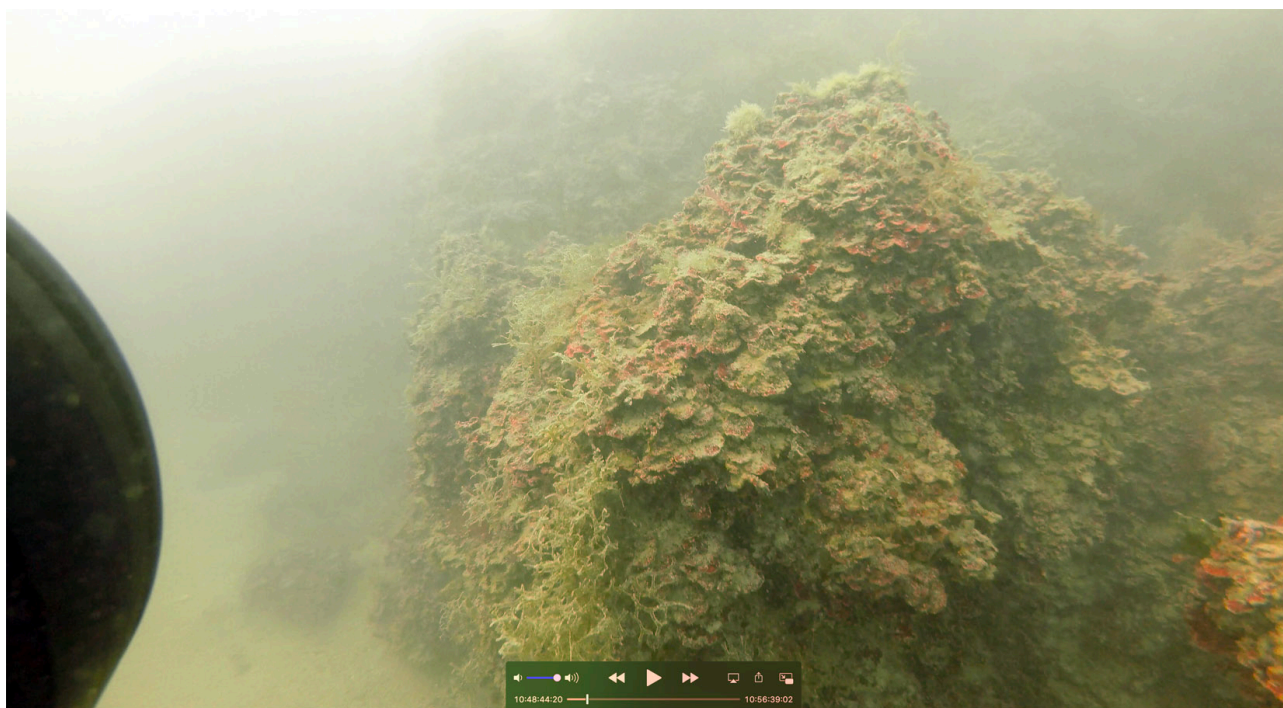


Transetto 5 Biocenosi ad Alghe Fotofile con Codium
Prof. 7,5 m



Transetto 5
Prof. 8,0 m

Biocenosi del pre-Coralligeno



Transetto 5
Prof. 10,5 m

Biocenosi del Coralligeno

Nuovo Porto Commerciale di Molfetta (Variante n.3)
Monitoraggio in Corso d'Opera
Rapporto di Monitoraggio "Stato del Posidonieto 2020" (RM POS_Ø)
Rif.: PMP_Rev3_Mag2020

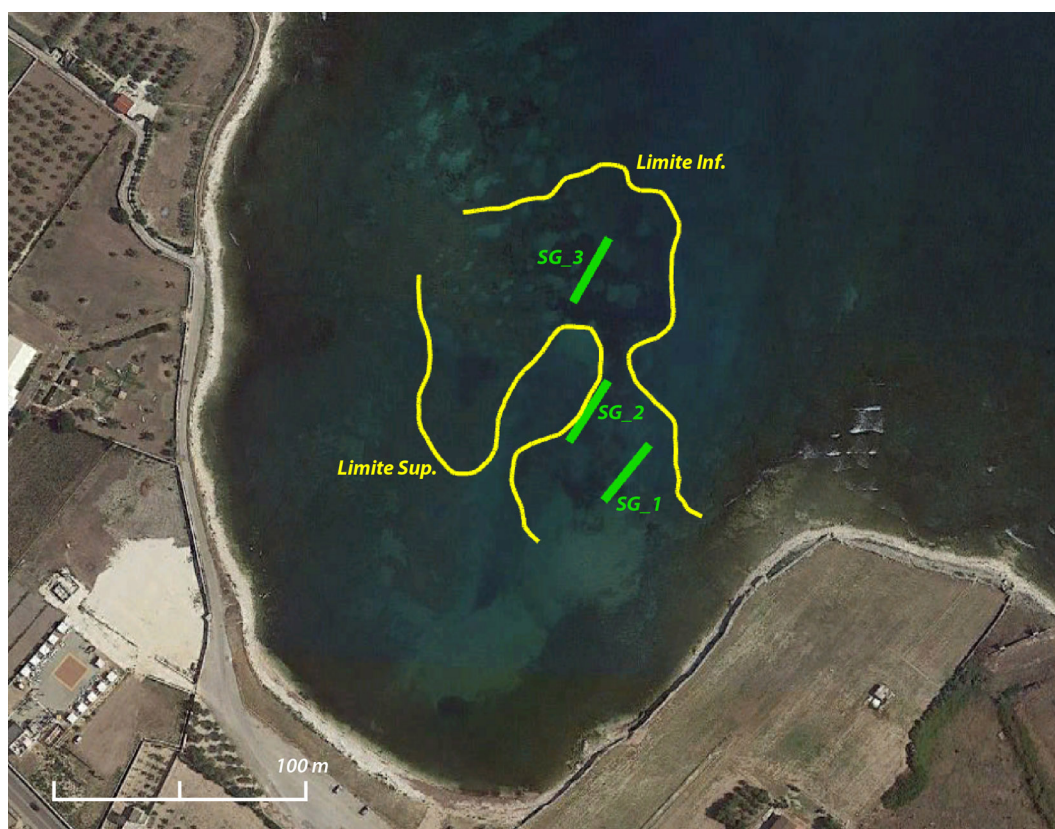
Allegato 3

Sequenze di immagini rilevate lungo i transetti SG1, SG2 e SG3

Ciascun video riporta 30 immagini del posidonieto

La percentuale di copertura di *Posidonia oceanica* presente nella prateria di Cala San Giacomo è stata stimata mediante un "campionamento" fotografico in quadrati standard 1m x 1m posizionati lungo i tre transetti SG1, SG2 e SG3 (Figura 3.3) e analizzando successivamente, mediante tecniche di analisi di immagine, le 30 foto di rilevate in ciascun transetto.

Ciascun video riporta la sequenza delle 30 immagini del posidonieto rilevate lungo i tre transetti SG1, SG2 e SG3.



Cala San Giacomo: posizione dei transetti SG1, SG2 e SG3 per la valutazione della condizione del posidonieto (in giallo sono indicati i limiti di questo habitat).

Nuovo Porto Commerciale di Molfetta (Variante n.3)

Monitoraggio in Corso d'Opera

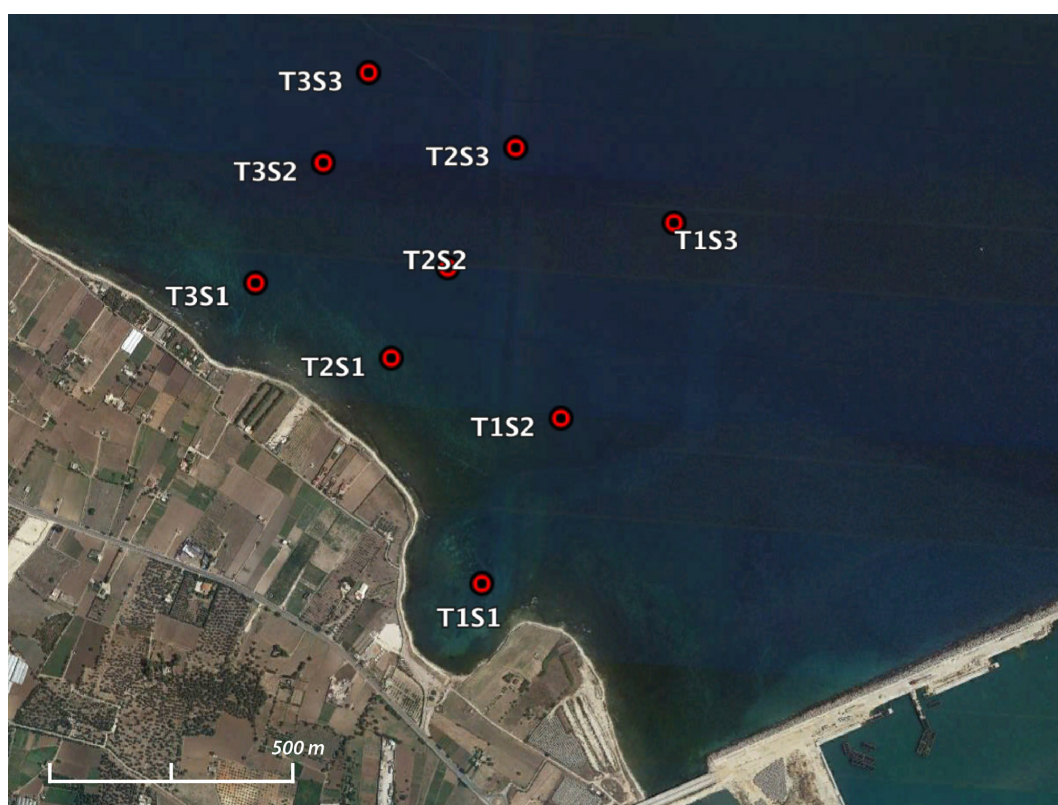
Rapporto di Monitoraggio "Stato del Posidonieto 2020" (RM POS_Ø)

Rif.: PMP_Rev3_Mag2020

Allegato 4

Profili verticali variabili chimico-fisiche lungo la colonna d'acqua

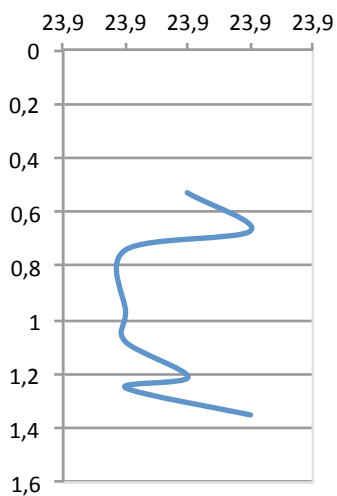
Il presente Allegato riporta i profili verticali di Temperatura, Salinità, Ossigeno disciolto, Potenziale redox registrati con la sonda CTD nelle stazioni di monitoraggio.



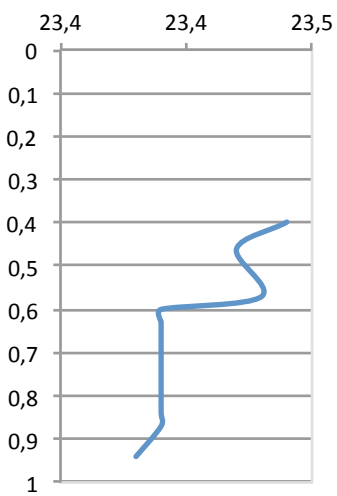
Stazioni di monitoraggio delle variabili chimico-fisiche.

Temperatura (°C)

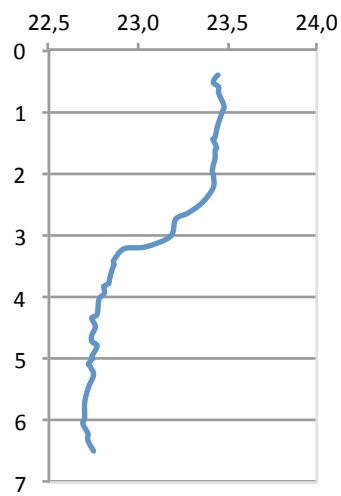
T1S1



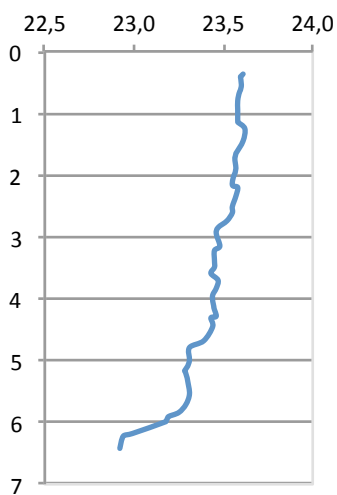
T2S1



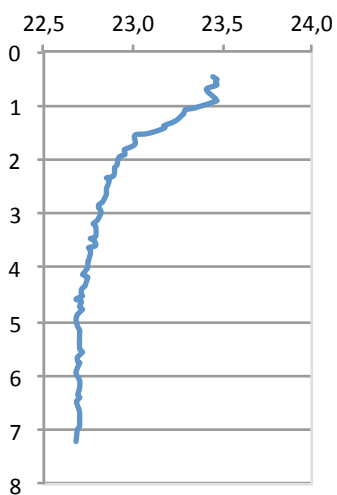
T3S1



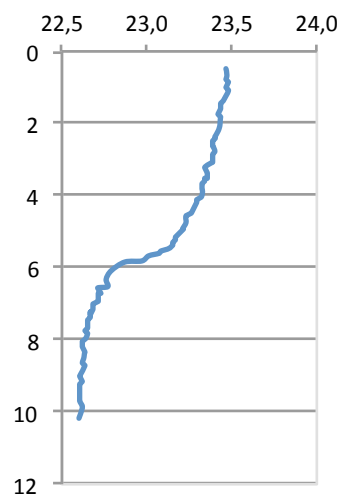
T1S2



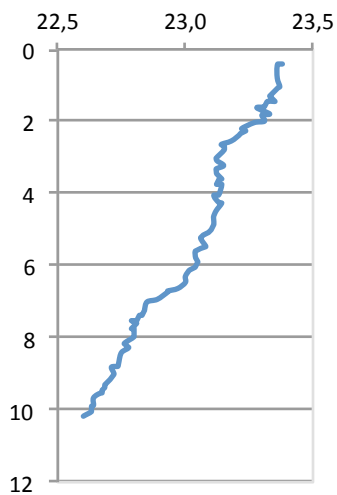
T2S2



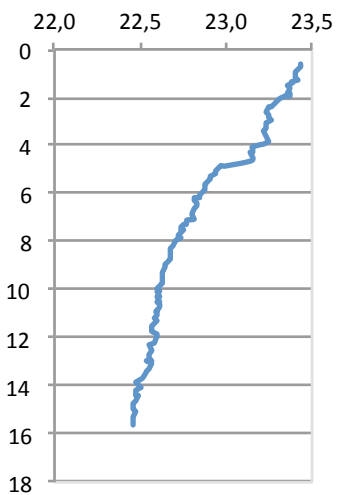
T3S2



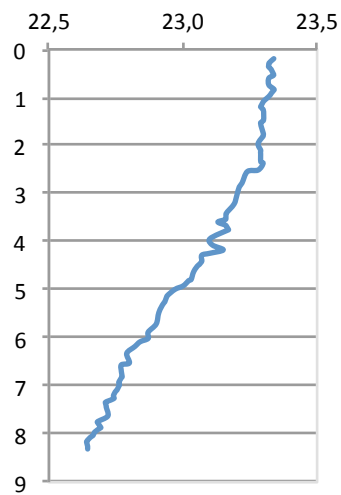
T1S3



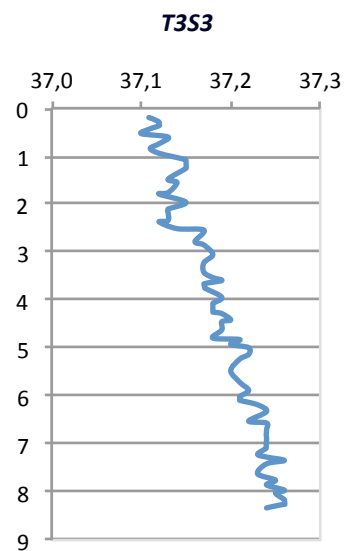
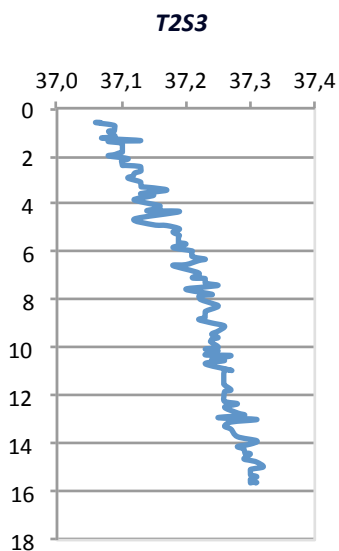
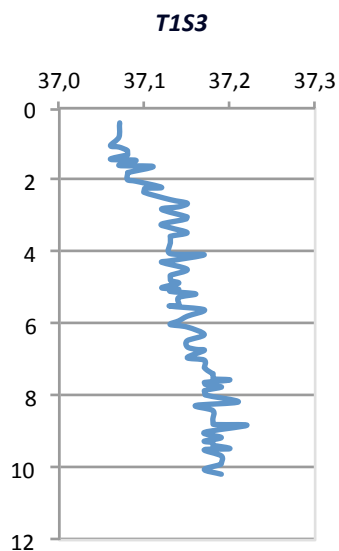
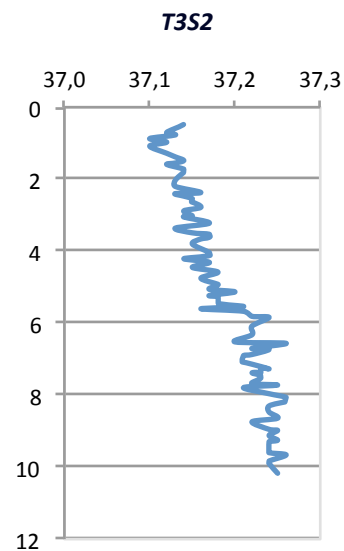
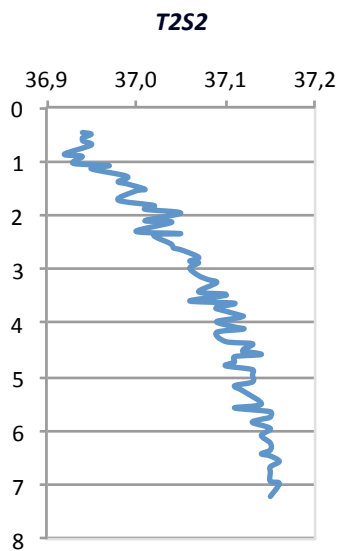
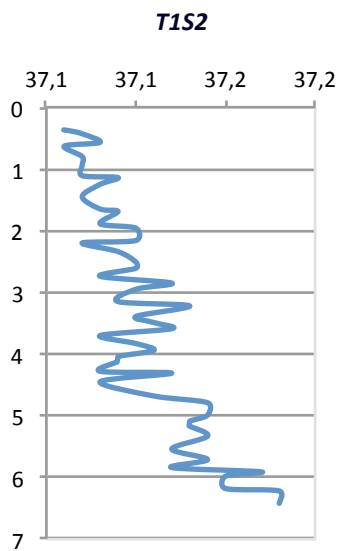
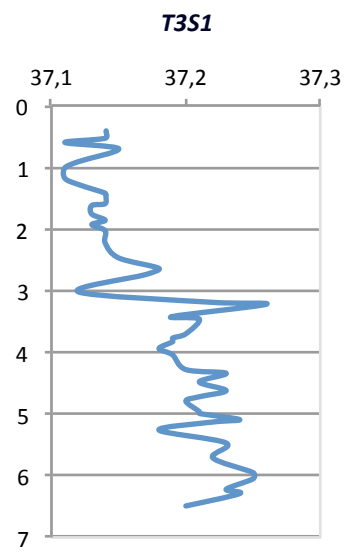
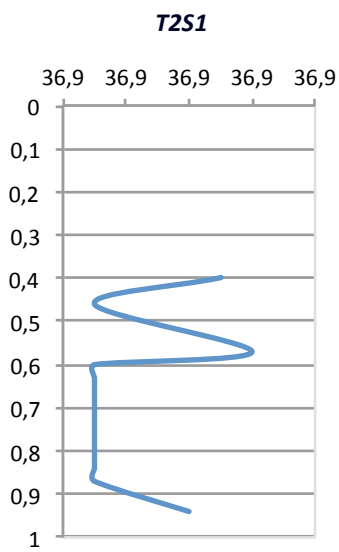
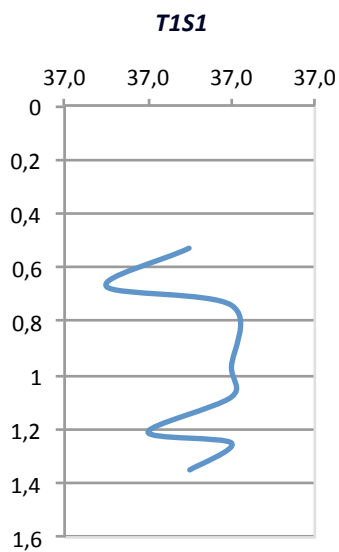
T2S3



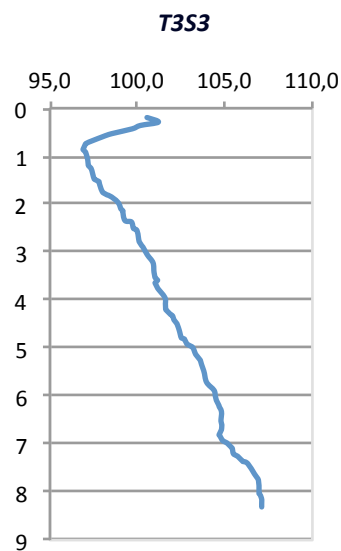
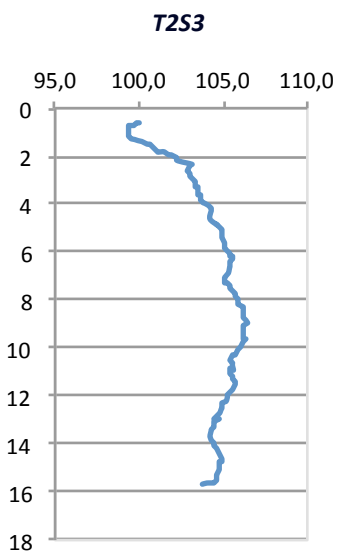
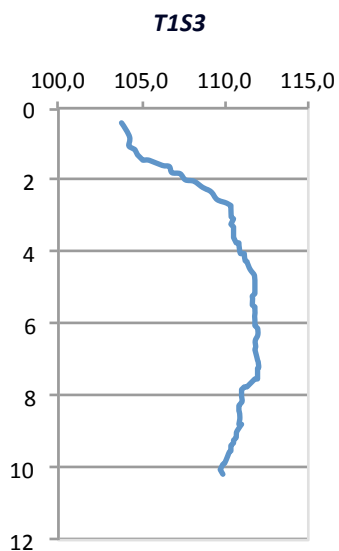
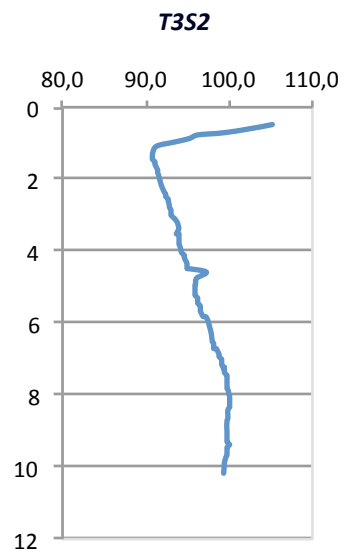
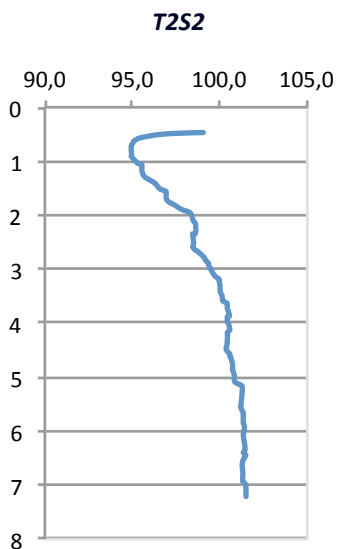
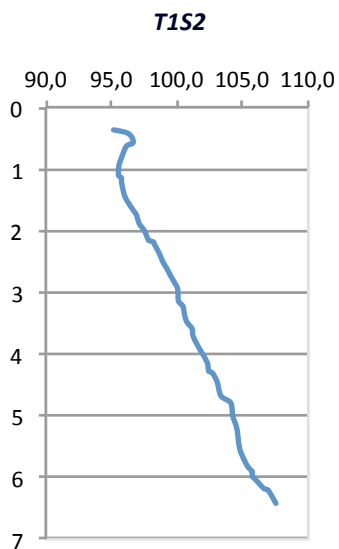
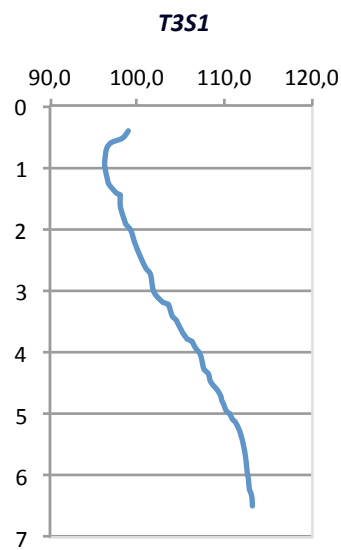
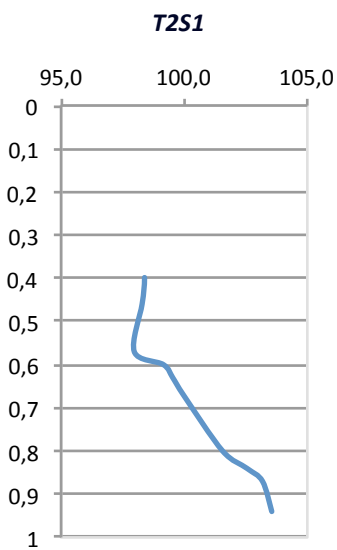
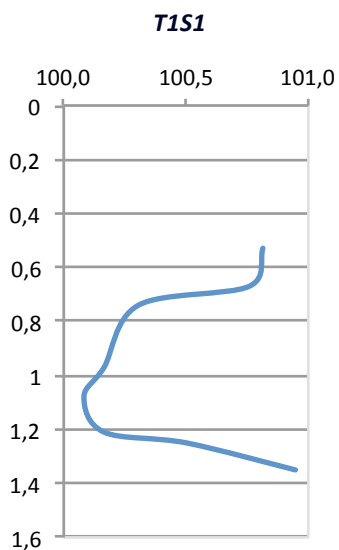
T3S3



Salinità (psu)

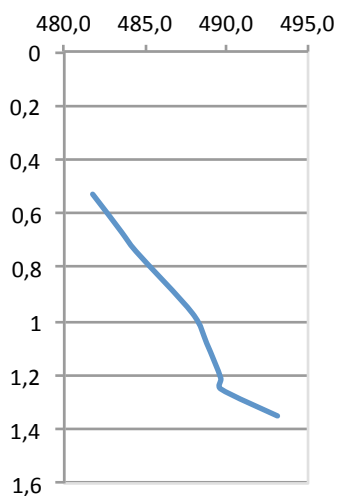


Ossigeno Disciolto (%)

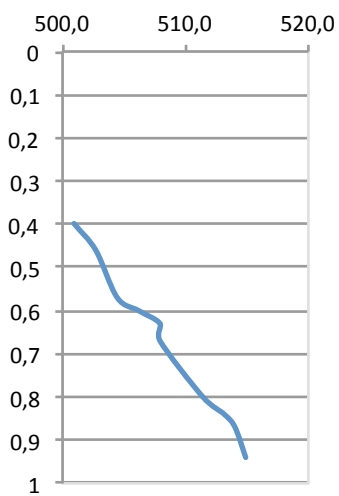


Redox (mV)

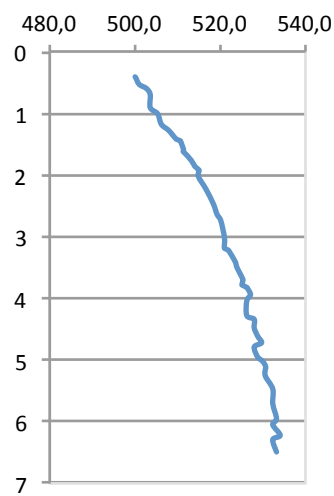
T1S1



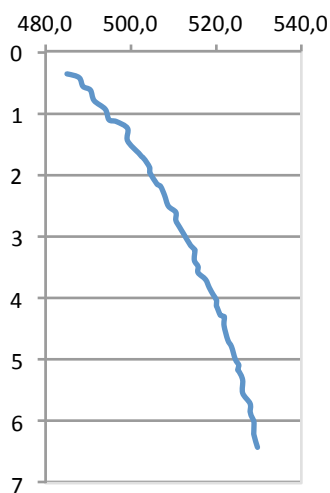
T2S1



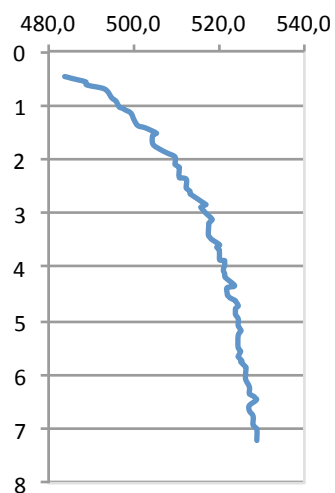
T3S1



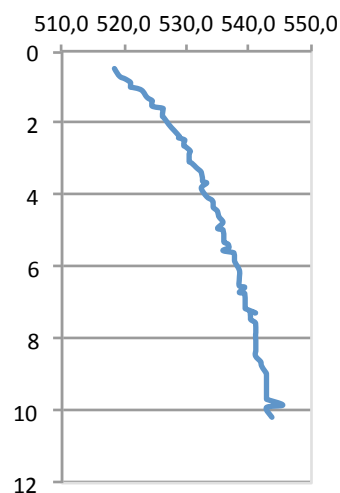
T1S2



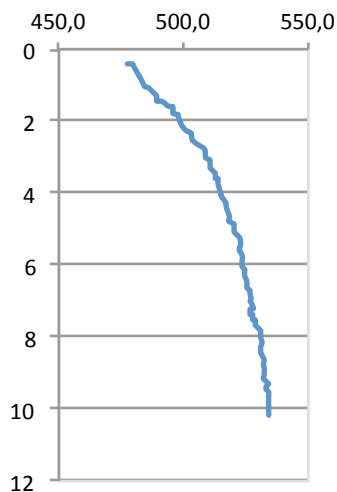
T2S2



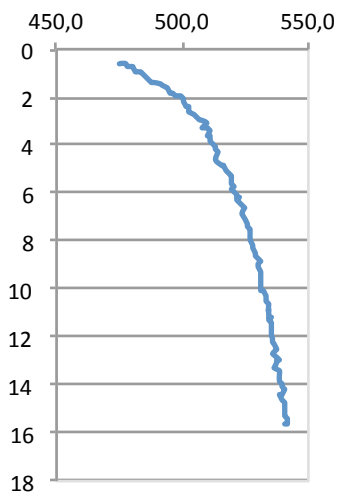
T3S2



T1S3



T2S3



T3S3

