



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Workshop

Il trapianto di *Posidonia oceanica* in Italia: stato dell'arte

Roma, 13 giugno 2014

Esperienze di riforestazione con *Posidonia oceanica* lungo le coste siciliane

Sebastiano Calvo

Università degli Studi di Palermo



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Workshop

Il trapianto di *Posidonia oceanica* in Italia: stato dell'arte

Roma, 13 giugno 2014

Successi e fallimenti dei trapianti

La **selezione dei siti** destinati ad interventi di riforestazione è considerato un punto chiave per il successo del trapianto

(van Katwijk *et al.*, 2009. Marine Pollution Bulletin 58: 179-188)

(Fonseca *et al.*, 1998. NOAA Coastal Ocean Office)

Calumpang e Fonseca, 2001. Global Seagrass Research Methods. Elsevier, pp. 424–443.)

Circa l'80% delle perdite dei trapianti di *Posidonia oceanica* è dovuto al fallimento del **sistema di ancoraggio**

(Park, J.-I., Lee, K.-S., 2010. Ecological Engineering 36: 450-456)

(Meinesz, A. *et al.* 1993. Botanica Marina 36, 209–216)



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Workshop

Il trapianto di *Posidonia oceanica* in Italia: stato dell'arte

Roma, 13 giugno 2014

Attività sperimentali in Sicilia

- *Valutazione dell'idoneità del sito*
- *Modulo di ancoraggio delle talee/rizomi*
- *Tempi e costi di realizzazione*



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Workshop

Il trapianto di *Posidonia oceanica* in Italia: stato dell'arte

Roma, 13 giugno 2014

Golfo di Palermo: selezione dei siti



Nel Golfo di Palermo è documentata una drastica riduzione delle praterie di *P. oceanica* a causa:

- Scarico di acque reflue urbane non trattate
- Pesca illegale
- Discariche abusive di sfabbricidi

[Calvo S. et al., 1994 - Proceedings UETP-EEE Annual Conference Improving the Urban Environment, London, 73-87]





ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Workshop

Il trapianto di *Posidonia oceanica* in Italia: stato dell'arte

Roma, 13 giugno 2014

Golfo di Palermo: selezione dei siti

Sono stati avviati da tempo interventi di risanamento :

- ✓ Depurazione dei reflui urbani ed industriali
- ✓ istituzione di aree protette e riserve lungo la fascia costiera
- ✓ messa in sicurezza delle discariche di sfabbricidi lungo la costa

Netto miglioramento della qualità delle acque costiere

Impianto di depurazione di Acqua dei Corsari



Intervento sulla discarica della Bandita





ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Workshop

Il trapianto di *Posidonia oceanica* in Italia: stato dell'arte

Roma, 13 giugno 2014

Golfo di Palermo: selezione dei siti

(Short *et al.*, 2002, modificato)

1°

PTSI

(Indice
preliminare di
idoneità al
trapianto)

2°

Scelta della prateria
donatrice

5 impianti pilota

+

1 controllo
procedurale

3°

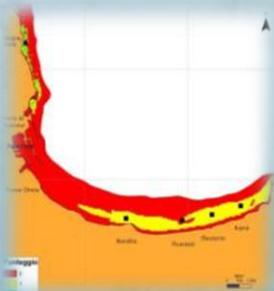
Monitoraggio:

- tasso di sopravvivenza
- parametri fenologici
- concentrazione di nutrienti (N, P)
- Luce

4°

TSI

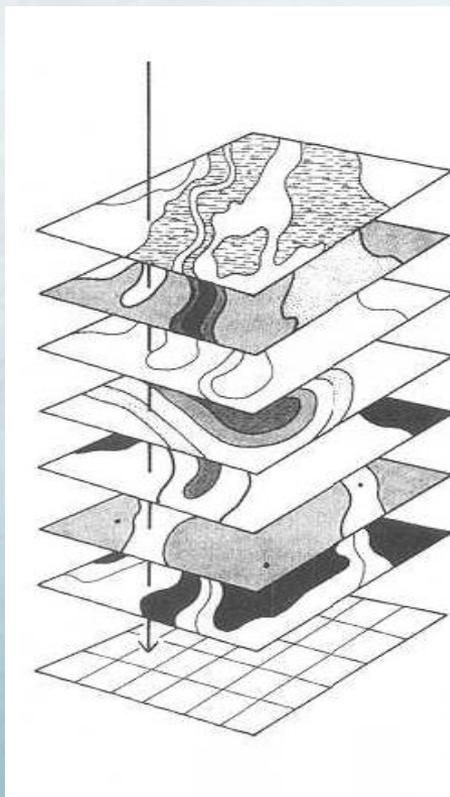
(Indice di Idoneità
al Trapianto)





Costruzione del PTSI

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



Codice parametro	Parametri (fonte)	Punteggio
A	Distribuzione attuale della prateria (mappa di distribuzione)	0 = presente 1= assente
B	Presenza/assenza di tanatocenosi a Posidonia (mappa di distribuzione)	1=zona non vegetata 2=presenza di matte morta
C	Prossimità ad una prateria naturale (calcolo GIS)	0=Entro un buffer di 30 metri dalla prateria esistente 1=Buffer > di 30 metri
D	Intervallo batimetrico potenziale della prateria (calcolo GIS)	0=>del limite inf. e < del limite sup. della prateria di riferimento 1=Tra limite superiore e profondità media - 1 D.S. della prateria . 1=Tra profondità media + 1 D.S. della prateria ed il limite inferiore 2=Profondità media ±1 DS della prateria di riferimento
E	Tipologia del substrato (mappa di distribuzione)	0=Limo e roccia nuda 1=Sabbia 2= Sabbia con Cymodocea
F	Qualità dell'acqua (basata sull'Indice Trofico TRIX)	0=scarsa 1=media 2= buona e elevata

L'indice moltiplicativo PTSI è stato calcolato mediante la seguente formula:

$$\mathbf{PTSI = A \times B \times C \times D \times E \times F}$$



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

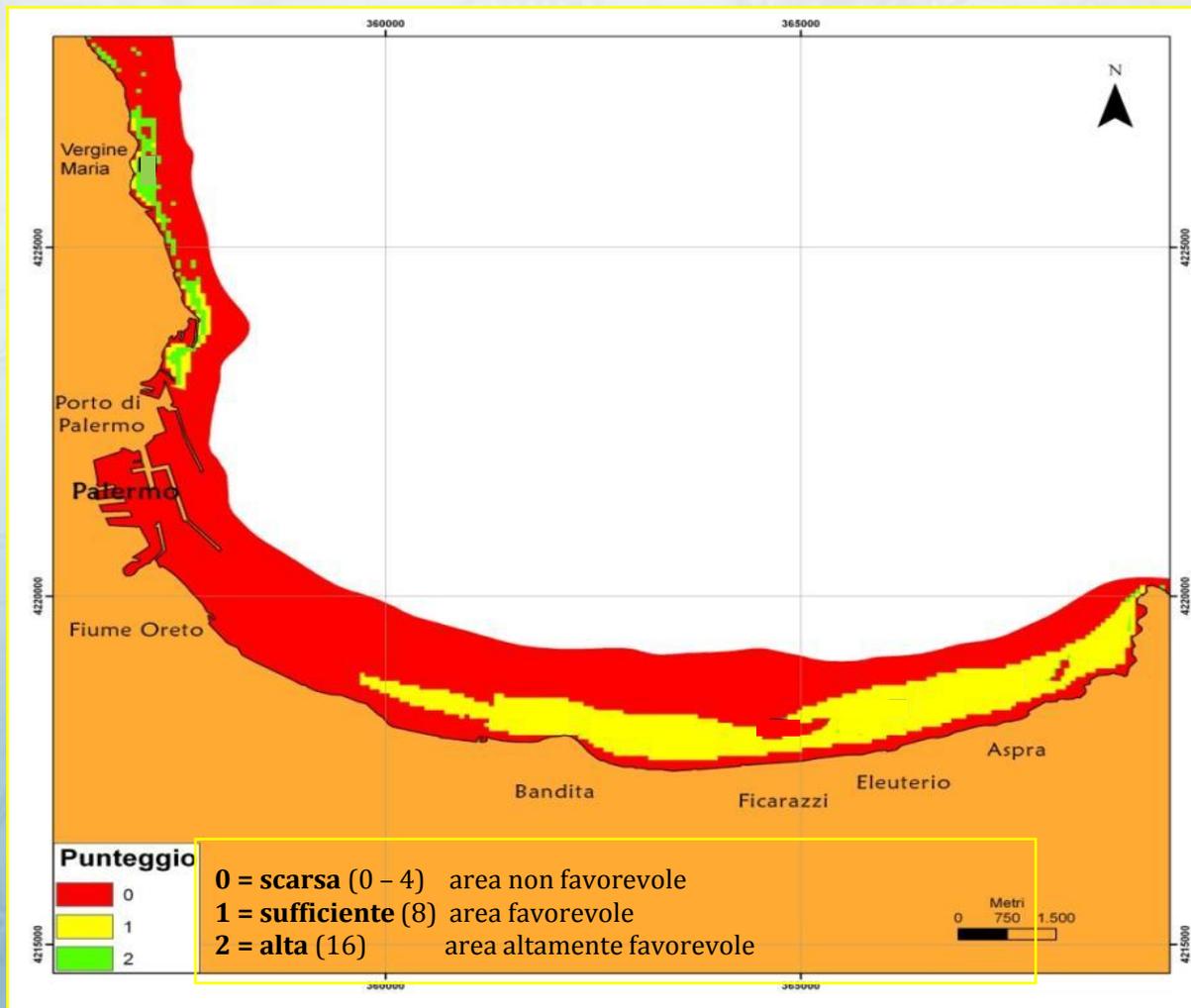
Workshop

Il trapianto di *Posidonia oceanica* in Italia: stato dell'arte

Roma, 13 giugno 2014

Golfo di Palermo - PTSI

Selezione di aree potenzialmente idonee a ricevere gli impianti pilota





ISPRA

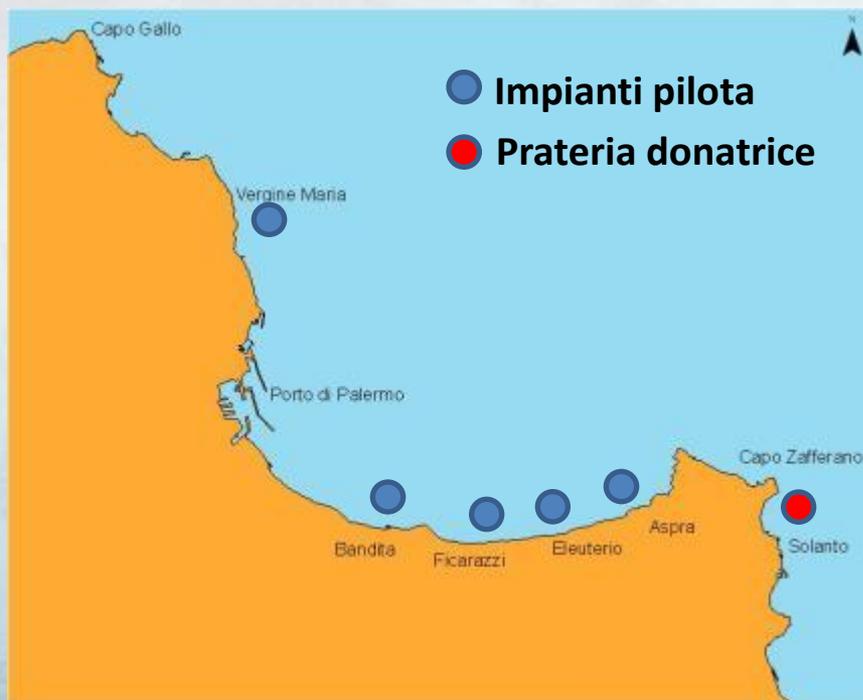
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Workshop

Il trapianto di *Posidonia oceanica* in Italia: stato dell'arte

Roma, 13 giugno 2014

Realizzazione degli impianti pilota



Coinvolgimento e sensibilizzazione
dei cittadini e delle istituzioni



Golfo di Palermo

Monitoraggio degli impianti pilota

Sito	Dati					
	PTSI	Attecchimento (%)	Lunghezza fogliare (cm)	Foglie (N)	Luce (% SI)	Griglie staccate (N)
Vergine Maria	16	-	-	-	19.6±14.9	3
Bandita	8	57.2	30.9±14.2	4.2±1.3	11.2±1.8	0
Ficarazzi	8	52.6	35.0±18.5	6.2±1.9	15.1±0.8	1
Eleuterio	8	0	-	-	18.4±5.1	1
Aspra	8	23.1	25.4±13.3	4.8±1.9	18.9±4.4	1
Prateria locale	-	-	51.8±23.9	5.5±0.6	15.0±0.6	-



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Workshop

Il trapianto di *Posidonia oceanica* in Italia: stato dell'arte

Roma, 13 giugno 2014

Costruzione del TSI

Il distacco delle griglie per cause diverse (regime idrodinamico, ancoraggio, pesca) esercita un importante effetto negativo sul risultato finale dell'intervento di ripristino.



Rete di supporto staccata



Polpara incastrata nella griglia



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

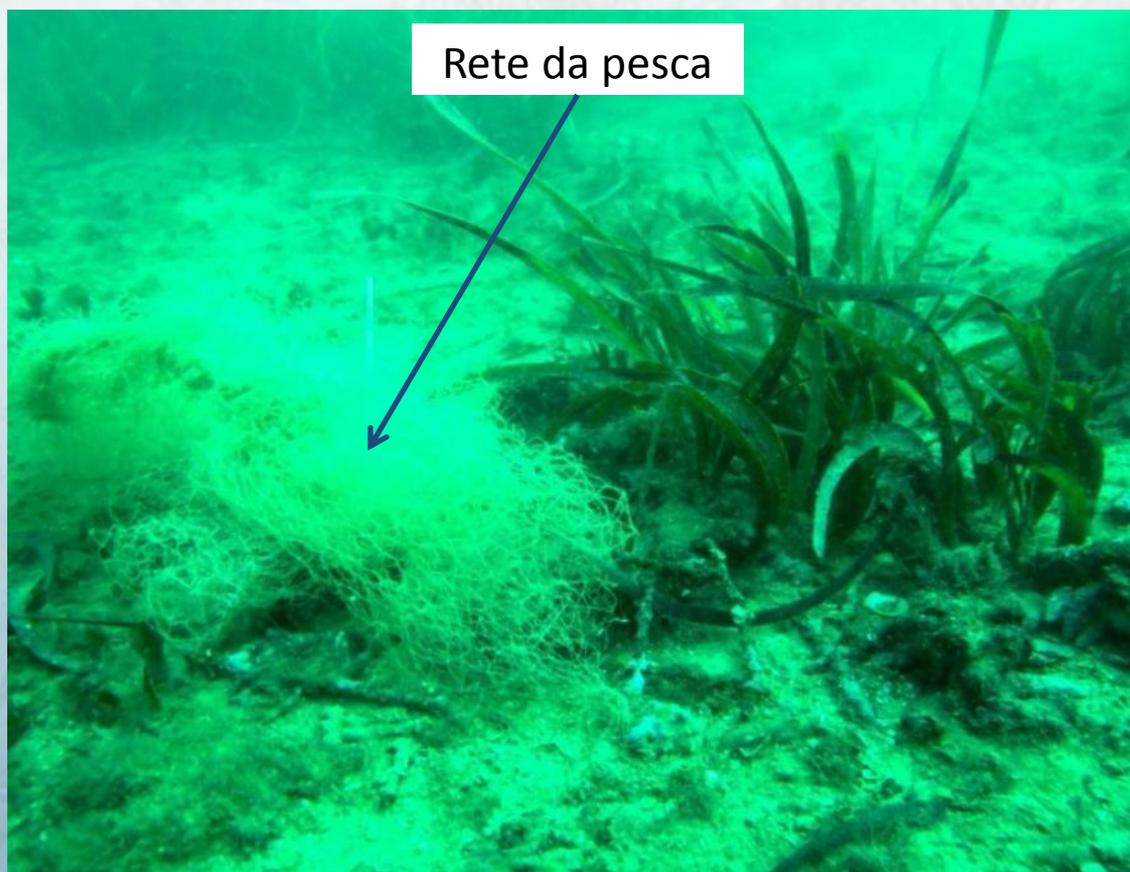
Workshop

Il trapianto di *Posidonia oceanica* in Italia: stato dell'arte

Roma, 13 giugno 2014

Costruzione del TSI

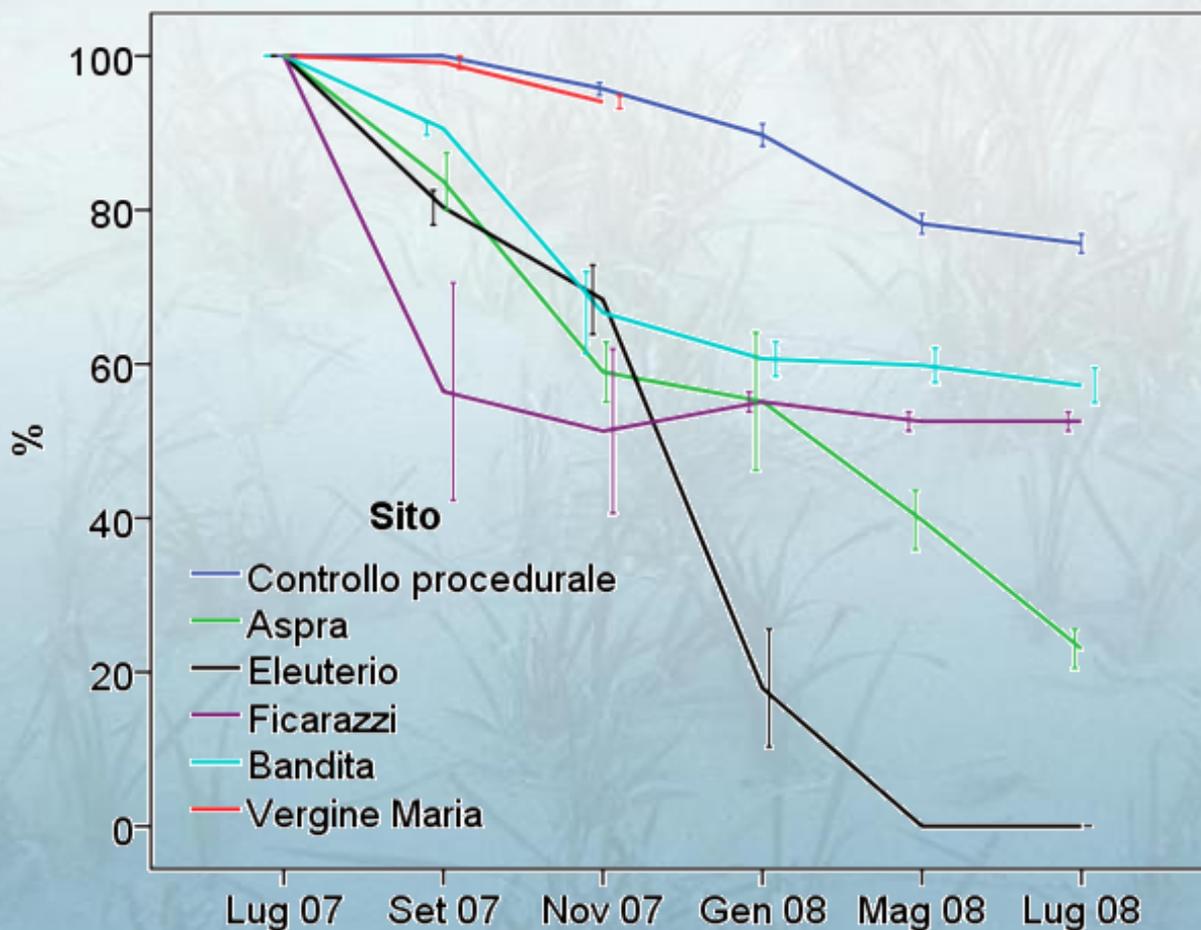
Il distacco delle griglie per cause diverse (regime idrodinamico, ancoraggio, pesca) esercita un importante effetto negativo sul risultato finale dell'intervento di ripristino.





Golfo di Palermo

Attecchimento delle talee di P. oceanica negli impianti pilota



Golfo di Palermo - TSI

Parametri e punteggi

Parametro	Punteggio
A PTSI	0 per PTSI = 0-1 1 per PTSI = 2-4 2 per PTSI = 8-16
B Attecchimento (Impianti pilota)	0 per <20% 1 per 20–40% 2 per >40%
C Lunghezza fogliare (Impianti pilota)	1 per < media – 1 ds o nessun dato ^a 2 per ≥ media – 1 ds ^a
D Numero di foglie (Impianti pilota)	1 per < media – 1 ds o nessun dato ^a 2 per ≥ media – 1 ds ^a
E Luce (Dati di campo)	0 per <10% SI 1 per ≥10% SI o nessun dato 2 per SI > prateria di <i>P. oceanica</i> locale
F Griglie staccate (Impianti pilota)	0 per numero di griglie staccate > 0 2 per numero di griglie staccate = 0

Golfo di Palermo - TSI

$$\text{TSI} = A \times B \times C \times D \times E \times F$$

Sito	Punteggi TSI						TSI
	PTSI	Attecchimento	Lunghezza fogliare	Foglie	Luce	Griglie staccate	
Vergine Maria	2	0	-	-	2	0	0
Bandita	2	2	2	1	1	2	16
Ficarazzi	2	2	2	2	2	0	0
Eleuterio	2	0	-	-	2	0	0
Aspra	2	1	1	2	2	0	0



ISPRA

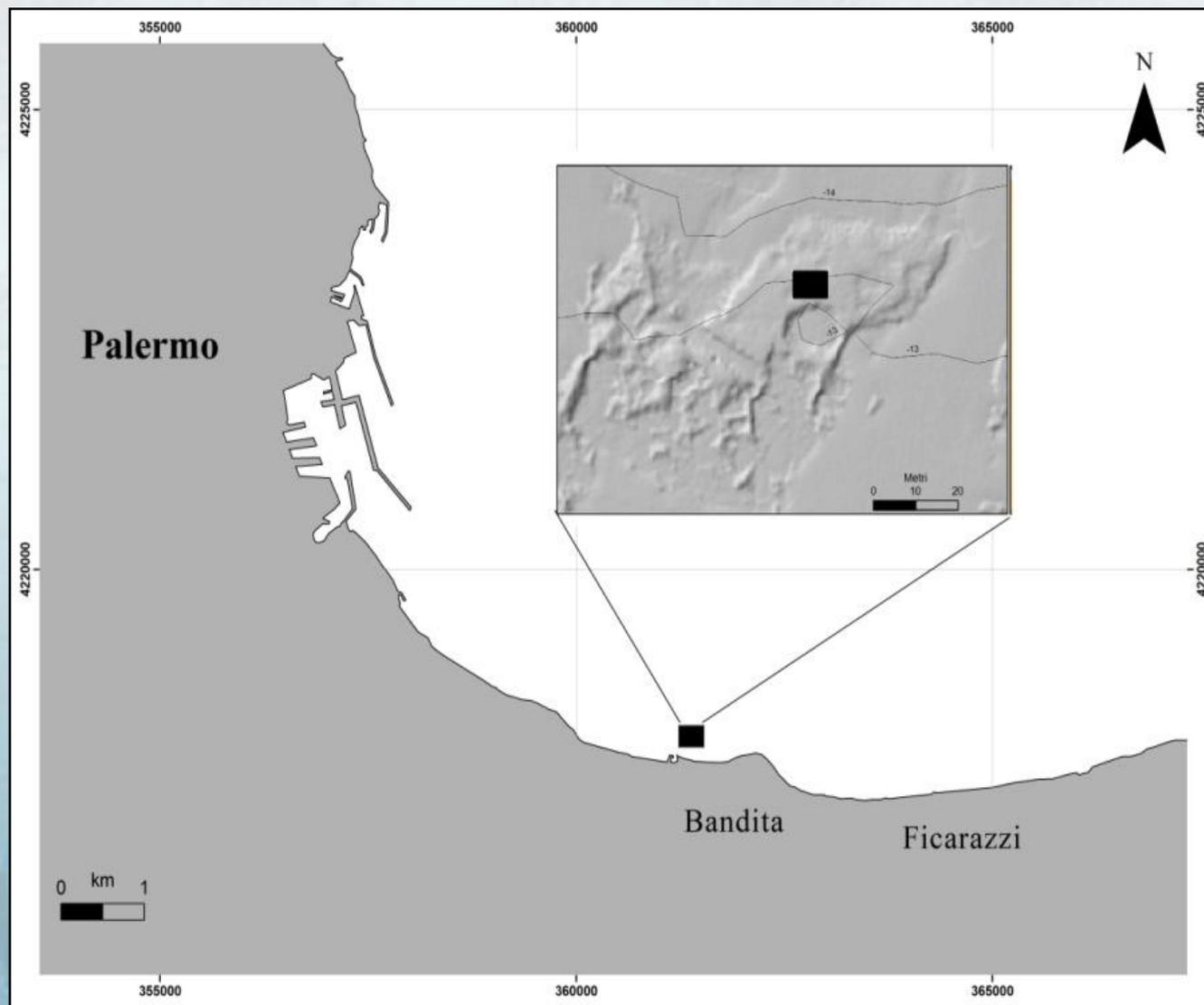
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Workshop

Il trapianto di *Posidonia oceanica* in Italia: stato dell'arte

Roma, 13 giugno 2014

Golfo di Palermo: sito di riforestazione





ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Workshop

Il trapianto di *Posidonia oceanica* in Italia: stato dell'arte

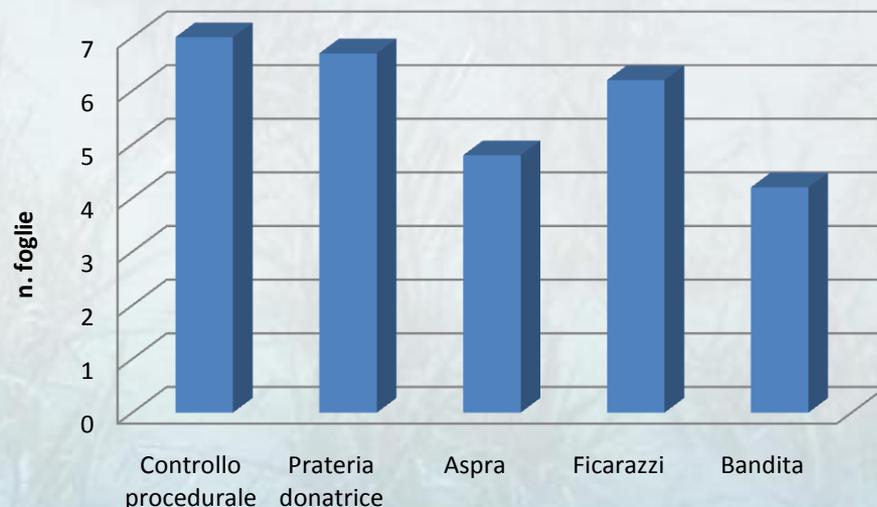
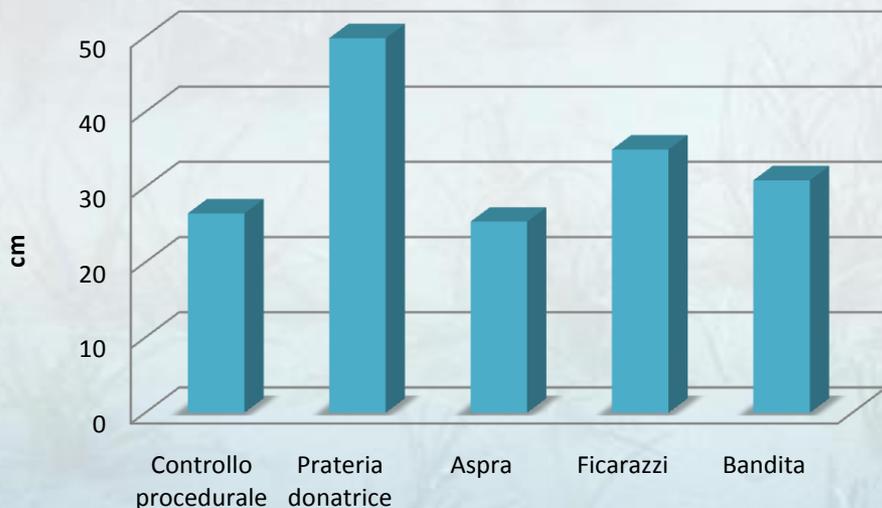
Roma, 13 giugno 2014

Realizzazione dell'impianto di riforestazione (2008)



Area interessata all'intervento	40 mq
Profondità impianto	14 m
Substrato di impianto	<i>Matte morta</i>
N. griglie metalliche 1x1m	20
N. talee per griglia	20
N. fasci impiantati	1313
Densità dei fasci (mq)	66

Effetti dello strappo della talea dalla prateria donatrice



Fattore	Lunghezza fogliare			Numero totale di foglie		
	Effetto (cm)	t-value	Significatività	Effetto (n. foglie)	t-value	Significatività
Intercetta	26.5 (3.4)	7.8	***	7.0 (1.8)	3.8	**
Prateria donatrice	+23.3 (4.9)	4.8	***	-0.3 (1.9)	-0.2	n.s.
Aspra	-1.1 (5.4)	-0.2	n.s.	-2.2 (2.0)	-1.1	n.s.
Ficarazzi	+8.5 (4.9)	1.7	n.s.	-0.8 (2.0)	-0.4	n.s.
Bandita	+4.4 (5.4)	0.8	n.s.	-2.8 (2.0)	-1.4	n.s.

Livelli di significatività: "****"<0.001 "***"<0.01 "**"<0.05; "n.s.">0.05



ISPRA

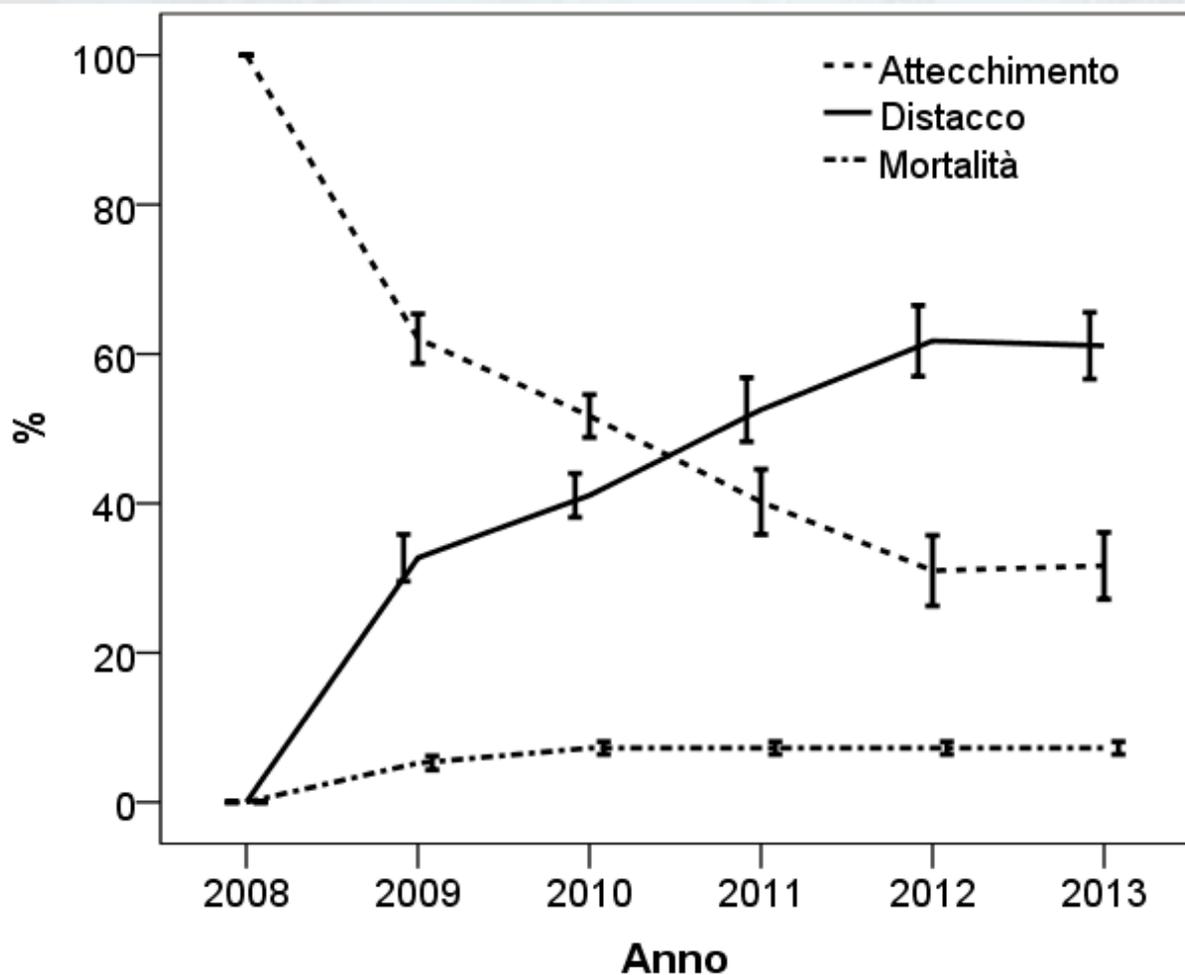
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Workshop

Il trapianto di *Posidonia oceanica* in Italia: stato dell'arte

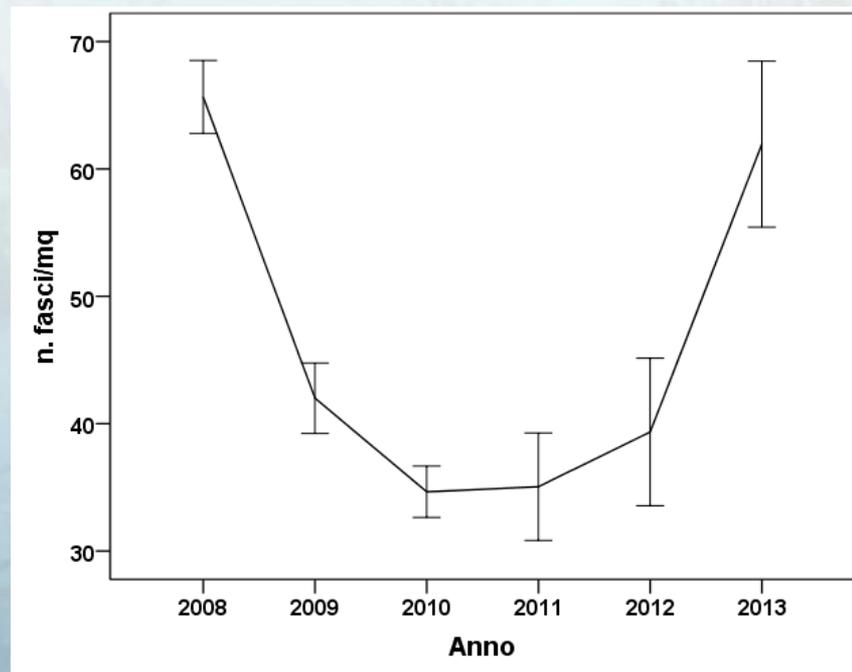
Roma, 13 giugno 2014

Attecchimento, distacco e mortalità delle talee

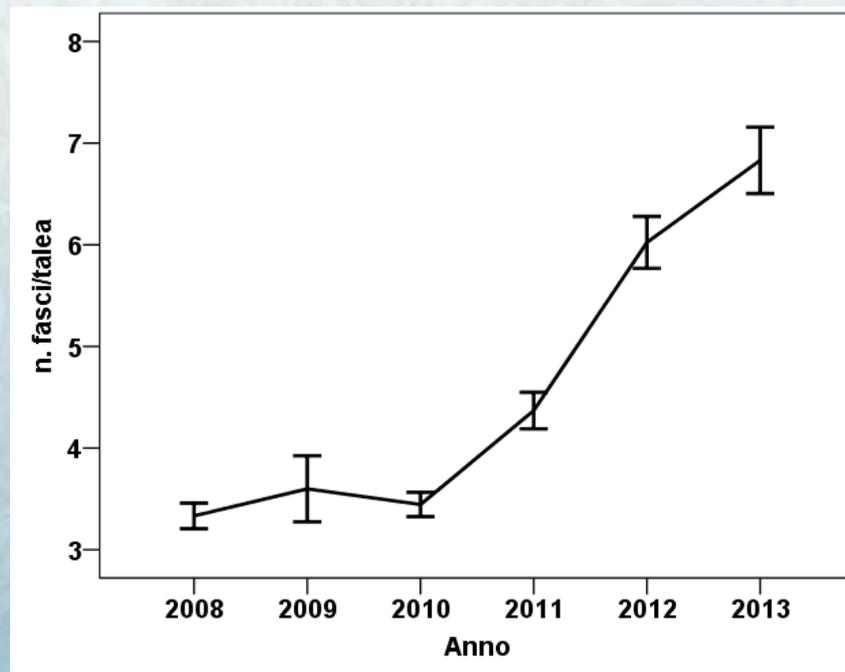


Variazioni delle densità in 5 anni di monitoraggio

Densità media delle griglie impiantate



Numero medio di fasci per talea impiantata



Recupero di *P. oceanica* già a 2 anni dall'impianto

A 5 anni dall'impianto la prateria di *P. oceanica* ha riguadagnato più del 95% della densità di trapianto



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Workshop

Il trapianto di *Posidonia oceanica* in Italia: stato dell'arte

Roma, 13 giugno 2014

Baia di Mondello

Sperimentazione modulo di ancoraggio per talee/rizomi di *Posidonia*
(PON R&C 2007-2013 - PON01_03112)





ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

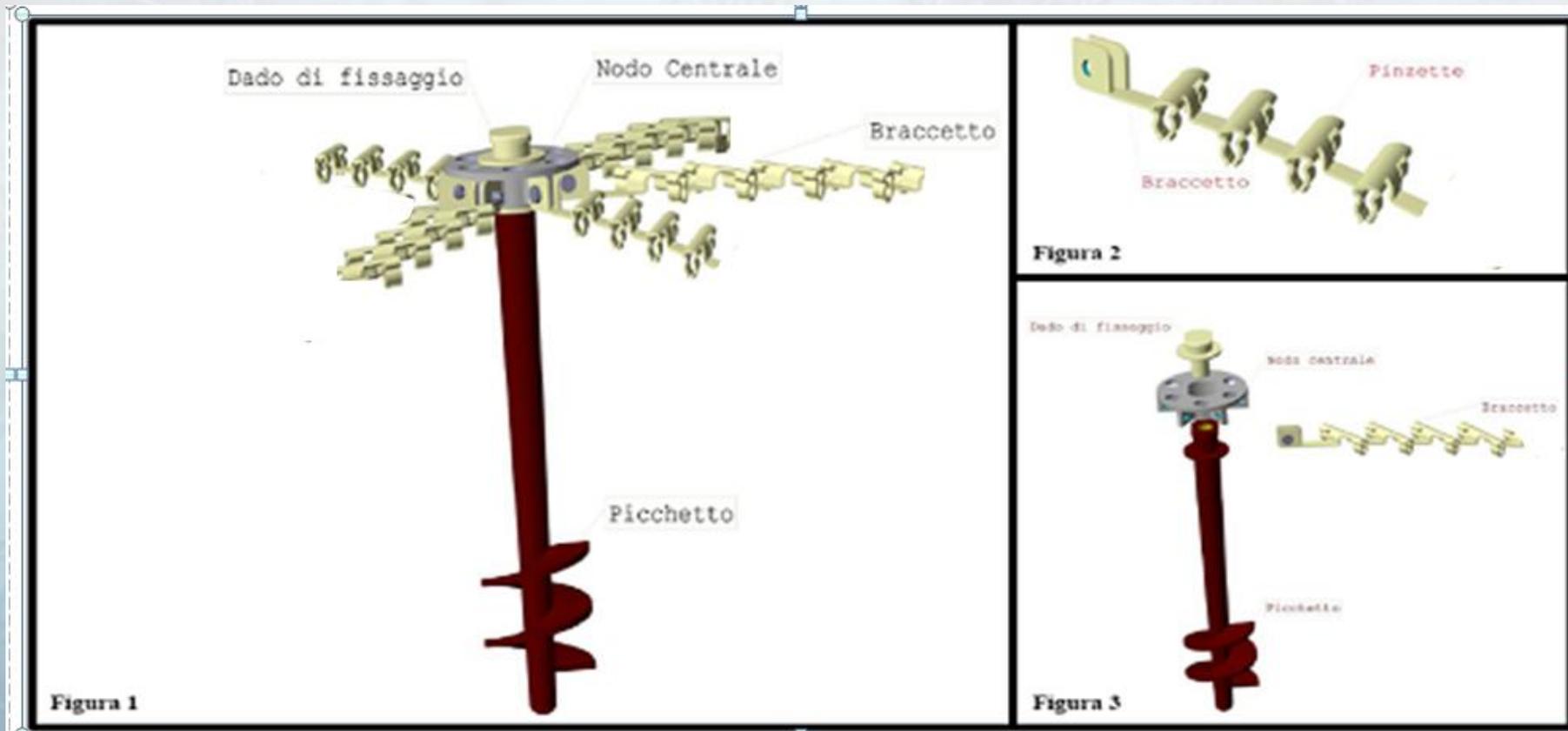
Workshop

Il trapianto di *Posidonia oceanica* in Italia: stato dell'arte

Roma, 13 giugno 2014

Modulo di ancoraggio in bioplastica

(Calvo et al., 2014. ISPRA, Manuali e linee guida, n. 106, 47-51)



Supporto biodegradabile in Mater-Bi assemblato a raggiera (1) e particolari dei singoli moduli: braccetto (2) e picchetto con modalità di montaggio (3)



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Workshop

Il trapianto di *Posidonia oceanica* in Italia: stato dell'arte

Roma, 13 giugno 2014

Modulo di ancoraggio in bioplastica

(Brevetto PA 2010 A 000023)

- esteso utilizzo di materiale plastico biodegradabile per garantire, alla fine del processo di radicamento, la dissoluzione dell'apparato di sostegno delle talee;
- modularità del sistema che consente una elevata flessibilità nelle strategie di ricoprimento del fondale e l'adattabilità a diverse specie vegetali;
- semplificazione delle tecniche di ancoraggio;
- efficienza della posa e riduzione dei costi;
- utilizzo di geometrie bioispirate che emulino la modalità naturale di colonizzazione del fondale da parte della pianta;
- Adattabilità a substrati duri mediante un sistema modulare in calcestruzzo armato.



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Workshop

Il trapianto di *Posidonia oceanica* in Italia: stato dell'arte

Roma, 13 giugno 2014

Baia di Mondello

substrati di impianto (- 6m)



Matte morta



Prato a Cymodocea





Baia di Mondello

Valori massimi di altezza d'onda riscontrati nei 20 mesi di monitoraggio

Periodo	Direzione del vento	Velocità del vento(ms^{-1})	Altezza dell'onda (m)	Durata evento(minuti)
Lug.12	99°	7,7	1,52	60
Set. 12	93°	8,1	1,74	20
Dic. 12	0° -5°	7,7	1,52	20
Mar.13	93-97°	8,3	1,83	30
Apr. 13	86° -90°	8,1-10,4	1,74-2,87	10
Apr. 13	100° -105°	10,4-10,9	2,87-3,15	60
Ago.13	78° -90°	8,9-11,9	2,19-3,75	90



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Workshop

Il trapianto di *Posidonia oceanica* in Italia: stato dell'arte

Roma, 13 giugno 2014

Baia di Mondello

sperimentazione supporto per talee

	N. sistemi di supporto	N. talee	N. fasci
Impianto su <i>Cymodocea</i>	5	150	645
Impianto su <i>matte</i>	5	150	682



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Workshop

Il trapianto di *Posidonia oceanica* in Italia: stato dell'arte

Roma, 13 giugno 2014

Baia di Mondello

sperimentazione del sistema di fissaggio



Impianto su *matte*



Impianto su *Cymodocea*





ISPRA

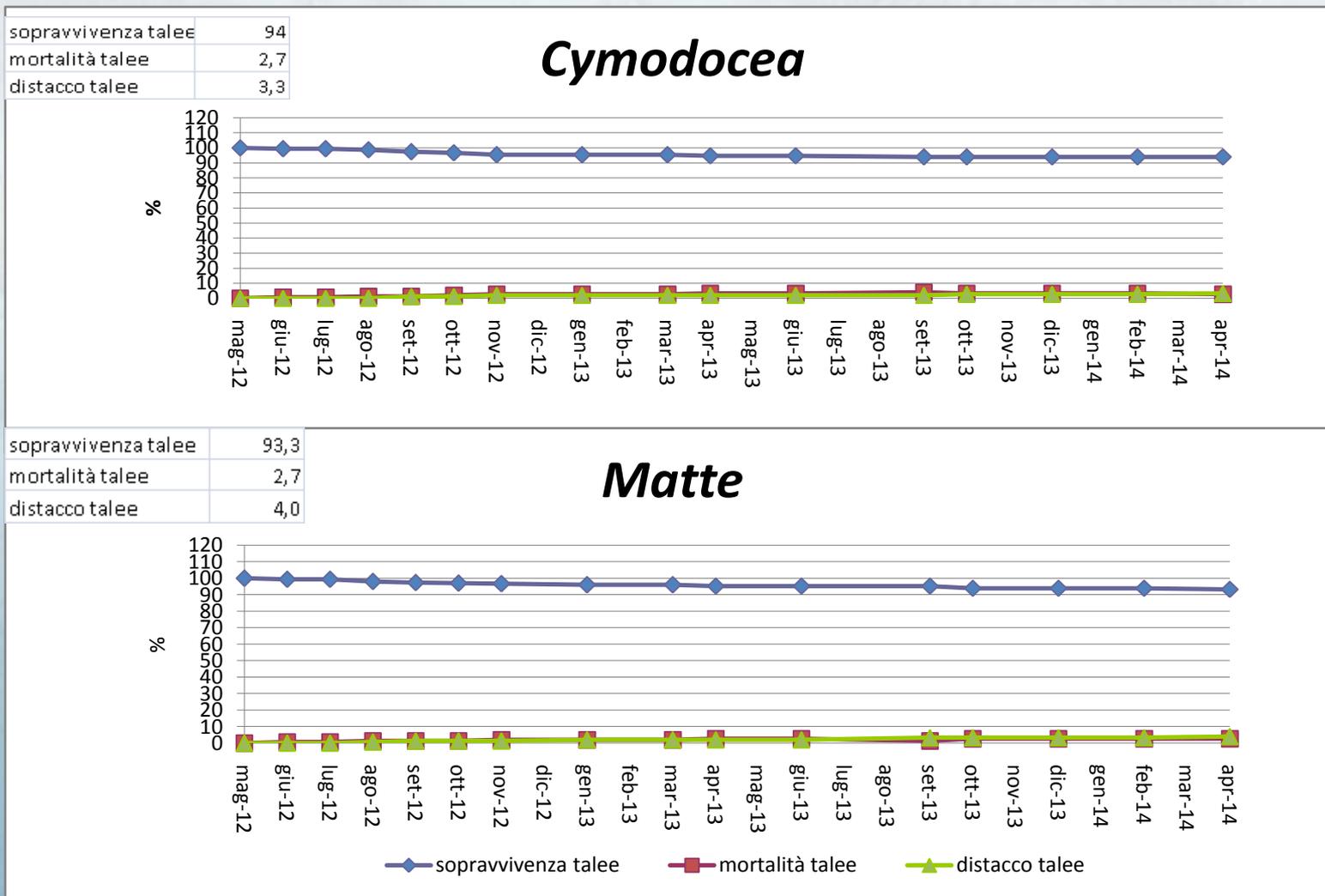
Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

Workshop

Il trapianto di *Posidonia oceanica* in Italia: stato dell'arte

Roma, 13 giugno 2014

Sopravvivenza, mortalità e distacco delle talee





ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Workshop

Il trapianto di *Posidonia oceanica* in Italia: stato dell'arte

Roma, 13 giugno 2014

Baia di Mondello

Confronto tra riforestato (1-3) e naturale (4-6) dopo 12 mesi





ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Workshop

Il trapianto di *Posidonia oceanica* in Italia: stato dell'arte

Roma, 13 giugno 2014

S.I.N. di Priolo-Augusta

Intervento di ripristino dei fondali e del paesaggio sommerso

PON R&C 2007-2013

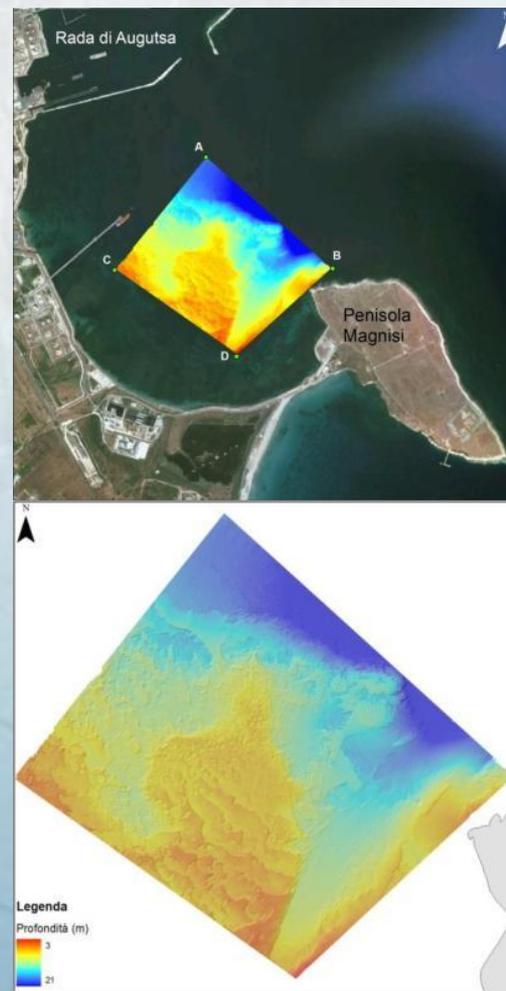
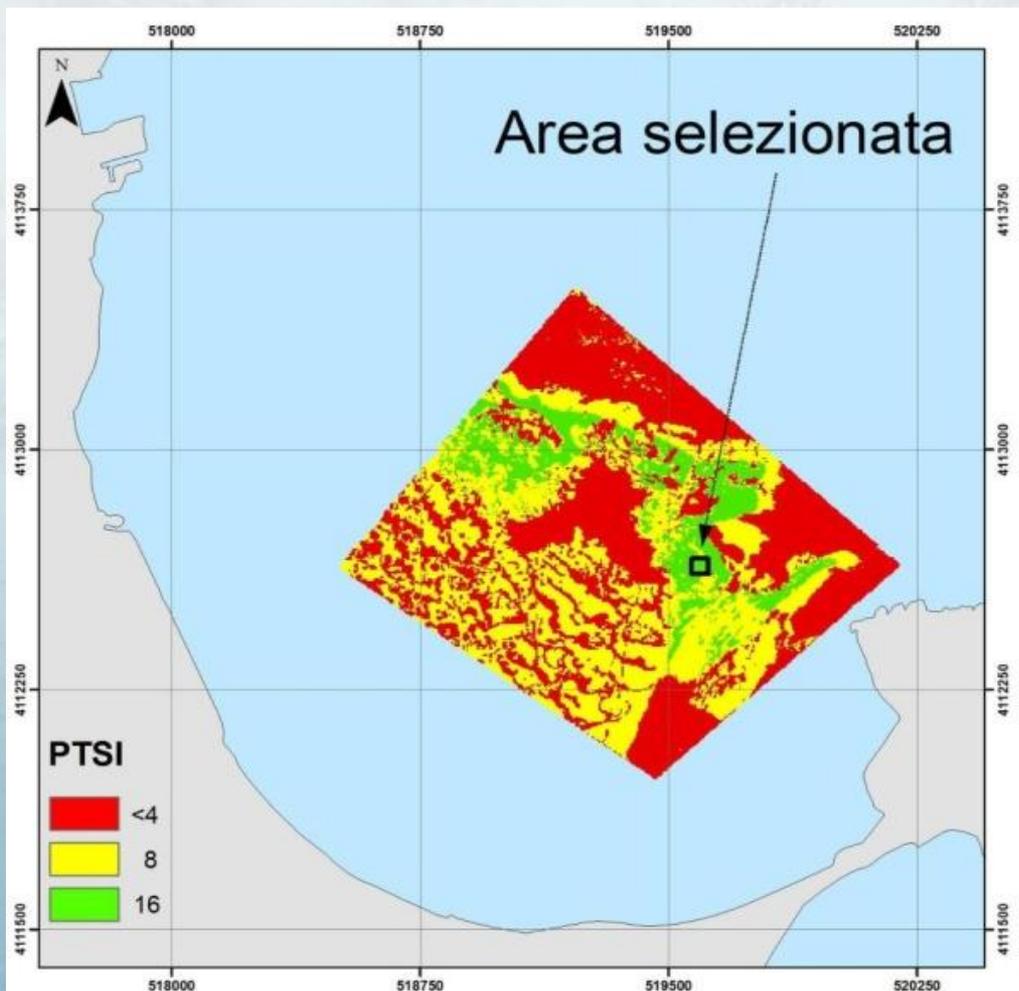
PON01_03112 - Tecnologie avanzate Eco-sostenibili finalizzate alla bonifica ed al ripristino di aree marine costiere **DE**gradate (**TETIDE**)

(www.progettotetide.it)



PON01_03112 – Progetto TETIDE

S.I.N. di Priolo-Augusta: Indagine batimetrica, morfologica e biocenotica





ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

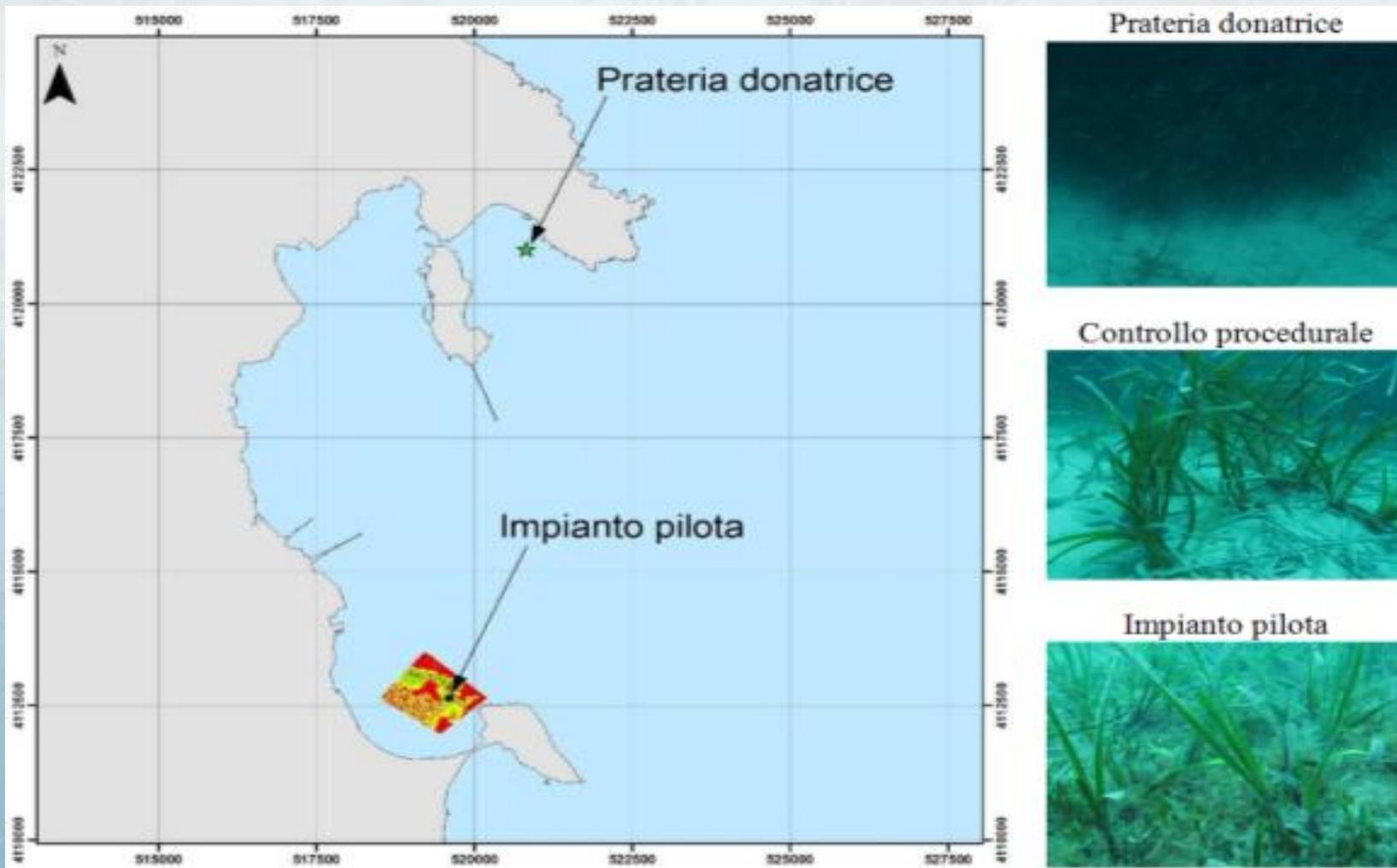
Workshop

Il trapianto di *Posidonia oceanica* in Italia: stato dell'arte

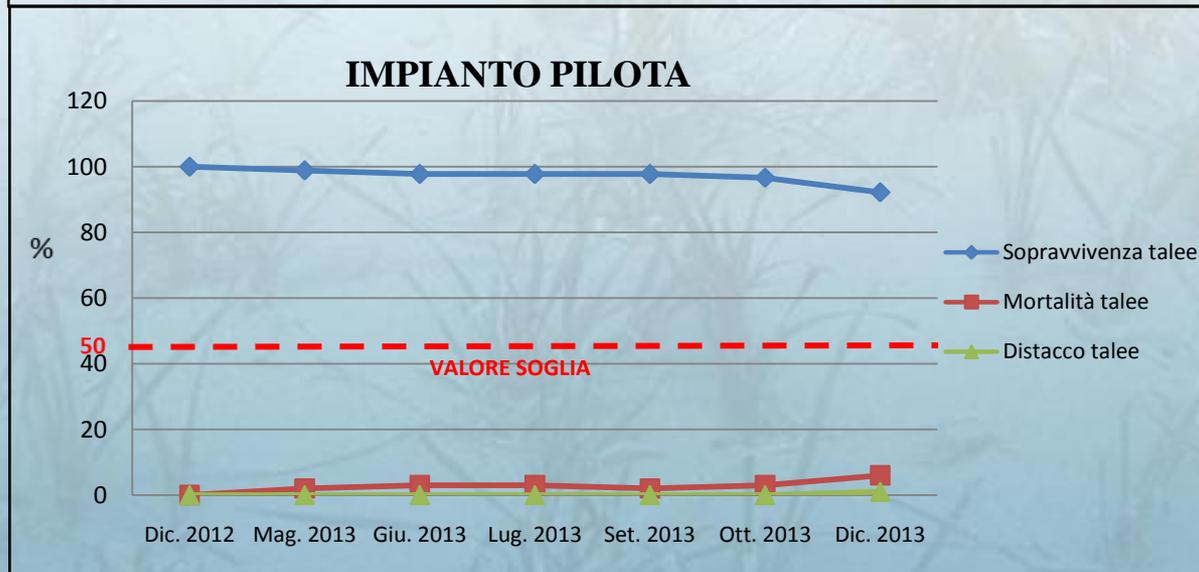
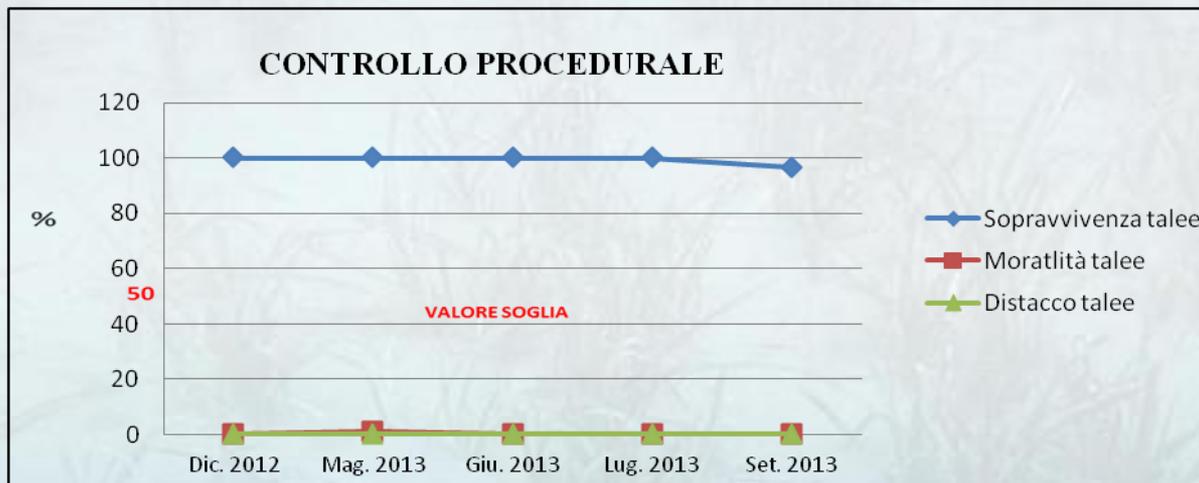
Roma, 13 giugno 2014

PON01_03112 – Progetto TETIDE

S.I.N. di Priolo-Augusta: Indagine batimetrica, morfologica e biocenotica



Sopravvivenza, mortalità e distacco delle talee





ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Workshop

Il trapianto di *Posidonia oceanica* in Italia: stato dell'arte

Roma, 13 giugno 2014

S.I.N. di Priolo-Augusta

*Ripristino dei fondali con *Posidonia oceanica**





ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Workshop

Il trapianto di *Posidonia oceanica* in Italia: stato dell'arte

Roma, 13 giugno 2014

PON01_03112 – Progetto TETIDE

Ripristino del paesaggio sommerso con reef artificiali

- ✓ E' stato progettato e realizzato un sistema paesaggistico biocompatibile di ripopolamento di organismi vegetali e animali in ambienti marino costieri che emula le forme presenti in natura.
- ✓ Il sistema è predisposto per l'inserimento del modulo di ancoraggio per talee/rizomi di *Posidonia*, e consente di realizzare un sistema integrato di riqualificazione ambientale grazie alla possibilità di effettuare contestualmente interventi di riforestazione e ripristino del paesaggio sommerso.



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Workshop

Il trapianto di *Posidonia oceanica* in Italia: stato dell'arte

Roma, 13 giugno 2014

PON01_03112 – Progetto TETIDE

Ripristino del paesaggio sommerso con reef artificiali

La realizzazione di *reef* artificiali è finalizzata a:

- ✓ migliorare o ripristinare le condizioni degli habitat necessari allo sviluppo delle biocenosi marine;
- ✓ creare e ricostruire il paesaggio sommerso anche a supporto delle attività ricreative, con particolare riguardo all'esercizio dell'immersione subacquea;
- ✓ produrre nuova biomassa e aumentare la biodiversità.



ISPRA

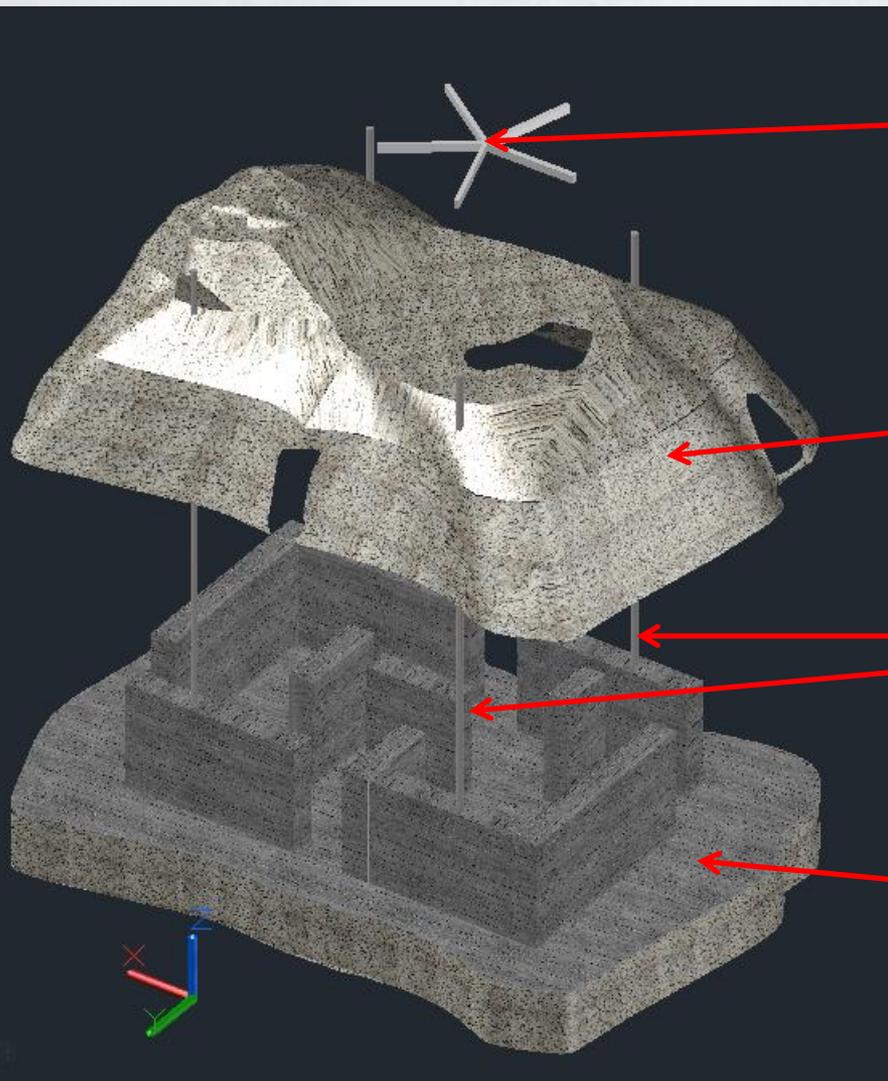
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Workshop

Il trapianto di *Posidonia oceanica* in Italia: stato dell'arte

Roma, 13 giugno 2014

Struttura reef "esplosivo"



Modulo di ancoraggio

Calotta

Tirafondi in acciaio

Lastra di base



ISPRA

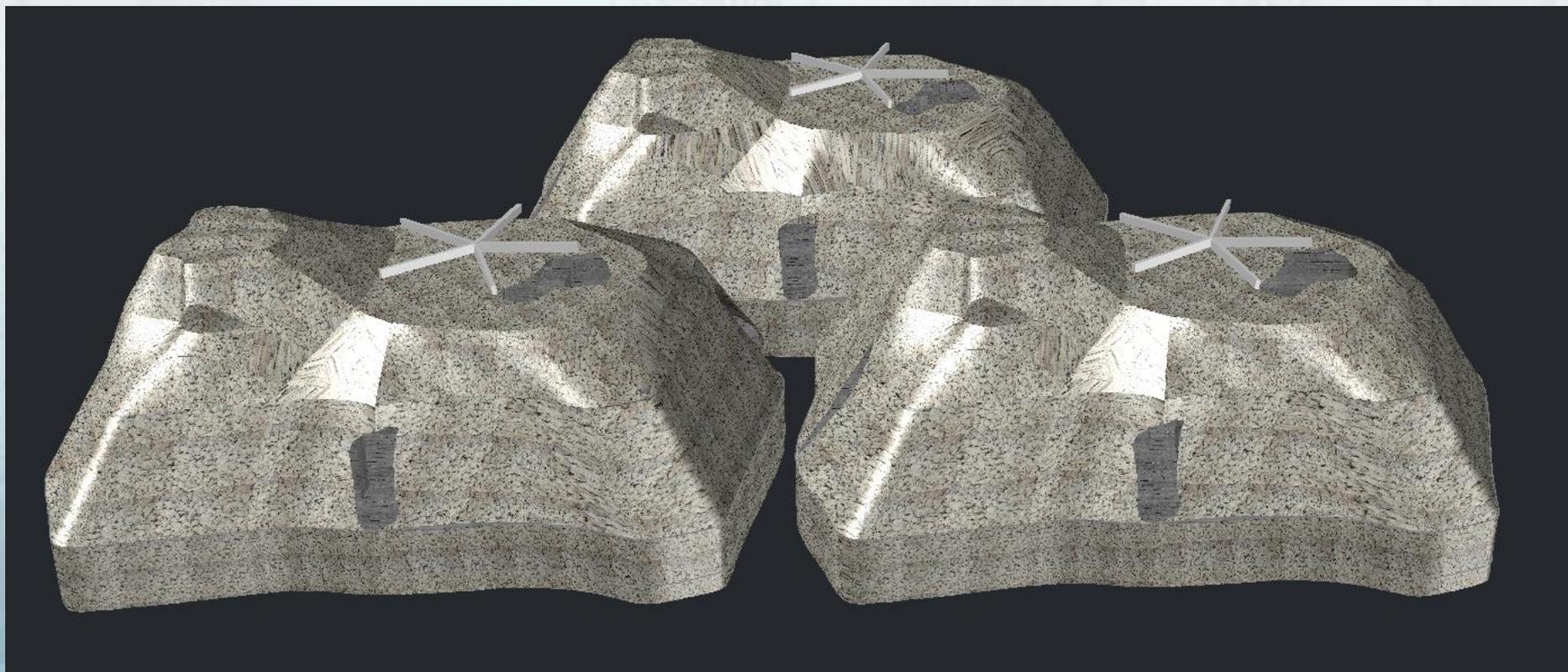
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Workshop

Il trapianto di *Posidonia oceanica* in Italia: stato dell'arte

Roma, 13 giugno 2014

Vista prospettica dei reef





ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Workshop

Il trapianto di *Posidonia oceanica* in Italia: stato dell'arte

Roma, 13 giugno 2014

Finitura superficiale del *reef*





ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

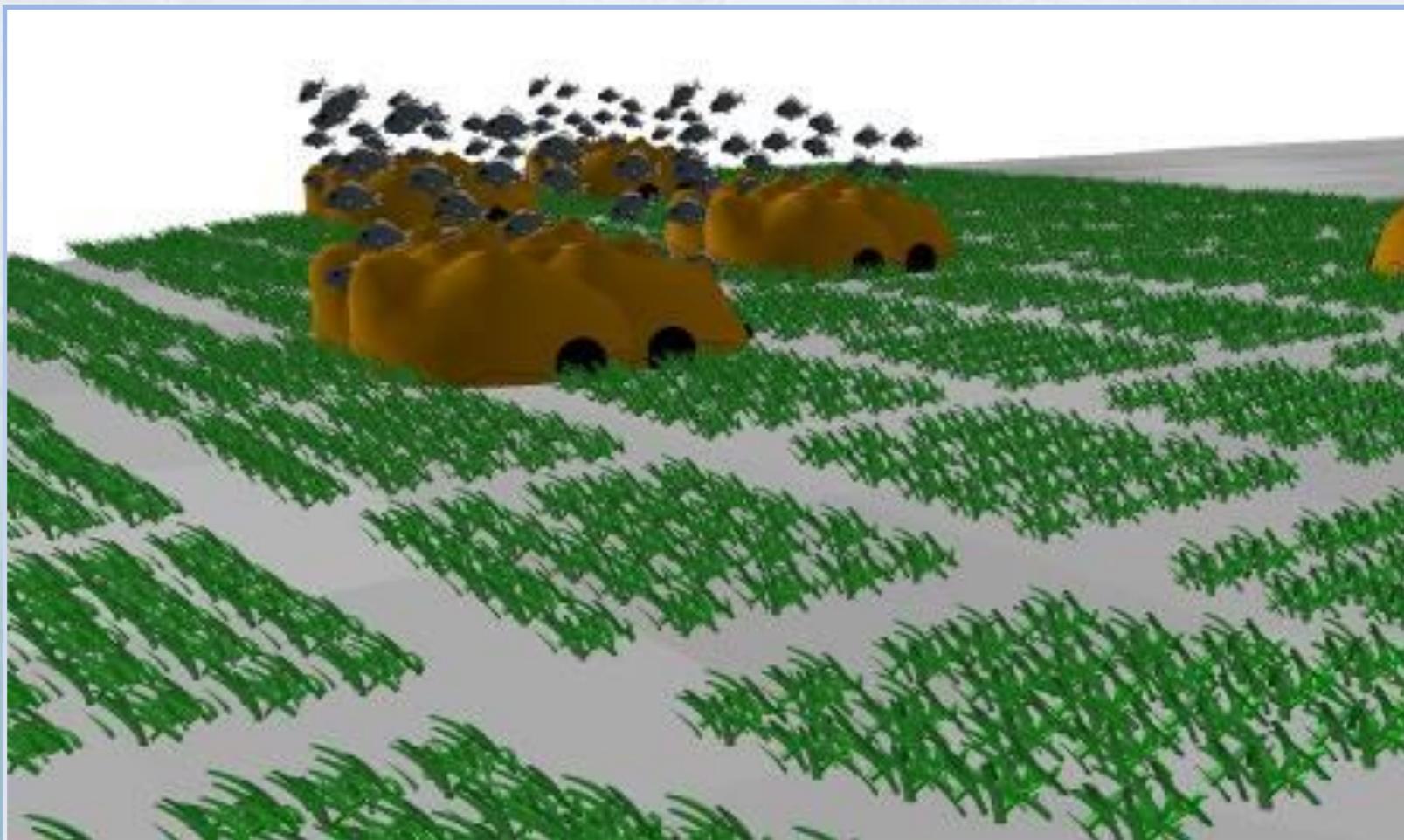
Workshop

Il trapianto di *Posidonia oceanica* in Italia: stato dell'arte

Roma, 13 giugno 2014

PON01_03112 – Progetto TETIDE

Risultato atteso





ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Workshop

Il trapianto di *Posidonia oceanica* in Italia: stato dell'arte

Roma, 13 giugno 2014

Hanno collaborato alle attività

Carmelina Bellavia

Giancarlo Bellissimo

Cesare Costantini

Germana Di Maida

Filippo Luzzu

Fabio Montagnino

Carla Orestano

Filippo Paredes

Maria Pirrotta

Antonino Scannavino

Giovanni Sclafani

Agostino Tomasello

Mauro Castellini

Francesca Colombo

Valentina Costa

Francesco Di Trapani

Giulio Franzitta

Roberta Napolitano

Sabrina Oliveri

Manfredi Paraspuro

Marcello Romeo

Marco Spinelli