



PIANO DI CONTROLLO E MONITORAGGIO PER LA VERIFICA DELLE ATTIVITA' DI RIPRISTINO DEI FONDALI E LA VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DELLA RIMOZIONE DEL CANTIERE SUGLI ECOSISTEMI DELL'AREA DEL GIGLIO INTERESSATA DALL'INCIDENTE DELLA NAVE COSTA CONCORDIA

Relazione delle attività di monitoraggio ISPRA- ARPAT delle praterie a *Posidonia oceanica*
II CAMPAGNA
(11-13 luglio 2016)



marzo 2017

ISPRA – Tiziano Bacci, Paola Gennaro, Marina Penna, Benedetta Trabucco
ARPAT – Enrico Cecchi, Cecilia Mancusi
Coordinamento: Anna Maria Cicero, Fabrizio Serena

PREMESSA

Nell'ambito delle attività previste nel Piano di monitoraggio e controllo ISPRA/ARPAT relativo alla valutazione degli effetti conseguenti al naufragio della N/O Costa Concordia, con particolare riguardo alle attività di ripristino dei fondali (Fase WP9), vengono di seguito riportati i risultati delle indagini effettuate sulle praterie a *P. oceanica* eseguite nel luglio 2016.

Le attività hanno lo scopo di fornire un giudizio di qualità ecologica dell'ambiente marino costiero ai sensi del Dlgs 152/06, attraverso l'utilizzo dell'Elemento di Qualità Biologica (EQB) *P. oceanica* per quelle aree di interesse che possono avere avuto un impatto indiretto dalle attività di ripristino dei fondali (Fase WP9), nonché inevitabilmente impatti indiretti pregressi connessi al naufragio della N/O Costa Concordia e le attività di cantiere per la rimozione della stessa.

Il giudizio di qualità ecologica è stato calcolato mediante l'indice ecologico PREI (*Posidonia Rapid Easy Index*), che 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 (Gobert et al., 2009).

Nella presente Relazione non si riportano invece i risultati relativi alle attività di monitoraggio della prateria di *Posidonia oceanica* mediante le acquisizioni video-fotografiche nell'intera area di cantiere previste dal Progetto; tali informazioni saranno necessari per stimare e confermare quanto riportato in altri Report prodotti da Costa Concordia relativamente all'impatto complessivo (compreso quello diretto per azione meccanica) della N/O Costa Concordia e del cantiere esistente sul sito del Giglio.

METODI

Le indagini sono state eseguite in cinque Siti: 2 Siti d'impatto e 3 Siti di controllo. I due siti d'impatto sono stati individuati in prossimità del cantiere, a Cala del Lazzaretto e Cala di Mezzo, rispettivamente vicini alla prua e alla poppa del relitto della Costa Concordia, fino alla rimozione dello stesso, avvenuto nell'agosto 2014. I siti di controllo, con caratteristiche edafiche simili ai siti d'impatto, sono Punta Radice, Punta Capo Marino; inoltre, è stata indagato un'ulteriore sito di controllo (La Caletta), sito di monitoraggio Arpat Dlgs 152/06 (Fig. 1).

I dati sono stati acquisiti secondo le indicazioni principali della scheda metodologica ISPRA per il campionamento e l'analisi della *Posidonia oceanica* (ISPRA, 2012) ai sensi del Dlgs 152/06.

In particolare, nell'attività di monitoraggio delle praterie a *P. oceanica*, per ciascun Sito sono state identificate tre aree (A1, A2, A3), a 15 m di profondità e di circa 400 m², distanziate circa 10m tra

di loro. In ciascuna area sono state eseguite cinque stime di densità, attraverso la conta dei fasci fogliari su una superficie standard di 40X40 cm, per un totale di 15 repliche e il prelievo di sei fasci ortotropi, per un totale di 18 fasci. In corrispondenza del limite inferiore sono stati effettuati transetti orizzontali (di circa 20-30 metri), allo scopo di rilevarne la profondità, tipologia *sensu* Pergent et al. (1995) e conte di densità fogliare. Inoltre in corrispondenza della stazione a 15 metri e sul limite inferiore sono state eseguite: stime relative a substrato; copertura di *P. oceanica* e *matte* morta (espressa in percentuale *sensu* Buia et al. 2003); eventuale presenza di altre fanerogame e di alghe invasive; presenza di evidente scalzamento dei rizomi. Allo scopo di meglio interpretare i dati a disposizione, sono riportate alcune fotografie e informazioni descrittive.

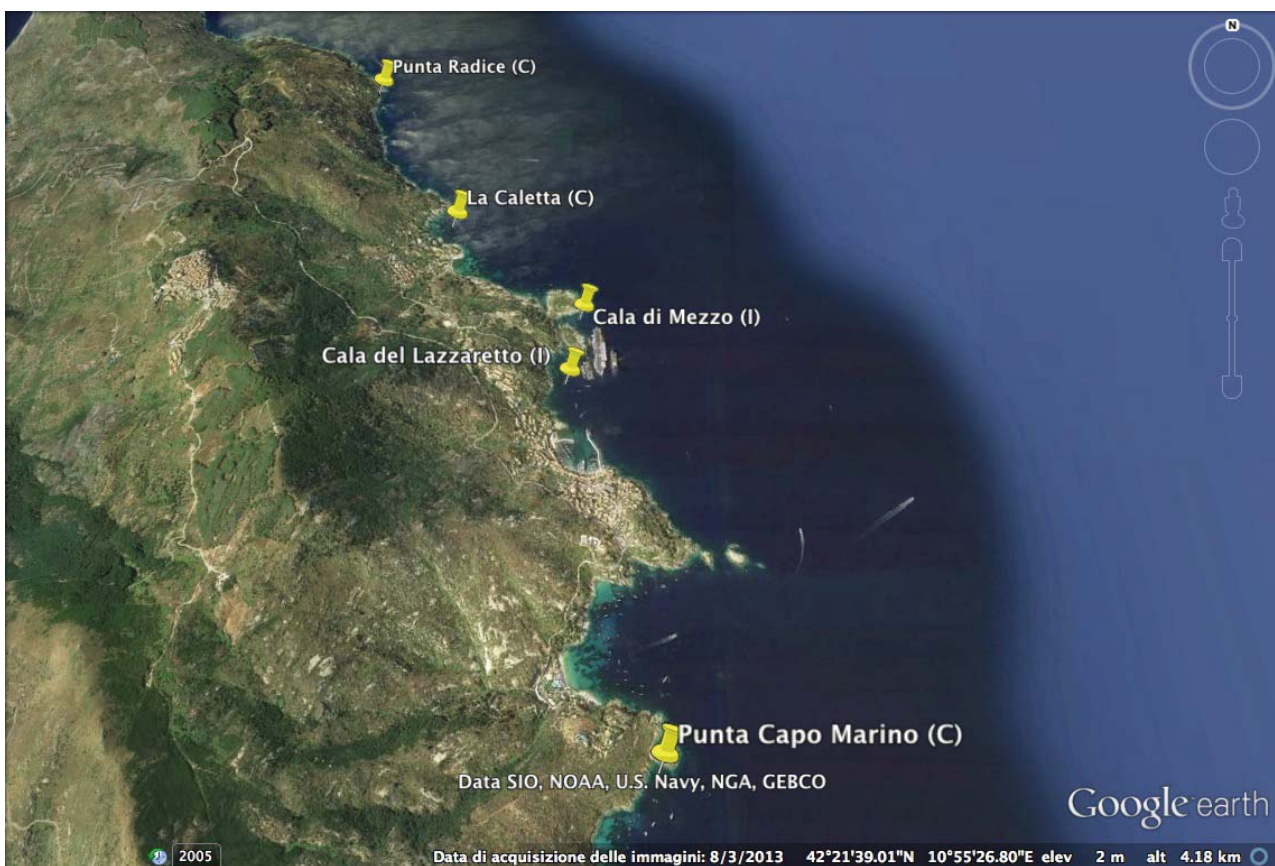


Fig. 1 – mappa dei siti indagati (come centro baia)

I dati sono stati utilizzati per il calcolo dell'Indice di classificazione ecologica PREI (*Posidonia oceanica* Rapid Easy Index) (Gobert et al., 2009) ai sensi del Dlgs 152/06. L'indice multi metrico include il calcolo di cinque descrittori: la densità della prateria (fasci m^{-2}); la superficie fogliare fascio, (cm^2 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.

In generale, la maggior parte delle informazioni di carattere descrittivo sono del tutto confrontabili con quelle rilevate nel 2015; di seguito, quindi, vengono riproposte, aggiornate con quelle rilevate nella campagna 2016.

RISULTATI E DISCUSSIONI

Cala del Lazzaretto – Sito d’impatto (indagini effettuate il 13/07/2016)

Coordinate centro baia: 42°21’48.12’’N; 10°55’11.12’’E

Il valore dell’indice PREI per questo Sito è risultato pari a 0,727 corrispondente ad una classe di qualità ecologica BUONO.

Di seguito vengono riportate alcune informazioni integrative relative alle stazioni dove è stato calcolato l’indice PREI (15 metri e limite inferiore).

Stazione a 15 metri: è stata rilevata prateria di *Posidonia oceanica* pura su matte, con copertura pari a circa il 80%, con radure di sabbia e/o di *matte* morta pari a circa il 20% e con differenze in termini di copertura non trascurabili tra un’area e l’altra. Nell’area più superficiale, infatti, si evidenziano chiari segni di erosione della prateria, con *matte* scoperta e un scalzamento dei rizomi non trascurabile, riscontrabile anche attraverso le conte di densità dei fasci, nelle quali il rizoma spesso risultava solo parzialmente ancorato al substrato. La stima di densità risulta essere 317.5 ± 40.9 (fasci m^{-2}), più bassa rispetto a quanto osservato in altri siti caratterizzati da una medesima batimetria ma lontani dall’area di cantiere; il valore osservato, tuttavia, secondo Pergent et al., 1995 (e modificato da Buia et al., 2003), consente di classificare la prateria ancora come prateria in equilibrio (Densità Normale) (Figg 2 e 3). Lo strato fogliare è apparso piuttosto epifitato rispetto a quanto osservato in altri siti alla medesima batimetria lontano dall’area di cantiere, per buona parte anche da alghe erette, tipiche di una comunità matura e indicatori, laddove presenti con percentuali di ricoprimento molto elevate, di segnali di stress; si evidenzia inoltre la presenza di mucillagine .

Limite inferiore della prateria: lungo un transetto orizzontale (circa 20-30 metri), il limite inferiore risulta frastagliato e raggiunge una profondità massima di circa 25 metri, propria di acque trasparenti (Pergent et al., 1995). Nei pressi del limite, sono state riscontrate alte percentuali di rizomi plagiotropi che presentano un notevole scalzamento. Si evidenzia inoltre la presenza di mucillagine. La densità in corrispondenza del limite inferiore, di tipo regressivo, risulta di 170.8 ± 34.7 (fasci m^{-2}). (Fig. 4)

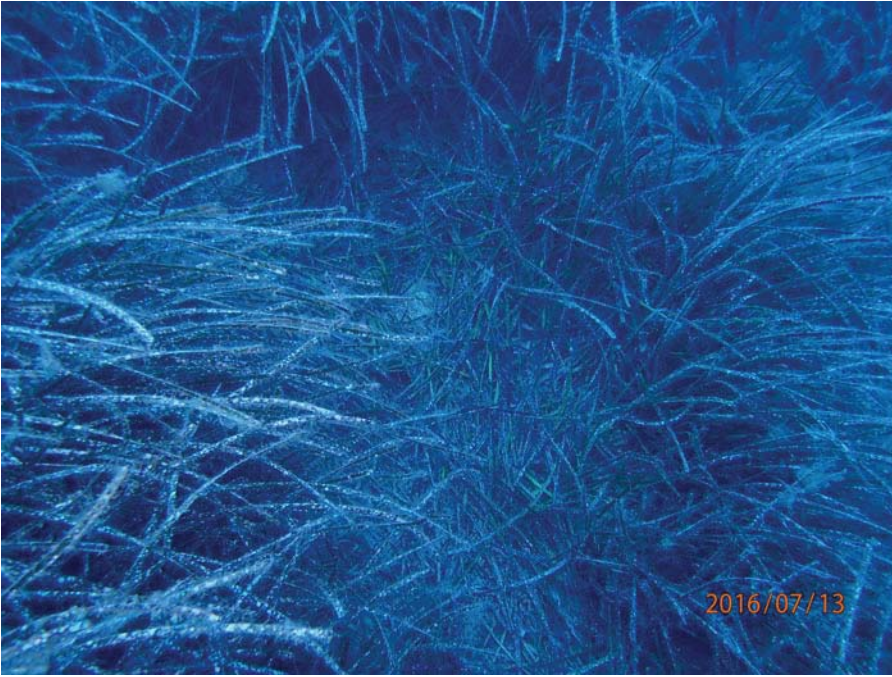


Fig. 2 – Stazione a 15 m

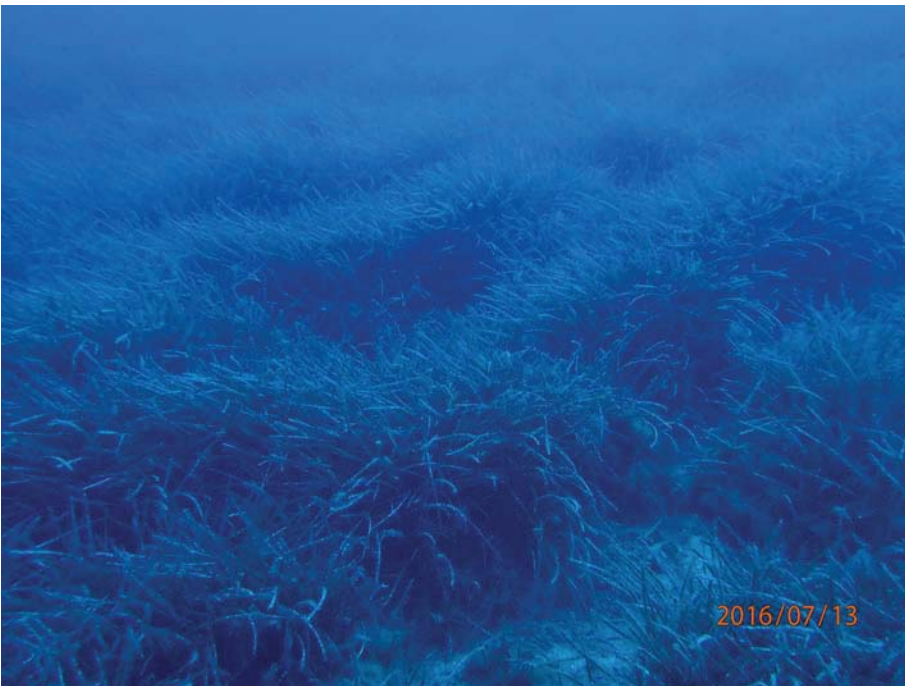


Fig. 3 – foto di paesaggio della prateria



Fig. 4 – limite inferiore della prateria

Cala di Mezzo – Sito d’impatto (indagini effettuate il 12/07/2016)

Coordinate centro baia: 42°22’0.04’’N; 10°55’13.33’’E

Il valore dell’indice PREI è risultato pari a 0,752 corrispondente ad una classe di qualità ecologica BUONA.

Di seguito vengono riportate alcune informazioni integrative relative alle stazioni dove è stato calcolato l’indice PREI (15 metri e limite inferiore).

Stazione a 15 metri: è stata rilevata prateria di *Posidonia oceanica* pura su matte, con copertura pari circa all’ 80% e presenza di *matte* morta pari circa al 15-20%; si rilevano anche radure di sabbia.

La stima di densità risulta essere pari a 202.9 ± 57.95 (fasci m^{-2}), valore più basso rispetto a quanto osservato in altri siti alla medesima batimetria ma lontano dall’area di cantiere, ma classificata, secondo Pergent et al., 1995 (e modificato da Buia et al., 2003), come prateria disturbata (Densità Bassa). Si evidenziano segni di erosione nella prateria, con *matte* scoperta e un scalzamento dei rizomi non trascurabile confrontabile con quello rilevato a Cala del Lazzaretto. Lo strato fogliare è apparso piuttosto epifitato, ma privo della mucillagine come invece riscontrato a Cala del Lazzaretto (Fig. 5).



Fig. 5 –fasci fogliari molto epifitati.

Limite inferiore della prateria: è stato indagato lungo un transetto orizzontale (circa 20-30 metri); esso risulta essere piuttosto frastagliato, con una profondità massima di circa 29 metri, in acque classificate secondo Pergent et al., 1995 come trasparenti. Sul limite sono evidenti zone di *matte* morta intervallate da prolungamenti di prateria in sofferenza, segno di una regressione in atto. Non è stato riscontrato un numero rilevante di rizomi plagiotropi, indicando, quindi, una tendenza della prateria a non avanzare verso batimetrie maggiori; non si evidenzia, comunque, uno scalzamento

dei rizomi sul limite, poiché questi rimangono piuttosto stabili e ancorati al substrato sabbioso (Fig. 6). Il limite è di tipo regressivo e la densità calcolata in quest'area è di 139.6 ± 39.1 (fasci m^{-2}).



Fig. 6– Limite inferiore caratterizzato da *matte* morta intervallate da prolungamenti di prateria in sofferenza.

Punta Radice - Sito di controllo (indagini effettuate il 13/07/2016)

Coordinate centro baia: 42°22'48.36''N; 10°54'25.43''E

Il valore dell'indice PREI ottenuto è pari a 0,824 corrispondente ad una classe di qualità ELEVATA.

Di seguito vengono riportate alcune informazioni integrative relative alle stazioni dove è stato calcolato l'indice PREI (15 metri e limite inferiore). Si riportano inoltre alcune informazioni relative a batimetrie più superficiali.

Stazione a 15 metri: prateria di *Posidonia oceanica* pura su *matte* con copertura pari a circa il 95% con piccole radure di sabbia e/o di *matte* morta (pari circa al 5%). L'area A3 è stata localizzata necessariamente ad una batimetrica leggermente inferiore (12-13 metri) e in prossimità del limite inferiore, quest'ultimo molto più superficiale in quest'area rispetto alle precedenti. La stima di densità risulta essere 514.6 ± 66.8 (fasci m^{-2}). Il valore osservato, secondo Pergent et al., 1995 (e modificato da Buia et al., 2003), consente di classificare la prateria come in equilibrio (Densità Eccezionale) (Fig. 7).

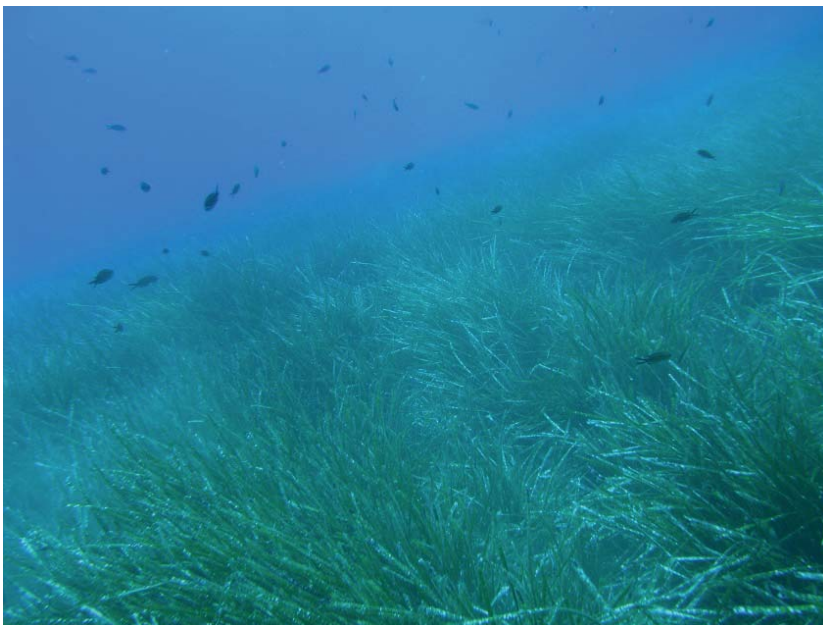


Fig. 7 – foto di paesaggio della prateria

Limite inferiore della prateria: è stato indagato lungo un transetto orizzontale (circa 20-30 metri); risulta essere piuttosto frastagliato e si sviluppa lungo una batimetrica irregolare tra i 18-20 metri nella sua parte iniziale, 26-28 metri nella sua parte centrale e 14-15 metri nel suo tratto finale. La

profondità massima riscontrata di 28 m permette di classificare le acque secondo Pergent et al., 1995 come trasparenti. In questa prateria non si evidenzia un graduale diradamento, né in termini di copertura né in termini di densità, ma piuttosto un'interruzione netta della prateria con il suo limite che termina su sabbia. Non sono state riscontrate elevate percentuali di rizomi plagiotropi. Non si evidenzia uno scalzamento dei rizomi sul limite, poiché questi rimangono piuttosto stabili e ancorati al substrato sabbioso. Il fondale nei pressi del limite inferiore è caratterizzato da una elevata pendenza; poco oltre il limite in alcuni casi è stato evidenziato un ulteriore aumento di pendenza (Figg. 8 e 9). Il limite è di tipo netto e la densità in sua corrispondenza è stata calcolata pari a 210.4 ± 73.9 (fasci m^{-2}).



Fig. 8 – foto di paesaggio del limite inferiore della prateria



Fig. 9 – foto di paesaggio del limite inferiore della prateria.

Punta Capo Marino - Sito di controllo (indagini effettuate il 11/07/2016)

Coordinate centro baia: 42°20'51.78''N; 10°55'29.93''E

Il valore dell'indice PREI per quest'area è risultato pari a 0,779 corrispondente ad una classe di qualità ecologica ELEVATA.

Di seguito vengono riportate alcune informazioni integrative relative alle stazioni dove è stato calcolato l'indice PREI (15 metri e limite inferiore).

Stazione a 15 metri: la prateria a *Posidonia oceanica* è risultata essere pura, insediata su *matte/sabbia* con copertura pari a circa il 100% . Non si è rilevata presenza di *matte* morta. La stima di densità risulta essere 402.9 ± 89.5 (fasci m^{-2}). Il valore osservato, secondo Pergent et al., 1995 (e modificato da Buia et al., 2003), consente di classificare la prateria in equilibrio (Densità Normale) (Fig. 10).



Fig. 10 – foto di paesaggio della prateria

Limite inferiore della prateria: è stato indagato lungo un transetto orizzontale (circa 20-30 metri); risulta caratterizzato da una copertura che degrada nella sua porzione più profonda con *patches* di *Posidonia* isolate da radure di sabbia anche molto estese e situate ad una profondità di circa 27 metri caratteristico di acque trasparenti (Pergent et al., 1995). Alcune *patches* sono state localizzate fino a 32 metri (acque molto trasparenti - Pergent et al., 1995) (Fig. 11). Nella porzione più profonda si è notata una normale diminuzione in termini di densità della prateria, con i rizomi visibili dall'alto, rispetto alle porzioni di prateria più superficiali. Il limite inferiore, alla profondità di circa 30 m, si presenta progressivo con una densità di 202.1 ± 42.3 (fasci m^{-2}). Non è stata evidenziata presenza di *matte* morta. Non si evidenzia uno scalzamento dei rizomi sul limite,

rimanendo questi piuttosto stabili e ancorati al substrato sabbioso. Nei pressi del limite sono state comunque riscontrate modeste percentuali di rizomi plagiotropi. Qui si evidenzia la presenza di mucillagine (Fig. 12).



Fig. 11 – foto di paesaggio del limite inferiore della prateria



Fig. 12– foto di paesaggio del limite inferiore della prateria

La Caletta (sito di controllo – sito di monitoraggio Arpat Dlgs 152/06 - indagini effettuate il 11/07/2016)

Coordinate centro baia: 42°22'18.25''N; 10°54'44.66''E

Il valore dell'indice PREI in quest'area è risultato il più alto delle cinque aree indagate con un valore pari a 0,837 corrispondente ad una classe di qualità ecologica ELEVATA.

Di seguito vengono riportate alcune informazioni integrative relative alle stazioni dove è stato calcolato l'indice PREI (15 metri e limite inferiore). Si riportano inoltre alcune informazioni relative a batimetrie più superficiali.

Stazione a 15 metri: prateria a *Posidonia oceanica* pura su *matte*/sabbia con copertura elevata pari a circa il 90%. Non si è rilevata presenza di *matte* morta su superfici significative. La stima di densità risulta essere 408.7 ± 116.1 (fasci m^{-2}). Il valore osservato, secondo Pergent et al., 1995 (e modificato da Buia et al., 2003), consente di classificare la prateria in equilibrio (Densità Normale) (Fig. 13).



Fig. 13 – foto stazione a 15 m.

Limite inferiore della prateria: è stato indagato lungo un transetto orizzontale (circa 20-30 metri); risulta essere piuttosto frastagliato con una profondità massima di circa 30 metri caratteristica di acque trasparenti secondo Pergent et al., 1995. Sul limite sono evidenti, così come per Punta Radice, prolungamenti di prateria intervallati da aree a profondità leggermente inferiore (qualche

metro) e assenza di *matte* morta (Figg. 14 e 15). Non si evidenzia uno scalzamento dei rizomi sul limite, rimanendo questi piuttosto stabili e ancorati al substrato sabbioso. Tuttavia non sono stati riscontrati numerosi rizomi plagiotropi. Si evidenzia, inoltre, della mucillagine nei pressi del limite. In corrispondenza del limite, di tipo progressivo, la densità dei fasci è pari a 270.8 ± 59.7 (fasci m⁻²).



Fig. 14 – foto di paesaggio del limite inferiore.

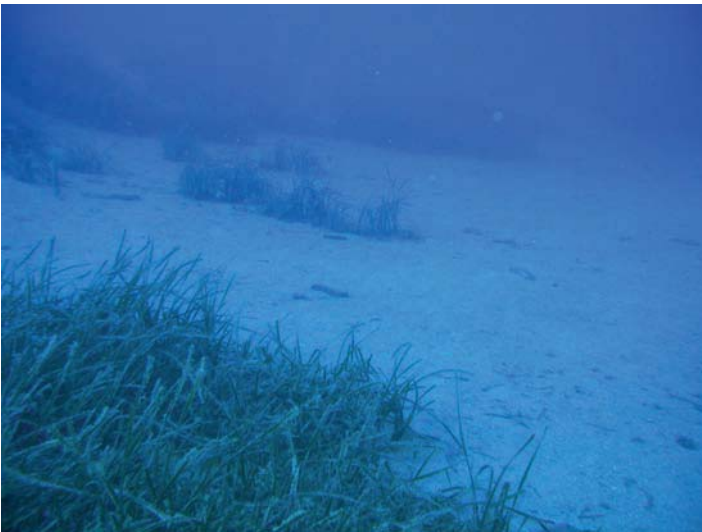


Fig. 15 – foto di paesaggio del limite inferiore.

Sintesi_classificazione PREI

Di seguito si riportano le informazioni riassuntive dei valori dell'indice di qualità ecologica PREI (Dlgs. 152/06) calcolato per ciascun sito (Tabella 1, Fig. 16).

Tabella 1 - Valori dei parametri e dell'indice PREI calcolati per i Siti indagati.

SITO	PARAMETRI	DATI	PREI	
			EQR	Classe di qualità ecologica
Punta Radice	Densità (fascio/m2)	514,58	0,824	HIGH
	Superficie fogliare (cm2/fascio)	264,24		
	Prof limite inf (m)	28,6		
	Biomassa epifiti (E) (mg/fascio)	201,29		
	Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio)	1657,09		
	Tipo di limite (λ) (*)	0		
Capo Marino	Densità (fascio/m2)	402,92	0,779	HIGH
	Superficie fogliare (cm2/fascio)	207,02		
	Prof limite inf (m)	30,0		
	Biomassa epifiti (E) (mg/fascio)	76,66		
	Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio)	1069,69		
	Tipo di limite (λ) (*)	3		
Cala di Mezzo	Densità (fascio/m2)	202,92	0,752	GOOD
	Superficie fogliare (cm2/fascio)	364,15		
	Prof limite inf (m)	29,6		
	Biomassa epifiti (E) (mg/fascio)	257,24		
	Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio)	2011,08		
	Tipo di limite (λ) (*)	-3		
Caletta	Densità (fascio/m2)	408,75	0,837	HIGH
	Superficie fogliare (cm2/fascio)	274,45		
	Prof limite inf (m)	30,0		
	Biomassa epifiti (E) (mg/fascio)	104,61		
	Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio)	1355,23		
	Tipo di limite (λ) (*)	3		
Lazzaretto	Densità (fascio/m2)	317,50	0,727	GOOD
	Superficie fogliare (cm2/fascio)	328,67		
	Prof limite inf (m)	24,8		
	Biomassa epifiti (E) (mg/fascio)	169,01		
	Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio)	1551,31		
	Tipo di limite (λ) (*)	-3		

*-3= limite regressivo; 0=limite netto; 3=limite progressivo o erosivo

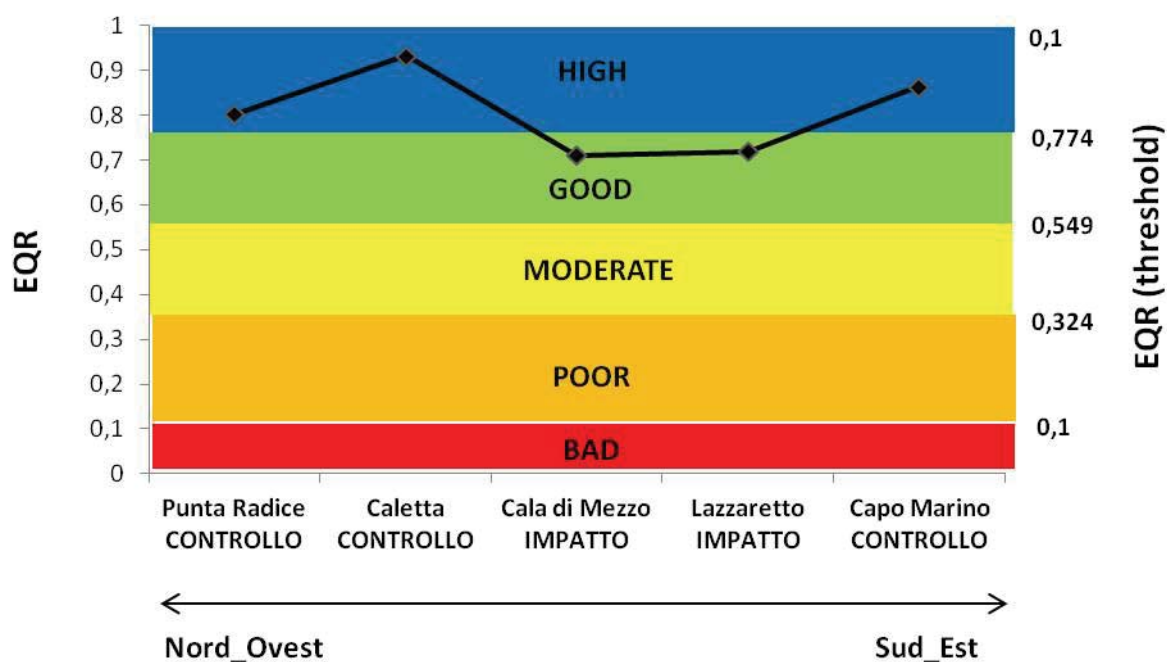


Fig. 16 – Valori dell’indice PREI calcolati per i Siti indagati.

I risultati della campagna di monitoraggio 2016 sono piuttosto confrontabili con quelli rilevati nel 2015 (Tab.1). Anche nell’anno 2016, infatti, l’indice PREI evidenzia valori più bassi a Cala del Lazzaretto e a Cala di Mezzo, rivelando l’esistenza di un impatto nell’area prossima al naufragio della N/O Costa Concordia, nonché al cantiere di rimozione della nave e al cantiere per il ripristino dei fondali, quest’ultimo ancora esistente al momento delle attività di monitoraggio oggetto del **presente** Report. Tuttavia, le differenze tra i valori PREI dei Siti d’impatto e i Siti di controllo sono modeste e la classificazione dell’indice restituisce un EQR (rapporto di qualità ecologico) sempre piuttosto alto, tra lo stato BUONO e lo stato ELEVATO. Si evidenzia come le differenze riscontrate nel valore di EQR tra il 2015 e il 2016 sono minime nei siti di Impatto, mentre tali differenze sono più elevate nei siti di Controllo. La variabilità rilevata tra il 2015 e il 2016 per i descrittori indagati, sia strutturali, che funzionali ed ecologici è ascrivibile per lo più alla naturale variabilità presente su piccola scala spaziale nelle praterie di *P. oceanica*, che è stato dimostrato essere sempre piuttosto elevata (e.g. Balestri et al., 2003, Piazzini et al., 2004, Bacci et al., 2015). Tuttavia, la variabilità riscontrata tra i due campionamenti nei valori di EQR dell’indici PREI non pregiudicano mai la classificazione del sito, che rimane invariata nel tempo e identifica i siti di Impatto nello stato ecologico BUONO e i siti di Controllo in quello ELEVATO.

Tabella 1 – Confronto dei valori dell'indice PREI nel 2015 e nel 2016 calcolati per i Siti indagati.

		PREI	
		EQR(2015)	EQR(2016)
Controllo	Punta Radice	0,782	0,824
Controllo	Capo Marino	0,864	0,779
Impatto	Cala di Mezzo	0,710	0,752
Controllo	Caletta	0,933	0,837
Impatto	Lazzaretto	0,719	0,727

CONCLUSIONI

Il PREI classifica tutti i siti tra la classe BUONA ed ELEVATA, pur mostrando alcune differenze tra i Siti di Impatto e i Siti di Controllo, evidenziando nei primi alcuni segnali di stress, con valori di PREI leggermente inferiori se confrontati con i Siti di Controllo lontani dall'area impattata.

Tuttavia, segnali di impatto sono evidenti e confermati da segni di erosione, con *matte* scoperta e uno scalzamento dei rizomi, in particolare nelle porzioni centrali delle praterie e su parte dei limiti inferiori, non rilevati nei Siti di Controllo. Questi ed altri segnali di stress della prateria sono stati probabilmente causati dalle pressioni dovute al naufragio della nave e alle attività di cantiere che hanno causato impatti sinergici nelle aree limitrofe (Cala del Lazzaretto e Cala di Mezzo), così come evidenziato anche in Bacci et al. 2016.

Nelle aree più degradate in presenza di *matte* morta, (in particolare nei pressi di Cala del Lazzaretto), è stata registrata la presenza di *Caulerpa cylindracea*, così come nel 2015, la quale appare in ottimo stato vitale e conferma lo stato di sofferenza della prateria, più incline ad essere colonizzata da specie aliene invasive. Ciò conferma che, laddove la prateria si mantiene in buone condizioni di densità e vitalità dei fasci, la specie invasiva non trova spazi di colonizzazione del substrato per cui, come osservato anche in altre parti del Mediterraneo, l'invasione delle biocenosi native da parte di *Caulerpa cylindracea* rimane confinata ai margini esterni della prateria

Inoltre, nonostante tutte le praterie monitorate siano classificate, secondo Pergent, et al. (1995), come praterie in equilibrio, anche le stime di densità sono più basse rispetto a quanto osservato in altri siti caratterizzati da una medesima batimetria ma lontani dall'area di cantiere, in accordo con le caratteristiche tipiche di una prateria disturbata.

Oltre a ciò, la maggiore presenza di alghe erette epifite delle foglie delle praterie nei Siti di Impatto rispetto ai Siti di Controllo, evidenziano una certa sofferenza della prateria stessa, in quanto queste specie sono indicatrici di uno stadio maturo del popolamento epifita e, qualora le percentuali di ricoprimento diventino prevalenti, indicatrici di impatto su *Posidonia oceanica* (Piazzi et al., 2015). Quanto descritto suggerisce una parziale limitazione dell'indice PREI nell'evidenziare l'effettivo stato di qualità delle praterie a *Posidonia oceanica* nei Siti indagati, sottostimando in parte l'effettivo stress esistente in tali aree, che risultano a volte impattate anche da azioni meccaniche dovute alle diverse attività che si sono succedute nel lungo periodo tra il naufragio della nave e la persistenza dei differenti cantieri. Infatti, le aree indagate nei Siti d'Impatto (Cala di Mezzo e Cala del Lazzaretto), seppur non direttamente interessate da un impatto diretto e meccanico da parte della nave e/o dalle strutture più grandi succedutesi nelle fasi di cantiere (ad esempio, il Pioneer), possono essere state interessate da impatti puntiformi ma ripetuti nel tempo (ad esempio,

trascinamento di catene, trascinamento di resti della nave, presenza di corpi morti, cono d'ombra causato dalla presenza della nave, ecc.).

In questo contesto, si sottolinea che le recenti direttive quadro europee (WFD 2000/60 e MSFD 2008/56) pongono l'accento sul fatto che lo stato di qualità dell'ambiente marino non possa essere valutato correttamente solo sulla base di poche biocenosi, ma si compone integrando le diverse informazioni che derivano dai giudizi di qualità ottenuti valutando lo stato di tutte le principali comunità biologiche che compongono l'ecosistema marino.

Quindi, l'obiettivo di valutazione degli effetti della rimozione del cantiere nell'area interessata dal naufragio, ovvero l'obiettivo dello studio, potrà essere raggiunto al meglio solo integrando tali informazioni con quelle relative ad ulteriori biocenosi che occupano i differenti habitat dell'ecosistema marino del Giglio. A tal riguardo si può far riferimento ai risultati disponibili ad al momento acquisiti nella medesima attività di monitoraggio relative allo studio delle comunità a Coralligeno.

Bibliografia citata

BACCI, T., RENDE, S.F., ROCCA, D., SCALISE, S., CAPPA, P., SCARDI, M., 2015. Optimizing *Posidonia oceanica* (L.) Delile shoot density: Lessons learned from a shallow meadow. Ecol. Indic. 58, 199–206. doi:10.1016/j.ecolind.2015.05.054

BACCI T., PENNA M., RENDE S. F., TRABUCCO B., GENNARO P., BERTASI F., MARUSSO V., GROSSI L., CICERO A. M (2016) Effects of Costa Concordia shipwreck on epiphytic assemblages and biotic features of *Posidonia oceanica* canopy. Mar Pollut Bull 109: 110–116

BALESTRI, E., CINELLI, F., LARDICCI, C., 2003. Spatial variation in *Posidonia oceanica* structural, morphological and dynamic features in a northwestern Mediterranean coastal area: a multi-scale analysis. Mar. Ecol. Progr. Ser. 250, 51-60.

BUIA M.C., GAMBI M.C., DAPPIANO M., 2003. Seagrass systems. In: M.C. Gambi and M. Dappiano (Editors), Mediterranean marine benthos: a manual of methods for its sampling and study. *Biologia Marina Mediterranea* 11, pp 133-183.

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. Pollut. Bull. 58, 1727–1733.

ISPRA, 2012. Aggiornamento della scheda metodologica per il campionamento e l'analisi della *Posidonia oceanica* ai sensi del Dlgs 152/06.

MEINESZ A. & LAURENT R., 1978, Cartographie et état de la limite inférieure de l'herbier de *Posidonia oceanica* dans les Alpes-maritimes (France). *Botanica marina* 21, 513-526.

PERGENT G., PERGENT-MARTINI C., BOUDOURESQUE C.F., 1995 Utilisation de l'herbier a *Posidonia oceanica* comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée : état des connaissances. *Mésogée*, 54, 3-27.

PIAZZI L, BALATA D, CINELLI F, BENEDETTI-CECCHI L (2004) Patterns of spatial variability in epiphytes of *Posidonia oceanica*: Differences between a disturbed and two reference locations. *Aquat Bot* 79:345–356. doi: 10.1016/j.aquabot.2004.05.006

PIAZZI, L., BALATA, D., CECCHERELLI, G., 2015. Epiphyte assemblages of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica* : an overview. *Mar. Ecol.* n/a–n/a. doi:10.1111/maec.12331