

**RAPPORTO TECNICO-SCIENTIFICO**  
**PROGETTO DI RICERCA E MONITORAGGIO**  
**DELL' AMBIENTALE MARINO NELL'AREA COMPRESA TRA**  
**MARINA DI TARQUINIA E SANTA SEVERA**

**SETTEMBRE 2016**

Riferimento	Data	Num. Pag.	Revisione
REL-284-MON-1016-AP	03/10/2016	13	1.0
Redatto			
Dott. ssa Viviana Piermattei			
Dott. Riccardo Martellucci			
Approvato			
Prof. Marco Marcelli			
Laboratorio di Oceanologia Sperimentale ed Ecologia Marina (LOSEM) Dipartimento di Scienza Ecologiche e Biologiche (DEB) Molo Vespucci, Porto di Civitavecchia Tel/Fax +39 0766 366538			

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSE</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ</b>	<b>4</b>
	2.1 <b>Acquisizione di serie temporali attraverso stazioni fisse di misura</b>	<b>4</b>
	2.2 <b>Caratterizzazione delle acque</b>	<b>6</b>
	2.3 <b>Studio della <i>Posidonia oceanica</i></b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>ATTIVITA' SCIENTIFICHE INTEGRATIVE</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>RISULTATI DELLA RICERCA</b>	<b>11</b>

## 1. PREMESSE

Il Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica (C.I.P.E.), con le Delibere n. 140 del 21.12.2007 e n. 2 del 25.01.2008 ha approvato, ai sensi e per gli effetti dell'art.166 del D.lgs 163/2006, con le prescrizioni e le raccomandazioni proposte del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, prot. DSA\_2006\_0021173, il progetto definitivo "Opere Strategiche per il Porto di Civitavecchia – Primo lotto funzionale - prolungamento antemurale Cristoforo Colombo, Darsena Traghetti e Servizi".

Dal 2011 il Laboratorio di Oceanologia Sperimentale ed Ecologia Marina dell'Università degli Studi della Tuscia ha posto in essere una serie di attività di ricerca e studio, al fine di studiare nel tempo i potenziali effetti delle attività portuali sugli ecosistemi marini.

Il progetto di ricerca e monitoraggio dell'ambiente marino svolto in questi anni e ancora in essere, prevede lo svolgimento di una serie di attività, come di seguito elencate:

- studio e monitoraggio attraverso stazioni fisse di misura;
- caratterizzazione della colonna d'acqua durante la fase di cantiere;
- caratterizzazione dei fondali marini durante la fase di cantiere;
- caratterizzazione della qualità dei materiali dragati e refluiti in colmata;
- studio delle praterie di *Posidonia oceanica*;
- studio degli ecosistemi bentonici.

Oltre alle attività sopra riportate, che vengono effettuate in maniera continuativa, sono state integrate tutta in serie di attività di ricerca aggiuntive, al fine di rendere il sistema sempre più avanzato e completo e conforme alle richieste e le necessità delle politiche ambientali europee, in primis la Marine Strategy Framework Directive (MSFD - 2008/56/EC).

Di seguito vengono riassunte le attività che sono state effettuate da maggio 2015 ad oggi.

## **2. DESCRIZIONE DELLE ATTIVITA'**

### **2.1 Acquisizione di serie temporali attraverso stazioni fisse di misura**

#### ***Stazione di misura 'Ambiti Portuali'***

La stazione di prossimità, installata presso la banchina n.26 del Porto di Civitavecchia è costituita da un insieme di sensori assemblati ad hoc per che misurano i parametri temperatura, conducibilità, salinità, densità, pH, ossigeno disciolto, fluorescenza della clorofilla a, torbidità, e da un sistema di acquisizione dei dati, programmato in modo tale da acquisire dati ogni 20 minuti che vengono trasmessi giornalmente al CED dell'Autorità Portuale, dopo essere stati sottoposti ad un processo di controllo di qualità da parte del personale del Laboratorio di Oceanologia Sperimentale ed Ecologia Marina.

I dati sono stati utili a costruire una serie temporale al fine di poter studiare le variazioni nel tempo delle caratteristiche delle masse d'acqua che interessano l'area di scambio tra la parte interna e l'imboccatura del Porto di Civitavecchia.

Nel corso delle varie fasi di lavoro non sono state rilevate particolari anomalie ed i dati sono stati utilizzati per diverse pubblicazioni su riviste internazionali.

#### ***Stazione di misura 'Ambiti Extra-Portuali'***

La stazione di zero, installata il 16 febbraio 2012 a circa 1 miglio di distanza dall'antemurale del Porto di Civitavecchia, era costituita da una piattaforma galleggiante, equipaggiata con un sistema di sensori di sensori assemblati *ad hoc* per la misura de seguenti parametri: temperatura, conducibilità, salinità, densità, pH, ossigeno disciolto, fluorescenza della clorofilla a, torbidità. I sensori erano gestiti da un sistema di acquisizione dati, programmato in modo tale da acquisire dati ogni 20 minuti che venivano trasmessi giornalmente al CED dell'Autorità Portuale, dopo essere stati sottoposti ad un processo di controllo di qualità da parte del personale del Laboratorio di Oceanologia Sperimentale ed Ecologia Marina.

Nel corso delle varie fasi di lavoro si è intercorsi in diverse problematiche (ribaltamento in data 31.08.2012 ed infine scomparsa in data 03.12.2012), che hanno portato alla variazione del punto di installazione della stazione di zero in un sito più idoneo e che garantisca allo stesso tempo un buon idrodinamismo ed una maggiore sicurezza nella continuità del dato.

Dai diversi sopralluoghi effettuati nell'area è stato individuato il sito più idoneo all'installazione della stazione di misura: il porticciolo del Villaggio del Fanciullo. E' stato quindi firmato un Protocollo d'Intesa, tra il LOSEM DEB dell'Università degli Studi della Tuscia ed il rappresentante della Repubblica dei Ragazzi, per concordare attività congiunte e l'installazione della stazione di misura fissa.

Il giorno 14.05.2014 il personale tecnico scientifico del LOSEM ha effettuato l'installazione della stazione fissa, anche attraverso il supporto degli Operatori Tecnici Subacquei (OTS) della ditta CO.SE.PO., che si sono occupati del fissaggio della struttura alla banchina.

La stazione di misura è costituita da una serie di sensori per la misura dei seguenti parametri: temperatura, conducibilità (salinità e densità), ossigeno disciolto, pH, fluorescenza della clorofilla a, torbidità. I sensori vengono gestiti da un sistema di acquisizione dati, il datalogger CR1000, che integra anche il dispositivo di trasmissione dei dati GSM. Il sistema di alimentazione è costituito da un pannello solare e da un accumulatore che fornisce energia in mancanza di illuminazione solare, al fine di garantire il funzionamento della stazione anche in caso di maltempo.

I dati, che vengono acquisiti ad intervalli di 20 minuti, vengono inviati ad un portale creato ad hoc dal LOSEM, e, dopo un processo di controllo di qualità e calibrazione, vengono trasferiti sul sito *ftp* dell'Autorità Portuale di Civitavecchia per la visualizzazione all'interno del portale ambientale dell'Autorità stessa.

Ad integrazione delle misure acquisite attraverso le stazioni di misura fisse, dal periodo della scomparsa della boa oceanografica, è stata sviluppata una strategia integrata di monitoraggio e analisi. E' stato quindi portato avanti un sistema che integrasse una serie di campagne di misura in corrispondenza del sito di ormeggio della boa oceanografica con sonde multiparametriche, campagne di campionamento dell'acqua per l'analisi della biomassa fitoplanctonica e del solido sospeso ed analisi dei dati satellitari di clorofilla e solido sospeso dell'area oggetto di studio. I risultati ottenuti dalle varie attività hanno permesso di raccogliere dati utili ad integrare la mancanza dei dati acquisiti dalla boa oceanografica ed ad effettuare un confronto con la stazione di misura all'interno del porto.

Il monitoraggio delle acque marine è quindi costituito da un sistema integrato composto da:

- stazione di misura fissa in Banchina n.26;
- stazione di Zero installata presso il Villaggio del Fanciullo;

- campagne di misura con sonde multiparametriche e campionamenti di acqua presso il punto *boa* precedentemente identificato;
- elaborazione di dati satellitari di clorofilla e solido sospeso superficiale.

Le stazioni di misura hanno permesso di acquisire serie temporali utili ad analizzare i fenomeni ed i processi dinamici che avvengono in un'area influenzata dalle attività portuali e in un'area esterna che invece viene influenzata dalle dinamiche naturali e antropiche locali. Nel corso delle varie fasi di lavoro non sono state rilevate particolari anomalie ed i dati sono stati utilizzati per diverse pubblicazioni su riviste internazionali.

## 2.2 Caratterizzazione delle acque

Le attività relative al periodo in oggetto hanno riguardato la realizzazione di n.8 campagne in situ di misura e campionamento, effettuate in corrispondenza dei 3 punti, riportati in Fig. 1, tra il 26 maggio 2015 ed il 31 agosto 2016, per la raccolta, in totale, di n.24 campioni di acqua di mare.



**Fig.1** Piano di campionamento

I campioni di acqua prelevati sono stati sottoposti all'analisi dei seguenti parametri: coliformi totali, coliformi fecali, streptococchi fecali, salmonella, spore di clostridi solfito riduttori, enterovirus, idrocarburi totali, IPA, PCB, pesticidi organoclorurati, azoto totale; fosforo totale, alluminio, mercurio, cadmio, antimonio, arsenico, berillio, cromo, nichel, piombo, rame, selenio, vanadio, zinco, cianuri, composti organostannici.

Di seguito viene riportata la tabella riassuntiva delle campagne effettuate.

Tabella Campagne di Campionamento Acqua

<b>FPOA_12</b>	26/05/15	STPT01	42°07.191'	11°45.809'	6
		STPT02	42°06.831'	11°45.269'	15
		STPT03	42°06.549'	11°43.048'	60
<b>FPOA_13</b>	08/09/15	STPT01	42°07.191'	11°45.809'	6
		STPT02	42°06.831'	11°45.269'	15
		STPT03	42°06.549'	11°43.048'	60
<b>FPOA_14</b>	12/11/15	STPT01	42°07.191'	11°45.809'	6
		STPT02	42°06.831'	11°45.269'	15
		STPT03	42°06.549'	11°43.048'	60
<b>FPOA_15</b>	24/02/16	STPT01	42°07.191'60	11°45.809'	6
		STPT02	42°06.831'	11°45.269'	15
		STPT03	42°06.549'	11°43.048'	60
<b>FPOA_16</b>	29/04/16	STPT01	42°07.191'	11°45.809'	6
		STPT02	42°06.831'	11°45.269'	15
		STPT03	42°06.549'	11°43.048'	60
<b>FPOA_17</b>	22/06/16	STPT01	42°07.191'	11°45.809'	6
		STPT02	42°06.831'	11°45.269'	15
		STPT03	42°06.549'	11°43.048'	60
<b>FPOA_18</b>	31/08/16	STPT01	42°07.191'	11°45.809'	6
		STPT02	42°06.831'	11°45.269'	15
		STPT03	42°06.549'	11°43.048'	60



I campionamenti dell'acqua sono stati effettuati sulla quota superficiale per quanto attiene i seguenti parametri: coliformi totali, coliformi fecali, streptococchi fecali, salmonella, spore di clostridi solfito riduttori, enterovirus, idrocarburi totali, IPA, PCB, pesticidi organoclorurati, azoto totale; fosforo totale, cianuri, composti organostannici. Per quanto attiene i metalli pesanti (alluminio, mercurio, cadmio, antimonio, arsenico, berillio, cromo, nichel, piombo, rame, selenio, vanadio, zinco) il campionamento è stato effettuato per mezzo di una bottiglia Niskin con la quale è stato possibile prelevare l'acqua a differenti quote per ottenere un campione integrato lungo la colonna d'acqua, come di seguito presentato:

- Quota di prelievo STPT01: superficiale
- Quota di prelievo STPT02: integrata superficie + 7m
- Quota di prelievo STPT03: integrata superficie + 20m + 40m

Durante ogni campagna, in corrispondenza di ciascuna stazione, sono stati effettuati dei profili verticali dei principali parametri della colonna d'acqua (pressione, temperatura, conducibilità, salinità, pH, ossigeno disciolto, fluorescenza della clorofilla a) con una sonda multiparametrica.

Le analisi effettuate nel corso delle diverse campagne non hanno evidenziato valori anomali, per quanto attiene i parametri di riferimento per le acque di scarico superficiali, valori al di sopra dei limiti previsti dalla normativa nazionale (D. Lgs 152/06 Parte Terza, Allegato 5 Tab. 3).

### **2.3 Studio della *Posidonia oceanica***

Per quanto attiene lo studio delle praterie di *Posidonia oceanica* sono state eseguite campagne di campionamento e analisi per lo studio del limite inferiore (balisage). Tra giugno e luglio del 2016, gli operatori subacquei del Laboratorio di Oceanologia Sperimentale ed Ecologia marina hanno effettuato rilievi in immersione subacquea, sono state eseguite misure *in situ* ed effettuati campionamenti di tipo distruttivo nei 4 siti selezionati, nell'area compresa tra Marina di Tarquinia e Santa Severa, in cui erano stati posizionati i picchetti per il monitoraggio del limite inferiore. Le operazioni di balisage sono state effettuate seguendo il protocollo adottato dal *Reseau de Surveillance Posidonies* (Bertrand *et al.*, 1986).



Stazione	Località	Latitudine; Longitudine (WGS84)	Profondità
PB0	“Sant'Agostino”	42.15789 N; 011.72045 E	~ 19.5
PB1	“La Frasca”	42.14562 N; 011.72827 E	~ 21m
PB2	Capo Linaro	42.03780N; 011.81564 E	~ 20 m
PB3	Santa Marinella	42.02007 N; 011.85164 E	~ 13 m

**Tab 1.** Località, Coordinate UTM e profondità dei 4 siti individuati per il monitoraggio del limite inferiore delle praterie di *Posidonia oceanica* presenti nell'area di studio.

Su ciascun sito viene effettuato un monitoraggio di controllo nel quale sono stati controllati i parametri caratteristici dell'indagine (tab 2), al fine di valutare la tendenza evolutiva della prateria oggetto di studio.

Parametro	Unità di misura	Sintesi
Scalzamento dei rizomi ortotropi	centimetri	cm
Scalzamento dei rizomi plagiotropi	centimetri	cm
Profondità limite inferiore	metri	m
Tipo di limite	1=netto 2=progressivo 3=erosivo 4= regressivo	1-2-3-4
Scalzamento della prateria	% n. rizomi scalzati/n. rizomi totali	%
Portamento rizomi (% rizomi plagiotropi)	% rizomi plagiotropi	%
Distanza dal picchetto n.1 al limite inf.	centimetri	cm
Distanza dal picchetto n.2 al limite inf.	centimetri	cm
Distanza dal picchetto n.3 al limite inf.	centimetri	cm

**Tab. 2.** Parametri prelevati in prossimità del limite inferiore della prateria e relative unità di misura.

### 3. ATTIVITA' SCIENTIFICHE INTEGRATIVE

Il progetto di ricerca posto in essere integra una serie di attività e di collaborazioni con diversi Istituti scientifici, al fine di produrre dei risultati divulgabili attraverso pubblicazioni scientifiche, convegni e seminari. I dati acquisiti inoltre sono attualmente oggetto di numerose tesi di laurea e di dottorato.

In particolare, sono stati approfonditi una serie di studi su differenti aspetti, che di seguito vengono riportati:

- studio della variabilità genetica relativa alle praterie di *Posidonia oceanica* oggetto di studio, attraverso l'analisi dei RAPD (Random Amplification of Polymorphic DNA). Questa ricerca è stata portata avanti grazie alla fattiva collaborazione in essere tra il Laboratorio di Oceanologia Sperimentale ed Ecologia Marina ed il Laboratorio Biomasse e Bioenergie (UTRINN-BIO) dell'ENEA.
- è stata effettuata una campagna 24h per lo studio dell'efficienza fotosintetica e della produzione primaria della *Posidonia oceanica* attraverso tecniche innovative, quali il fluorimetro PAM (PULSE AMPLITUDE MODULATED).
- caratterizzazione spaziale delle concentrazioni di metalli in traccia nell'area costiera di Civitavecchia (dalla foce del fiume Mignone a S. Severa) per completare il quadro conoscitivo dei livelli dei contaminanti metallici nell'Unità fisiografica M. Argentario – Capo Linaro.
- applicazione di una metodologia integrata per la valutazione degli impatti potenziali dell'installazione, esercizio e dismissione di un generatore di energia da moto ondoso su nuova concezione (Wavesax). La metodologia integrata prevede l'utilizzo di una rappresentazione sinottica delle caratteristiche ecologiche dell'area oggetto di studio, la Sea Use Map, in cui vengono integrati sia i dati ottenuti dalle ricerche sopra riportate, sia dati pregressi e/o presenti in letteratura.
- campagne di caratterizzazione acustica dei principali target presenti nelle aree portuali e limitrofe, al fine di completare il sistema osservativo con misure necessarie alla MSFD (2008/56/EC), che

include il rumore sottomarino fra gli 11 descrittori qualitativi (D11) del Buon Stato Ambientale (GES);

- campagne di campionamento dei popolamenti bentonici all'interno delle aree portuali, al fine di analizzare e descrivere l'evoluzione spazio temporale delle comunità bentoniche e dei processi di colonizzazione dei substrati duri del porto di Civitavecchia, con particolare attenzione alla presenza di eventuali specie aliene e gli effetti che queste ultime hanno sulle comunità naturali.

#### **4. RISULTATI DELLA RICERCA**

I dati raccolti nel corso delle diverse fasi ed attività di lavoro sono stati oggetto di diversi lavori, che sono stati presentati sia in ambito di congressi nazionali ed internazionali che in pubblicazioni scientifiche.

Di seguito si riportano i principali prodotti della ricerca scientifica.

Marcelli M, Piermattei V, Madonia A, Lacava T, Mainardi U (2016). T-FLaP advances: instrumental and operative implementation. *JOURNAL OF OPERATIONAL OCEANOGRAPHY*, 9(sup1), pp:185-192. DOI: 10.1080/1755876X.2015.1117765

Zappalà G, Caruso G, Bonamano S, Madonia A, Piermattei V, Martellucci R, Di Cicco A, Pannocchi A, Stefani C, Borsellino C, Marcelli M (2016). A multi-platform approach to marine environment assessment in Civitavecchia (Rome) area. *JOURNAL OF OPERATIONAL OCEANOGRAPHY*, 9(sup1), pp: 131-143. DOI: 10.1080/1755876X.2015.1119561

Bonamano S., Piermattei V., Madonia A., Paladini de Mendoza F., Pierattini A., Martellucci R., Stefani C., Zappalà G., and M. Marcelli. (2016). The Civitavecchia Coastal Environment Monitoring System (C-CEMS): a new tool to analyse the conflicts between coastal pressures and sensitivity areas. *OCEAN SCIENCE*, PP. 87-100, ISSN: 1812-0784.

Bonamano S, Madonia A, Borsellino C, Stefani C, Caruso G, De Pasquale F, Piermattei V, Zappalà G, Marcelli M (2015). Modeling the dispersion of viable and total *Escherichia coli* cells in the

artificial semi-enclosed bathing area of Santa Marinella (Latium, Italy). *MARINE POLLUTION BULLETIN*, 2015 Jun 15;95(1):141-154. ISSN: 0025-326X, doi: 10.1016/j.marpolbul.2015.04.030.

Scanu S, Carli FM, Peviani MA, Piermattei V, Bonamano S, Paladini de Mendoza F, Dampney K, Norris J, Marcelli M (2015). Environmental Monitoring Techniques and Equipment related to the installation and operation of Marine Energy Conversion Systems. In “OCEAN ENERGY: ONGOING RESEARCH IN ITALY”- ENERGIA AMBIENTE E INNOVAZIONE; ENEA DOI: 10.12910/EAI2015-041; pp: 04-15.

Bonamano S, Paladini de Mendoza F, Piermattei V, Martellucci R, Madonia A, Gnisci V, Mancini E, Fersini G, Burgio C, Marcelli M, Zappalà G (2015). Mathematical models supporting the monitoring of Civitavecchia harbour near Rome, *COMPUTATIONAL METHODS AND EXPERIMENTAL MEASUREMENTS XVII*, 59, pp: 443-453.

Marco Marcelli, Filippo M. Carli, Simone Bonamano, Francesco Frattarelli, Emanuele Mancini, Francesco Paladini de Mendoza, Maximo Peviani, Viviana Piermattei (2015). An ecological approach supporting the management of sea-uses and natural capital in marine coastal areas. *Geophysical Research Abstracts Vol. 17*, EGU General Assembly, 2015 Vienna, Austria 12 – 17 April 2015.(Oral Presentation)

Marco Marcelli, Simone Bonamano, Filippo Maria Carli, Monica Giovacchini, Alice Madonia, Emanuele Mancini, Chiara Molino, Viviana Piermattei, and Francesco Manfredi Frattarelli, (2016). An integrated approach to manage coastal ecosystems and prevent marine pollution effects, *Geophysical Research Abstracts Vol. 18*, EGU2016-12716,, EGU General Assembly, 2016 Vienna, Austria 17 – 22 April 2016.(Oral Presentation)

Viviana Piermattei, Riccardo Martellucci, Alberto Pierattini, Simone Bonamano, Francesco Paladini de Mendoza, Marta Albani, Chiara Stefani, Alice Madonia, Giorgio Fersini, and Marco Marcelli, (2016). An 'Early Warning System' for the prevention of dredging potential impacts on sensitive areas, *Geophysical Research Abstracts Vol. 18*, EGU2016-13971-1, 2016, EGU General Assembly,



2016 Vienna, Austria 17 – 22 April 2016. (Poster)

Simone Bonamano, Viviana Piermattei, Daniele Piazzolla, Francesco Paladini de Mendoza, Francesco Manfredi Frattarelli, Emanuele Mancini, Selvaggia Cognetti de Martiis, Alice Madonia, Riccardo Martellucci, Chiara Stefani, Alberto Pierattini, Sergio Scanu, and Marco Marcelli, (2016). The role of the contribution of the whole sea energy on pollution distribution and biocenosis quality: a case study in the Northern Tyrrhenian Sea, Italy, Geophysical Research Abstracts Vol. 18, EGU2016-15967, 2016, EGU General Assembly, 2016 Vienna, Austria 17 – 22 April 2016. (Poster)

Marta Albani, Viviana Piermattei, Chiara Stefani, and Marco Marcelli, (2016). Preliminary experiments to estimate the PE.MA.M (PElagic MARine Mesocosm) offshore behaviour, Geophysical Research Abstracts Vol. 18, EGU2016-15938, 2016, EGU General Assembly, 2016 Vienna, Austria 17 – 22 April 2016.(Poster)