



Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Settentrionale
Scali Rosciano, 6 - 57123 Livorno, Italia

R.U.P. ing. Enrico Pribaz
D.E.C. ing. Ilaria Lotti

R.T.P.



30035 Mirano (VE)
Viale Belvedere, 8/10
www.fm-ingegneria.com

Tel. +39 041 5785 711
Fax +39 041 4355 933
portolivorno@fm-ingegneria.com



P.O. Box 1132
3800 BC Amersfoort
The Netherlands
www.royalhaskoningdhv.com

Tel. +44 (0)207 222 2115
Fax +44 (0)207 222 2659
info@rhdhv.com



35027 Noventa Padovana (PD)
Via Panà 56/a

Tel. +39 049 8945 087
Fax +39 049 8707 868
mail@hsmarinesrl.com



31027 Spresiano (TV)
Via Tiepolo, 8
www.gtgeo.it

Tel. +39 0422 8870 31
Fax +39 0422 8895 89
info@gtgeo.it

PROGETTO

**PROGETTAZIONE PRELIMINARE E DEFINITIVA DELLE
OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI
NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA
PIATTAFORMA EUROPA, COMPRESO LO STUDIO DI
IMPATTO AMBIENTALE E LA VALUTAZIONE DI INCIDENZA
AMBIENTALE**

EMISSIONE

PROGETTO DEFINITIVO

TITOLO

C - STUDI AMBIENTALI

Studio di impatto ambientale - studio pilota Posidonia

REV.	DATA	FILE	OGGETTO	DIS.	APPR.
1					
2					
3					
4					
5					

ELABORATO N.

C007

DATA: 31/10/2022	SCALA:	FILE: - 233_PD-C-007_0.doc	J.N. 1233/19
PROGETTO E. Molin	DISEGNO M. Greggio	VERIFICA C. Galli	APPROVAZIONE T. Tassi

Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_0.docx

INDICE GENERALE

1	PREMESSA	4
2	INTRODUZIONE	4
3	CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELL'AREA MARINA PROSPICIENTE IL LITORALE TOSCANO	10
3.1	1120* PRATERIE DI POSIDONIA (<i>POSIDONION OCEANICAE</i>)	12
4	INDAGINI PROPEDEUTICHE AGLI INTERVENTI PROGETTUALI E DI TRAPIANTO	13
4.1	INDAGINI ACUSTICHE FUNZIONALI ALLA PROGETTAZIONE	13
4.2	INDAGINI ROV	14
5	DISTRIBUZIONE DELLA PRATERIA	15
6	PROPOSTA DI TRAPIANTO	17
6.1	TIPOLOGIE DI TRAPIANTO CONSIDERATE IN FASE DI PROGETTAZIONE	17
6.1.1	TRAPIANTO POSIDONIA MEDIANTE GEOGRIGLIE	17
6.1.2	TRAPIANTO POSIDONIA MEDIANTE BIOTUOIE	18
6.1.3	TRAPIANTO DI POSIDONIA MEDIANTE MATERASSI RIVEGETATI	20
6.2	INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DI ESPIANTO ED IMPIANTO DELLE TALEE DI <i>P. OCEANICA</i>	22
6.2.1	AREE DI ESPIANTO	23
6.2.1.1	AREA DI ESPIANTO 1	23
6.2.1.2	AREA DI ESPIANTO 2	27
6.2.1.3	AREA DI ESPIANTO 3	37
6.2.1.4	INDICE PREI AREA DI ESPIANTO	41
6.2.2	ULTERIORI AREE DI POSSIBILE ESPIANTO INDIVIDUATE A SEGUITO DELLE INDAGINI PROPEDEUTICHE ESEGUITE A MAGGIO 2022	43
6.2.3	AREE DI IMPIANTO DELLE TALEE DI <i>P. OCEANICA</i>	46
7	FASI DELL'ATTIVITÀ DI TRAPIANTO	48
7.1	1° FASE PILOTA	48
7.2	2° FASE DI PROGETTO	48
7.3	MONITORAGGIO DEL TRAPIANTO	49
8	BIBLIOGRAFIA	51
9	ALLEGATI	54

Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_0.docx

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: relazioni trofiche e livelli funzionali nell’ecosistema di Posidonia oceanica. Da Boudouresque et al. (1994 b), modificato.....	5
Figura 2: intrappolamento del sedimento e riduzione dell’idrodinamismo in una prateria di Posidonia Oceanica. Da Boudouresque et al.	5
Figura 3: ruolo ecologico della prateria di Posidonia Oceanica. Da Harmelin (1993) e M.A. Mateo (inedito)	6
Figura 4: Fase di prelievo di zolla con tecnica manuale	7
Figura 5: talea ortotropa (a sx, fissata a un tutore) e plagiotropa (a dx, tre fasci di foglie fissati da un chiodo a U) di Posidonia Oceanica. Tecnica dell’Università di Nizza- Sophia Antipolis ®. Da Boudouresque (2001)	8
Figura 6: Fase di prelievo di grandi zolla mediante mezzi meccanici, con benna tradizionale (a sinistra) e con benna idraulica (a destra) recentemente messa a punto che permette di realizzare lo scavo per alloggiamento delle zolle contestualmente alla posa.	8
Figura 7: Schema a scacchiera di disposizione delle zolle nella parcella di trapianto	9
Figura 8: Benna idraulica appositamente realizzata per il prelievo di grandi zolle.....	9
Figura 3-1 Distribuzione delle biocenosi lungo la costa tirrenica	11
Figura 2 Localizzazione dei transetti SSS lungo la costa di Livorno e ricostruzione della distribuzione di P. oceanica nel tratto marino antistante Livorno	14
Figura 3 Transetti ROV eseguiti nel corso delle indagini da COLMAR	15
Figura 4 Distribuzione della P. oceanica sulla base dei rilievi condotto da COLMAR nel 2022	16
Figura 5 Particolare dell’area ipotizzata per il trapianto e verificata tramite indagine ROV	17
Figura 6 Esempio di griglia metallica utilizzata per il trapianto (da ISPRA, 2014)	18
Figura 7 Biostuoia in agave e geostuoia in polipropilene	19
Figura 8 Esempi di impiego della Biostuoia in agave e della geostuoia in polipropilene	19
Figura 9 Esempio di materasso (da: ISPRA 2014)	21
Figura 10 Esempio di materasso utilizzato per questa tipologia di trapianto (da ISPRA 2014)	21
Figura 11 Aree di potenziale espianto e impianto individuate in fase di progettazione preliminare.....	22
Figura 12 Immagini riprese con il ROV nel corso delle indagini propedeutiche svolte nel corso di maggio 2022 nell’Area 1.....	27
Figura 13 Schema di campionamento per l’indagine delle praterie a P. oceanica condotto nell’Area 2	28
Figura 14 Strategia di campionamento gerarchica, richiesta per il monitoraggio di P. oceanica sulla stazione posizionata presso l’AREA 2	28
Figura 15 Immagini riprese con il ROV nel corso delle indagini propedeutiche svolte nel corso di maggio 2022 nell’Area 2.....	34
Figura 16 Immagini del lime inferiore riprese con il ROV il 18 maggio 2022	37
Figura 17 Immagini riprese con il ROV nel corso delle indagini propedeutiche svolte nel corso di maggio 2022 nell’Area 3.....	41
Figura 26 Prateria di P. oceanica presente lungo il transetto 10 porto sulla batimetrica dei 10 m	45
Figura 19 Localizzazione del limite ipotizzato della P. oceanica presso la batimetrica dei 10 m del transetto 10 Porto	46
Figura 28 Aree di impianto potenziali	47

Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_0.docx

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 Sistema multi criterioale per la valutazione di siti idonei al trapianto di P. oceanica (da LIFE SEPOSSO)	23
Tabella 2 Riepilogo dei risultati di Livorno - AREA 1 Profondità: 10 m	24
Tabella 3 Riepilogo dei risultati di Livorno - AREA 2 Profondità: 13 m	29
Tabella 4 Riepilogo dei risultati di Livorno - AREA 2 Limite inferiore.....	34
Tabella 5 Riepilogo dei risultati di Livorno - AREA 3 Profondità: 13 m	37
Tabella 6 Limiti di classe per lo stato ecologico delle praterie di Posidonia oceanica espressi in termini di RQE.....	42
Tabella 7 Risultati del calcolo dell'indice PREI per le stazioni dell'area 2.....	43
Tabella 8 Coordinate geografiche WGS84 dei centroidi delle aree di impianto potenziale.....	48
Tabella 9 Schema riassuntivo per la scelta dei parametri e delle frequenze di campionamento da adottare per monitorare un intervento di trapianto con talee di Posidonia oceanica (da La Porta & Bacci, 2022)	50
Tabella 10 Metriche e parametri per la verifica di un intervento di trapianto mediante talee di Posidonia oceanica (da La Porta & Bacci, 2022)	51
Tabella 11: tabella dei ROV	55

Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_0.docx

1 PREMESSA

Nell'ambito del progetto definitivo della 1° fase di attuazione del PRP del Porto di Livorno è stato redatto il presente **studio pilota** per le opere di impianto di prateria di *Posidonia oceanica*.

Come riportato in ISPRA, 2014) le praterie di *P. oceanica* sono in regressione in tutti i paesi dell'area mediterranea soprattutto presso le grandi città costiere, i grandi centri industriali e portuali essendo molto vulnerabili agli impatti antropici (Bourcier et al., 1979; Boudouresque e Meinesz, 1982; Meinesz e Lefèvre, 1984; Pérès, 1984; Blanc e Jeudy de Grissac, 1989; Meinesz et al., 1991a; Bianchi e Peirano, 1995; Pasqualini et al., 1999; Boudouresque et al., 2006) e necessitano di specifici interventi di protezione per la loro conservazione.

Al fine di compensare in parte un eventuale modifica dello stato di conservazione dell'habitat (*sensu* Dir. 92/43/CEE) sono stati previsti specifici interventi di trapianto, per un totale di ca. 6000 m² di superficie di fondale, in considerazione dell'importanza ecologica ed economica riconosciuta con norme specifiche a livello nazionale (Dlgs. 152/06 e 56/09, DM 260/2010), europeo (Dir. 92/43/CEE, Dir 2000/60/CE, 2008/56/CE) e internazionale (Annesso II del Protocollo per la biodiversità RAC-SPA; Piano d'azione per la conservazione della vegetazione marina del Mar Mediterraneo, United Nations Environment Programme/Mediterranean Action Plan (UNEP/MAP).

Nel corso degli ultimi decenni le problematiche descritte e connesse alla conservazione dell'habitat unitamente alla lentezza dei suoi processi di espansione e colonizzazione naturale hanno favorito lo sviluppo di tecniche di trapianto per il contenimento della sua regressione e il mantenimento del suo stato di conservazione (Meinesz et al., 1990, 1991b; Molenaar e Meinesz, 1992a, 1992b; Calumpong e Fonseca, 2001; Boudouresque et al., 2006).

Nel presente documento vengono descritte:

- principali caratteristiche degli habitat presenti al largo della costa di Livorno;
- indagini propedeutiche condotte presso l'habitat di prateria funzionali alla progettazione del trapianto;
- un aggiornamento della distribuzione della prateria per quei tratti oggetto di indagine
- proposta di trapianto con le tecniche considerate nella progettazione, l'individuazione dei siti donatori e dei siti di impianto e la descrizione delle diverse fasi di attività
- bibliografia consultata e/o citata nel documento, mentre in allegato sono riportati gli shape delle potenziali aree di impianto ed espianto.

2 INTRODUZIONE

La *Posidonia oceanica* (L.) Delile è una fanerogama endemica del mar Mediterraneo, in quanto si trova soltanto lungo le coste di questo bacino.

Gli ecosistemi a *Posidonia oceanica* svolgono inoltre un **ruolo fondamentale in processi ecologici e sedimentologici**, dunque la protezione e la gestione delle praterie sono considerate di primaria importanza. Infatti, la *P. oceanica* rappresenta la specie chiave dell'intero ecosistema costiero mediterraneo per la sua ampia distribuzione lungo le coste, per l'importanza della sua produzione primaria, per la ricchezza della flora e fauna associata, nonché per il ruolo che ha nel determinare l'equilibrio geomorfologico del litorale.

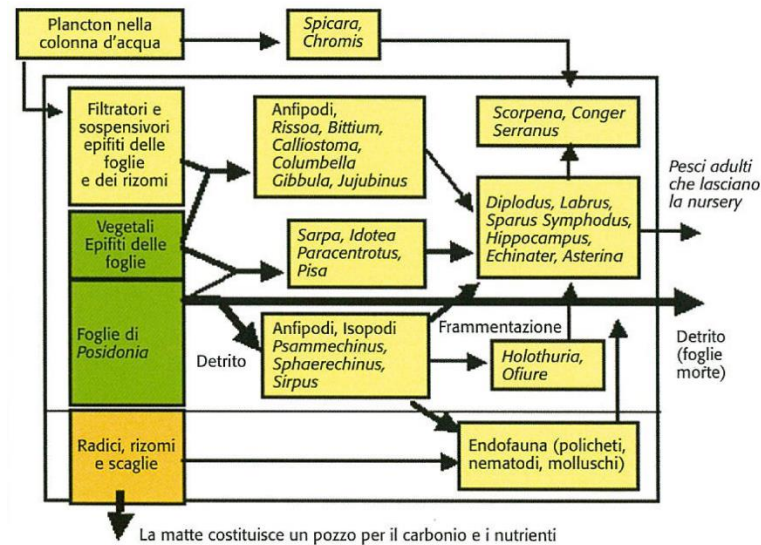


Figura 1: relazioni trofiche e livelli funzionali nell'ecosistema di *Posidonia oceanica*. Da Boudouresque et al. (1994 b), modificato.

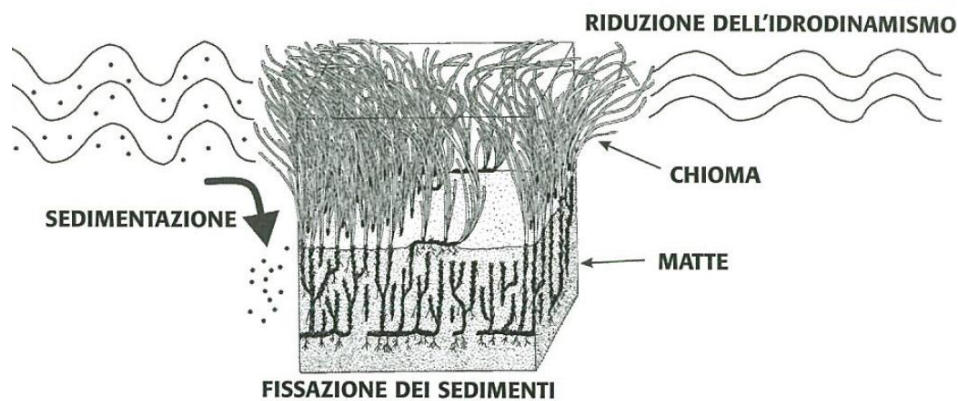


Figura 2: intrappolamento del sedimento e riduzione dell'idrodinamismo in una prateria di *Posidonia Oceanica*. Da Boudouresque et al.

Infatti essa rappresenta uno degli ecosistemi marini più produttivi del Mediterraneo in quanto riesce a immagazzinare grande quantità di energia che viene trasferita nei vari livelli della catena trofica. La prateria produce anche grande quantità di ossigeno e di materia organica mediante la fotosintesi, offrendo riparo e nutrimento a molte specie marine.

Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI
		1233_PD-C-007_0.docx

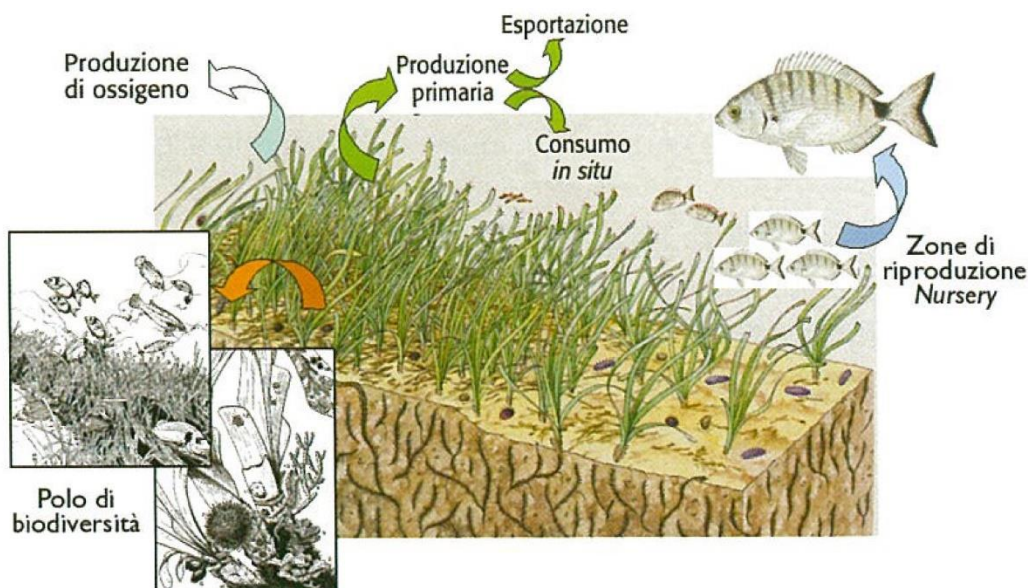


Figura 3: ruolo ecologico della prateria di *Posidonia Oceanica*. Da Harmelin (1993) e M.A. Mateo (inedito)

I trapianti di fanerogame marine hanno trovato oramai ampie applicazioni in molti interventi di naturalizzazione o di recupero ambientale. Le fanerogame infatti svolgono un'importante funzione nel consolidamento e nella stabilizzazione del fondale, nell'innescare dei processi di arricchimento organico nella matrice sedimentaria e nell'incremento della biodiversità grazie al ruolo di nutrimento e protezione che offrono con le loro radici, rizomi e foglie.

Le metodiche applicate in questi trapianti sono consistite nell'innesto nei substrati recettori di zolle composte di ciuffi e sedimento originario oppure di gruppi di rizomi con i relativi ciuffi. Solo recentemente sono stati sperimentati, sempre su quote batimetriche limitate, metodi meccanizzati allo scopo di ridurre i costi del personale, velocizzare i reimpianti e quindi ampliare le aree di intervento (Palling et al., 2001a,b; Fishman et al., 2004).

Da lungo tempo esiste già, a livello mondiale, una certa esperienza di trapianto di fanerogame marine, operazione intesa ad ottenere:

- la riforestazione di spazi subacquei, a fini genericamente ecologici e di mera copertura vegetale dei piani sedimentari;
- l'arricchimento della fauna bentonica stanziale o vagile, favorita o legata alla presenza e al ruolo delle praterie sommerse;
- la stabilizzazione fisica dei piani sedimentari soggetti ad erosione e/o a sollevamento di depositi fini.

Per quanto riguarda le tecniche di trapianti di fanerogame marine, le esperienze condotte da varie equipe di ricercatori si sono fondamentalmente concentrate su due tipologie, quelle *manuali* e quelle *meccanizzate* che possono essere portate a termine utilizzando zolle o singoli ciuffi. Per le metodiche manuali esiste oramai una ampia bibliografia e, a seconda della specie che si intende adottare, si può ottenere un maggiore o minore successo. Per le limitate dimensioni della zolla e l'impiego di operatori

Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI
		1233_PD-C-007_0.docx

in immersione le metodiche manuali permettono però interventi di ripristino di limitate estensioni (alcuni ettari) mentre appaiono più indicate in aree critiche per l'impiego di metodiche meccanizzate.



Figura 4: Fase di prelievo di zolla con tecnica manuale

Solo nell'ultimo decennio, sono stati predisposti appositi sistemi meccanizzati di vario tipo che permettono di eseguire trapianti di zolle di significative dimensioni (0,25-1 mq e 0,3-0,5 m in spessore). Se da un lato queste metodiche permettono interventi di ripristino su superfici ampie e un minore disturbo per le zolle, dall'altro però richiedono una accurata messa a punto di mezzi servoassistiti e imbarcazioni e un significativo sforzo economico (Paling et al. 2001a, 2001b; Fishman et al. 2004).

La scelta della metodica più opportuna è strettamente connessa alla tipologia delle rizofite che si devono trapiantare e alle caratteristiche del sito (mare, laguna, profondità, tipologia dei sedimenti, correnti, ecc.).

Le tecniche utilizzate per gli interventi di forestazione consistono nell'inserimento di zolle vegetate, da prelevare da un sito "donatore" o il reimpianto a talee, grazie al prelievo delle stesse sempre a partire da un sito donatore e al loro successivo impianto. Nel complesso, la tecnica più efficiente di trapianto è risultata quella delle **zolle vegetate**, che consente di inserire nel sito ospite del materiale con la propria rizosfera intatta e un nucleo di sedimento autoctono che riduce i fenomeni di stress post-trapianto.

La necessità di protezione delle zolle iniziali di nuovo impianto, che può risultare indispensabile soprattutto in siti critici (per idrodinamismo, traffico, ecc.) viene assicurata mediante l'utilizzo di sacchi in iuta o altro materiale degradabile o reti protettive da stendere al di sopra del piano sedimentario, a trapianto concluso.

Le operazioni di trapianto prevedono una fase di preparazione delle parcelle riceventi e di inserimento delle zolle vegetate. Le operazioni vengono effettuate manualmente, con una tecnica di limitato impatto nei confronti del fondale. Questa tecnica consente di operare limitando sempre l'esposizione delle zolle all'aria a pochissimo tempo (poche ore). I quantitativi previsti si riferiscono al totale delle zolle che vengono generalmente reimpiantate, solitamente in numero di alcune decine per ogni parcella, alla distanza di circa 1 metro tra zolla e zolla. La realizzazione di parcelle a grandi zolle (di circa 1 m²) è stata realizzata mediante l'applicazione della metodica di prelievo e di reimpianto mediante utilizzo di pala

Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI
		1233_PD-C-007_0.docx

meccanica da pontone attrezzato, in grado di movimentare nell'unità di tempo notevoli superfici vegetate.

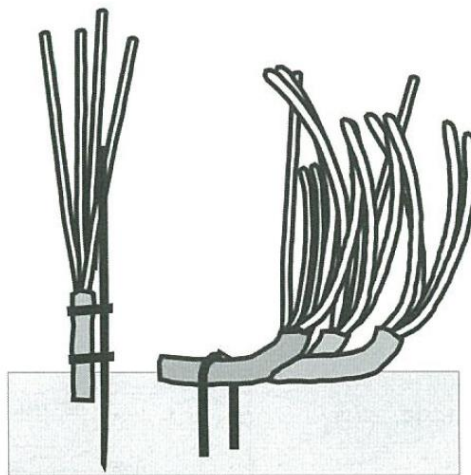


Figura 5: talea ortotropa (a sx, fissata a un tutore) e plagiotropia (a dx, tre fasci di foglie fissati da un chiodo a U) di Posidonia Oceanica. Tecnica dell'Università di Nizza- Sophia Antipolis ®. Da Boudouresque (2001)

La stagione migliore per il trapianto della Posidonia Oceanica, per garantire la sopravvivenza e la crescita delle talee, è la primavera per le talee plagiotrope (rizomi orizzontali), con un tasso medio di sopravvivenza del 92% (dopo 3 anni), e l'autunno per le talee inizialmente ortotrope (rizomi verticali), il cui tasso è del 45 %. Le talee plagiotrope danno risultati migliori (74-76 % di sopravvivenza in media) rispetto alle ortotrope e la loro crescita è più rapida. Per le talee ortotrope la lunghezza ottimale del rizoma è di 10-15 cm. Le talee prelevate in profondità danno risultati migliori rispetto a quelle provenienti da praterie superficiali.



Figura 6: Fase di prelievo di grandi zolla mediante mezzi meccanici, con benna tradizionale (a sinistra) e con benna idraulica (a destra) recentemente messa a punto che permette di realizzare lo scavo per alloggiamento delle zolle contestualmente alla posa.

Prossimamente sarà condotta una attività preliminare per definire l'esatta localizzazione delle parcelle di espianto e di rimpianto al fine di tenere conto delle condizioni morfologiche, sedimentologiche, idrodinamiche dell'area; il piano di indagini integrativo risulta di prossima esecuzione.

Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI
		1233_PD-C-007_0.docx

Esperienze analoghe hanno previsto il trapianto di 1000 zolle di circa 1.6 m² mediante impiego di appositi mezzi idraulici, successivamente disposte a scacchiera realizzando una parcella rifeorestata della superficie di circa quattro volte rispetto a quella netta di espianto.

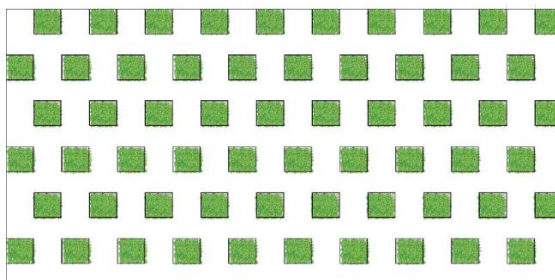
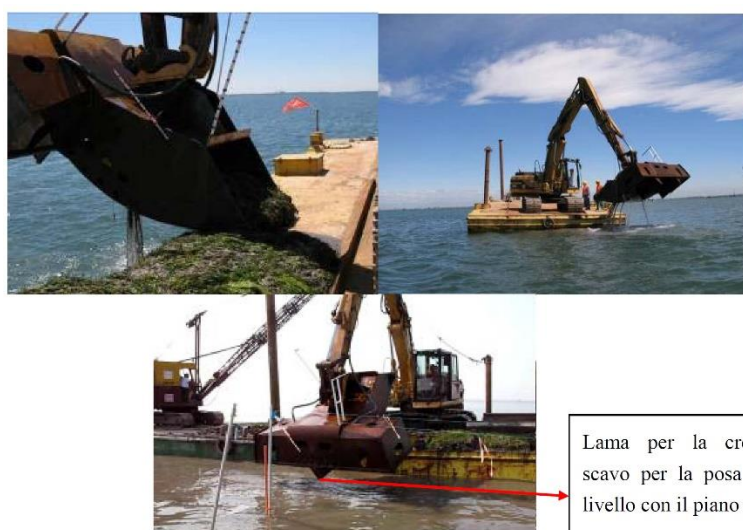


Figura 7: Schema a scacchiera di disposizione delle zolle nella parcella di trapianto

Dall'esperienze condotte è emerso che tale disposizione permette di ottenere una superficie finale di reimpianto con un grado di copertura di circa il 40% nell'arco di una stagione estiva; questa stessa superficie, attraverso la crescita dei rizomi negli spazi interzolla privi di fanerogame, potrà raggiungere un grado di copertura del 70-80% nel secondo anno.

Il prelievo ed il reimpianto potranno essere condotti da un pontone, caratterizzato da movimentazione autonoma e munito di braccio idraulico con all'estremità un'apposita benna in grado di prelevare zolle di circa 1,6 m². La benna sarà dotata di un sistema che permette di scaricare l'acqua nella fase di prelievo evitando un eccesso di ristagno che danneggia le zolle e di una lama nella parte inferiore che permette di scavare un alloggiamento nel fondale di circa 50 cm necessario per la posa delle zolle con una corretta livellazione rispetto al piano sedimentario circostante.

L'attività sarà svolta in presenza di tecnici esperti che forniscano assistenza durante le fasi operative di prelievo e di inserimento delle zolle e il supporto scientifico al fine di garantire il corretto inserimento nei siti di reimpianto.



Lama per la creazione dello scavo per la posa delle zolle a livello con il piano sedimentario

Figura 8: Benna idraulica appositamente realizzata per il prelievo di grandi zolle

Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_0.docx

3 CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELL'AREA MARINA PROSPICENTE IL LITORALE TOSCANO

Per quanto concerne l'area afferente al presente progetto che si estende al largo della costa Toscana e più specificatamente al largo della città di Livorno, questa appartiene nel suo complesso al Geographical Subarea (GSA) n 9 (Ligurian Sea and Northern Tyrrhenian Sea) che si estende per ca. 42.410 km² tra il mar Ligure e il Mar Tirreno centro settentrionale.

Si tratta di un'area eterogenea sotto l'aspetto morfologico ed ecologico, per la varietà di habitat, condizioni ambientali e comunità biologiche presenti. La costa toscana si estende per oltre 600 km, comprendendo circa 400 km di terraferma e 200 km di coste insulari, dove sono presenti due tipologie di litorale: quello delle coste basse e sabbiose e quelle della costa alta e rocciosa che si possono riscontrare anche lungo la costa livornese con tratti di litorale sabbioso a nord della città e are rocciose lungo il litorale meridionale.

Per quanto riguarda le biocenosi bentoniche dei fondali sono presenti tutte le biocenosi delle sabbie e dei detriti: Sabbie Fini Superficiali, Sabbie Fini Ben Calibrate, Detritico Costiero, Detritico del Largo e Detritico Infangato così come definite in Peres & Picard, (1964). Molto estesa è anche la biocenosi dei Fanghi Terrigeni Costieri, che all'inizio della scarpata spesso lascia il posto al Detritico del Largo. Sulla scarpata segue la biocenosi dei Fanghi Profondi.

I fondi duri presentano spesso un andamento verticale dove possono essere presenti alcune delle più interessanti facies a gorgonacei (*Paramuricea clavata*) e corallo rosso (*Corallium rubrum*) delle coste italiane. Sono presenti, inoltre, le praterie di *Posidonia oceanica* che si trovano un po' ovunque lungo la costa, anche se la loro estensione può essere limitata in alcuni tratti dalla ripidità dei fondali e dalla presenza dei grandi centri urbani.

Per quanto concerne i popolamenti bentonici, questi hanno un'elevata eterogeneità; sono presenti le biocenosi di fondo mobile e di fondo duro tipiche delle acque oligotrofiche del Mediterraneo, nei loro aspetti più integri e spesso spettacolari. I fondi mobili presenti al largo della Toscana ospitano popolamenti riconducibili, per la maggior parte, alla serie dei detritici che a profondità maggiori vengono sostituiti dai popolamenti dei fanghi.

I fondali duri costieri presentano le biocenosi tipiche delle pareti verticali. Le praterie di fanerogame marine sono particolarmente rigogliose soprattutto lungo le coste delle isole dell'Arcipelago Toscano, in particolare a Pianosa, ma sono presenti anche lungo la costa antistante il tratto litorale compreso tra Marina di Pisa e Livorno.

Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI
		1233_PD-C-007_0.docx

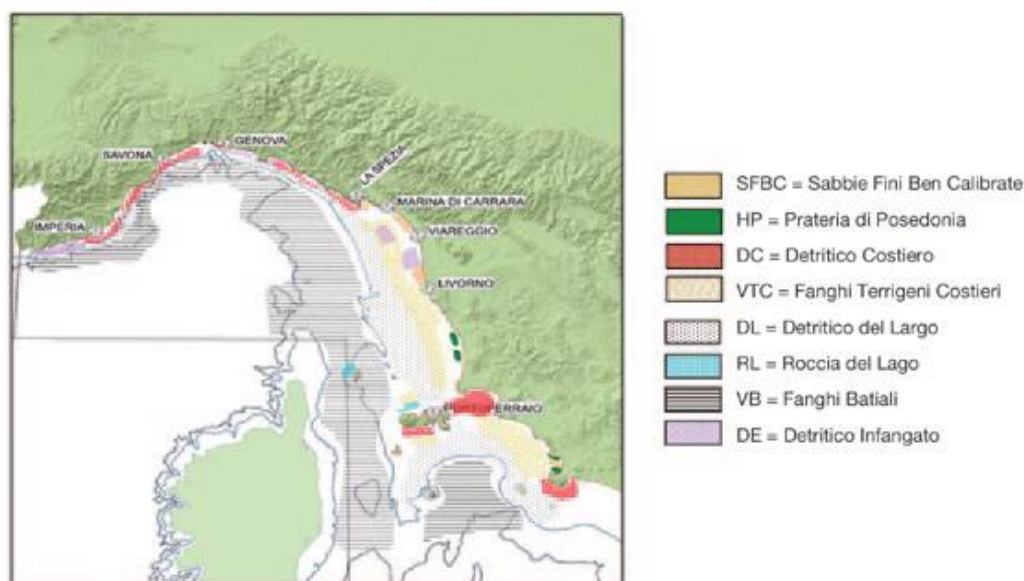


Figura 3-1 Distribuzione delle biocenosi lungo la costa tirrenica

Lungo la costa, nella fascia occupata dalle sabbie, si riscontrano diversi popolamenti animali e vegetali che si distribuiscono secondo un gradiente ecologico che dipende principalmente dalla profondità, dall'intensità del moto ondoso e dalle caratteristiche dei fondali. Procedendo dalla costa verso il largo si possono distinguere zone con popolamenti algali fotofili, zone con praterie di fanerogame marine (*Cymodocea nodosa* e *Posidonia oceanica*), zone un tempo occupate dalla prateria ("matte" morta) con presenza, a volte, di formazioni a coralligeno e popolamenti tipici di fondi detritici costieri a maggiore o minore granulometria, costituiti per lo più da organismi fossori e da detritivori.

Per quanto concerne l'inquadramento da un punto di vista della qualità delle biocenosi, l'ARPAT esegue annualmente il monitoraggio delle aree costiere attraverso il prelievo di campioni di macrobenthos in alcune stazioni costiere per la definizione dello stato ecologico; i risultati delle indagini eseguite nel corso del periodo 2019-2020 sono riportati nella tabella che segue; gran parte delle stazioni costiere sono classificate con uno stato ecologico elevato, mentre solo poche stazioni sono classificate con uno stato buono.

Corpo idrico	Stazione	M-AMBI	Classe di Qualità
Costa del Cecina (2020)	Marina di Castagneto	0,80	B
Costa Piombino (2020)	Salivoli	0,99	E
Costa Follonica (2020)	Carbonifera	0,90	E
Costa Punta Ala (2019)	Foce Bruna	0,75	B
Costa Ombrone (2019)	Foce Ombrone	0,90	E
Costa Uccellina (2019)	Cala di Forno	0,87	E
Costa Albegna (2019)	Foce Albegna	0,85	E
Costa dell'Argentario (2019)	Porto S.Stefano	0,93	E
Costa Burano (2019)	Ansedonia	0,99	E
Arcipelago Isole Minori (2020)	Giglio	0,76	E
	Capraia	0,93	(media 0,83)

Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI
		1233_PD-C-007_0.docx

L'area marina antistante la costa toscana che si protrae attraverso la presenza delle isole fino alla costa corsa si contraddistingue, inoltre, per la presenza di molte aree marine protette e di siti appartenenti alla rete Natura 2000 europea. Nell'area interessata dagli interventi è presente il sito Natura 2000 ZSC IT5160018 Secche della Meloria dove sono presenti i seguenti habitat di interesse comunitario.

Code	Habitat
1120*	Praterie di Posidonia (<i>Posidonion oceanicae</i>)
1170	Scogliere

Di seguito si riporta una descrizione e un inquadramento dell'habitat 1120* presenti presso il litorale, nel sito Natura 2000 e all'interno dell'area di analisi al fine di poter meglio valutare il loro stato di conservazione dal punto di vista della struttura e funzione, così come previsto dalla normativa vigente.

3.1 1120* Praterie di Posidonia (*Posidonion oceanicae*)

Per quanto attiene il quadro normativo di riferimento, le praterie a Posidonia oceanica rientrano nella sfera di attenzione della Direttiva Habitat 1992/43/CEE, essendo riconosciute come Habitat di tipo prioritario (1120* - Praterie di Posidonia (*Posidonion oceanicae*) della Direttiva Europea 2000/60/CE Water Framework Directive che ne monitora lo stato di qualità tramite l'indice PREI (Posidonia Rapid Easy Index) e della Direttiva Europea 2008/56/CEE Marine Strategy Framework Directive, la guida di riferimento per la protezione e buona gestione dei mari europei.

Le praterie di *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile sono caratteristiche del piano infralitorale del Mediterraneo (profondità da poche dozzine di centimetri a 30-40 m) su substrati duri o mobili, queste praterie costituiscono una delle principali comunità climax. Esse tollerano variazioni relativamente ampie della temperatura e dell'idrodinamismo, ma sono sensibili alla dissalazione, normalmente necessitano di una salinità compresa tra 36 e 39 ‰.

Posidonia oceanica si trova generalmente in acque ben ossigenate, ma è sensibile come già detto alla dissalazione e quindi scompare nelle aree antistanti le foci dei fiumi. È anche sensibile all'inquinamento, all'ancoraggio di imbarcazioni, alla posa di cavi sottomarini, all'invasione di specie rizofitiche aliene, all'alterazione del regime sedimentario. Apporti massivi o depauperamenti sostanziali del sedimento e prolungati bassi regimi di luce, derivanti soprattutto da cause antropiche, in particolare errate pratiche di ripascimento delle spiagge, possono provocare una regressione di queste praterie. Le praterie marine a Posidonia costituiscono uno degli habitat più importanti del Mediterraneo, e assumono un ruolo fondamentale nell'ecosistema marino per quanto riguarda la produzione primaria, la biodiversità, l'equilibrio della dinamica di sedimentazione. Esse rappresentano un ottimo indicatore della qualità dell'ambiente marino nel suo complesso.

La vegetazione a *Posidonia oceanica* è stata riferita alla associazione monospecifica *Posidonietum oceanicae* (Funk 1927) Molinier 1958. La vegetazione algale fotofila associata alle foglie di Posidonia è riferita al *Myrionemo-Giraudietum sphacelarioidis* Van der Ben 1971, mentre quella sciafila associata ai rizomi è riferibile al *Flabellio-Peyssonnelietum squamariae* Molinier 1958. L'associazione a *Caulerpa prolifera* è riferita al *Caulerpetum proliferae* Di Martino & Giaccone 1997.

Le alghe associate a Posidonia sono di tipo fotofilo se si impiantano sulle foglie come *Hydrolithon farinosum*, *Pneophyllum fragile*, *Myrionema orbiculare*, *Giraudia sphacelarioides*, *Cladosiphon cylindricus*, *C. irregularis*, *Miriactula gracilis*, *Chondria mairei*, *Spermothamnion flabellatum*; mentre sono

Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_0.docx

di tipo sciafilo se associate ai rizomi come *Peyssonnelia squamaria*, *Osmundaria volubilis* e *Flabellia petiolata*.

- III. 5. POSIDONIA OCEANICA MEADOWS - PRATERIA A POSIDONIA OCEANICA
 - III. 5. 1. Posidonia oceanica meadows (= Association with Posidonia oceanica) - Prateria a *Posidonia oceanica* (= Associazione a *Posidonia oceanica*)
 - III. 5. 1. 1. Ecomorphosis of striped meadows - Ecomorfosi di praterie a bande
 - III. 5. 1. 2. Ecomorphosis of “barrier-reef” meadows - Ecomorfosi di praterie a barriera
 - III. 5. 1. 3. Facies of dead “mattes” of *Posidonia oceanica* without much epiflora - Facies dei rizomi morti (mattes mortes) di *Posidonia oceanica*
 - III. 5. 1. 4. Association with *Caulerpa prolifera* - Associazione a *Caulerpa prolifera*

4 INDAGINI PROPEDEUTICHE AGLI INTERVENTI PROGETTUALI E DI TRAPIANTO

Il presente capitolo costituisce la descrizione sintetica delle attività di indagine propedeutiche alle opere di compensazione ambientale previste dal progetto delle opere di prima fase della Piattaforma Europa che prevedono attività di trapianto di praterie di *Posidonia oceanica* per una superficie totale di ca. 6000 m².

Questi interventi tentano di razionalizzare l'utilizzo delle risorse derivanti dall'intervento stesso quali l'utilizzo di inneschi di nuclei di *Posidonia oceanica* in aree limitrofe a quelle di progetto al fine di limitarne gli impatti.

In questo modo è possibile, da un lato ottenere impatti positivi dall'intervento e, dall'altro, andare a inquadrare in un'unica strategia di gestione gli impatti e le criticità.

Per quanto concerne il trapianto di prateria, le attività propedeutiche hanno compreso:

- rilievi batimetrici e morfologici condotti con strumentazione acustica Multibeam e Single Beam
- rilievi Side Scan Sonar;
- esecuzione di indagini video fotografiche mediante Remotely Operated Vehicle (ROV);
- campionamenti per la raccolta di informazioni in grado di caratterizzare la prateria e la fenologia delle piante presenti.

Tutte le indagini sono state eseguite dalla ditta COLMAR.

4.1 Indagini acustiche funzionali alla progettazione

Nel corso delle indagini sono state eseguite misure acustiche mediante strumentazione Side Scan Sonar che sono state utilizzate per la ricostruzione della mappa di distribuzione della prateria di fanerogame nell'area di progetto e nel tratto marino antistante. Di seguito si riporta la mappa dei transetti eseguiti e la ricostruzione della distribuzione della prateria eseguita da COLMAR a seguito delle indagini condotte.

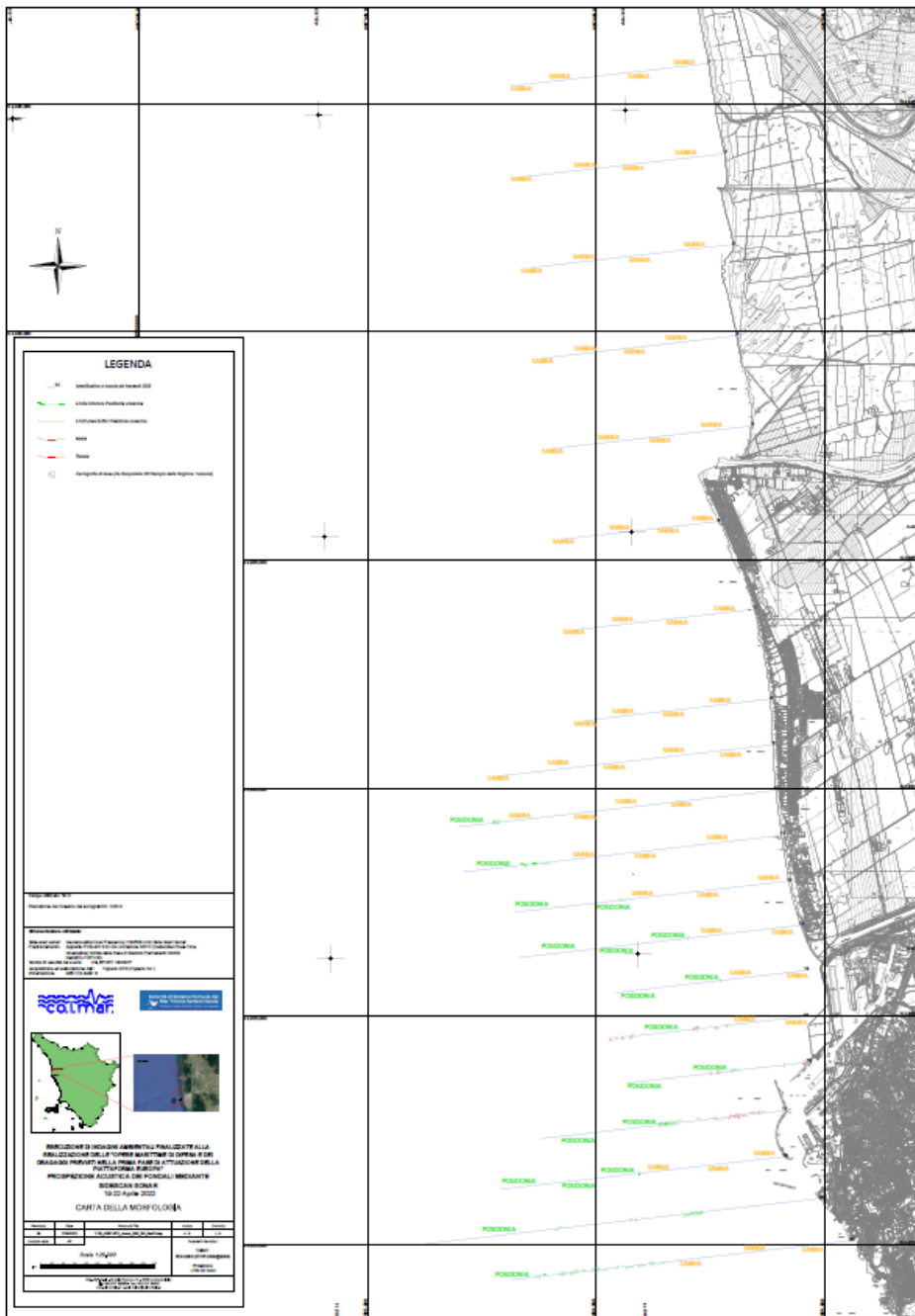


Figura 2 Localizzazione dei transetti SSS lungo la costa di Livorno e ricostruzione della distribuzione di P. oceanica nel tratto marino antistante Livorno

4.2 Indagini ROV

Nell'ambito delle indagini sono stati eseguite indagini con Remotely Operated Vehicle (ROV) da COLMAR per visualizzare le aree di prateria potenziali per l'espianto delle talee (Aree 1, 2 e 3), il limite inferiore indicato nella mappatura di CIBM del 2017 del grande poligono di prateria presente tra il porto di Livorno e la secca della Meloria e il tratto marino dove si è ipotizzato possa avvenire l'espianto.

Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI
		1233_PD-C-007_0.docx

Le indagini ROV hanno inoltre incluso dei tratti di fondale in ambito portuale. Nella figura che segue sono riportati i tracciati delle indagini ROV eseguite.

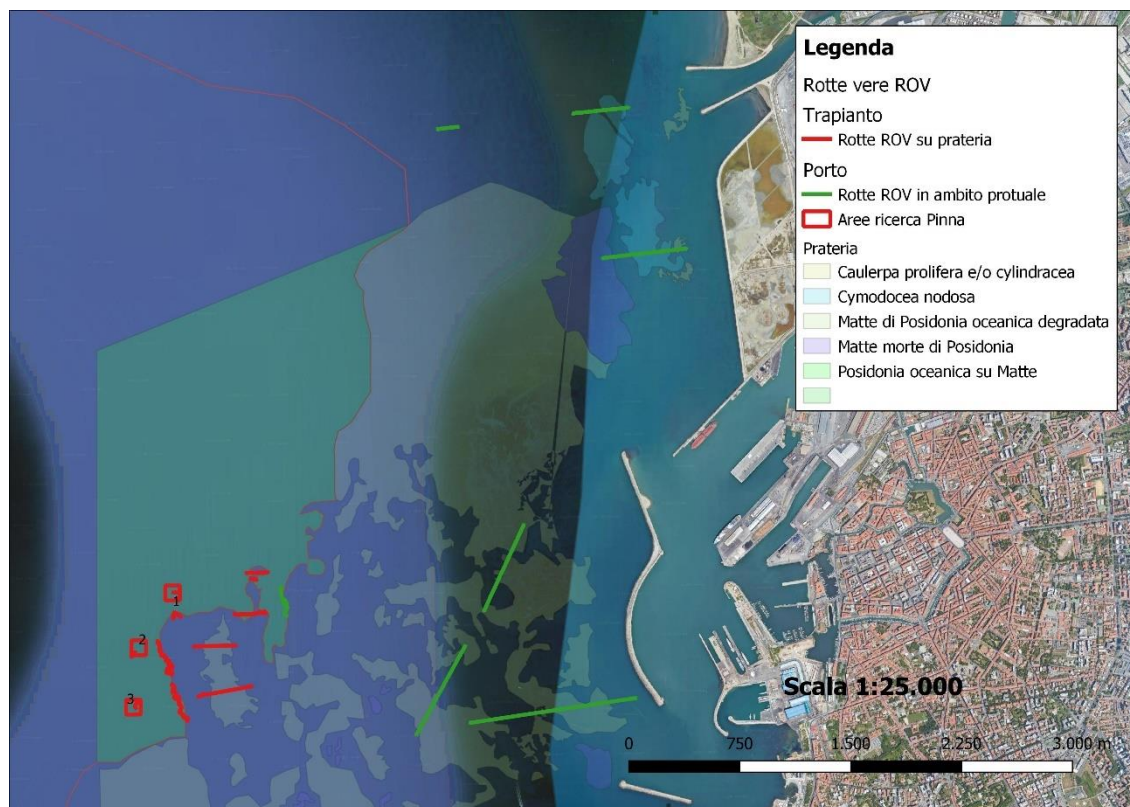


Figura 3 Transetti ROV eseguiti nel corso delle indagini da COLMAR

5 DISTRIBUZIONE DELLA PRATERIA

Le indagini eseguite nell'area prospiciente il porto di Livorno hanno confermato in gran parte quanto rilevato nel 2017 dai rilievi condotti da CIBM. In alcune aree l'estensione della prateria è risultata in espansione rispetto a quanto rilevato nel 2017, come evidenziato nella relazione "ESECUZIONE DI INDAGINI AMBIENTALI INTEGRATIVE FINALIZZATE ALLA REALIZZAZIONE DELLE "OPERE MARITTIME DI DIFESA I DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA" della ditta COLMAR di cui si ripropone la mappatura eseguita nella figura che segue.

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto definitivo

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI

1233_PD-C-007_0.docx

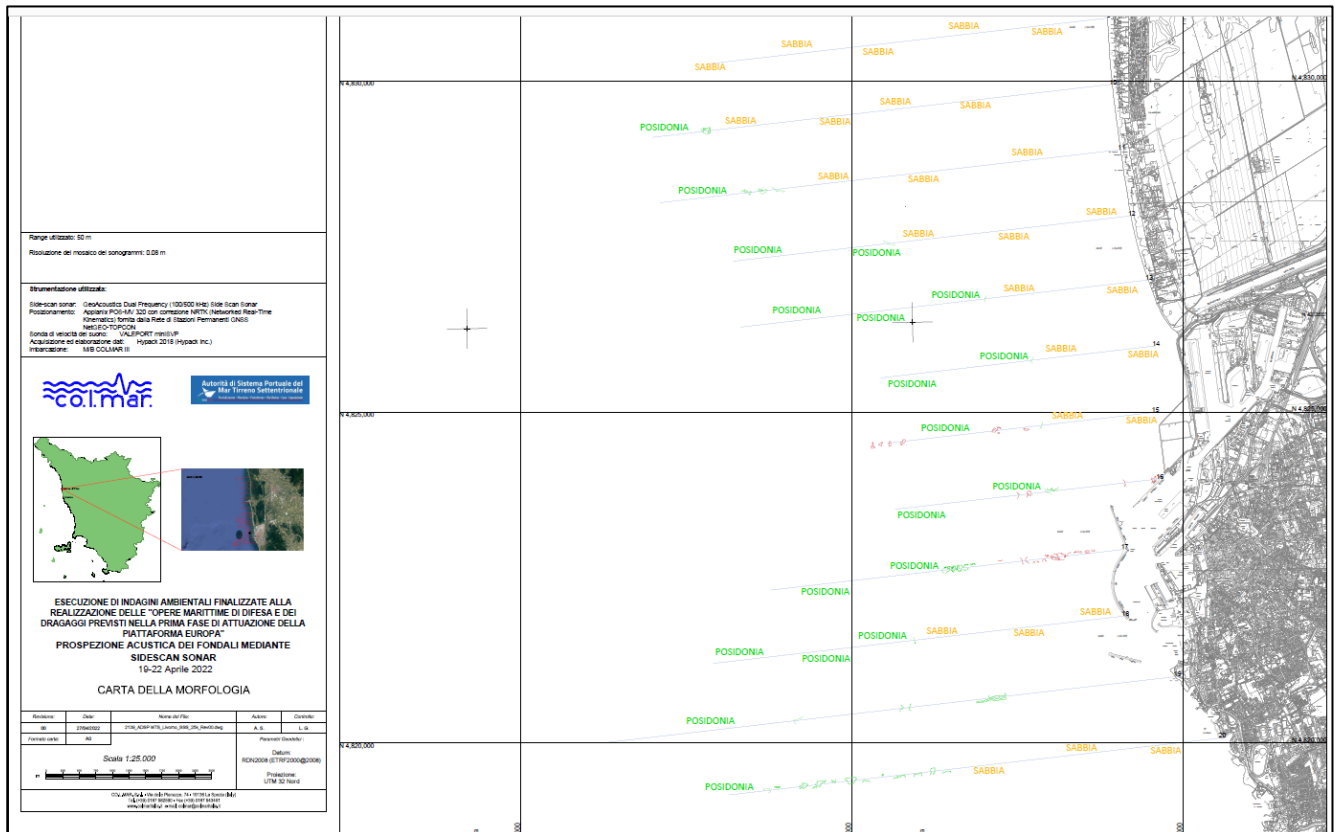


Figura 4 Distribuzione della *P. oceanica* sulla base dei rilievi condotto da COLMAR nel 2022

I rilievi condotti sul limite della prateria confermano quanto evidenziato nel 2017 con il limite principale che ha subito pochi cambiamenti; le aree dove si è ipotizzato l'espianto delle talee sono visivamente risultate di buona qualità, qualità che è stata confermata dalle indagini condotte sulle principali caratteristiche fenologiche delle piante che sono riportate in seguito (cfr. par. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

Per quanto concerne le indagini ROV condotte sul poligono posto dinanzi al limite monitorato della prateria e che nella precedentemente mappatura era stato indicato come prateria degradata, si è constatata una sua espansione, almeno lungo i due transetti visualizzati, nel tratto occidentale e uno stato di qualità apparente migliore rispetto a quanto emerso in passato. In particolare, il suo limite ad ovest si è proteso fino alla batimetria consentita di ca. 16 – 18 m.

Il poligono è stato indagato su due principali transetti (transetti 6 e 7), come si evidenzia nella figura che segue; i video ROV hanno evidenziato la presenza di aree di prateria, in alcuni casi degradata, ma in altri di discreta qualità, anche nel tratto compreso tra il poligono principale delle zone di espianto e il poligono tagliato dai due transetti, lì dove le batimetrie lo consentono e siano inferiori ai ca. 16 - 18 m.

La limitata copertura ROV dei due transetti eseguiti non garantisce che le condizioni in altre zone del poligono siano simili; per l'interpretazione dei dati si è quindi fatto riferimento, oltre che alle immagini ROV, alle batimetrie presenti che si approfondiscono tra i due poligoni superando i 16 – 18 m, limite di profondità osservato oltre al quale la posidonia ha difficoltà a sopravvivere nel tratto marino monitorato.

Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI
		1233_PD-C-007_0.docx

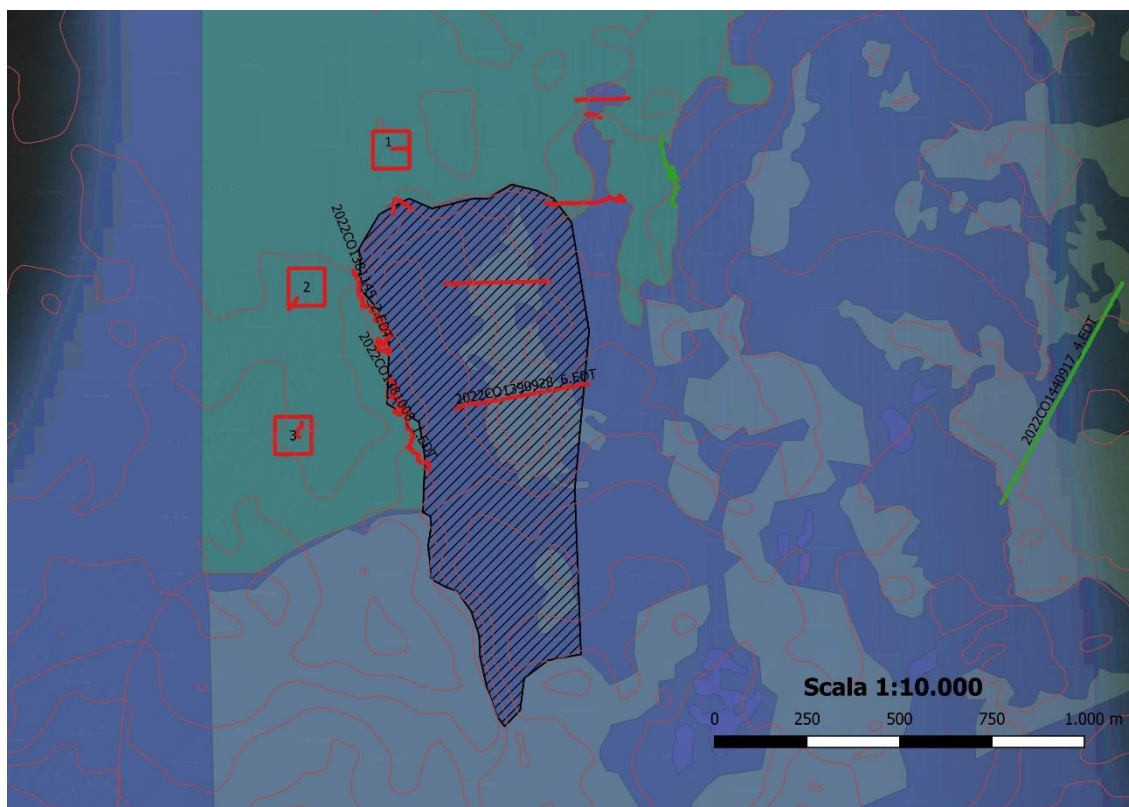


Figura 5 Particolare dell'area ipotizzata per il trapianto e verificata tramite indagine ROV

Per quanto concerne i transesti eseguiti in ambito portuale, questi hanno confermato la presenza sporadica di aree di prateria degradata in alcuni tratti dove le batimetrie lo consentano (presumibilmente comprese tra i 10 e i 14 m); spesso, inoltre, queste aree sono localizzate su roccia che si eleva dal fondale favorendo quindi l'esposizione alla luce delle piante e, al tempo stesso, limitando la sedimentazione sulle piante dovuta al trasporto solido e alla risospensione dei sedimenti.

6 PROPOSTA DI TRAPIANTO

6.1 Tipologie di trapianto considerate in fase di progettazione

Le tipologie di trapianto proposte in questo capitolo sono state scelte sulla base delle indicazioni riportate nel manuale ISPRA "Conservazione e gestione della naturalità degli ecosistemi marino-costieri. Il trapianto di praterie di *Posidonia oceanica*" (2014).

6.1.1 Trapianto *posidonia* mediante geogriglie

Questa metodologia sviluppata da Calvo et al. (in ISPRA 2014) prevede che le talee di *Posidonia oceanica* siano preventivamente fissate su griglie metalliche elettrosaldate che vengono saldamente ancorate al fondale mediante paletti metallici; il tipo di substrato idoneo può essere rappresentato sia da matite sia da fondale sabbioso.

Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_0.docx

Nella tecnica sviluppata dal Calvo vengono utilizzati dei rizomi plagiotropi su cui vi siano più gruppi fogliari. Le griglie sono di tipo metallico e possono avere dimensioni variabili tra 0,5×0,5 m e 1×1 m con maglie di 5 cm di lato, ancorate al substrato mediante chiodi in ferro con estremità ricurva ad ombrello di lunghezza 70 cm.

Le talee di *P. oceanica* vengono prelevate da una prateria donatrice ubicata ad una profondità simile a quella del sito ricevente e trasportate immediatamente al sito di allestimento delle griglie e posizionate subito dopo nel sito ricevente. In particolare, le talee vengono posizionate al di sotto della rete e a diretto contatto con il substrato e fissate con fascette a strappo in plastica (biodegradabile), in modo tale che i fascicoli fogliari fuoriescano verso alto. Le griglie sono ancorate al substrato con una disposizione a scacchiera, secondo lo schema della quinconce.

Questa metodica prevede di prelevare dalla prateria donatrice un numero di fasci/m² dell'1% della densità media presente, al fine di ridurre al minimo l'impatto e rendere più sostenibile l'intervento (Diaz Almela e Duarte, 2008).

E' poi necessario trapiantare le talee entro poche ore dall'espianto, evitando di esporle a disidratazione e stress termici e in seguito all'impianto interdire la pesca e gli ancoraggi nella zona interessata dalla riforestazione. La metodologia non si presta ad essere utilizzata su fondali rocciosi, soggetti a insabbiamento o con forte idrodinamismo.



Figura 6 Esempio di griglia metallica utilizzata per il trapianto (da ISPRA, 2014)

6.1.2 Trapianto *posidonia* mediante biostuoie

Questa metodologia di trapianto è stata sviluppata da Cinelli et al. (in ISPRA 2014) e prevede di rivestire il fondale soggetto a fenomeni erosivi mediante la stesura di una biostuoia in agave e di una geostuoia sintetica tridimensionale, spessa min. 10 mm, sormontata da una rete metallica a doppia torsione. La rete e la geostuoia sono fissate al fondo mediante dei picchetti o degli ancoraggi specifici, mentre il suo rivestimento viene utilizzato per la messa a dimora di talee e rizomi di *Posidonia oceanica*.

Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI
		1233_PD-C-007_0.docx

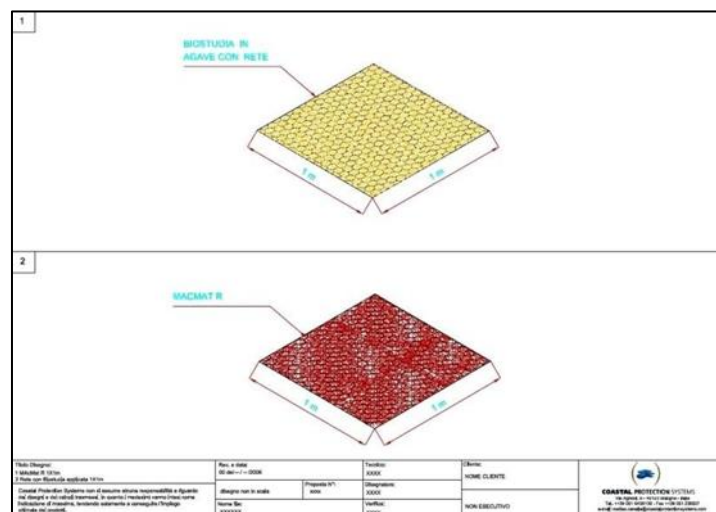


Figura 7 Biostuoia in agave e geostuoia in polipropilene

Il campo di applicazione di questa metodica predilige i fondali in erosione con presenza di praterie di *P. oceanica*, quindi si presta bene all'area interessata dagli interventi di trapianto in oggetto.

La metodica prevede l'utilizzo dei seguenti materiali:

- geostuoia tridimensionale di min. 10 mm di spessore e massa areica minima pari a 750 g/m²;
- rete metallica a doppia torsione $\varnothing$ 2,2 mm, maglia 6x8 cm, zincata e, in ambienti chimici aggressivi, plastificata;
- ancoraggi in acciaio zincato a caldo o inox (tipo "Manta Rey"), con ancora della portata da 36 a 88 kN, cavo di diametro $\varnothing$ 10-16 mm e piastra di ripartizione, profondità di infissione L = 2,5-3,5 m per il fissaggio preventivo della stuoia e/o della rete;
- semina a spaglio;
- talee di Posidonia, Cymodocea, ecc..

La messa in opera dei moduli avviene sul fondale di natura sabbiosa regolare mediante la stesura per file parallele dei teli di geostuoia tridimensionale, avendo cura di sovrapporre lateralmente i teli per almeno 10 cm. Il fissaggio al fondale della geostuoia sopraflutto e lungo i lati viene fatto attraverso ancoraggi in acciaio con ausilio di martello idrodinamico a bicchiere e asta di guida in acciaio di diametro e lunghezza adeguati, secondo quantità variabili in funzione dalla pendenza e dall'idrodinamismo del fondale. La messa a dimora di talee e rizomi, se necessario, di alcune maglie della stuoia.

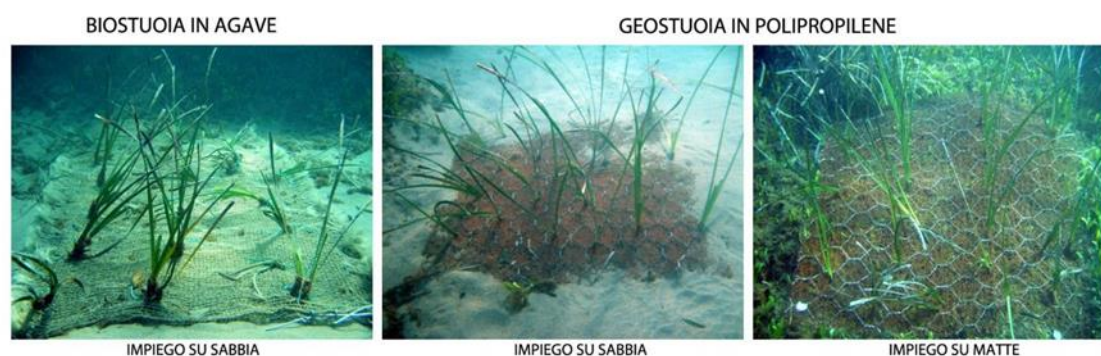


Figura 8 Esempi di impiego della Biostuoia in agave e della geostuoia in polipropilene

Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_0.docx

La sovrapposizione dei teli della stuoia si rende necessaria per evitare l'erosione tra le fasce stesse.

La geostuoia e la rete devono essere perfettamente adagiati e a contatto con il suolo sottostante, avendo cura di evitare la formazione di spazi vuoti che possono provocare sollevamenti della struttura. Per evitare danni la quantità di ancoraggi dovrà essere valutata in base alla pendenza e all'idrodinamismo del fondale e non dovrà essere inferiore a 1-2 ancoraggi per m².

Le talee devono essere trapiantate entro poche ore dal prelievo, mentre la scelta delle aree di impianto dovrà prevedere un idrodinamismo non troppo elevato e stabilità del sedimento.

I risultati migliori si ottengono su aree morte di matte, mentre dei limiti alla metodica sono costituiti da fondali molto irregolari o rocciosi, o con elevata velocità della corrente, forte moto ondoso e consistente trasporto solido.

6.1.3 *Trapianto di posidonia mediante materassi rivegetati*

Questa metodica è stata sviluppata dal Cinelli et al. (in ISPRA, 2014) e prevede l'utilizzo di materassi prefabbricati in rete metallica zincata, con spessore di minimo 0,17 cm che vengono rivestiti nella parte superiore con geostuoia o biofeltri e sono riempiti con materiale inerte (ghiaia, sabbia o limo) e foderati con geotessili.

I moduli e le parti dei moduli vengono assemblati con punti metallici in acciaio zincato o con fascette in nylon, in modo tale da costituire un'unica struttura. Le talee e i rizomi di specie di fanerogame marine vengono messe a dimora con piantatore.

Il metodo è utilizzato in fondali marini con energia idrodinamica significativa poiché i moduli così come concepiti e fissati al fondale possono svolgere una funzione di protezione rispetto all'erosione marina e in tal senso possono ben adattarsi all'area oggetto del presente studio.

I moduli sono strutture permeabili che non ostacolano la filtrazione dell'acqua ma una certa attenzione dovrà essere data al loro grado di stabilità rispetto alle tensioni di trascinamento dovute all'azione dell'acqua.

Alte concentrazioni di trasporto solido possono provocare la parziale sommersione delle strutture limitando l'efficacia del trapianto.

La metodica prevede l'utilizzo di moduli prefabbricati in rete metallica zincata con maglia tipo 6x8, con una lunghezza minima 2 m e larghezza minima 1 m e spessore minimo 0,17 cm. Al loro interno ed eventualmente in superficie vengono foderati con geotessili non sintetici o in fibra vegetale, con funzione di filtro e ritenzione di fini. Le talee vengono fissate con fascette in nylon da 5,0 mm.

All'interno dei moduli viene inserito del materiale inerte di varia granulometria.

Dove in presenza di forte moto ondoso e/o intense correnti si usano ancoraggi a scomparsa (tipo "Manta Ray") dotati di cavo o barre metalliche di lunghezza e diametro variabili in funzioni delle condizioni del sito.

Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI
		1233_PD-C-007_0.docx

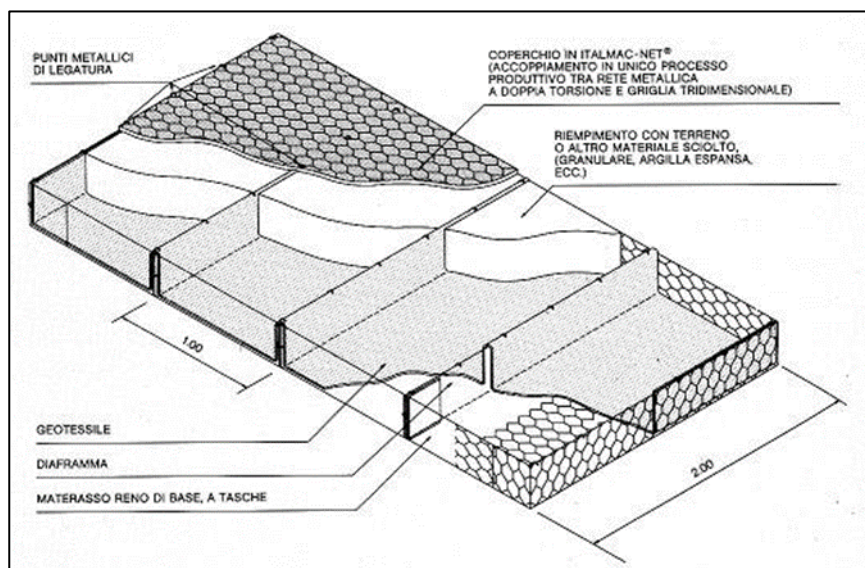


Figura 9 Esempio di materasso (da: ISPRA 2014)

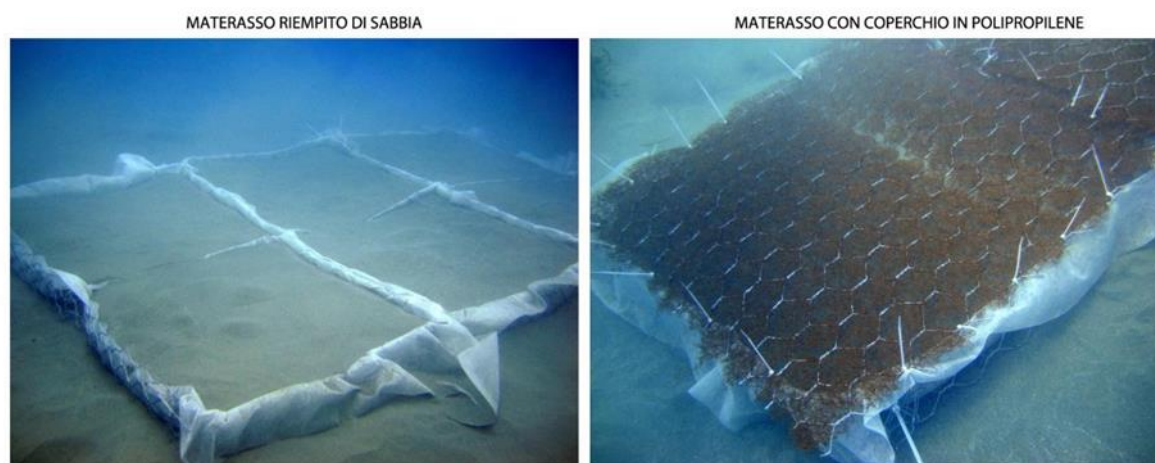


Figura 10 Esempio di materasso utilizzato per questa tipologia di trapianto (da ISPRA 2014)

La modalità di esecuzione del trapianto prevede la preparazione del piano di posa che dovrà essere quanto più omogeneo possibile; si passa poi all'allestimento vero e proprio dei materassi (foderati sul fondo e ai lati in geotessuto sintetico o in fibra vegetale, ritentori di fini) che saranno posizionati su pontone e poi messi in opera sul fondo.

Per unire i vari moduli verranno utilizzati punti metallici meccanizzati o filo metallico o fascette in nylon in funzione dell'idrodinamismo presente nel sito. Quando vi sia forte idrodinamismo l'ancoraggio al substrato sarà eseguito con ancoraggi metallici a scomparsa, in quantità e qualità tali da garantire la massima aderenza e stabilità del materasso al substrato o con zavorramento.

Il riempimento con ghiaia, sabbia o limo potrà essere additivato con concimi organici o inorganici e con fibre organiche che favoriscono lo sviluppo delle talee.

La messa a dimora delle talee di posidonia avverrà previo taglio eventuale di alcune maglie della stuoia.

Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI
		1233_PD-C-007_0.docx

Come nelle altre metodiche descritte anche in questo caso le talee devono essere trapiantate entro poche ore dal prelievo di espianto; si dovranno inoltre eseguire adeguate verifiche progettuali relativamente alle forze di sollevamento e trascinamento idrodinamiche presenti nel fondale.

Durante la movimentazione, la struttura può essere soggetta a deformazioni temporanee in quanto il materasso ritrova la propria forma originaria una volta posto in opera. In genere è comunque opportuno inserire barre di rinforzo da 20 mm legate alla struttura per ridurre le deformazioni e per meglio agganciare il materasso durante la movimentazione.

6.2 Individuazione delle aree di espianto ed impianto delle talee di *P. oceanica*

In fase di progettazione preliminare si è proceduto a identificare alcune aree potenziali di espianto e reimpianto di talee di *Posidonia oceanica* in fondali con battente compreso tra i 10 m e i 15 m di profondità, scelte sulla base di precedenti indagini e mappature dei fondali condotte da CIBM nel 2017.

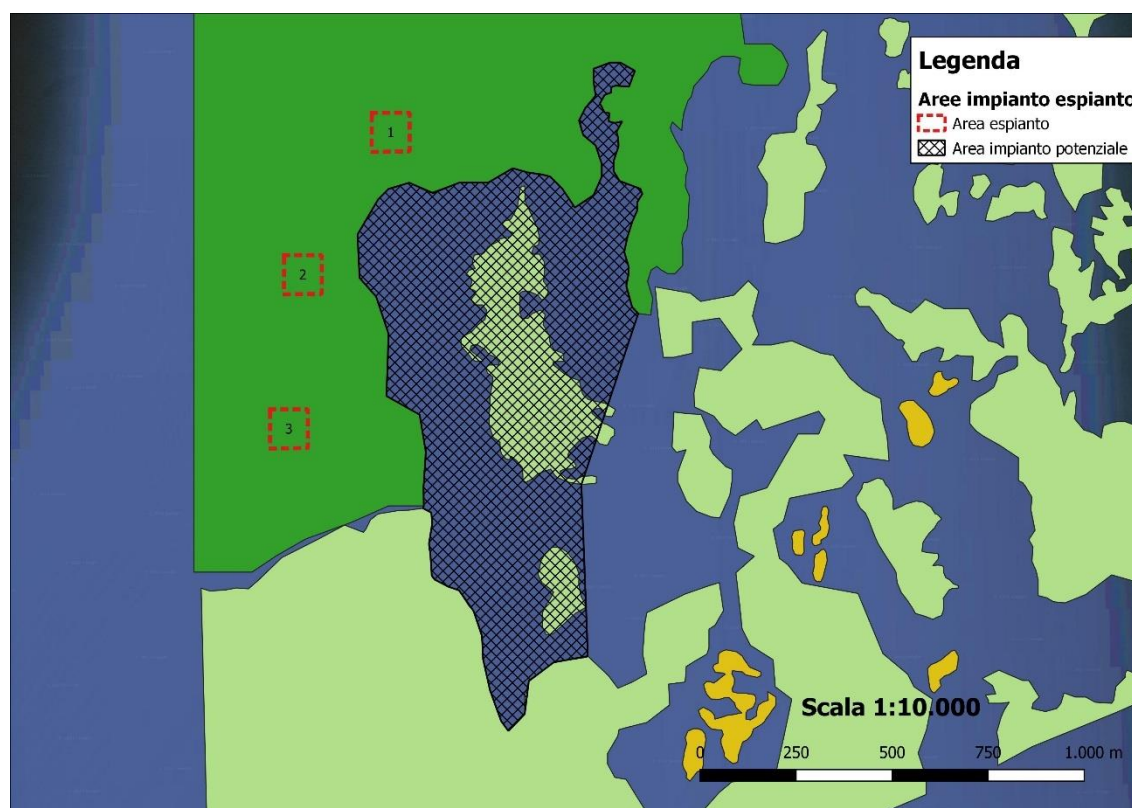


Figura 11 Aree di potenziale espianto e impianto individuate in fase di progettazione preliminare

In conformità a quanto indicato dalla normativa e sulla base della variabilità stagionale della specie si è ritenuto tuttavia necessario eseguire una preliminare verifica del fondale per poter opzionare le aree idonee all'espianto/impianto anche tenendo conto dei modelli multicriterio indicati in ISPRA (2014) e, successivamente, nelle recenti linee guida sviluppate nell'ambito del LIFE-SEPOSSO.

Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_0.docx

Implementazione dell'Indice Preliminare di Idoneità al Trapianto (PTSI) nell'ambito del LIFE-SEPOSSO

Il PTSI utilizza le informazioni ambientali disponibili per la **pre-selezione** dei siti

	Parametri	Punteggi
A	Distribuzione attuale della prateria	0 = presenza 1 = assenza
B	Presenza/assenza di tanatocenosi a Posidonia	1 = zona non vegetata 2 = presenza di matte morte
C	Prossimità ad una prateria naturale	0 = Entro un buffer di 30 metri dalla prateria esistente 1 = buffer > di 30 metri
D	Intervallo batimetrico potenziale della prateria	0 = > del limite inferiore e < del limite superiore delle praterie presenti localmente 1 = tra limite superiore e la profondità media - <u>D.S.</u> delle praterie presenti localmente 1 = tra il limite inferiore e la profondità media + <u>D.S.</u> delle praterie presenti localmente 2 = profondità media $\pm$ <u>D.S.</u> delle praterie presenti localmente
E	Tipologia del substrato	0 = limo e roccia nuda 1 = sabbia 2 = matte, sabbia con <i>Cymodocea nodosa</i>
F	Qualità dell'acqua	0 = scarsa 1 = media 2 = elevata

Si calcola mediante la formula: **PTSI = A x B x C x D x E x F**

Tabella 1 Sistema multi criterio per la valutazione di siti idonei al trapianto di *P. oceanica* (da LIFE SEPOSSO)

6.2.1 Aree di espianto

Il monitoraggio della prateria è stato condotto quanto più possibile, viste le finalità del monitoraggio, in accordo con quanto riportato nel protocollo di indagine previsto da ISPRA per le praterie di *P. oceanica* che prevede di eseguire rilievi ogni 3 anni dei limiti delle praterie oggetto di monitoraggio.

Nelle aree ipotizzate è stato quindi necessario acquisire lungo transetti prestabiliti nuovi dati acustici sulla morfologia del substrato e sulla facies a *Posidonia oceanica*, identificare la tipologia dei limiti della prateria e la loro estensione, raccogliere la documentazione videofotografica a supporto ad alta definizione e georeferenziata.

Oltre alle indagini strumentali, per verificare lo stato ecologico dell'habitat di prateria sono state necessarie anche alcune indagini fenologiche che hanno incluso prelievi dal fondale di campioni di piante e di sedimento.

Conformemente a quanto indicato nelle attuali metodiche di campionamento dell'habitat di prateria per la definizione dello stato ecologico, si è eseguito un monitoraggio di tipo gerarchico presso l'area di espianto n. 2, individuata sulla base dei rilievi precedenti, e un campionamento su transetto orizzontale lungo il margine della prateria in corrispondenza di quest'area.

Nelle altre due stazioni (Aree 1 e 3) sono state eseguite, oltre a riprese videofotografiche del fondale, prelievi di materiale dal fondo per l'esecuzione delle principali misure biometriche delle piante e ne è stata rilevata la densità.

Le attività di indagine sono state condotte a maggio del 2022, di seguito si riportano i principali risultati ottenuti dalle indagini svolte.

6.2.1.1 Area di espianto 1

Presso la stazione denominata AREA 1 lo studio si è limitato ad una caratterizzazione della prateria adottando una strategia di campionamento ridotta ed effettuando quindi:

Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI
		1233_PD-C-007_0.docx

- 3 repliche per le misure di densità dei fasci
- 6 repliche per i prelievi di fasci ortotropi

Oltre alle misure e i prelievi di cui sopra, è stata annotata la presenza di eventuali fioriture, il tipo di substrato, la continuità della prateria, la composizione della prateria, effettuando stime percentuali di copertura relative a: *P. oceanica*, matite morta, *Cymodocea nodosa*, *Caulerpa prolifera*, *Caulerpa cylindracea* e *Caulerpa taxifolia*.

La prateria è risultata avere una densità dell'80 % come si evince dalla tabella che segue dove sono riportati in sintesi i risultati delle indagini condotte nella stazione.

Tabella 2 Riepilogo dei risultati di Livorno - AREA 1 Profondità: 10 m

LIVORNO - AREA 1 Profondità: 10 m			
Latitudine 43°32,9949'N		Longitudine 10°14,9157' E	
Prateria di <i>Posidonia oceanica</i>		Media	Err. Std.
Struttura:	Substrato di insediamento: matite Densità assoluta (N medio di fasci/m²)	366,67	26,10
	Copertura%	80,00	
	Densità relativa	293,34	
	Indice di conservazione CI	0,8	
	Indice di sostituzione SI	prateria monospecifica	
	Profondità limite inferiore	>15 m e <25 m	di acque poco trasparenti
	Tipologia limite inferiore	Regressivo	Regressione non recente
Fenologia:	Superficie fogliare media per fascio (cm²)	278,55	29,61
	L.A.I.	10,21	
	N° foglie Totali	35,00	
	Numero medio di foglie/fascio	5,83	0,31
	Num foglie adulte	2,83	0,17
	Num foglie intermedie	2,67	0,21
	Num foglie giovanili	0,33	0,21
	Lungh foglie adulte (cm)	47,55	4,76
	Lungh foglie intermedie (cm)	57,55	4,99
	Lungh foglie giovanili (cm)	1,17	0,83
	Larg foglie adulte (cm)	1,00	0,00
	Larg foglie intermedie (cm)	0,98	0,02
	Larg foglie giovanili (cm)	0,30	0,19
	% tessuto bruno delle foglie adulte	0,27	
	% apici delle foglie rotti (Coefficiente A)	48,57	

Nelle immagini che seguono si riportano alcune fotografie eseguite nel corso delle indagini ROV sull'area 1 nel corso del maggio 2022. Da esse si può osservare una copertura omogenea della prateria con presenza di piante in buona salute.

Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI
		1233_PD-C-007_0.docx

18/05/2022 14:27



18/05/2022 14:30



Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI
		1233_PD-C-007_0.docx

18/05/2022 14:28



18/05/2022 14:29



Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI
		1233_PD-C-007_0.docx



Figura 12 Immagini riprese con il ROV nel corso delle indagini propedeutiche svolte nel corso di maggio 2022 nell'Area 1

6.2.1.2 Area di espianto 2

La strategia di campionamento utilizzata per verificare lo stato della prateria donatrice in quest'area ha previsto il prelievo di campioni in più aree per il calcolo dell'indice PREI e la valutazione delle condizioni ecologiche del sito donatore che può rappresentare la prateria studiata.

Analogamente a quanto previsto dal DM 260/2010 si è eseguito un campionamento di tipo gerarchico sulla base delle indicazioni ottenute dalle indagini eseguite con la strumentazione acustica (MBES e SSS) e con le videoriprese ROV.

Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI
		1233_PD-C-007_0.docx

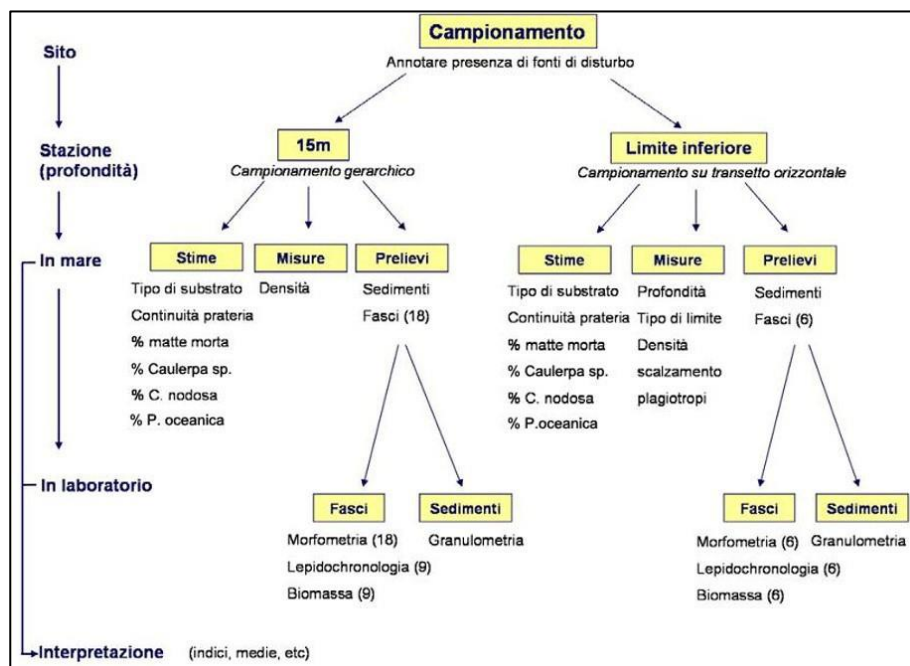


Figura 13 Schema di campionamento per l'indagine delle praterie a *P. oceanica* condotto nell'Area 2

La strategia di campionamento gerarchica prevista e applicata alla stazione "AREA 2" ha incluso il campionamento in 3 sub-aree di 400 m² circa ciascuna, distanziate di 10m tra loro, in ciascuna delle quali sono stati effettuati i seguenti prelievi:

- 3 repliche per le misure di densità dei fasci;
- 6 repliche per i prelievi di fasci ortotropi.

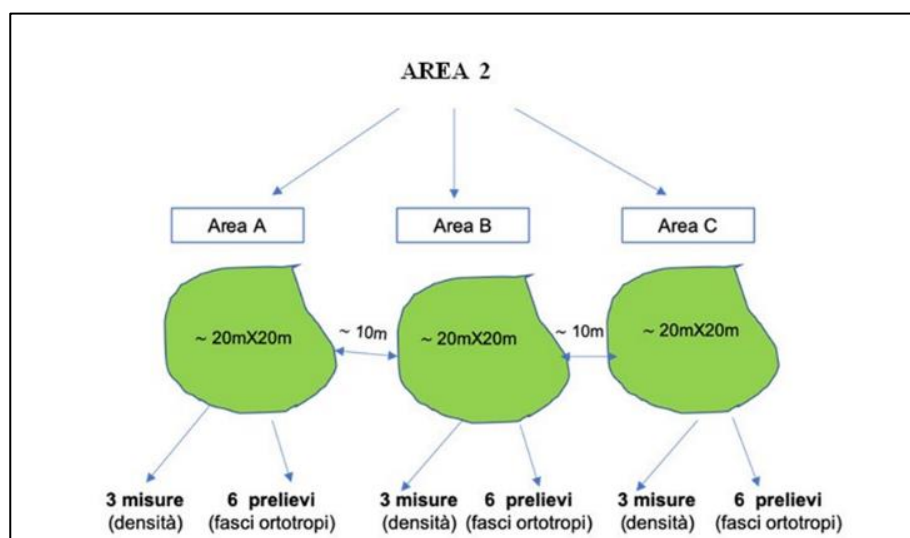


Figura 14 Strategia di campionamento gerarchica, richiesta per il monitoraggio di *P. oceanica* sulla stazione posizionata presso l'AREA 2

Per ciascuna delle 3 sub-aree, oltre alle misure e i prelievi di cui sopra, è stata annotata la presenza di eventuali fioriture, il tipo di substrato, la continuità della prateria, la composizione della prateria,

Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI
		1233_PD-C-007_0.docx

effettuando stime percentuali di copertura relative a: *P. oceanica*, *matte morta*, *Cymodocea nodosa*, *Caulerpa prolifera*, *Caulerpa cylindracea* e *Caulerpa taxifolia*. E' stato inoltre effettuato il prelievo dei sedimenti superficiali (2 cm) mediante carotiere manuale.

In corrispondenza della stazione AREA 2, è stato inoltre indagato un limite della prateria precedentemente individuato mediante indagine ROV, la strategia di campionamento è stata realizzata lungo un transetto orizzontale (i.e. transetto di 50-60 m) effettuando le seguenti indagini:

- 6 repliche per le conte di densità dei fasci;
- 6 prelievi di fasci ortotropi;

Le repliche sono state realizzate secondo tecniche di campionamento casuali lungo il transetto e distanziate tra loro minimo 1 m. Sono state annotate la presenza di fioriture, la profondità, il tipo di limite, il tipo di substrato, la continuità della prateria, la composizione della prateria, ed effettuate stime percentuali di copertura relative a: *P. oceanica*, *matte morta*, *Cymodocea nodosa*, *Caulerpa prolifera*, *Caulerpa cylindracea* e *Caulerpa taxifolia*. Inoltre, è stato stimato lo scalzamento e il portamento dei rizomi.

Nella stazione sul limite indagato, inoltre, è stato effettuato il prelievo dei sedimenti superficiali (2 cm) mediante carotiere manuale.

Nelle tabelle che seguono si riportano i principali risultati delle analisi condotte in campo presso l'area 2.

Tabella 3 Riepilogo dei risultati di Livorno - AREA 2 Profondità: 13 m

LIVORNO - AREA 2 Profondità: 13 m				
Latitudine 43°32,8043'N		Longitudine 10°14,7510' E		
AREA 2(1)				
Prateria di <i>Posidonia oceanica</i>		Media	Err. Std.	
Struttura:	Substrato di insediamento: matte			
	Densità assoluta (N medio di fasci/m²)	422,92	46,54	
	Copertura%	80,00		
	Densità relativa	338,34		
	Indice di conservazione CI	0,8		
	Indice di sostituzione SI	prateria monospecifica		
	Profondità limite inferiore	>15 m e <25 m	di acque poco trasparenti	
	Tipologia limite inferiore	Regressivo	Regressione non recente	
Fenologia:	Superficie fogliare media per fascio (cm²)	190,87	23,13	
	L.A.I.	8,07		
	N° foglie Totali	34,00		
	Numero medio di foglie/fascio	5,67	0,33	
	Num foglie adulte	3,17	0,17	
	Num foglie intermedie	2,17	0,17	
	Num foglie giovanili	0,33	0,21	
	Lungh foglie adulte (cm)	37,37	3,30	
	Lungh foglie intermedie (cm)	48,89	5,31	
	Lungh foglie giovanili (cm)	0,33	0,21	
	Larg foglie adulte (cm)	0,90	0,02	
	Larg foglie intermedie (cm)	0,88	0,02	
	Larg foglie giovanili (cm)	0,17	0,10	
	% tessuto bruno delle foglie adulte	0,67		
	% apici delle foglie rotti (Coefficiente A)	35,29		
	Biomassa:	Peso foglie (g)	0,828	0,128
		Peso epifiti (g)	0,068	0,028

Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI
		1233_PD-C-007_0.docx

AREA 2(2)			
Prateria di <i>Posidonia oceanica</i>		Media	Err. Std.
Struttura:	Substrato di insediamento: matte		
	Densità assoluta (N medio di fasci/m²)	416,67	22,05
	Copertura%	80,00	
	Densità relativa	333,34	
	Indice di conservazione CI	0,8	
	Indice di sostituzione SI	prateria monospecifica	
	Profondità limite inferiore	>15 m e <25 m	di acque poco trasparenti
	Tipologia limite inferiore	Regressivo	Regressione non recente
Fenologia:	Superficie fogliare media per fascio (cm²)	243,12	17,16
	L.A.I.	10,13	
	N° foglie Totali	31,00	
	Numero medio di foglie/fascio	5,17	0,60
	Num foglie adulte	2,67	0,33
	Num foglie intermedie	2,5	0,34
	Num foglie giovanili	0,00	0,00
	Lungh foglie adulte (cm)	48,36	2,59
	Lungh foglie intermedie (cm)	58,97	3,17
	Lungh foglie giovanili (cm)	0,00	0,00
	Larg foglie adulte (cm)	0,97	0,02
	Larg foglie intermedie (cm)	0,92	0,02
	Larg foglie giovanili (cm)	0,00	0,00
	% tessuto bruno delle foglie adulte	0,15	
	% apici delle foglie rotti (Coefficiente A)	25,81	
Biomassa:	Peso foglie (g)	0,895	0,055
	Peso epifiti (g)	0,029	0,009

AREA 2 (3)			
Prateria di <i>Posidonia oceanica</i>		Media	Err. Std.
Struttura:	Substrato di insediamento: matte		
	Densità assoluta (N medio di fasci/m²)	445,83	64,18
	Copertura%	80,00	
	Densità relativa	356,66	
	Indice di conservazione CI	0,8	
	Indice di sostituzione SI	prateria monospecifica	
	Profondità limite inferiore	>15 m e <25 m	di acque poco trasparenti
	Tipologia limite inferiore	Regressivo	Regressione non recente
Fenologia:	Superficie fogliare media per fascio (cm²)		14,96
	L.A.I.	271,62	
	N° foglie Totali	12,11	
	Numero medio di foglie/fascio	34,00	
	Num foglie adulte	5,67	0,21
	Num foglie intermedie	3,33	0,21
	Num foglie giovanili	2,33	0,21
	Num foglie giovanili	0,00	0,00
	Lungh foglie adulte (cm)	0,00	0,00
	Lungh foglie intermedie (cm)	46,08	3,49
	Lungh foglie giovanili (cm)	63,89	4,60
	Lungh foglie giovanili (cm)	0,00	0,00
	Larg foglie adulte (cm)	0,00	0,00
	Larg foglie intermedie (cm)	0,98	0,02
	Larg foglie giovanili (cm)	0,90	0,00
	Larg foglie giovanili (cm)	0,00	0,00
	% tessuto bruno delle foglie adulte	0,07	
	% apici delle foglie rotti (Coefficiente A)	14,70	

Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI
		1233_PD-C-007_0.docx

Biomassa:	Peso foglie (g)	1,03	0,065
	Peso epifiti (g)	0,053	0,011

Nelle immagini che seguono si riportano alcune fotografie eseguite nel corso delle indagini ROV sull'area 2 nel corso del maggio 2022. Da esse si può osservare una copertura omogenea della prateria con presenza di piante in buona salute.



Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI
		1233_PD-C-007_0.docx

18/05/2022 14:07



18/05/2022 14:08



Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI
		1233_PD-C-007_0.docx



Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI
		1233_PD-C-007_0.docx



Figura 15 Immagini riprese con il ROV nel corso delle indagini propedeutiche svolte nel corso di maggio 2022 nell'Area 2

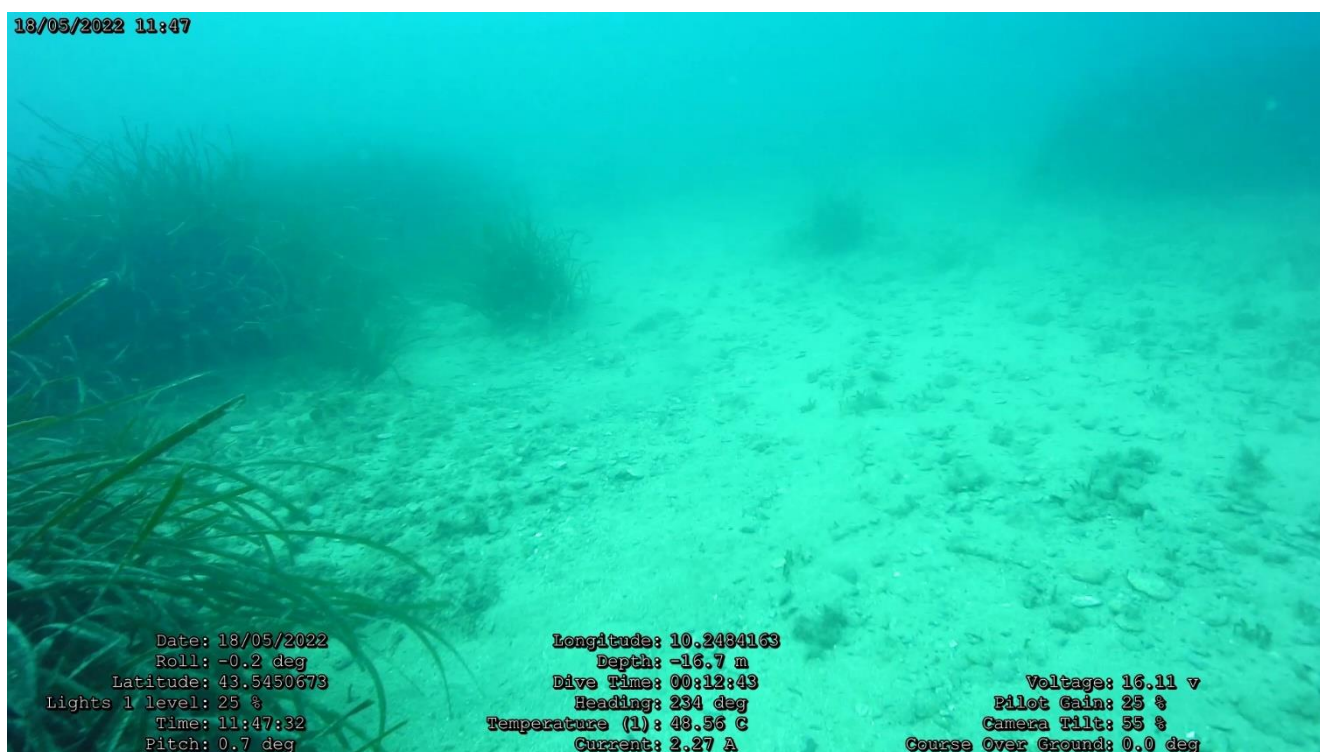
Nella tabella che segue si riportano i risultati delle indagini condotte sul transetto orizzontale presso il limite inferiore della prateria, mentre nelle immagini a seguire si riportano le immagini del limite rilevate con il ROV.

Tabella 4 Riepilogo dei risultati di Livorno - AREA 2 Limite inferiore

Livorno - Area LIMITE Profondità: 17 m			
Latitudine 43°32,8018'N		Longitudine 10°14,8429' E	
Prateria di <i>Posidonia oceanica</i>		Media	Err. Std.
Struttura:			
	Substrato di insediamento: matte		
	Densità assoluta (N medio di fasci/m ²)	339,58	30,52
	Copertura%	75,00	
	Densità relativa	254,69	
	Indice di conservazione CI	0,75	
	Indice di sostituzione SI	prateria monospecifica	
	Profondità limite inferiore	>15 m e <25 m	di acque poco trasparenti
	Tipologia limite inferiore	Regressivo	Regressione non recente
Fenologia:			
	Superficie fogliare media per fascio (cm ²)	306,41	22,48

Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI
		1233_PD-C-007_0.docx

	L.A.I.	10,40	
	N° foglie Totali	35,00	
	Numero medio di foglie/fascio	5,83	0,31
	Num foglie adulte	3	0,36
	Num foglie intermedie	2,83	0,17
	Num foglie giovanili	0	0
	Lungh foglie adulte (cm)	49,19	1,72
	Lungh foglie intermedie (cm)	64,80	3,72
	Lungh foglie giovanili (cm)	0	0,00
	Larg foglie adulte (cm)	0,99	0,02
	Larg foglie intermedie (cm)	0,97	0,02
	Larg foglie giovanili (cm)	0,00	0,00
	% tessuto bruno delle foglie adulte	0,15	
	% apici delle foglie rotti (Coefficiente A)	28,57	
Biomassa:			
	Peso foglie (g)	1,105	0,112
	Peso epifiti (g)	0,071	0,022



Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI
		1233_PD-C-007_0.docx



Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI
		1233_PD-C-007_0.docx



Figura 16 Immagini del lime inferiore riprese con il ROV il 18 maggio 2022

6.2.1.3 Area di espianto 3

Presso la stazione denominata AREA 3 lo studio si è limitato ad una caratterizzazione della prateria adottando una strategia di campionamento ridotta ed effettuando quindi:

- 3 repliche per le misure di densità dei fasci
- 6 repliche per i prelievi di fasci ortotropi

Oltre alle misure e i prelievi di cui sopra, è stata annotata la presenza di eventuali fioriture, il tipo di substrato, la continuità della prateria, la composizione della prateria, effettuando stime percentuali di copertura relative a: *P. oceanica*, matte morta, *Cymodocea nodosa*, *Caulerpa prolifera*, *Caulerpa cylindracea* e *Caulerpa taxifolia*.

Tabella 5 Riepilogo dei risultati di Livorno - AREA 3 Profondità: 13 m

LIVORNO - AREA 3 Profondità: 13 m			
Latitudine 43°32,5771'N		Longitudine 10°14,7117' E	
Prateria di <i>Posidonia oceanica</i>		Media	Err. Std.
Struttura:	Substrato di insediamento: matte		
	Densità assoluta (N medio di fasci/m ²)	437,50	46,07
	Copertura%	75,00	
	Densità relativa	328,13	
	Indice di conservazione CI	0,75	
	Indice di sostituzione SI	prateria monospecifica	
	Profondità limite inferiore	>15 m e <25 m	di acque poco trasparenti

Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI
		1233_PD-C-007_0.docx

	Tipologia limite inferiore	Regressivo	Regressione non recente
Fenologia:	Superficie fogliare media per fascio (cm ²)	147,53	14,88
	L.A.I.	6,45	
	N° foglie Totali	30,00	
	Numero medio di foglie/fascio	5,00	0,36
	Num foglie adulte	2,50	0,22
	Num foglie intermedie	2,33	0,21
	Num foglie giovanili	0,17	0,17
	Lungh foglie adulte (cm)	35,11	3,38
	Lungh foglie intermedie (cm)	40,74	5,69
	Lungh foglie giovanili (cm)	0,33	0,33
	Larg foglie adulte (cm)	0,88	0,02
	Larg foglie intermedie (cm)	0,87	0,02
	Larg foglie giovanili (cm)	0,15	0,15
	% tessuto bruno delle foglie adulte	0,12	
	% apici delle foglie rotti (Coefficiente A)	16,67	

Nelle immagini che seguono si riportano alcune fotografie eseguite nel corso delle indagini ROV sull'area 3 nel corso del maggio 2022. D esse si può osservare una copertura omogenea della prateria con presenza di piante in buona salute.



Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI
		1233_PD-C-007_0.docx



Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI
		1233_PD-C-007_0.docx



Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI
		1233_PD-C-007_0.docx



Figura 17 Immagini riprese con il ROV nel corso delle indagini propedeutiche svolte nel corso di maggio 2022 nell'Area 3

6.2.1.4 Indice PREI area di espianto

Al fine di poter valutare lo stato ecologico della prateria presente al largo della costa livornese che sarà oggetto delle attività di trapianto è stato si riporta il calcolo dell'indice PREI (Posidonia Rapid Easy Index, Gobert et al., 2009), eseguito da COLMAR, che rappresenta l'indice nazionale di classificazione dell'EQB Angiosperme secondo il DM 260/10.

Il PREI integra a livello informativo 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. L'indice multi-metrico prevede l'utilizzo di cinque principali descrittori: la densità della prateria (fasci m²); la superficie fogliare fascio, (cm² fascio-1); il rapporto tra la biomassa degli epifiti (mg fascio-1) e la biomassa fogliare fascio (mg fascio-1); la profondità del limite inferiore e la tipologia del limite inferiore.

La modalità di calcolo del PREI prevede l'applicazione della seguente equazione

$$RQE = (RQE' + 0.11) / (1 + 0.10)$$

Dove:

- $RQE' = (N_{\text{densità}} + N_{\text{superficie fogliare fascio}} + N_{\text{biomassa epifiti/biomassa fogliare}} + N_{\text{limite inferiore}}) / 3.5$

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Progetto definitivo	Elaborato: STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_0.docx
--	---	--

- $N_{densità} = \text{valore misurato} - 0 / \text{valore di riferimento} - 0$ in cui "0" viene considerato il valore di densità indicativo di condizioni pessime
- $N_{superficie\ fogliare\ fascio} = \text{valore misurato} - 0 / \text{valore di riferimento} - 0$ in cui "0" viene considerato il valore di superficie fogliare fascio indicativo di pessime condizioni
- $N_{biomassa\ epifiti/biomassa\ fogliare} = (1 - (\text{biomassa epifiti/biomassa fogliare})) * 0.5$
- $N_{limite\ inferiore} = (N' - 12) / (\text{valore di riferimento profondità} - 12\text{m})$ in cui 12 m viene considerata la profondità minima del limite inferiore indicativa di pessime condizioni. N' = profondità del limite inferiore misurata + λ Dove:
 - Limite progressivo $\lambda = 3$
 - Limite erosivo $\lambda = 3$
 - Limite regressivo $\lambda = -3$
 - Limite netto $\lambda = 0$

Per valutare il tipo di limite va considerata la dinamica più recente espressa dal limite inferiore indagato. In caso di limite regressivo (Pergent et al., 1995) si potrà assegnare la tipologia stabile in presenza di prove documentate di recente stabilità.

Il valore di quest'indice varia tra 0 ed 1 e corrisponde al Rapporto di Qualità Ecologica (RQE). Il risultato finale dell'applicazione dell'Indice PREI non fornisce un valore assoluto, ma direttamente il rapporto di qualità ecologica (RQE).

Nel sistema di classificazione lo stato ecologico cattivo corrisponde ad una recente non sopravvivenza di *P. oceanica*, ovvero, alla sua scomparsa da meno di cinque anni.

Tabella 6 Limiti di classe per lo stato ecologico delle praterie di *Posidonia oceanica* espressi in termini di RQE

RQE	STATO ECOLOGICO
1 – 0.775	Elevato
0.774 – 0.550	Buono
0.549 – 0.325	Sufficiente
0.324 – 1.00	Scarso
< 0.100 - 0	Cattivo
Condizioni di riferimento	
Densità	599 fasci m ⁻²
Superficie fogliare fascio	310 cm ² fascio ⁻¹
Biomassa epifiti/Biomassa fogliare	0
Profondità del limite inferiore	38 m

Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_0.docx

I risultati del calcolo dell'indice PREI per le tre stazioni campionate all'interno dell'area 2 mostra uno stato di qualità buono come è possibile osservare nella tabella che segue.

Tabella 7 Risultati del calcolo dell'indice PREI per le stazioni dell'area 2

Località	STAZ	Descrittori	valori	PREI			
				N	EQR'	EQR	class EQR
Livorno	AREA 2(1)	Densità (fascio/m2)	422,92	0,71 0,542 0,592			BUONO
		Superficie fogliare (cm2/fascio)	190,87	0,62			
		Prof limite inf (m)	18	0,12			
		Biomassa epifiti (E) (mg/fascio)	68	0,46			
		Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio)	828				
		Tipo di limite (λ) (*)	-3				
	AREA 2(2)	Densità (fascio/m2)	416,67	0,70	0,594	0,640	BUONO
		Superficie fogliare (cm2/fascio)	243,12	0,78			
		Prof limite inf (m)	18 29	0,12			
		Biomassa epifiti (E) (mg/fascio)		0,48			
		Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio)	895				
		Tipo di limite (λ) (*)	-3				
	AREA 2(3)	Densità (fascio/m2)	445,83	0,74	0,631	0,674	BUONO
		Superficie fogliare (cm2/fascio)	271,62	0,88			
		Prof limite inf (m)	18 53	0,12			
		Biomassa epifiti (E) (mg/fascio)		0,47			
		Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio)	1030				
		Tipo di limite (λ) (*)	-3				

6.2.2 Ulteriori aree di possibile espanto individuate a seguito delle indagini propedeutiche eseguite a maggio 2022

Le indagini condotte mediante Visual Census e ROV nel corso del 2022 hanno evidenziato la presenza di praterie di *P. oceanica* in aree non precedentemente rilevate nelle indagini condotte da CIBM nel 2017 come evidenziato nella figura riportata da COLMAR nella relazione "ESECUZIONE DI INDAGINI AMBIENTALI FINALIZZATE ALLA REALIZZAZIONE DELLE "OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA" PROSPEZIONE ACUSTICA DEI FONDALI MEDIANTE SIDESCAN SONAR 19-22 Aprile 2022."

L'area localizzata di fronte allo scolmatore, interessata dalla sua *plume* e da valori di torbidità più elevati rispetto alla zona posta più sud, si è caratterizzata per la presenza di *P. oceanica* con un limite di profondità apparentemente inferiore a quello rilevato nelle aree di espanto. Il limite inferiore individuato tramite ROV è stato identificato approssimativamente sui 10 m di profondità con presenza nei tratti a profondità maggiore di *Cymodocea nodosa*. La copertura di *P. oceanica* è risultata comunque abbastanza omogenea come si può verificare dalle immagini di seguito riportate.

In Figura 19 viene riportata la mappa con i limiti della prateria individuati sulla base dei rilievi acustici del fondale e confermati dalle indagini ROV fatte seguire appositamente.

Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI
		1233_PD-C-007_0.docx

19/05/2022 15:45



19/05/2022 15:45



Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI
		1233_PD-C-007_0.docx

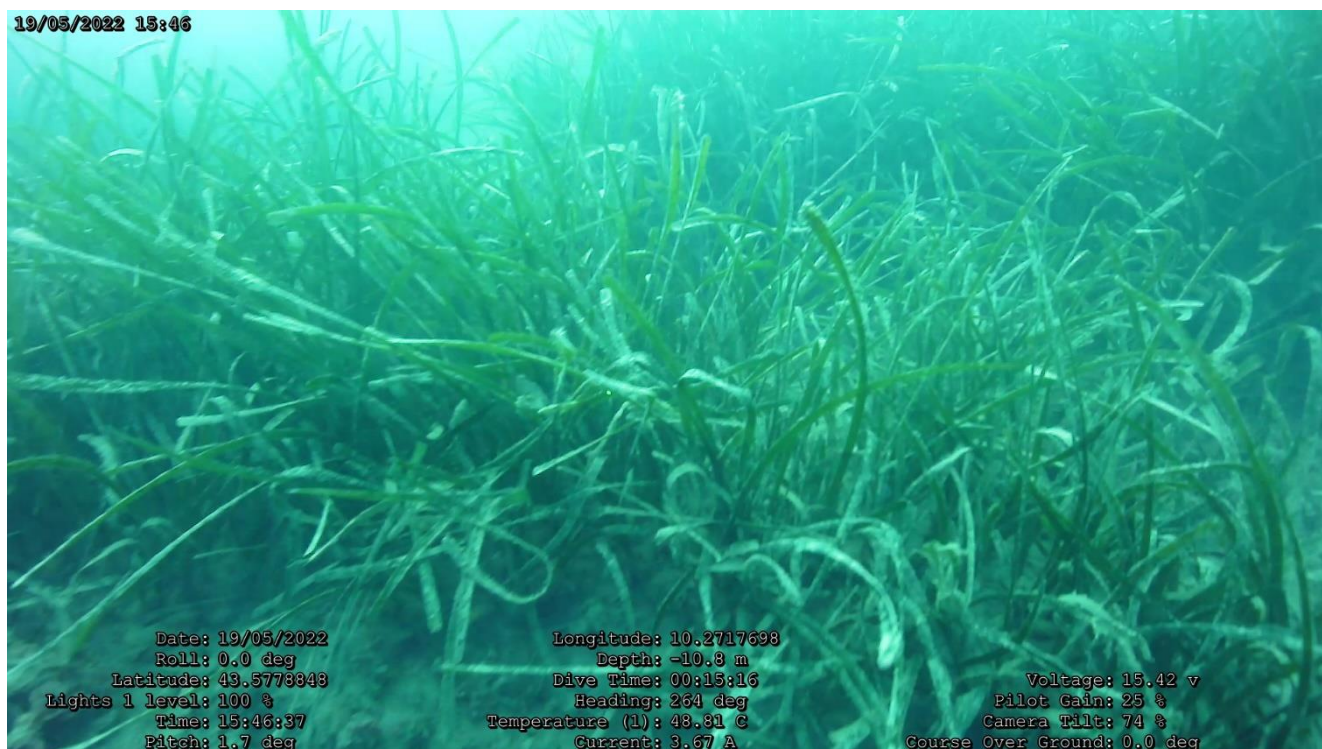


Figura 26 Prateria di *P. oceanica* presente lungo il transetto 10 porto sulla batimetria dei 10 m

In un'ottica compensativa di progetto quest'area può rappresentare un sito di prelievo di talee, già adattate a condizioni estreme per la specie.

Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI
		1233_PD-C-007_0.docx

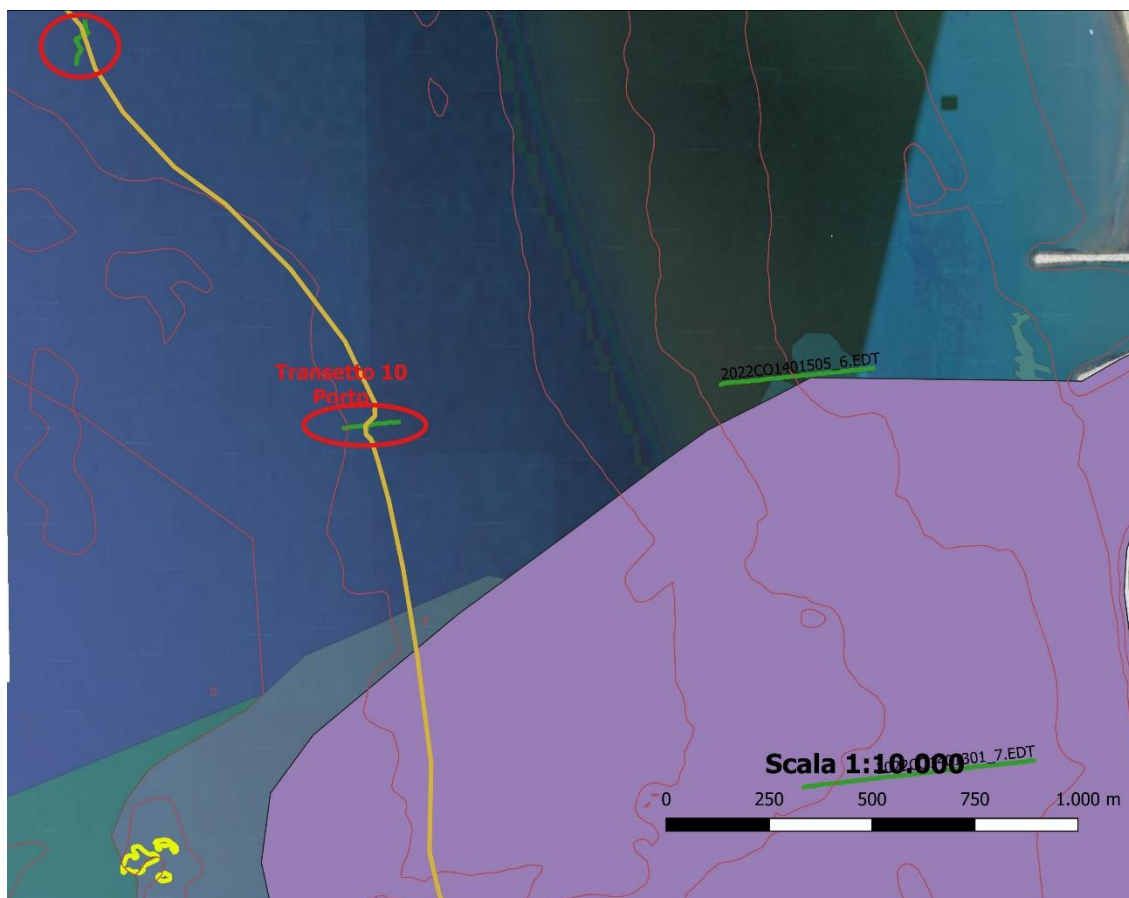


Figura 19 Localizzazione del limite ipotizzato della *P. oceanica* presso la batimetrica dei 10 m del transetto 10 Porto

6.2.3 Aree di impianto delle talee di *P. oceanica*

Nel corso delle indagini condotte con il ROV sono state ispezionate aree di fondale in corrispondenza di due transetti (transetti 6 e 7, cfr. Figura 5) interne alle zone ipotizzate come aree di impianto sulla base dei vecchi rilievi CIBM (2017).

Le indagini condotte hanno confermato in gran parte ciò che era stato riscontrato nel 2017 da CIBM, con i limiti del maggior poligono compreso tra la costa e la secca delle Melorie che viene sostanzialmente confermato; per quanto concerne il poligono su cui si era ipotizzato di rilevare le eventuali aree di reimpianto, i risultati delle indagini ROV hanno evidenziato una espansione della prateria verso ovest, fino alle quote limite della sua sopravvivenza, stimate intorno ai 17 - 18 m. Nei due transetti monitorati la situazione è risultata migliorata rispetto al passato con la copertura che è risultata a tratti omogenea con piante apparentemente di buona qualità.

Di seguito si riporta una mappa con i limiti batimetrici riscontrati per la distribuzione della *Posidonia* sulla base di quanto rilevato nei transetti ROV n. 6 e 7 da cui si evince che vi sono state delle espansioni della sua distribuzione verso il fronte ovest del poligono.

Sono state ipotizzate come zone di impianto 6 aree visualizzate nella figura che segue le cui coordinate centrali sono riportate nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, unitamente alla profondità stimata sulla base delle batimetrie.

Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI
		1233_PD-C-007_0.docx

Per la scelta delle aree di impianto si è quindi utilizzato sia le informazioni passate sia quelle ricavate dalla presente indagine.

Al fine di poter coprire le aree richieste di 6000 m², si è ipotizzato di eseguire le attività di impianto in tre zone di cui due aree di ca. 2500 m² e un'area, di minori dimensioni, pari a 1000 m².

Nell'ipotesi riportata nella figura che segue sono riportati sei siti potenziali di impianto (tre di 2500 m² e tre di 1000 m²) sui quali si ritiene opportuno eseguire degli impianti pilota di piccole dimensioni e delle tre tipologie descritte al par. 6.1 per poter guidare gli esecutori nella scelta della metodica e delle aree più opportune per l'impianto delle talee nel contesto del tratto marino interessato dagli interventi da attuarsi in una seconda fase progettuale.

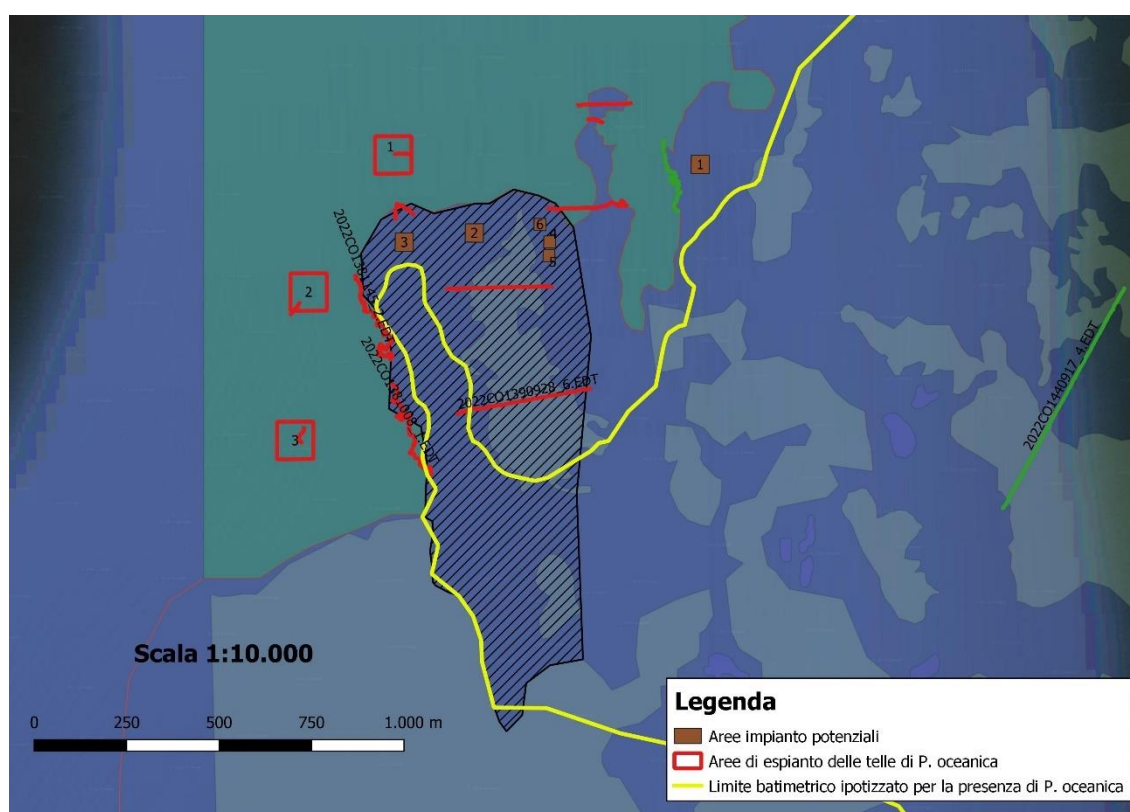


Figura 28 Aree di impianto potenziali

La scelta dei 6 siti ipotizzati è stata condotta sulla base delle informazioni relative alla batimetria (aree con batimetria simile a quelle di espianto), distanza dai limiti della prateria tracciati in quest'ambito e ricavati dalle informazioni della precedente prateria (distanze superiori ai 30 m), secondo alcuni parametri indice PTSI.

Nella tabella che segue si riportano le coordinate dei centroidi relativi alle 6 aree potenziali di impianto riportate nella Figura 28 e le profondità stimate sulla base dei dati batimetrici dell'area.

Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_0.docx

Tabella 8 Coordinate geografiche WGS84 dei centroidi delle aree di impianto potenziale

Area potenziale di impianto	Lat WGS84	Long WGS84	Profondità*	Qualità dell'acque**	Fondale***
Sito n 1	43.54953	10.25887	12 m	2,7	Non vegetato: Matte/Sabbia
Sito n 2	43.54863	10.25892	13 m	2,7	Non vegetato: Matte/Sabbia
Sito n 3	43.54763	10.24899	12 m	2,7	Non vegetato: Matte/Sabbia
Sito n 4	43.54771	10.25380	12 m	2,7	Non vegetato: Matte/Sabbia
Sito n 5	43.54721	10.25473	12 m	2,7	Non vegetato: Matte/Sabbia
Sito n 6	43.54646	10.25508	10 m	2,7	Non vegetato: Matte/Sabbia

*Profondità ricavate dalle quote batimetriche dell'area da verificare in fase di progettazione esecutiva

** Dati TRIX delle indagini ARPAT per la costa livornese del 2019

*** Informazioni del fondale ricavate dalle precedenti mappature, da quelle attuali da verificare in fase di progettazione esecutiva

7 FASI DELL'ATTIVITÀ DI TRAPIANTO

Si propone che l'attività di trapianto sia eseguita nel corso di due fasi distinte; in una prima fase di sperimentazione saranno eseguiti trapianti pilota delle tipologie descritte in precedenza al fine di poter valutare quali siano le modalità che meglio si adattano alla conformazione del sito e alle caratteristiche meteomarine per un totale complessivo di ca. il 10% di quanto previsto.

Nella fase successiva potranno essere eseguite le attività complessive per un totale di messa a dimora di ca. 6000 m² di intervento.

Di seguito l'elenco delle fasi progettuali:

1. Fase pilota: messa a dimora di impianti pilota di piccole dimensioni delle diverse metodiche di trapianto descritte al par 6.1 per un periodo indicativo di un anno;
2. Scelta delle metodiche più efficaci e dei siti di impianto più idonei sulla base dei risultati ottenuti negli impianti pilota dopo il primo anno;
3. Esecuzione del trapianto per l'intera superficie prevista con le metodiche scelte e sui siti risultati più idonei.
4. Monitoraggio.

7.1 1° Fase pilota

Nel corso della fase pilota del trapianto si propone l'esecuzione delle tre tipologie di trapianto descritte nelle 6 aree campione per un totale di ca. il 10 % delle superfici di trapianto complessive; in queste aree saranno quindi messe a dimora complessivamente ca. 100 m² per area (un quadrato di 10x10 m).

Ad un anno dalla messa a dimora delle piante saranno eseguiti i rilievi finalizzati alla scelta delle metodiche migliori e dei siti più idonei in base al numero di fallanze riscontrato.

7.2 2° Fase di progetto

Sulla base delle migliori soluzioni emerse dalla fase pilota si procederà nelle aree risultate più idonee al trapianto complessivo previsto in sede di progettazione definitiva (pari a 5400 m²).

Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_0.docx

Le tecniche verranno scelte in base a quanto risultato dalla sperimentazione condotta nella prima fase progettuale e dalle metodiche che avranno avuto, dopo il primo anno, i migliori risultati in termini di sopravvivenza delle talee.

7.3 Monitoraggio del trapianto

Di seguito si riportano alcune indicazioni relative alle attività di monitoraggio da eseguire sulle piante trapiantate riprese dal recente lavoro condotto nell'ambito del progetto Life SEPOSSO e dal relativo "Manuale per la pianificazione, realizzazione e monitoraggio dei trapianti di *Posidonia oceanica*" (La Porta & Bacci, 2022).

Il monitoraggio del trapianto dovrà essere condotto a intervalli regolari più ravvicinati nel corso del primo periodo successivo al termine del trapianto, sia pilota sia definitivo, (primi due anni dalla messa a dimora); i rilievi saranno più diradati nel lungo periodo e passeranno a semestrali fino al quinto anno dal trapianto (monitoraggio di medio termine) e annuali per un periodo ottimale auspicabile in 10 anni.

I parametri monitorati nel breve e medio periodo dovranno riguardare principalmente descrittori funzionali di un campione statisticamente significativo di talee trapiantate; il monitoraggio dovrà inoltre interessare le aree di espianto e le aree di prateria naturale vicine alle zone di trapianto per poter valutare se le modifiche in termini di copertura e qualità delle piante siano legate alle attività di trapianto o a fattori esterni. Nel corso dei rilievi di verifica dovranno essere innanzitutto monitorati i tassi di crescita delle piante e il numero di fallanze.

Nella Tabella 9 si riporta quanto indicato in La Porta & Bacci (2022) per le tempistiche delle attività di monitoraggio del trapianto di *P. oceanica*, mentre nella Tabella 10 si riportano i parametri biometrici da utilizzare per le valutazioni sullo stato delle azioni di trapianto.

Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_0.docx

Tabella 9 Schema riassuntivo per la scelta dei parametri e delle frequenze di campionamento da adottare per monitorare un intervento di trapianto con talee di Posidonia oceanica (da La Porta & Bacci, 2022)

		Monitoraggio di Caratterizzazione	Monitoraggio a breve/medio termine		Monitoraggio a lungo termine
Area indagata	Parametro	Frequenza	Frequenza I e II Anno	Frequenza III - IV - V Anno	Frequenza dal VI al X Anno
Prateria donatrice	Copertura della prateria	una volta (prima dell'espianto)	In base alle finalità dello studio	In base alle finalità dello studio	In base alle finalità dello studio
	Densità dei fasci fogliari				
	Fenologia				
	Lepidocronologia				
	Flora e fauna associata				
Sito (in prossimità della prateria ricevente)	Temperatura	una volta (prima dell'espianto)	In base alle condizioni sito specifiche e alle finalità dello studio	In base alle condizioni sito specifiche e alle finalità dello studio	In base alle condizioni sito specifiche e alle finalità dello studio
	Salinità				
	Trasparenza dell'acqua				
	Intensità della luce				
	pH				
	Ossigeno				
	Carico di nutrienti				
	Particellato sospeso				
	Tasso di sedimentazione				
	Granulometria dei sedimenti				
	Contenuto sostanza organica				
	Regime idrodinamico locale				
Prateria ricevente	Copertura della prateria	una volta (prima dell'espianto)	Almeno una volta	Almeno una volta	Almeno due volte
	Densità dei fasci fogliari				
	Fenologia				
	Lepidocronologia				
	Flora e fauna associata				
Area di trapianto (nella prateria ricevente)	Tasso di sopravvivenza delle talee	-	ogni 3 mesi	-	-
	Produzione di radici				
	Allungamento del rizoma		ogni 3 mesi	ogni 6 mesi	ogni 12 mesi
	Allungamento delle foglie				
	Copertura dell'area colonizzata dalle talee		ogni 3 mesi	ogni 6 mesi	In base alle finalità dello studio
	Formazione di nuovi fasci				
	Densità dei fasci fogliari		-	-	
	Fenologia				
	Lepidocronologia				
	Flora e fauna associata				

Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI
		1233_PD-C-007_0.docx

Tabella 10 Metriche e parametri per la verifica di un intervento di trapianto mediante talee di *Posidonia oceanica* (da La Porta & Bacci, 2022)

	Metriche e parametri per la verifica di un intervento di trapianto	Specifiche tecniche
Monitoraggio breve-medio termine	Andamento temporale del numero medio di fasci per unità campionaria in rapporto al numero iniziale di fasci (espresso in %).	Il numero di fasci complessivo per unità campionaria comprende sia i fasci trapiantati sia i nuovi fasci da essi originati. L'unità campionaria è l'unità in cui si conteggiano i fasci fogliari complessivi e può essere rappresentata dal modulo di ancoraggio ma anche da superfici standard entro cui le talee trapiantate sono ancorate.
	Andamento temporale del numero di unità campionarie perse in rapporto al numero totale di unità campionarie monitorate (espresso in %).	Il numero di unità campionarie perse comprende quelle con numero di fasci pari a zero. La stima dell'area trapiantata persa dovrebbe essere valutata anche attraverso le analisi di copertura.
	Andamento temporale del coefficiente di variazione, calcolato sul numero di fasci per unità campionaria.	Il coefficiente di variazione rappresenta un efficace indice di stabilità del trapianto, individuando il momento in cui la mortalità dei fasci non incide più sulla crescita, che diventa bilanciata indipendentemente dal livello di densità nell'unità campionaria (AA.VV., 2020a).
	Copertura dell'area colonizzata da <i>Posidonia oceanica</i> trapiantata.	Definita una superficie di monitoraggio, rappresentativa dell'area totale di trapianto, la copertura si esprime come la superficie di substrato colonizzata dalle talee di <i>Posidonia</i> in rapporto alla superficie trapiantata in partenza.
Monitoraggio di lungo termine	Densità assoluta media (espressa al m ²) dell'area di trapianto e della prateria naturale limitrofa.	La densità assoluta media, misurata secondo le metodologie utilizzate nelle praterie di <i>P. oceanica</i> naturali (Bacci et al., 2015; Pergent et al., 1995; Panayotidis et al., 1981; Giraud, 1977) rappresenta adeguatamente la dinamica del trapianto nel lungo periodo e permette un confronto con le dinamiche della prateria naturale limitrofa (AA.VV., 2020a).
	Copertura dell'area colonizzata da <i>Posidonia oceanica</i> trapiantata.	La copertura rappresenta un indicatore dell'esito complessivo del trapianto nel tempo. Definita come sopraindicato, a lungo termine, la copertura è un efficace indicatore per evidenziare, il livello complessivo di espansione del trapianto e le eventuali superfici perse.
	Fenologia e Lepidocronologia.	L'analisi fenologica e lepidocronologica riflettono il livello di maturità raggiunto nel tempo dal trapianto rapportato alla adiacente prateria naturale. La pianta, infatti, investe inizialmente maggiori risorse nei rizomi piuttosto che nel tessuto fogliare come invece accade nella prateria naturale, coerentemente con la necessità di espandersi nelle aree di trapianto e di aumentare l'attività fotosintetica nelle praterie naturali (AA. VV., 2020a).

8 BIBLIOGRAFIA

Bianchi C.N., Peirano A., 1995. Atlante delle fanerogame marine della Liguria. *Posidonia oceanica* e *Cymodocea nodosa*. ENEA, Centro Ricerche Ambiente Marino, La Spezia: 1-146.

Blanc J.J., Jeudy De Grissac A., 1989. Réflexion géologique sur la régression des herbiers à *Posidonies* (départements du Var et des Bouches-du-Rhône). In: Boudouresque C.F., Meinesz A., Fresi E., Gravez V. Edits. Second International Workshop on *Posidonia* beds, GIS *Posidonie* Publisher, Marseille, Fr., 2: 273-285.

Boccalaro F., Cinelli F., Rende F., Burgassi M., Zanella M., 2008. Ingegneria naturalistica. Il ripristino delle praterie di *Posidonia oceanica*. Un mare di piante. ACER, 6/2008 : 57-61.

Boudouresque C.F., 2000. La restauration des écosystèmes à phanérogames marines. Restauration des écosystèmes côtiers, Dreves L., Chaussepied M. Edits., IFREMER publ., 29 : 65-85.

Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_0.docx

Boudouresque C.F., Meinesz A., 1982. Découverte de l'herbier de Posidonie. Parc National de PortCros, Parc Naturel Regional de la Corse, Cahiers, 4, pp. 79.

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.

Bourcier M., Nodot C., Jeudy De Grissac A., Tine J., 1979. Répartition des biocoenoses benthiques en fonction des substrats sédimentaires de la rade de Toulon (France). Téthys, 9(2): 103-112.

Buia M.C., Gambi M.C., Dappiano M., 2003. I sistemi a Fanerogame marine. Biologia Marina Mediterranea, 10: 145-198.

Calumpong H.P., Fonseca M.S., 2001. Seagrass transplantation and other seagrass restoration methods. In: Global Seagrass Research Methods. Eds: Short F.T. and Coles R.G. Elsevier Science. chapter 22: 425-442.

Calvo S., Galluzzo M., Viviani G., 1994. Water pollution problems in the Palermo area. In: Dellow B. and Puusola T. Editors, Proceedings UETP-EEE Annual Conference "Improving the Urban Environment". London: 73-87.

Cinelli F., Boccalaro F., Burgassi M., Rende F., Piazzì L., Zanella M., 2007. Utilizzo sperimentale in mare di sistemi tecnici già impiegati dall'ingegneria naturalistica terrestre. Biologia Marina Mediterranea, 14(2): 342-343.

Cinelli F., Boccalaro F., Burgassi M., Piazzì L., Rende F., Zanella M., 2007b. Technique de fixation des boutures de Posidonia oceanica (L.) Delile en Méditerranée : adaptation en milieu marin d'un système déjà utilisé sur terre. Atti del «Troisième Symposium Méditerranéen sur la Végétation Marine Marseille, 257-258.

Díaz-Almela E., Duarte C.M. (2008) - Management of Natura 2000 habitats. 1120 Posidonia beds (Posidonion oceanicae). European Commission.

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: PREI. Mar. Poll. Bull. 58, 17271733.

ISPRA, 2014. Conservazione e gestione della naturalità degli ecosistemi marino-costieri. Il trapianto di praterie di Posidonia oceanica Manuali e Linee Guida: 106/2014.

Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_0.docx

La Porta B., Bacci T., 2022. Manuale per la pianificazione, realizzazione e monitoraggio dei trapianti di *Posidonia oceanica*. LIFE SEPOSSO (LIFE16 GIE/IT/000761), Roma.

Meinesz A., Lefevre J.R., 1984. Régénération d'un herbier à *Posidonia oceanica* quarante années après sa destruction par une bombe dans la rade de Villefranche (Alpes-Maritimes). In: Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A., Olivier J. eds. First International Workshop on *Posidonia oceanica* beds, GIS Posidonie publisher., Marseille, Fr., 1: 39-44.

Meinesz, A., Caye, G., Locques, F., Macaux, S., 1990. Analyse bibliographique sur la culture des phanerogames marines. *Posidonia Newsl.* 3, 1–67.

Meinesz A., Caye G., Loques F., Molenaar H., 1991. Restoration of damaged areas with transplantation of seaweeds and seagrasses in the Mediterranean: review and perspectives. *Oebalia*, 7(1): 131-142.

Meinesz A., Caye G., Loques F., Molenaar H., 1991a. Restoration of damaged areas with transplantation of seaweeds and seagrasses in the Mediterranean: review and perspectives. *Oebalia*, 7(1): 131-142.

Meinesz A., Caye G., Loques F., Molenaar H., 1991b. Growth and development in culture of orthotropic rhizomes of *Posidonia oceanica*, *Aquatic Botany*, 39: 367-377.

Meinesz, A., Caye, G., Locques, F., Macaux, S., 1990. Analyse bibliographique sur la culture des phanerogames marines. *Posidonia Newsl.* 3, 1–67.

Meinesz A., Caye G., Loques F., Molenaar H., 1991. Growth and development in culture of orthotropic rhizomes of *Posidonia oceanica*, *Aquatic Botany*, 39: 367-377.

Meinesz A., Molenaar H., Bellone E., Loques F., 1992. Vegetative reproduction in *Posidonia oceanica*. I Effects of rhizomes length and transplantation season in orthotropic shoots. *Marine Ecology P.S.Z.N.I.*, 13(2): 163-174.

Meinesz A., Caye G., Locques F., Molenaar H., 1993. Polymorphism and development of *Posidonia oceanica* transplanted from different parts of the Mediterranean into the national Park of PortCros. *Botanica Marina*, 36: 209-216.

Molenaar H., 1992. Etude de la transplantation de boutures de la Phanérogame marine *Posidonia oceanica* (L.) Delile. Modélisation de l'architecture et du mode de croissance. Thèse Doct. Sci. Vie, Univ. Nice Sophia Antipolis, Fr.: 1-221.

Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto definitivo	STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_0.docx

Molenaar H., Meinesz A., 1992b. Transplantations de *Posidonia oceanica* (L.) Delile à Cannes. Méditerranée 2000 & Laboratoire Environnement Marin Littoral, Univ. Nice-Sophia Antipolis, Fr.: 1-27.

Pasqualini, V., Pergent-Martini, C., Pergent, G., 1999. Environmental impacts identification along the Corsican coast (Mediterranean Sea) using image processing. Aquatic Botany 65, 311–320.

Peres J., 1984. La regression des herbiers a *Posidonia oceanica* In: Boudouresque CF, Jeudy de Grissac A, Olivier J (eds) First International Workshop on *Posidonia oceanica* beds. GIS Posidonie Publisher, Marseille, Fr., 1:445-454.

Pérès J. M. & J. Picard, 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique. Recueil des Travaux de la Station marine d'Endoume, 31 (47), 5-137.

Pergent G., Pergent-Martini C., Boudouresque C.F. 1995.Utilisation de l’herbier à *Posidonia oceanica* comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée: état des connaissances. Mésogée 54: 3–27.

9 ALLEGATI

Shape file delle aree di espanto

Shape file delle potenziali aree di impianto

Tabella dei ROV

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto definitivo

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI

1233_PD-C-007_0.docx

Tabella 11: tabella dei ROV

Area	Sito	Codice	Data (gg/mm/aaaa)	Ora inizio (h:mm:ss)	Ora fine (h:mm:ss)	File navigazione (.shp/.txt)	File video (.mkv/.ass)	Distanza percorsa (m)	Note
7 Livorno	Trapianto - Limite inferiore	1	5/18/2022	10:08:23	11:09:47	2022CO1381008_1	2022-05-18_10.08.23	578	Limite posidonia con area sabbiosa a est
8 Livorno	Trapianto - Limite inferiore	2	5/18/2022	11:45:05	12:39:01	2022CO1381145_2	2022-05-18_11.45.05	527	Limite posidonia con area sabbiosa a est
9 Livorno	Trapianto - Area 3	3	5/18/2022	13:46:21	13:50:52	2022CO1381346_3	2022-05-18_13.46.21	49	Posidonieto fitto
10 Livorno	Trapianto - Area 2	5	5/18/2022	14:06:47	14:11:12	2022CO1381406_5	2022-05-18_14.06.47	43	Posidonieto fitto
11 Livorno	Trapianto - Area 1	4	5/18/2022	14:25:46	14:31:56	2022CO1381425_4	2022-05-18_14.25.46	55	Posidonieto fitto
12 Livorno	Trapianto	6	5/19/2022	9:28:22	10:16:47	2022CO1390928_6	2022-05-19_09.28.22	397	Posidonieto
13 Livorno	Trapianto	7	5/19/2022	10:32:08	11:13:47	2022CO1391032_7	2022-05-19_10.32.08	322	Posidonieto
14 Livorno	Trapianto	8	5/19/2022	11:34:39	11:50:19	2022CO1391134_8	2022-05-19_11.34.39	132	Limite posidonia / area sabbiosa
15 Livorno	Trapianto	9	5/19/2022	12:11:14	12:46:28	2022CO1391211_9	2022-05-19_12.11.14	274	
16 Livorno	Trapianto	11	5/19/2022	13:20:44	13:40:09	2022CO1391320_11	2022-05-19_13.20.44	159	Posidonieto fitto
17 Livorno	Trapianto	-	5/19/2022	13:49:04	13:56:13	2022CO1391349_1	2022-05-19_13.49.04	46	Posidonia a patches
18 Livorno	Porto	2	5/19/2022	14:19:58	14:55:20	2022CO1391419_2	2022-05-19_14.19.58	328	Posidonia a patches su roccia alternata a aree sabbiose con matte e foglie morte
19 Scalmatore	Porto	10	5/19/2022	15:34:07	15:50:33	2022CO1391534_10	2022-05-19_15.34.07	142	inizio con cino fine con posidonia
20 Livorno	Porto	3	5/20/2022	9:22:57	10:33:20	2022CO1400922_3	2022-05-20_09.22.57	963	posidonia a chiazze rada
21 Scalmatore	Porto	7	5/20/2022	11:48:14	12:22:31	2022CO1401148_3	2022-05-20_11.48.14	277	posidonia relativamente abbondante su roccia
22 Scalmatore	Porto	6	5/20/2022	13:01:15	14:39:58	2022CO1401301_7	2022-05-20_13.01.15	648	Area degradata senza fanerogame
23 Livorno	Porto	4	5/24/2022	15:05:03	16:16:22	2022CO1401505_6	2022-05-20_15.05.03	397	Cymodocea nodosa
24 Livorno	Porto	5	5/24/2022	9:17:49	11:03:41	2022CO1440917_4	2022-05-24_09.17.49	732	fondale nudo con roccia, piante morte e sabbia
				11:34:35	13:11:02	2022CO1441134_5	2022-05-24_11.34.35	681	Patches di Posidonia su roccia e matte piante molto rade e degradate