



Dicembre 2019



Area Marina Protetta Secche della Meloria

Monitoraggio ex art. 11 del D.Lgs. 190/2010
“Strategia marina nelle aree marine protette”
protocollo di attuazione del Decreto Ministero
Ambiente n. 24833/2015
Sottoprogramma 2.3: monitoraggio delle praterie di
Posidonia oceanica (L. Delile).



Risultati anno 2019

Rev. 1	5.12.19	Emissione Definitiva	AMDB-LP	GBP	CP
Rev. 0	25.11.19	Emissione per commenti committente	AMDB-LP	GBP	CP
Rev	Data	Descrizione della revisione	Preparato da	Verificato da	Approvato da

Nel presente documento vengono riportati i risultati degli approfondimenti svolti nella AMP delle Secche della Meloria (LI) nel corso del 2019 sulla fanerogama marina *Posidonia oceanica* per la *Strategia Marina*.

OBIETTIVI DELLO STUDIO

L'obiettivo dello studio è stato il monitoraggio della prateria della fanerogama marina *Posidonia oceanica* nelle Secche della Meloria.

In particolare, lo studio aveva come priorità:

1. misura della densità e della struttura della prateria;
2. analisi fenologica e lepidocronologica della pianta;
3. definizione dei *pattern* di variabilità spaziale;
4. valutazione della qualità ecologica.

METODICHE IMPIEGATE

Disegno e metodi di campionamento

Le Secche della Meloria sono caratterizzate da una prateria di *Posidonia oceanica* particolarmente estesa che ricopre la maggior parte dell'Area Marina Protetta. È stato studiato un sito per ciascun livello di protezione (zona A, zona B e zona C). Il campionamento è stato effettuato seguendo il piano per il monitoraggio relativo alle praterie di *Posidonia oceanica* definito da ISPRA.

In ciascun sito sono state definite 3 aree a 15 m di profondità distanziate di 10 m tra loro; in ciascuna area sono stati effettuati:

- 3 repliche per le misure di densità su superfici di 0,25 m²,
- 6 repliche per il prelievo di fasci ortotropi.

Le repliche in una stessa area erano distanziate, tra di loro, di almeno 1 metro.

L'ultima replica in un'area e la prima replica dell'area seguente, erano distanziate di circa 10 metri.

In totale sono state effettuate in ciascuna area 9 misure di densità e sono stati prelevati 18 fasci ortotropi (Fig. 1).

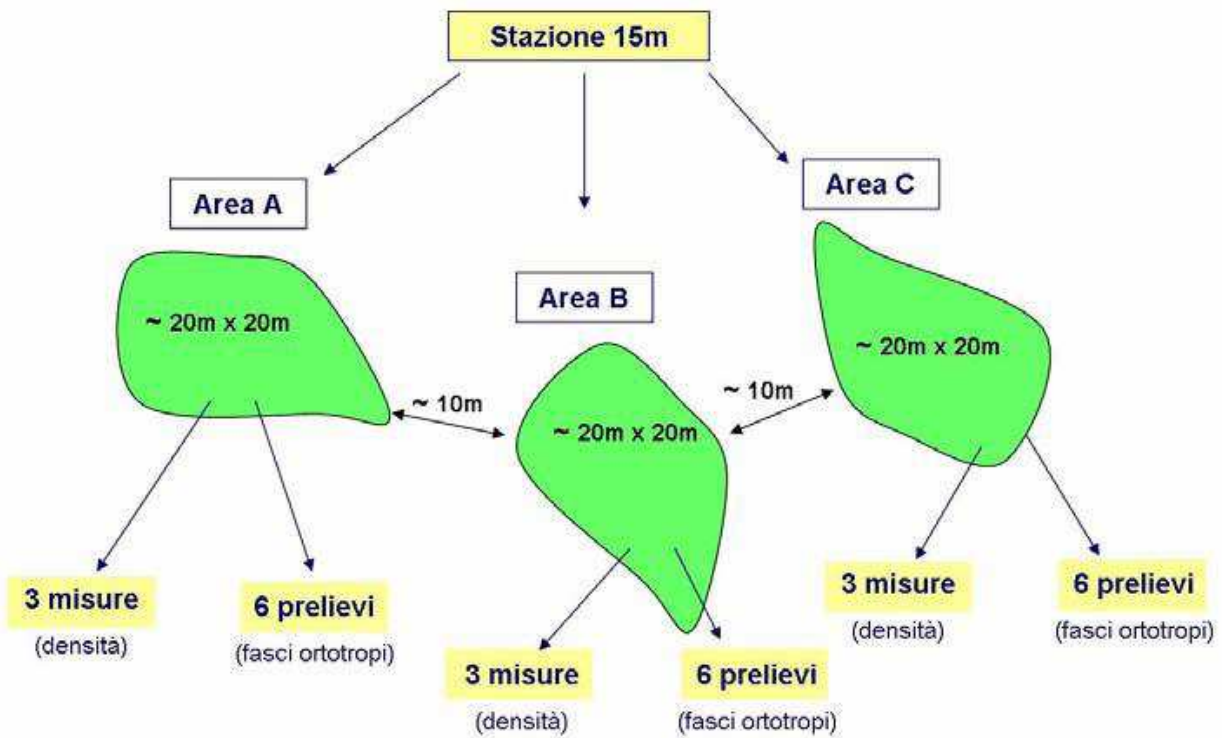


Figura 1. Schema del disegno di campionamento delle praterie di *Posidonia oceanica*.

Inoltre è stato campionato un sito presso il limite inferiore della prateria dove sono stati valutati: la profondità e tipologia del limite, densità della prateria (6 misure), percentuale di fasci plagio tropi, scalzamento dei rizomi.

In ogni sito sono state inoltre rilevati, il ricoprimento di *P. oceanica*, il tipo di substrato, la continuità della prateria, la percentuale di matte morta, la percentuale di *Caulerpa cylindracea* e *Cymodocea nodosa*.

In laboratorio sono state effettuate le misure morfometriche sui 18 fasci prelevati e lepidocronologiche su 9 fasci (3 per ciascuna area).

Foglie ed epifiti sono stati infine seccati e poi pesati, in una stufa a 60°C approssimativamente per 48h, fino ad ottenere un peso costante. I parametri di biomassa sono stati espressi in mg di peso secco.

Qualità ecologica

Sulla base dei dati rilevati in situ sono stati calcolati:

Indice di Conservazione (Moreno et al., 2001), CI:

$$CI = L/(L+D)$$

L: % *P. oceanica* viva, D: % matte morta

Indice di Sostituzione (Montefalcone et al., 2006), SI:

$$SI = Cn/(Po+Cn)$$

Cn: % *C. nodosa*, Po: % *P. oceanica*

È stato inoltre calcolato l'**indice PREI** (Gobert et al. 2009) attraverso la seguente formula:

$$EQR = (N \text{ densità} + N \text{ superficie fogliare} + N (E/L) + N \text{ limite inferiore})/3.5$$

dove:

– N densità = valore misurato-0/valore di riferimento-0;

– N superficie fogliare = valore misurato-0/valore di riferimento-0;

– N (E/L) = [1 - (E/L)] - 0.5;

– N limite inferiore = (N₀-17)/(valore di riferimento-17),

N₀ = profondità misurata in situ + k, dove k = 0 (limite stabile), k = 3

(limite progressivo) o k = -3 (limite regressivo).

I valori di riferimento utilizzati per la Toscana sono 599 fasci al metro quadro per la densità, 310 la superficie fogliare e 38 m la profondità del limite inferiore.

Analisi dei dati

I dati della densità dei fasci, del numero e lunghezza media di foglie per fascio, superficie fogliare e rapporto tra biomassa degli epifiti e delle foglie sono stati analizzati mediante analisi PERMANOVA (Anderson 2001). È stato utilizzato un disegno a 2 vie con i fattori Protezione (3 livelli, fisso) e Area (3 livelli, random e gerarchizzato nella Protezione).

Il numero di foglie prodotte per anno, l'allungamento e la biomassa del rizoma sono stati analizzati mediante analisi PERMANOVA a 3 vie con i fattori Protezione e Anno fissi e ortogonali e il fattore Area random e gerarchizzato nella Protezione

La distanza euclidea è stata calcolata prima di ciascuna analisi univariata sui dati non trasformati. Il test MONTECARLO è stato utilizzato laddove il numero di permutazioni era risultato troppo basso. Il PAIR-WISE test è stato utilizzato per discernere tra livelli di fattori significativi.

RISULTATI

Nel corso del monitoraggio effettuato per la strategia marina nel corso del 2019 la prateria è risultata prevalentemente impiantata su roccia anche se erano presenti zone di mattoni, con valori di copertura sempre superiori all'80%.

La densità variava tra $282,6 \pm 17,1$ e $373,3 \pm 24,0$ (Fig. 2). Non sono state riscontrate differenze significative tra livelli di protezione all'interno dell'AMP; la variabilità spaziale era significativa a livello di area (Tab. 1).

Tabella 1: Risultati dell'analisi PERMANOVA sulla densità dei fasci

Source	df	MS	Pseudo-F	P(perm)
Protezione = P	2	1182.8	0.323	0.709
Area(P)	6	3656.3	4.177	0.009
Residuo	18	875.2		

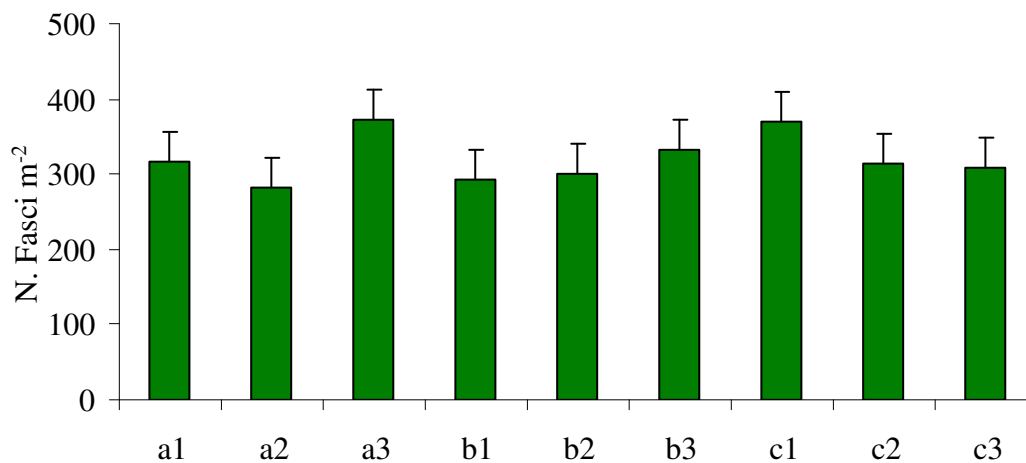


Figura 2: densità delle praterie espressa come fasci al metro quadro (media \pm ES, n=3)

Il numero medio di foglie per fascio variava tra $3,8 \pm 0,2$ e $5,2 \pm 0,3$ (Fig. 3) e non sono state riscontrate differenze significative tra livelli di protezione (Tab. 2).

Tabella 2: Risultati dell'analisi PERMANOVA sul numero di foglie per fascio

Source	df	MS	Pseudo-F	P (perm)
Protezione = P	2	1.7963	1.7636	0.267
Area(P)	6	1.0185	1.9504	0.099
Residuo	45	0.52222		

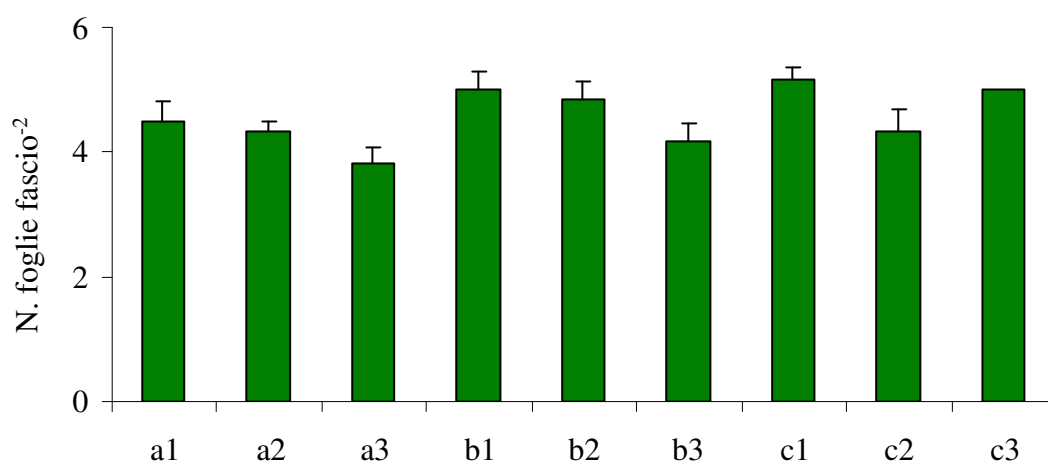


Figura 3: numero medio di foglie per fascio (media ± ES, n=6)

La superficie fogliare per fascio variava tra $153,6 \pm 10,7$ e $283,7 \pm 18,8$ (Fig. 4) e non sono state riscontrate differenze significative tra livelli di protezione (Tab. 3).

Tabella 3: Risultati dell'analisi PERMANOVA sulla superficie fogliare

Source	df	MS	Pseudo-F	P (perm)
Protezione = P	2	9793.7	1.64	0.290
Area(P)	6	5959.9	1.18	0.335
Residuo	45	5045.2		

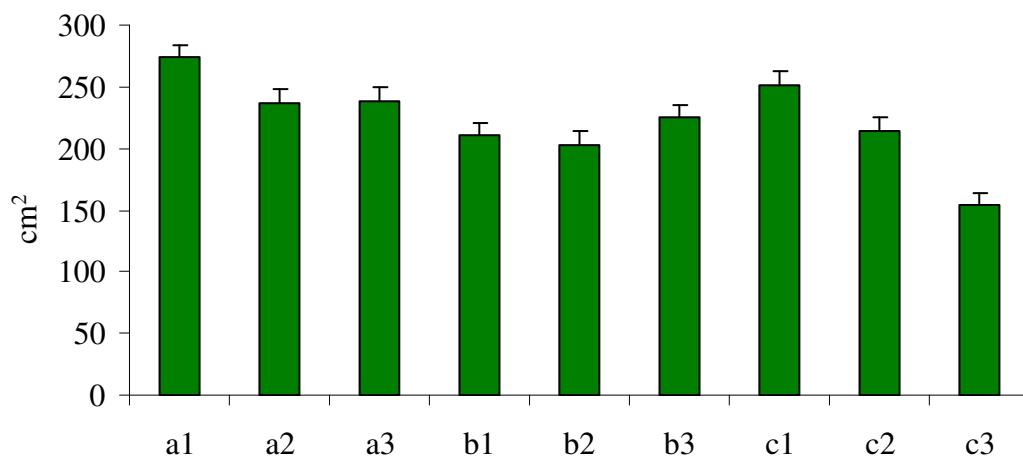


Figura 4: superficie fogliare per fascio (media \pm ES, n=6)

Il rapporto tra peso secco degli epifiti e delle foglie variava tra $0,141 \pm 0,002$ e $0,415 \pm 0,004$ (Fig. 5) e non sono state riscontrate differenze significative tra livelli di protezione; la variabilità spaziale era significativa a livello di area (Tab. 4).

Tabella 4: Risultati dell'analisi PERMANOVA sul rapporto tra la biomassa degli epifiti e la biomassa delle foglie

Source	df	MS	Pseudo-F	P (perm)
Protezione = P	2	0.03	0.64	0.570
Area(P)	6	0.05	3.32	0.014
Residuo	45	0.01		

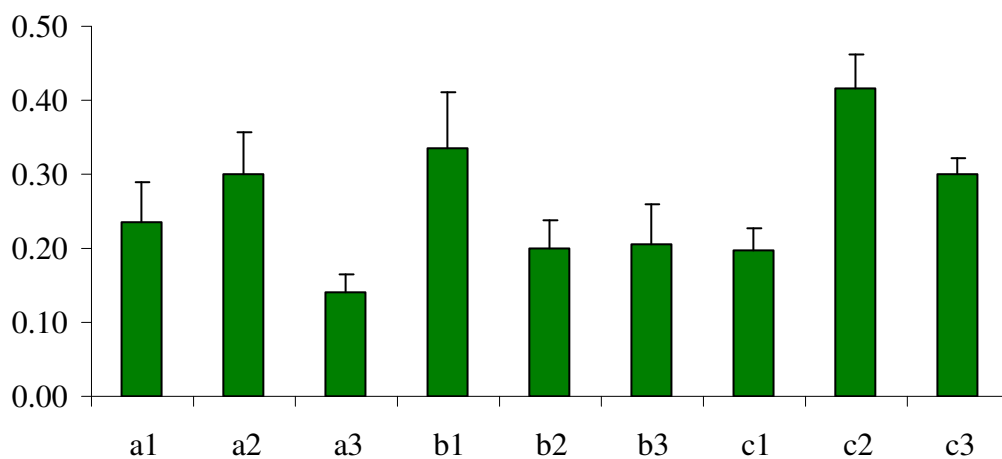


Figura 5: rapporto tra la biomassa degli epifiti e la biomassa delle foglie (media \pm ES, n=6)

Il numero di foglie prodotte per anno lepidocronologico variava tra $6,1 \pm 0,3$ e $7,0 \pm 0,2$ (Fig. 6) e non sono state riscontrate differenze significative tra livelli di protezione (Tab. 5)

Tabella 5: Risultati dell'analisi PERMANOVA sul numero di foglie prodotte per anno lepidocronologico

Source	df	MS	Pseudo-F	P (perm)
Protezione = P	2	0.94	1.38	0.355
Anno = T	2	0.38	0.91	0.431
Area(P)	6	0.68	0.96	0.454
PxT	4	0.60	1.44	0.276
TxA(P)	12	0.42	0.60	0.834
Residuo	54	0.70		

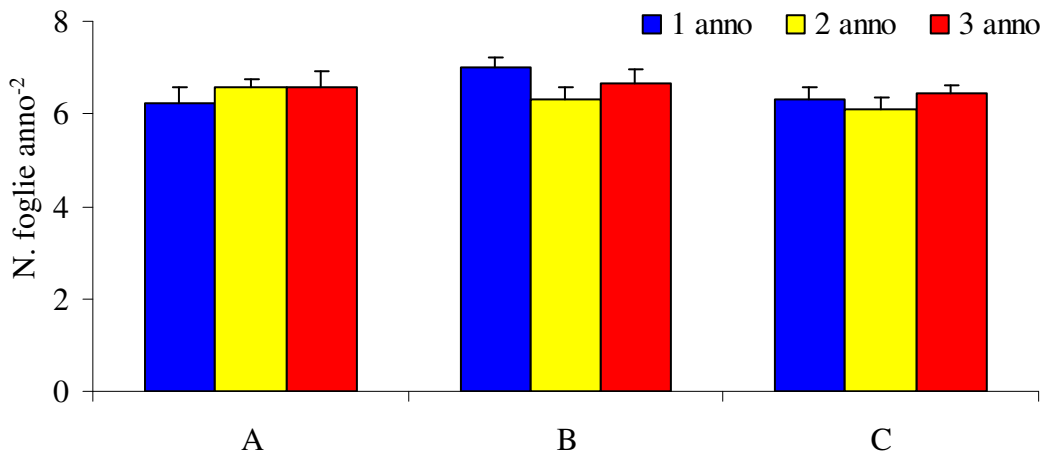


Figura 6: numero medio di foglie prodotte per anno lepidocronologico (media ± ES, n=9)

L'allungamento del rizoma per anno lepidocronologico variava tra $5,7 \pm 0,3$ cm e $7,0 \pm 0,5$ cm (Fig. 7) e non sono state riscontrate differenze significative tra livelli di protezione; era invece significativa la differenza tra anni (Tab. 6).

Tabella 6: Risultati dell'analisi PERMANOVA sull'allungamento del rizoma per anno lepidocronologico

Source	df	MS	Pseudo-F	P (perm)
Protezione = P	2	4.15	0.74	0.503
Anno = T	2	1.59	4.96	0.022
Area(P)	6	5.58	2.58	0.024
PxT	4	0.13	0.40	0.787
TxA(P)	12	0.32	0.15	0.998
Residuo	54	2.16		

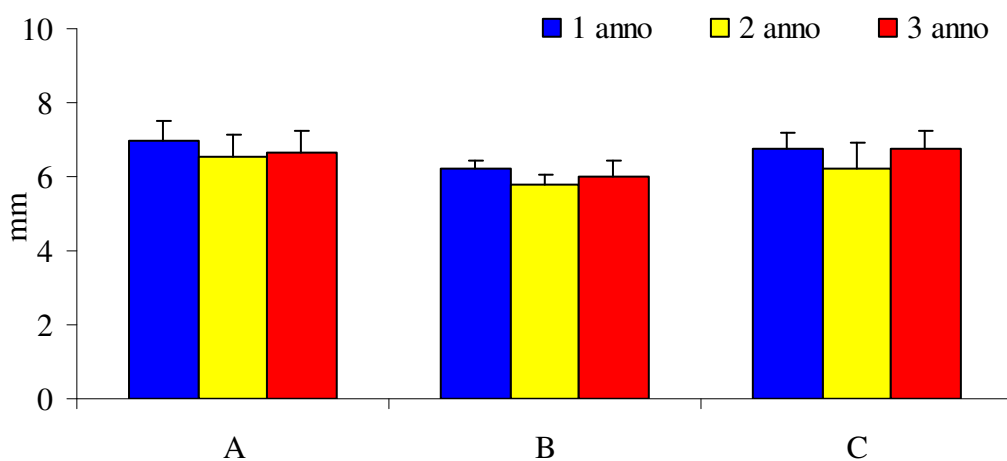


Figura 7: allungamento del rizoma per anno lepidocronologico (media ± ES, n=9)

La biomassa del rizoma per anno lepidocronologico variava tra $45,3 \pm 0,9$ g e $51,1 \pm 1,3$ g (Fig. 7) e non sono state riscontrate differenze significative tra livelli di protezione; era invece significativa la differenza tra anni (Tab. 6).

Tabella 7: Risultati dell'analisi PERMANOVA sulla biomassa del rizoma per anno lepidocronologico

Source	df	MS	Pseudo-F	P (perm)
Protezione = P	2	11.35	0.05	0.962
Anno = T	2	113.72	4.16	0.049
Area(P)	6	250.35	2.20	0.056
PxT	4	22.38	0.82	0.532
TxA(P)	12	27.31	0.24	0.989
Residuo	54	113.58		

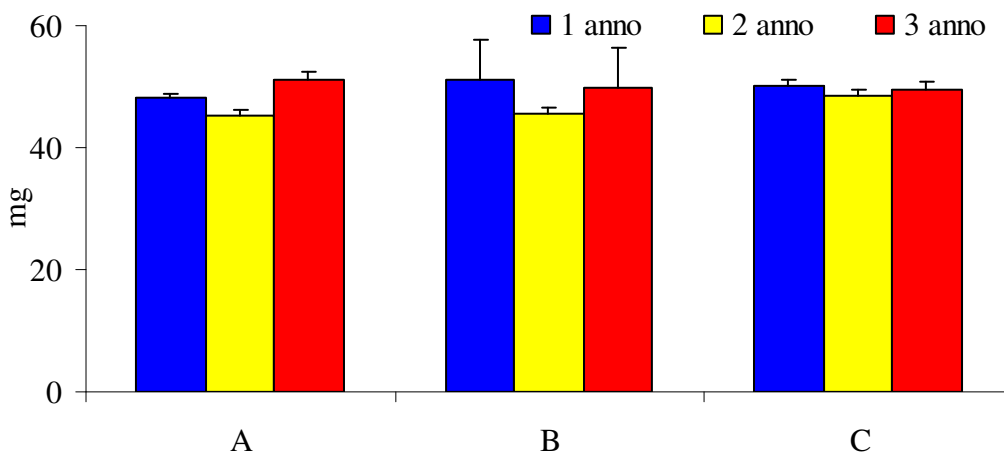


Figura 8: biomassa del rizoma per anno lepidocronologico (media ± ES, n=9)

Qualità ecologica

I valori dell'indice PREI erano sempre piuttosto alti; tra gli EQR, i più bassi sono risultati quelli relativi alla biomassa degli epifiti (Tab. 6). La qualità ecologica è risultata buona in tutti i siti studiati (Fig. 7).

L'indice di conservazione e l'indice di sostituzione sono risultati pari a 89 e 100 rispettivamente.

Tabella 8: Valori degli EQR finali e relativi ai 4 descrittori e dell'indice PREI

	densità	sup fol	epifiti	Limite inferiore	EQR
A	0.54	0.80	0.27	1	0.75
B	0.51	0.68	0.25	1	0.70
C	0.55	0.66	0.19	1	0.69

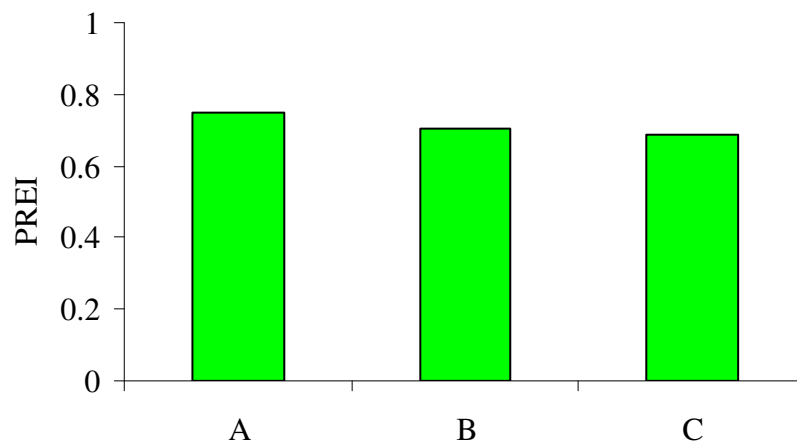


Figura 9: Valori dell'indice PREI

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nel corso delle analisi effettuate nel 2019 la prateria di *Posidonia oceanica* delle Secche della Meloria è risultata ben strutturata e in buono stato di salute. I valori di densità riscontrati sono da considerare normali per la profondità di studio (Pergent et al., 1995). Anche i valori relativi alle variabili fenologiche sono risultati simili a quelli riportati per altre praterie situate lungo la costa toscana (Piazzini et al. 2000; Balata et al. 2009; Nesti et al. 2009). Le variabili fenologiche sono risultate variabili a piccola scala spaziale, confermando *pattern* già osservati nei monitoraggi precedenti, ma simili tra zone a differente livello di protezione.

La produzione fogliare e la crescita del rizoma negli ultimi tre anni è da considerarsi normale e non ha presentato differenze tra siti a differente livello di protezione. La crescita del rizoma, a differenza della produzione fogliare, ha anche mostrato differenze tra anni, ma tali differenze sono state omogenee in tutta la prateria.

La qualità ecologica è risultata buona in tutte i siti studiati. La prateria della Meloria si presenta omogenea nel suo insieme, anche se variabile a piccole scale spaziali, e in buono stato di salute. I bassi valori del descrittore relativo alla biomassa degli epifiti può essere legato a una elevata eutrofizzazione che caratterizza l'area costiera interessata da sbocchi di fiumi e zone urbanizzate.

Bibliografia citata

- ANDERSON M.J. 2001. A new method for a non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology* 26: 32-46.
- BALATA D., PIAZZI L., NESTI U., CINELLI F. 2009. caratteristiche della prateria di *Posidonia oceanica* prospiciente Calafuria (Livorno) e struttura dei popolamenti epifiti ad essa associati. *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali* 116: 127-132.
- GOBERT S., SARTORETTO S., RICO-RAIMONDINO V., ANDRAL B., CHERY A., LEJEUNE P. AND 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). *Marine Pollution Bulletin* 58, 1727–1733;
- MONTEFALCONE M., ALBERTELLI G., BIANCHI C.N., MARIANI M., MORRI C., 2006. A new synthetic index and a protocol for monitoring the status of *Posidonia oceanica* meadows: a case study at Sanremo (Ligurian Sea, NW Mediterranean). *Aquatic conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 16, 29-42.
- MORENO D., AGUILERA P., CASTRO H., 2001. Assessment of the conservation status of seagrass (*Posidonia oceanica*) meadows: implications for monitoring strategy and the decision-making process. *Biological Conservation* 102, 325 - 332.
- NESTI U., PIAZZI L., BALATA D. 2009. Variability in the structure of epiphytic assemblages of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica* in relation to depth. *Marine Ecology* 30: 276-287
- 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 de connaissances. *Mésogée* 54: 3-29.
- PIAZZI L., ACUNTO S., CINELLI F. 2000. Mapping of *Posidonia oceanica* beds around Elba Island (western Mediterranean) with integration of direct and indirect methods. *Oceanologica Acta* 23: 339-346.