

M.ODDENINO¹, A. OPRANDI¹, L. MINUTO¹, F. PELIZZA^{1,2}, C. ROBELLO^{1,2}, M. MONTEFALCONE^{1,3}

¹Department of Earth, Environment and Life Sciences (DiSTAV), University of Genoa, Genoa, Italy

²ONE OCEAN FOUNDATION, Milan, Italy

³National Biodiversity Future Center (NBFC), Palermo, Italy

corresponding author: murieloddenino@gmail.com

DINAMICA TEMPORALE DELLE PRATERIE DI *POSIDONIA OCEANICA* (L.) DELILE (FANEROGAMA MARINA) NELL'AREA DI TUTELA MARINA DI CAPO MORTOLA

TEMPORAL DYNAMICS OF *POSIDONIA OCEANICA* (L.) DELILE (SEAGRASSES) MEADOWS IN THE CAPO MORTOLA MARINE PROTECTED AREA

Abstract - Meadows of *Posidonia oceanica* (L.) Delile in the Mediterranean Sea are undergoing a progressive decline due to the combined effects of local and global pressures. In the northwestern Mediterranean, up to 56% of these meadows have already been lost since 1869. This regression favours the colonization by substitute species, such as the invasive green algae of the genus *Caulerpa*, which can bring profound structural and functional changes in coastal ecosystems. For instance, in the Capo Mortola Marine Protected Area (Western Ligurian Sea), the *P. oceanica* meadow cover has declined between 1987 and 2002, leading to the appearance of *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh. However, recent monitoring showed that, since 2002, *C. taxifolia* has disappeared while the density of the meadow has remained constant. Our results are consistent with recent studies, suggesting potential resilience of *P. oceanica* meadows under favorable conditions, although a recovery can be confirmed only with long-term monitoring.

Keywords: Diachronic analysis, *Posidonia oceanica*, historical data, Ligurian Sea, Marine Protected Areas

Introduzione - *Posidonia oceanica* (L.) Delile è una fanerogama marina essenziale per la stabilità degli ecosistemi costieri (Boudouresque *et al.*, 2006). Le sue praterie stanno subendo un progressivo e intenso fenomeno di regressione in molte aree del Mediterraneo (Montefalcone *et al.*, 2007). In particolare, nel Mediterraneo nord-occidentale il declino delle praterie ha favorito la diffusione di specie invasive come *Caulerpa cylindracea* Sonder e *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh, che mostrano una minore capacità strutturante rispetto a *P. oceanica* e possono portare a profondi cambiamenti funzionali nell'ecosistema (Montefalcone *et al.*, 2007a). La dinamica di espansione di queste due specie segue cicli naturali di espansione e regressione, con una fase iniziale di rapida colonizzazione seguita da un progressivo declino (Montefalcone *et al.*, 2015). In questo contesto, il confronto con i dati storici costituisce uno strumento fondamentale per analizzare le dinamiche temporali e valutare lo stato di conservazione delle praterie di *P. oceanica*, permettendo di identificare eventuali trend di regressione o di recupero.

L'Area di Tutela Marina (ATM) di Capo Mortola, istituita nel 2000 tramite Legge Regionale, è caratterizzata dalla presenza di una estesa prateria di *P. oceanica* studiata fin dagli anni '80. La disponibilità di dati inerenti allo stato di salute di questa prateria raccolti nel 1987, 2002 e 2024 hanno permesso di valutarne lo stato di conservazione attuale e il cambiamento nel tempo negli ultimi 40 anni.

Materiali e metodi - I dati relativi alla distribuzione e alla struttura della prateria di *P. oceanica* nell'ATM di Capo Mortola sono stati raccolti in immersione subacquea lungo un transetto perpendicolare a costa, originariamente effettuato nel 1987 (Pessani *et al.*, 1987) e successivamente ripercorso nel 2002 (RIPO, 2003) e nel 2024 nell'ambito del presente studio (Fig. 1). Partendo dal limite inferiore sono stati raccolti dati inerenti alla profondità, la tipologia dei limiti superiore e inferiore, la densità dei fasci fogliari e il ricoprimento percentuale di *P. oceanica* viva e di matte morta (Montefalcone, 2009) che

è stato utilizzato per calcolare l'Indice di Conservazione (Moreno *et al.*, 2001). La densità dei fasci di *P. oceanica*, invece, è stata valutata tramite 6 repliche effettuate utilizzando una cornice quadrata di 20 cm × 20 cm in tre stazioni corrispondenti al limite inferiore, alla profondità intermedia (circa 15 m) e al limite superiore. Le misure sono state quindi riportate al m² e confrontate con la classificazione di riferimento (UNEP MAP RAC/SPA, 2011).

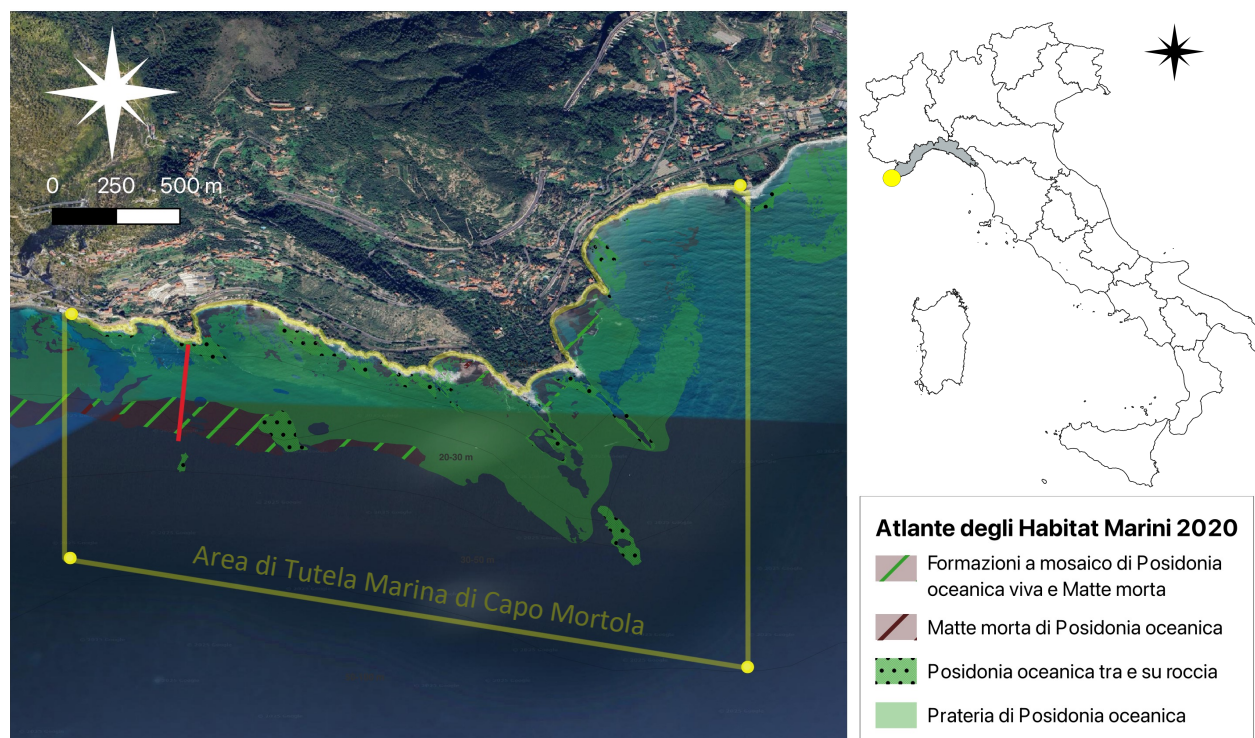


Fig. 1 – Area di studio e localizzazione del transetto storico nell'Area di Tutela Marina di Capo Mortola.
Study area and location of the historical transect within the Capo Mortola Marine Protected Area.

Risultati - Il confronto dei dati di densità fogliare raccolti nei tre anni nelle tre stazioni evidenzia un generale andamento decrescente nel tempo. Per il 1987 non sono state calcolate le barre di errore, essendo disponibile un'unica misura di densità (Fig. 2). Nella stazione situata sul limite inferiore la densità è passata da 317 fasci al m² nel 1987 a $153,8 \pm 58,10$ fasci al m² nel 2002, per poi risalire a $245,8 \pm 16,5$ fasci al m² nel 2024. Nella stazione intermedia di 15 m, la densità è scesa da 525 fasci al m² nel 1987 a $335 \pm 108,80$ fasci al m² nel 2002, mantenendosi stabile a $337,5 \pm 55,1$ fasci al m² nel 2024. Nella stazione situata sul limite superiore si osserva una diminuzione, da 950 fasci al m² nel 1987 a $655 \pm 209,20$ fasci al m² nel 2002 e $639,7 \pm 35,1$ fasci al m² nel 2024. Nel tempo lo stato ecologico, secondo la classificazione UNEP-MAP RAC/SPA, è diminuito passando da uno stato elevato a moderato tranne sul limite inferiore dove si è mantenuto costante (Fig. 3a). Anche il ricoprimento percentuale risulta generalmente inferiore nel 2024 rispetto al 2002 (anche in questo caso, non sono state calcolate le barre di errore in quanto era disponibile un'unica misura di ricoprimento), in particolare sul limite inferiore e alla profondità di 15 m, mentre sul limite superiore si osserva un aumento del ricoprimento. Sebbene, il ricoprimento di *P. oceanica* sia variato nei due anni l'Indice di Conservazione è variato solo sul limite inferiore passando da uno stato elevato a uno stato moderato (Fig. 3b). Il cambiamento nella profondità dei limiti suggerisce una possibile espansione della prateria (Fig. 4).

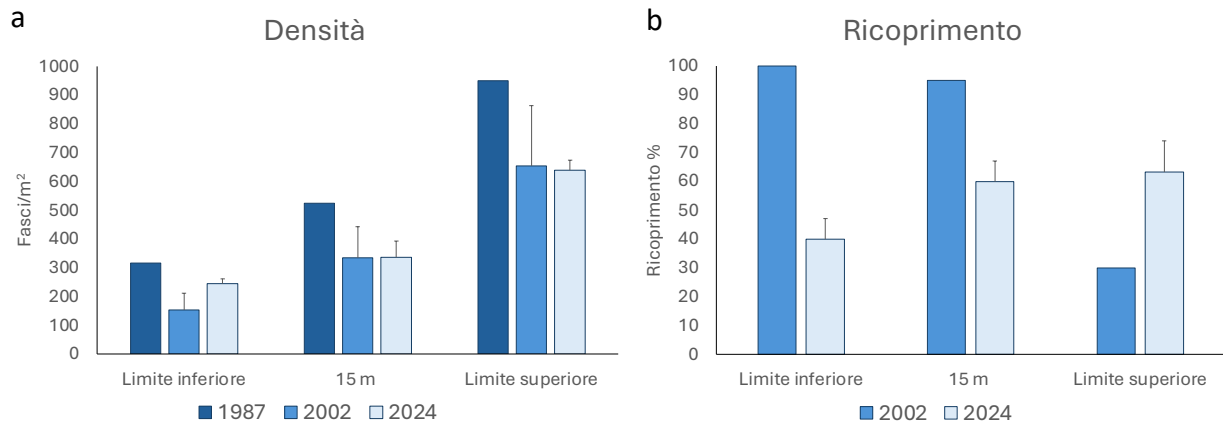


Fig. 2 – (a) Densità dei fasci fogliari di *P. oceanica* rilevati nelle stazioni nel 1987, 2002 e 2024; (b) percentuale di ricoprimento della prateria rilevate nelle stazioni nel 2002 e 2024.
 (a) Leaf shoot density of *P. oceanica* recorded at different stations in 1987, 2002, and 2024; (b) percentage cover of the meadow recorded at different stations in 2002 and 2024.

a	Densità dei fasci fogliari (classificazione UNEP/MAPRAC/SPA, 2011)			b	Indice di Conservazione (Montefalcone, 2009)	
	1987	2002	2024		2002	2024
Limite inferiore	ELEVATO	BUONO	ELEVATO	Limite inferiore	ELEVATO	MODERATO
15 m	ELEVATO	MODERATO	MODERATO	15 m	ELEVATO	ELEVATO
Limite superiore	ELEVATO	MODERATO	MODERATO	Limite superiore	BUONO	BUONO

Fig. 3 – (a) Stato ecologico della prateria di *P. oceanica* secondo il descrittore di densità fogliare nelle tre stazioni; (b) Stato ecologico della prateria di *P. oceanica* secondo l'indice di Conservazione calcolato nelle tre stazioni.
 (a) Ecological status of the *P. oceanica* meadow according to the leaf shoot density descriptor at the three stations; (b) Ecological status of the *P. oceanica* meadow according to the Conservation Index calculated at the three stations.



Fig. 4 – (a) Profondità del limite superiore e (b) del limite inferiore della prateria di *P. oceanica* rilevata nei tre anni di monitoraggio.
 (a) Depth of the upper limit and (b) of the lower limit of the *P. oceanica* meadow recorded during three monitoring years.

Conclusioni - I dati raccolti indicano che la prateria di *Posidonia oceanica* nell'ATM di Capo Mortola ha mostrato una diminuzione dello stato ecologico tra il 1987 e il 2002, mentre tra il 2002 e il 2024 i valori sono rimasti relativamente stabili sul limite superiore e a 15 m, sia secondo la classificazione UNEP-MAP RAC/SPA sia in base all'Indice di Conservazione. In questa stazione, l'aumento delle aree di matte morta non è stato accompagnato da una diminuzione della densità dei fasci fogliari, la quale è aumentata indipendentemente dalla presenza di matte morta. Nonostante la riduzione della densità dei fasci fogliari rispetto al 1987 e del ricoprimento percentuale a partire dal 2002, la prateria mostra segnali di recupero. La presenza di fioriture, l'espansione dei limiti inferiore e superiore e l'assenza delle specie aliene *C. taxifolia* e *C. cylindracea*, precedentemente presenti, supportano questa tendenza. Tuttavia, sarà possibile confermare l'andamento positivo solo attraverso un monitoraggio a lungo termine, considerando anche le misure di protezione dell'ATM, entrate in vigore nel 2024, che potrebbero contribuire al mantenimento di condizioni ambientali favorevoli.

Bibliografia

- 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 publication*, Monaco, FR : 175 pp.
- MONTEFALCONE M. (2009) - Ecosystem health assessment using the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*: a review. *Ecol. Indic.*, **9** (4): 595-604.
- MONTEFALCONE M., MORRI C., PEIRANO A., ALBERTELLI G., BIANCHI C.N. (2007) - Substitution and phase-shift in *Posidonia oceanica* meadows of NW Mediterranean Sea. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, **75**: 63-71.
- MONTEFALCONE M., MORRI C., PARRAVICINI V., BIANCHI C.N. (2015) - A tale of two invaders: divergent spreading kinetics of the alien green algae *Caulerpa taxifolia* and *Caulerpa cylindracea*. *Biol. Invasions.*, **17**: 2717-2728.
- MORENO D., AGUILERA P.A., CASTRO H. (2001) - Assessment of the conservation status of seagrass (*Posidonia oceanica*) meadows: implications for monitoring strategy and the decision-making process. *Biol. Conserv.*, **102** (3): 325-332.
- PESSANI D., CALTAGIRONE A., PONCINI F., VETERE M. (1987) - Confronto tra due praterie di *Posidonia oceanica* della Riviera Ligure di Levante e di Ponente. 1. Descrizione e parametri fenologici. *Posidonia Newsletter*, **1** (2): 5-20.
- RIPO (2003) - Rivisitazione di alcune praterie di *Posidonia oceanica* (L.) Délile, lungo le coste delle regioni: Liguria, Toscana, Lazio, Basilicata e Puglia e progetto pilota per l'armonizzazione dei relativi dati cartografici esistenti - Relazione finale.
- UNEP/MAP-RAC/SPA. (2011) - Draft guidelines for the standardization of mapping and monitoring methods of marine Magnoliophyta in the Mediterranean. Tenth Meeting of Focal Points for SPAs. UNEP(DEPI)/MED WG 359/9, Tunis.