

# UTILIZZO SPERIMENTALE IN MARE DI SISTEMI TECNICI GIA' IMPIEGATI DALL'INGEGNERIA NATURALISTICA TERRESTRE

F.L. Cinelli, F. Boccalaro<sup>2</sup>, M. Burgassi<sup>1</sup>, F. Rende<sup>1</sup>, F. Cinelli, L. Piazzì, M. Zanella<sup>3</sup>

Dipartimento di Biologia, Università di Pisa, Via A. Volta, 6 – 56121 Pisa, Italia.

[fcinelli@biologia.unipi.it](mailto:fcinelli@biologia.unipi.it)

<sup>1</sup>ICRAM - Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica Applicata al Mare, Roma, Italia.

<sup>2</sup>AIPIN - Associazione Italiana Per l'Ingegneria Naturalistica

<sup>3</sup>Coastal Protection Systems (Gruppo Maccaferri), Bologna, Italia.

## PREMESSA

L'Ingegneria Naturalistica è una disciplina tecnica che utilizza piante vive negli interventi antierosivi e di consolidamento, in genere in abbinamento con materiali di varia natura come legno, terra, roccia, geotessili, reti zincate ecc. (Boccalaro, 2006). I materiali e le metodologie utilizzate sono state ampiamente sperimentate in ambiente terrestre, mentre le applicazioni marine sono fino ad adesso ancora praticamente inesplorate. Con la presente sperimentazione, ancora in corso, si intende testare la resistenza alle condizioni subacquee di alcune tipologie di materiali impiegati dall'Ingegneria Naturalistica terrestre e mettere a punto una metodologia per il rinverdimento dei fondali, utilizzando fanerogame marine ed in particolare *Posidonia oceanica* (L.) Delile. Questa pianta ha registrato infatti, negli ultimi decenni, una considerevole regressione, in particolare in vicinanza di grandi centri urbani, industriali e portuali (Peirano e Bianchi, 1995).



Fig. 1 - Prateria di *Posidonia* (L.) Delile

## MATERIALI E METODI

I vari tipi di materiale, alcuni dei quali totalmente biodegradabili sono stati posizionati nel mese di ottobre 2006 ad una profondità di circa 7 m nella località di Cavo, Isola d'Elba. Il materiale non biodegradabile è costituito da 3 riquadri di "Macmat R", con geostuoia tridimensionale e rete metallica a doppia torsione (1 m x 1 m) e da 3 materassi tipo "Reno", (1 m x 1 m x 0,23 m), rivestiti alla base e sui lati con geotessuto e muniti di coperchi "Macmat R" (Fig.1a e 1b). Infine, per testare la resistenza in acqua di un materiale completamente biodegradabile, sono state utilizzate 4 biostuoie in fibra di agave a trama fitta, di cui 2 rinforzate con rete metallica a doppia torsione, e 2 prive di rinforzi (Fig.1c). Su ogni struttura, sono state posizionate 20 talee di *P. oceanica*, delle quali, quelle inserite sulle stuoie, sono state fissate singolarmente con filo monotubolare in PVC utilizzato nella pratica del giardinaggio. Lo scopo comunque della sperimentazione, almeno in questa fase, è stato quello di verificare la resistenza e la compatibilità dei sistemi tecnici piuttosto che valutare la sopravvivenza degli impianti di *Posidonia*.

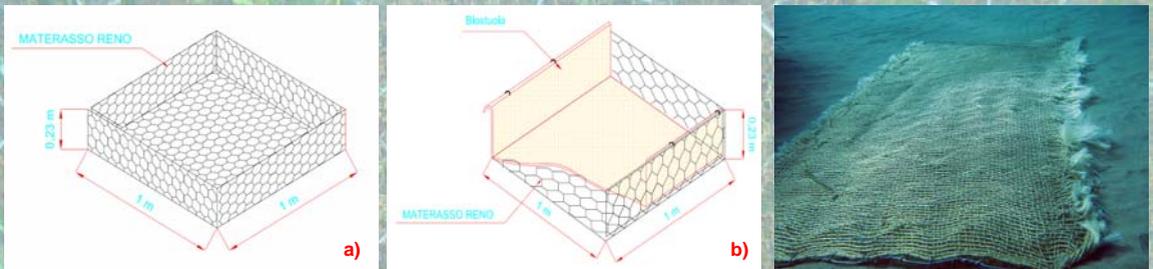


Fig. 1 - a) materasso RENO rete metallica a doppia torsione, b) rivestimento alla base e sui lati con geotessuto, c) biostuoie in fibra di agave a trama fitta

## RISULTATI E CONCLUSIONI

Successivamente al posizionamento dei materiali, (vedi figura da 2a a 2c) sono stati effettuati una serie di controlli, per rilevare lo stato di conservazione dei materiali e la stabilità delle strutture alle variazioni delle condizioni meteo-marine. Nel primo controllo effettuato circa un mese dopo il posizionamento è stato rilevato un ottimo stato di conservazione di tutti i materiali, in particolare il riquadro in "Macmat R" posizionato sulla scarpata di matto morta, presentava già una completa integrazione con l'ambiente bentonico grazie alla crescita, all'interno della struttura tridimensionale che costituisce il "Macmat R", delle alghe bentoniche già presenti sulla matto morta, la cui componente più abbondante è risultata *Caulerpa prolifera* (Forsk.) Lamouroux. In questo controllo è risultata evidente anche la buona condizione delle talee impiantate. I successivi controlli sono stati effettuati alcuni mesi dopo (Febbraio 2007) dopo il verificarsi di alcune forti mareggiate che hanno interessato tutta l'area; in questo caso le strutture presentavano ancora un ottimo stato di conservazione e gli ancoraggi dei materiali si sono dimostrati efficaci, mentre una parte delle talee inserite sui materassi "Reno" e nei riquadri "Macmat R" è stata rimossa dal forte idrodinamismo (Fig.3b). Le biostuoie in agave, nonostante la forte turbolenza creatasi sul fondo, evidenziata dallo spostamento della sabbia circostante che ha formato ampi "ripple marks", presentavano un ottimo stato di conservazione (Fig.3d). Nel complesso le strutture utilizzate si sono rivelate adatte all'uso in mare, grazie alla loro capacità di resistenza alle condizioni meteo marine avverse e alla corrosione marina, caratteristiche che le rendono degli ottimi ancoraggi per le operazioni di reimpianto con talee di fanerogame marine. In particolare l'uso dei quadrati in "Macmat R" (vedi Fig.3e) si dimostra particolarmente adatto per i reimpianti su matto morta in presenza di altre macroalghe o fanerogame marine grazie alla struttura a nido d'ape del materiale, che permette la crescita delle macrofite all'interno della struttura stessa, aumentando così la sua stabilità e l'integrazione con l'ambiente bentonico; per i reimpianti su substrato sabbioso sembra invece da preferirsi l'uso del materasso in "Macmat R", grazie alla sua elevata stabilità, dovuta al riempimento con sabbia, che elimina la necessità di ancoraggio (Fig.3a). Infine l'utilizzo delle biostuoie in agave è da preferire per le attività di reimpianto da svolgere in aree di particolare pregio naturalistico, laddove il collocamento in mare di materiali non biodegradabili è sconsigliabile al fine di evitare ogni possibile impatto sull'ambiente marino.

### FOTO POSIZIONAMENTO



Fig. 2 - a) materasso tipo "Reno", (1 m x 1 m x 0,23 m), b) coperchio "Macmat R" su sabbia, c) coperchio "Macmat R" su matto, d) biostuoia in fibra di agave

### FOTO CONTROLLO



Fig. 3 - a) materasso tipo "Reno" dopo 7 mesi, b) coperchio "Macmat R" su sabbia dopo 7 mesi, c) coperchio "Macmat R" su matto dopo 7 mesi, d) biostuoia in fibra di agave dopo 7 mesi

## CONCLUSIONI

I risultati preliminari sembrerebbero indicare che i materiali scelti possano essere utilizzati vantaggiosamente in interventi di riforestazione con *Posidonia oceanica* ed altre fanerogame marine, grazie all'elevata stabilità e resistenza ai fenomeni idrodinamici, alla semplicità di assemblaggio e posizionamento in mare, alla possibilità di preconfezionamento a terra e ai contenuti costi di realizzazione. In particolare sembra particolarmente felice la scelta dell'utilizzo del riquadro in "Macmat R" su matto morta in presenza di altre macrofite. La biostuoia in agave pur essendo un materiale biodegradabile, mostra una resistenza in ambiente marino di diversi mesi, che la rendono utilizzabile in mare per operazioni di reimpianto. La sperimentazione condotta evidenzia invece la necessità di una variazione alla metodologia di montaggio e fissaggio delle talee sui materassi "Reno". I risultati preliminari alla sperimentazione suggeriscono inoltre una variazione alla metodologia di montaggio delle strutture dei materassi: le talee di *P. oceanica* dovrebbero essere inserite nel coperchio della struttura prima del montaggio finale e del riempimento con sabbia del materasso, al fine di integrare i rizomi con il sedimento e stabilizzare le talee evitando che l'elevato idrodinamismo del moto ondoso le rimuova.

## BIBLIOGRAFIA

BOCCALARO F. (2006) - *Difesa del territorio e ingegneria naturalistica*. Dario Flaccovio Editore: 575 pp.  
PEIRANO A., BIANCHI N.C. (1995) - Decline of the seagrass *Posidonia oceanica* in response to environmental disturbance: a simulation like approach off Liguria (NW Mediterranean Sea), *Proc. 30<sup>th</sup> European marine biological Symposium*, Southampton: 87-95.

**Ringraziamenti** - Si ringrazia la Coastal Protection Systems per aver gentilmente fornito gratuitamente tutti i materiali utilizzati in questa sperimentazione.



Quadrato in Macmat R posizionato su  
matte morta

