

Autori

Paolo Povero¹, Giorgio Bavestrello¹, Michela Castellano¹, Francesco Massa¹, Giulia Dapuetto¹, Paolo Vassallo¹, Federico Betti¹, Marzia Bo¹, Giorgio Fanciulli², Sara Venturini², Valentina Cappanera², Pietro Campodonico², Silvia Cocito³, Tiziana Ciuffardi³, Marinella Abbate³, Mattia Barsanti³, Andrea Bordone³, Gabriella Cerrati³, Fabio Conte³, Ivana Delbono³, Roberta Delfanti³, Giuseppina Di Nallo³, Chiara Lombardi³, Matteo Nannini³, Federica Pannacciulli³, Andrea Peirano³, Giancarlo Raiteri³, Antonio Schirone³.

Affiliazione

¹ Università di Genova, Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita (DISTAV), Corso Europa 26, 16132 Genova (GE).

² AMP Portofino, Viale Rainusso 1, 16038 S. Margherita Ligure (GE).

³ ENEA C.R. Ambiente Marino S. Teresa, Forte Santa Teresa, Loc. Pozzuolo, 19032 Lerici (SP).

DEIMS.ID: <https://deims.org/0b7dc506-1a46-4399-8d74-d547d8e2dcba>

Referente Macrosito: Paolo Povero.

Elenco dei Siti di ricerca del macrosito: Area marina del Promontorio di Portofino – IT15-001.M, Mar Ligure orientale – IT15-002.M

Tipologia di ecosistema: marino.

Citare questo capitolo come segue: Povero P., Bavestrello G., Castellano M. *et al.* (2021). IT15-M Mar Ligure, p. 509-529. DOI: 10.5281/zenodo.5584759. In: Capotondi L., Ravaioli M., Acosta A., Chiarini F., Lami A., Stanisci A., Tarozzi L., Mazzocchi M.G. (a cura di) (2021). La Rete Italiana per la Ricerca Ecologica di Lungo Termine. Lo studio della biodiversità e dei cambiamenti, pp. 806. DOI: 10.5281/zenodo.5570272.

Descrizione del macrosito e delle sue finalità

Il Mar Ligure è un bacino profondo nel settore più settentrionale del bacino occidentale del Mar Mediterraneo e mostra caratteristiche idrodinamiche e meteo-oceanografiche particolari. Le condizioni



Fig. 1 - Promontorio di Portofino

idrodinamiche e meteo-oceanografiche prevalenti favoriscono uno scambio continuo di masse di acqua costiere e le dinamiche stagionali e interannuali delle masse d'acqua possono influenzare il clima locale, con conseguenze dirette e indirette sulle comunità planctoniche e bentoniche. Le coste del Mar Ligure pur con aree tra le più antropizzate tra le coste italiane con principali cause

di disturbo dovute allo sviluppo urbano litoraneo, alle attività portuali, alla costruzione di ferrovie litorali e autostrade, alla presenza di numerosi scarichi inquinati, presentano però numerose Aree Marine Protette (MPA) di grande rilevanza che, con l'istituzione del Santuario dei Cetacei, mostrano una particolare attenzione alla politica di protezione della Regione Liguria (Cattaneo Vietti *et al.* 2010; Ruggeri *et al.* 2006). La complessità del sistema Mar Ligure evidenzia la necessità di studi a lungo termine,

basati principalmente sull'analisi di quelle aree del Mar Ligure che sono state finora poco indagate. Solo studi adeguatamente indirizzati, che utilizzino approcci sperimentali con opportune scale spaziali e temporali, potranno permettere di capire il funzionamento degli ecosistemi marini



Fig. 2 - Mar Ligure orientale

liguri, di valutare le loro condizioni di salute e la dinamica delle principali variabili che influenzano la distribuzione delle singole specie (comprese le specie ad alto valore economico) e le comunità bentoniche (Bavestrello *et al.* 1995; Cerrano *et al.* 2000; Schiapparelli *et al.* 2007). Tali studi permetteranno, inoltre, di fornire validi strumenti per uno sviluppo dell'intero bacino suggerendo l'istituzione di appropriate misure di gestione sostenibile.

Nel dettaglio i principali filoni di ricerca del Macrosito Mar Ligure sono:

- studio struttura e dinamica variabili fisico-chimiche lungo la colonna d'acqua, comunità planctoniche, bentoniche ed ittiche, sedimentologia

-
- impatto attività antropiche in particolare subacquea, nautica da diporto, balneazione, turismo croceristico, pesca professionale e sportiva, acquacoltura
 - impatto del cambiamento climatico sugli ecosistemi marini
 - servizi ecosistemi e contabilità ambientale
 - sistemi informativi per la gestione ambientale (WEBGis, geoservizi, SDSS)

Abstract

The Promontory of Portofino is placed in a particularly anthropized coastal context, characterized by multiple activities (nautical tourism, diving, bathing, fishing). Since 2005, the Marine Protected Area has been a SPAMI (Specially Protected Area of Mediterranean Interest), RAC/SPA of UNEP. The Eastern Ligurian Sea site includes the *Porto Venere* Regional Nature Park and the *Cinque Terre* National Park alongside areas with an industrial footprint and a strong environmental impact (port of La Spezia, shipbuilding, fishing, aquaculture).

Area marina del Promontorio di Portofino

Autori

Paolo Povero¹, Giorgio Bavestrello¹, Michela Castellano¹, Francesco Massa¹, Giulia Dapuetto¹, Paolo Vassallo¹, Federico Betti¹, Marzia Bo¹, Giorgio Fanciulli², Sara Venturini², Valentina Cappanera², Pietro Campodonico²

Affiliazione

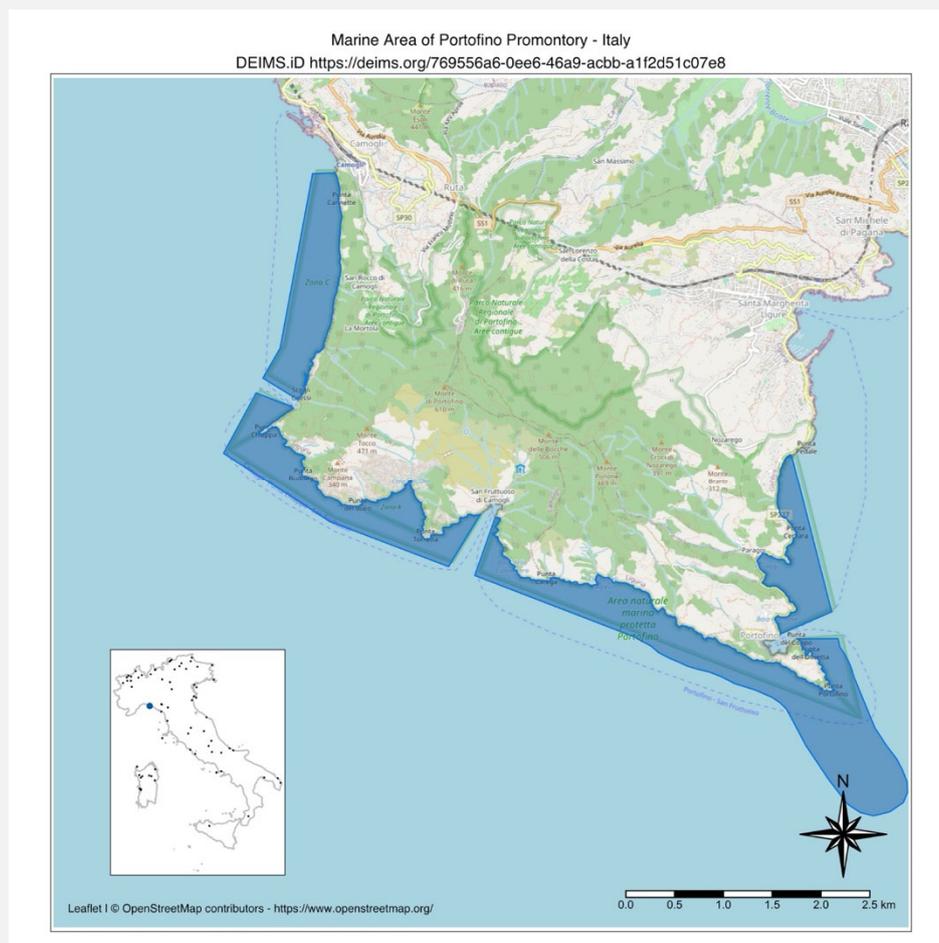
¹ Università di Genova, Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita (DISTAV), Corso Europa 26, 16132 Genova (GE).

² AMP Portofino, Viale Rainusso 1, 16038 S. Margherita Ligure (GE).

Sigla: IT15-001-M

DEIMS.ID: <https://deims.org/769556a6-0ee6-46a9-acbb-a1f2d51c07e8>

Responsabile sito: Paolo Povero e Riccardo Cattaneo Vietti



Descrizione del sito e delle sue finalità

Il sito comprende la colonna d'acqua ed i fondali antistanti il Promontorio di Portofino che si estende nel Mar Ligure per oltre 3 chilometri, con uno sviluppo costiero di circa 15 chilometri (Fig. 3).

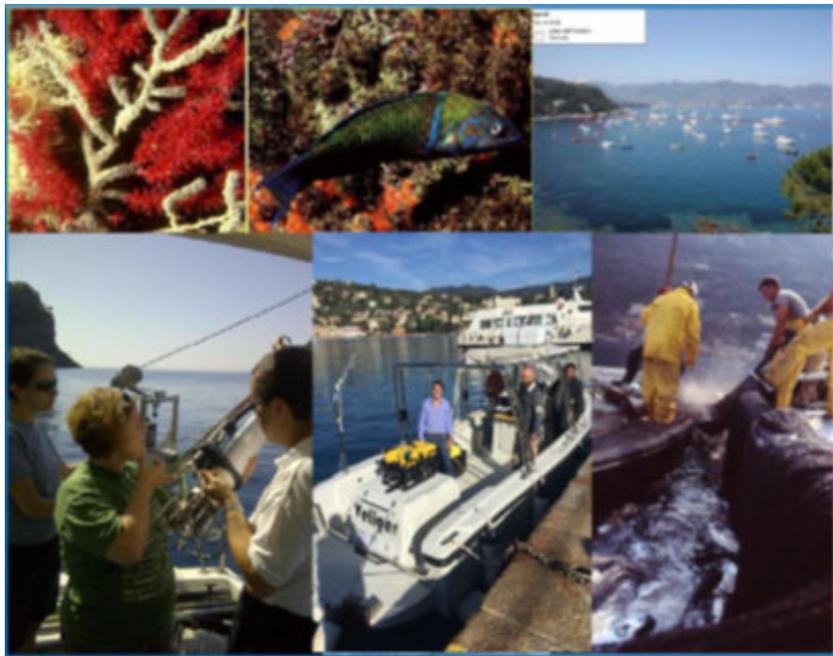


Fig. 3 - Attività nel sito

Le falesie sommerse del Promontorio ospitano una fauna e una flora particolarmente ricche e diversificate.

La roccia che costituisce il versante meridionale, in gran parte puddinga, è ricca d'anfratti e fessure. Ciò ha favorito l'instaurarsi di una ricca comunità coralligena che raggiunge uno sviluppo raramente osservabile in altre aree mediterranee. Dai 30 ad oltre 50 m di profondità, infatti, grazie alla continua azione costruttrice delle alghe coralline e di animali a scheletro calcareo, si è costituito, nel tempo, un ambiente assai complesso dominato da grandi gorgonie, spugne, madreporari e briozoi.

Particolarmente importante è la facies a corallo rosso, la principale del Mar Ligure. Sui fondali sabbiosi lungo i versanti occidentali e orientali del Promontorio sono invece presenti praterie di *Posidonia oceanica*, dove trovano rifugio e nutrimento moltissime specie.

Dal 1999 parte del sito fa parte dell'Area Marina Protetta di Portofino. Questa scelta protezionistica si basa non solo sull'elevata valenza ambientale dell'area, ma anche sull'importanza economica che questa riveste.

La zona è, infatti, inserita in un contesto costiero particolarmente antropizzato, caratterizzato da molteplici attività (turismo nautico, subacqueo, attività di pesca) e da una vasta area urbana. Dal 2005 l'Area Marina Protetta è un SPAMI (Specially Protected Area of Mediterranean Interest) riconosciuta dall'Ufficio RAC/SPA dell'UNEP di Tunisi. Dagli anni 80 si sono susseguiti studi ecologici sulle principali caratteristiche fisico-chimiche della colonna d'acqua e sulle comunità planctoniche, bentoniche e ittiche con base più regolare dal 1999. Particolare attenzione viene anche posta sul ruolo e l'impatto delle attività economiche, molto importanti nell'area ed in particolare sulla pesca sia professionale che sportiva. L'accesso ai dati storici è libero per quanto già pubblicato citando la fonte. L'accesso a quanto non pubblicato va concordato con l'Ente

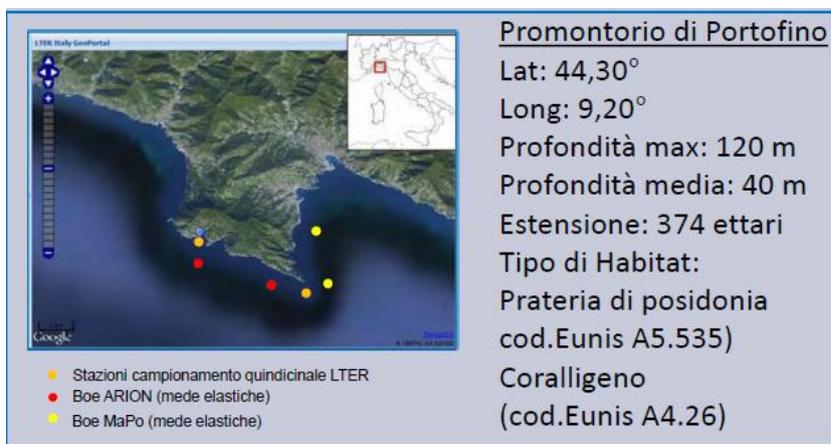


Fig. 4 - Caratteristiche del sito

che ha finanziato e/o eseguito la raccolta di dati. L'accesso alle strutture disponibili (imbarcazioni, sistemi di campionamento, laboratori, foresteria) è possibile previo accordo con l'Università degli Studi di Genova e/o la Direzione dell'Area Marina Protetta. I dati sono raccolti nel sistema informativo www.portofino.macisteweb.com.

Risultati

Il sito LTER Mar Ligure – Promontorio di Portofino risente della circolazione generale del Mar Ligure, ma anche della circolazione costiera e dell'effetto promontorio. L'acqua che circonda il Promontorio di Portofino è interessata da una corrente costiera principale che va da Est a Ovest

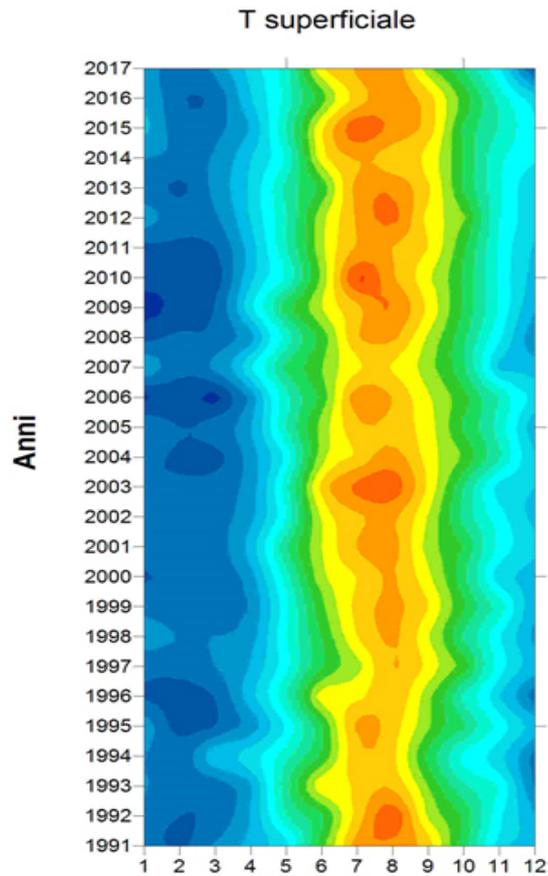


Fig. 5 - Sito LTER Promontorio di Portofino: andamento pluriennale della temperatura superficiale

(corrente ligure-provenzale), sebbene una controcorrente costiera e dei vortici su entrambi i lati del Promontorio si verificano in alcune circostanze, soprattutto guidate dai venti (Doglioli *et al.* 2004). Diversi corsi d'acqua insistono nel Golfo del Tigullio, tutti a carattere torrentizio; in particolare l'Entella, uno dei principali della Liguria, sfocia in mare vicino al Promontorio, anche se la portata media non è elevata (meno di $10 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ in estate). Gli input continentali, insieme all'elevato livello di urbanizzazione della costa a est del Promontorio (es. elevato numero di abitanti che aumenta nel periodo estivo, turismo nautico, Venturini *et al.* 2016), rappresentano un ventaglio di possibili sorgenti di inquinamento per l'ambiente marino (Di Carro *et al.* 2018), ma anche una sorgente di nutrienti inorganici che aiutano lo sviluppo fitoplanctonico soprattutto nei mesi più piovosi.

Nell'area di ricerca in anni recenti si sta osservando un aumento di temperatura, pur con elevata variabilità interannuale (Fig. 5), che ha portato ad una accentuazione delle caratteristiche oligotrofiche dell'area con una diminuzione della biomassa fitoplanctonica registrata dagli anni 2000 (Parravicini *et al.* 2013) (Fig. 6).

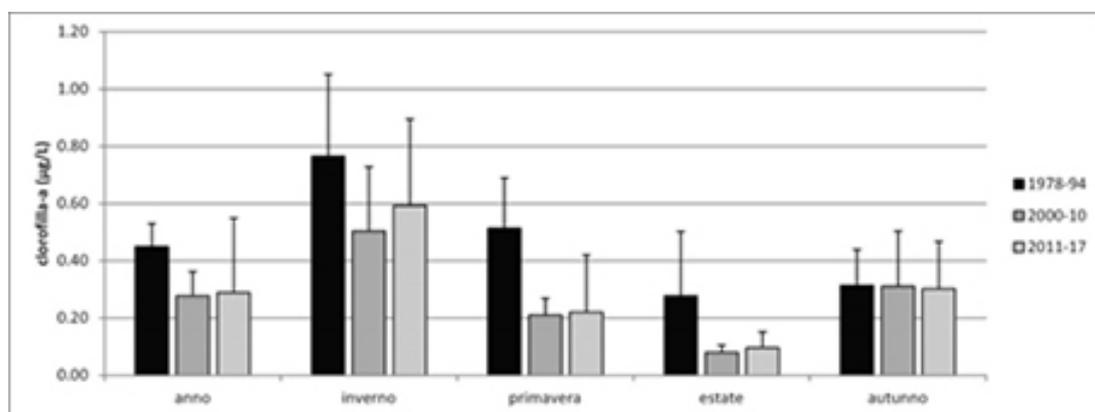


Fig. 6 - Sito LTER Promontorio di Portofino: andamento pluriennale della biomassa fitoplanctonica

Si sta osservando, inoltre, in un contesto di variabilità interannuale dello zooplancton (Fig. 7), una diminuzione di alcuni organismi chiave (*Temora stylifera* e *Centropages typicus*), ed un aumento di copepodi di taglia medio piccola (1 mm – 0,5 mm), insieme ad un aumento di organismi detritivori come le appendicolarie; entrambi gruppi adatti a sopravvivere in ambienti oligotrofici (Morabito *et al.* 2018). Lo scenario che si sta instaurando sembrerebbe tendere ad una struttura trofica planctonica dove la componente detritivora e microbica compensano la scarsa quantità di fitoplancton e quindi ridotta produzione primaria riciclando la materia organica intensificando processi come il microbial loop.

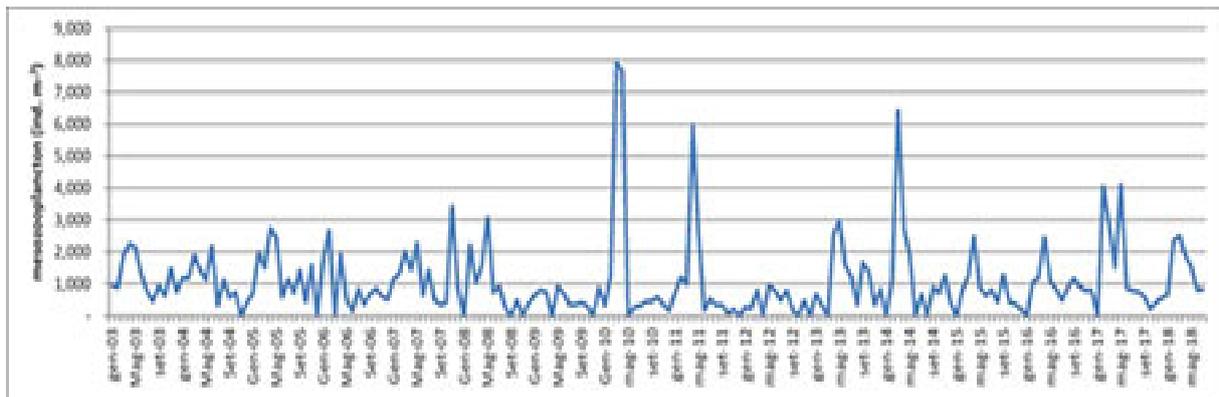


Fig. 7 - Sito LTER Promontorio di Portofino: andamento pluriennale dello zooplancton

Sono stati inoltre evidenziati cambiamenti qualitativi e quantitativi nelle catture dei pesci nell'antica Tonnarella di Camogli negli anni 2000 rispetto al passato (Fig. 8): in particolare si nota la diminuzione di specie boreali e l'aumento di carangidi di acque caldo-temperate insieme ad altre specie tipiche del Mediterraneo meridionale, legati al riscaldamento delle acque (Cattaneo Vietti *et al.* 2015).

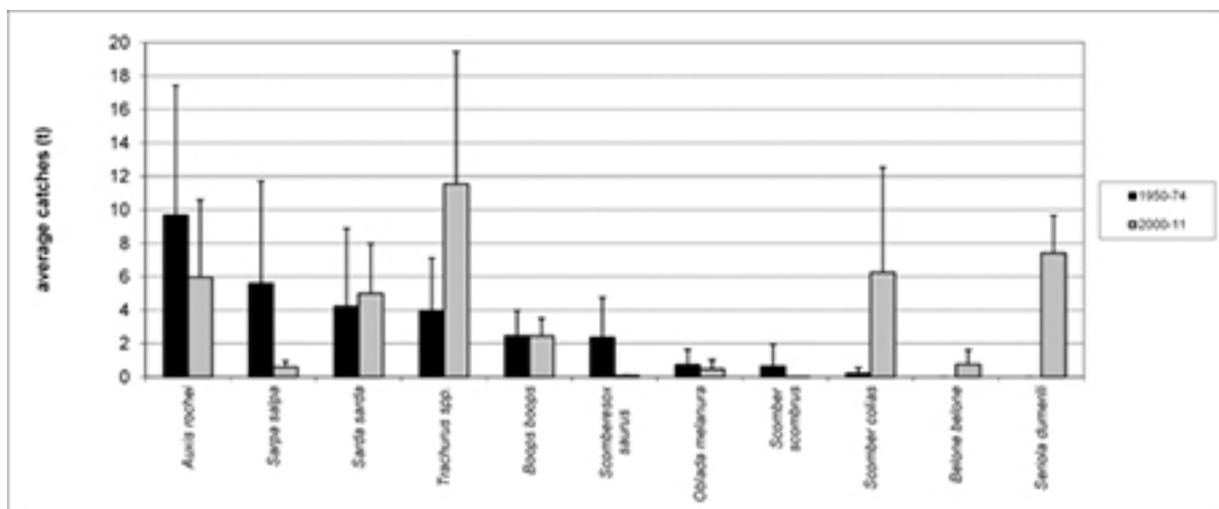


Fig. 8 - Sito LTER Promontorio di Portofino: Confronto del pescato nella Tonnarella di Camogli negli anni 2000 rispetto al periodo 1950-74

Studi sulla comunità bentonica hanno evidenziato come le modificazioni nella composizione delle comunità a idrozoi, nella distribuzione batimetrica e del periodo riproduttivo delle singole specie sono utili per valutare l'influenza del riscaldamento globale sull'ecosistema marino. Alcune specie presenti nel 1980 (Boero & Fresi 1986) erano scomparse nel 2004 (Puce *et al.* 2009), ma altre specie con affinità meridionale, mai registrate nell'area, sono diventate abbondanti negli ultimi campionamenti del 2017-18. I dati ottenuti hanno mostrato una progressiva diminuzione della diversità delle specie. Anche l'andamento stagionale del numero di specie della comunità è cambiato rispetto al 1980. In Figura 9 si

riporta l'andamento dei numeri di specie osservate tra 0 e 5 m di profondità che evidenzia come nel 1980 il massimo era raggiunto in autunno mentre nei campionamenti più recenti in inverno e in primavera.

Particolare attenzione è stata inoltre posta agli studi sui principali servizi ecosistemi che interessano il sito in un'ottica di sviluppo di modelli gestionali finalizzati ad uno sviluppo sostenibile dell'intera area di studio che coniuga in un contesto di elevato pregio naturalistico una potenziale crescita della pressione antropica che necessita di gestione oculata (Dapueto *et al.* 2015; Venturini *et al.* 2016, 2021; Paoli *et al.* 2017, 2018; Vassallo *et al.* 2017).

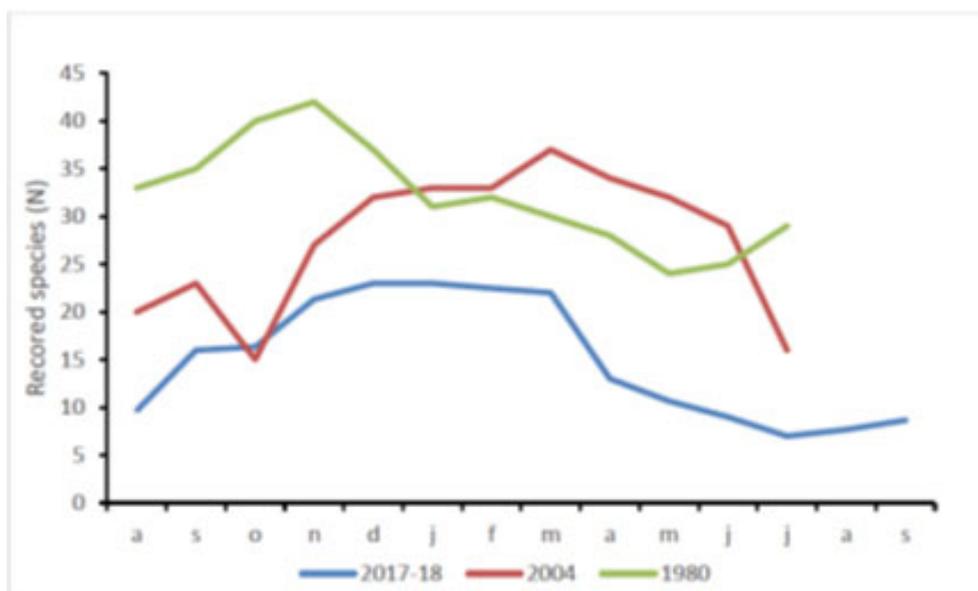


Fig. 9 - Sito LTER Promontorio di Portofino: Andamento mensile del numero di specie di idrozoi osservate sulla falesia

Progetti di ricerca nazionali ed internazionali

Negli ultimi anni diversi progetti di ricerca sia nazionali che internazionali hanno permesso e permettono la continuità di attività di ricerca nel sito. Tra i più significati: Progetto RIMA “Sviluppo di tecnologie e software per una Rete Integrata previsionale Mediterranea per la gestione dell’Ambiente marino e costiero” (MIUR-DM62617), SCHeMA project “Integrated in Situ Chemical Mapping Probe” (FP7, Ocean 2013), Progetto PIM – Piattaforma Integrata di Monitoraggio (POR-FESR), Progetto Contabilità ambientale nelle Aree Marine Protette Italiane (MATMM), Marine Strategy (MATMM), Progetto ARION “Sistemi per la Conservazione dei delfini costieri (tursiopi) in Mediterraneo” (LIFE+), MPA-DAPT project (Interreg MED Programme), progetto GIREPAM “Gestione Integrata delle Reti Ecologiche attraverso i Parchi e le Aree Marine” (Interreg Maritime), progetto NEPTUNE “Gestione sostenibile capitale naturale e fruizione” (Interreg Maritime), progetto RELIFE “Reintroduzione Patella ferruginea in Liguria” (LIFE+), progetto ROC POP “Restoration of Cystoseira populations” (LIFE+).

Attività di divulgazione

L’attività di divulgazione svolta in ambito territoriale ha coinvolto principalmente come parte attiva l’AMP Portofino e l’Università degli Studi di Genova. Gli ambiti in cui si sono svolte le attività sono stati, per quanto riguarda la formazione, il corso di laurea ed il dottorato di ricerca in Scienze del Mare. Inoltre nell’ambito del Festival del Mare, del Posidonia Festival e di altre manifestazioni turistico-culturale nel territorio ligure sono state presentate le attività di ricerca con particolare attenzione alle connessioni tra il territorio e la sua gestione ambientale in un’ottica di sostenibilità.

Prospettive future

Nel prossimo futuro si continueranno le attività di ricerca finalizzate al mantenimento delle serie storiche ad oggi in essere, grazie anche alla possibilità di utilizzare nuove strutture logistiche come la boa oceanografica MEDA2 ed il potenziamento dei sistemi di raccolta dati in collaborazione con diverse realtà produttive dell'area. In particolare verranno potenziate e sviluppate attività di modellizzazione e contabilità ambientale.

Abstract

The Portofino Promontory is located about 25 km east of Genoa in the Ligurian Gulf and represents the northernmost LTER site in the western Mediterranean Sea. Wind forcing, which is known to deeply influence the surface water movement, may spread the continental water from the Tigullio Gulf (in particular the Entella river) in the entire area or rapidly carry it offshore. The continental inputs together with the high level of urbanization of the eastern coast of the promontory represent a wide and notable range of potential sources of pollutants for the peculiar environment of the Portofino promontory, which is legally protected by the Marine Protected Area (MPA) of Portofino. The area has been investigated since the 80s and a more structured monitoring has been carried out since 1999. In particular studies focuses on the structure and dynamic of physical-chemical parameters in the water column, the planktonic, benthic and fishes communities, sedimentology and ecosystem service. The anthropic impacts such as diving, recreational boating, cruise ships, traditional and recreational fishery, have been also addressed because the environmental qualities of the area and the presence of several marinas make the Portofino Promontory highly visited, especially in the summer period. Data are stored in MACISTE WEBGis: www.portofino.macisteweb.com.

Mar Ligure Orientale

Autori

Silvia Cocito, Tiziana Ciuffardi, Marinella Abbate, Mattia Barsanti, Andrea Bordone, Gabriella Cerrati, Fabio Conte, Ivana Delbono, Roberta Delfanti, Giuseppina Di Nallo, Chiara Lombardi, Matteo Nannini, Federica Pannacciulli, Andrea Peirano, Giancarlo Raiteri, Antonio Schirone.

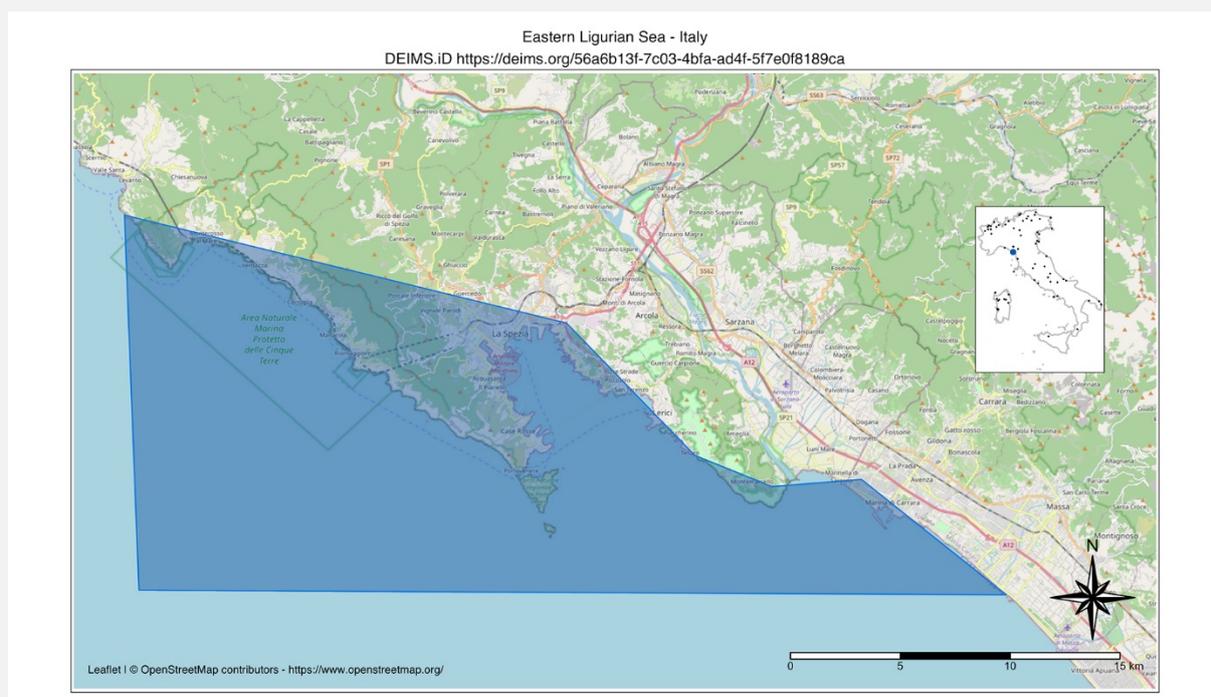
Affiliazione

ENEA C.R. Ambiente Marino S. Teresa, Forte Santa Teresa, Loc. Pozzuolo, 19032 Lerici (SP).

Sigla: IT15-002.M

DEIMS.ID: <https://deims.org/56a6b13f-7c03-4bfa-ad4f-5f7e0f8189ca>

Responsabile sito: Silvia Cocito, ENEA.



Descrizione del sito e delle sue finalità

Il sito interessa la colonna d'acqua ed i fondali del Mar Ligure Orientale, estendendosi tra la foce del fiume Magra ed il promontorio di Monterosso al Mare (La Spezia) (Fig. 11).

La piattaforma continentale di questo tratto di mare, così come quella dell'intero arco ligure, è una fascia molto ristretta nella sua estensione da costa fino al ciglio di piattaforma. È caratterizzata inoltre



Fig. 10 - Attività nel sito

da un canyon sottomarino (Canyon di Levante) che incide la piattaforma al largo di Riomaggiore e prosegue sub-parallelo alla costa con orientamento prevalente E-O fino ai canyons di Genova. L'area costiera del Mar Ligure Orientale è direttamente influenzata dalle dinamiche di circolazione profonda a larga scala, caratterizzate da un flusso ciclonico est-ovest. In particolare il Mar Ligure Orientale è

alimentato dalle acque di circolazione che scorrono verso Nord risalendo i due versanti della Corsica: la corrente proveniente dal Mar Tirreno che porta acque più calde da Sud attraverso il Canale di Corsica e la corrente del Mediterraneo Occidentale che trasporta acque più fredde. A Nord della Corsica questi due flussi circolatori confluiscono e danno origine ad una corrente dalle proprietà intermedie. Variazioni stagionali contraddistinguono la circolazione del Ligure Orientale, che dopo un inverno caratterizzato da una singola geometria ciclonica a larga scala si trasforma dando origine a patterns di circolazione più complessi soprattutto in estate. Dal punto di vista anemometrico, i venti prevalenti sono da N e NE, mentre il libeccio, proveniente da SW, è responsabile della maggior parte delle violente mareggiate della riviera di Levante.

L'area è un sistema complesso nel quale convivono aree marine protette riconosciute patrimonio mondiale dell'UNESCO per il loro valore ambientale e paesaggistico (Parco Nazionale delle Cinque Terre, che include l'Area Marina Protetta istituita nel 1997, ed il Parco Naturale Regionale di Porto Venere, istituito nel 2001, che include anche l'Area di Tutela Marina) accanto ad aree industriali e a forte impatto ambientale. Molto

interessante dal punto di vista scientifico è inoltre la ricchezza in termini di biodiversità di flora e fauna marina (anche profonda), oltre alla localizzazione del sito all'interno del Santuario dei Cetacei Pelagos.

Le lunghe serie temporali di dati multidisciplinari acquisiti da ENEA e da CNR – ISMAR, centri di ricerca presenti sul territorio, consentono di definire le caratteristiche ambientali dell'area di studio, di analizzare la loro variabilità in relazione agli impatti antropici e climatici che si sono succeduti e definire lo stato ecologico degli ecosistemi costieri. CNR-ISMAR gestisce anche una rete radar ad alta frequenza (HF Radar) operativa dall'estate 2016 e consistente inizialmente nelle 2 stazioni di Monterosso al Mare

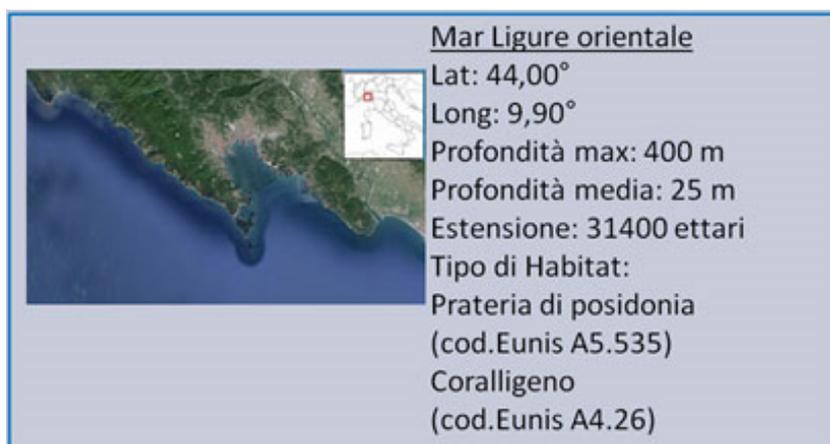


Fig. 11 - Caratteristiche del sito

e dell'isola del Tino, a cui si sono aggiunte di recente altre 2 stazioni a Viareggio e Portofino. Il sistema è in grado di fornire campi della velocità della corrente marina superficiale nel Mar Ligure (<http://radarhf.ismar.cnr.it/>), con frequenza oraria e range fino a 30-40 km dalla costa.

L'attività di ricerca ENEA continuativa nell'area è iniziata nei primi anni '60 per poi intensificarsi a partire dagli anni '70. I dati disponibili sono stati raccolti essenzialmente durante campagne oceanografiche svolte sull'intero areale del Golfo di La Spezia utilizzando strumenti di profilazione e sonde multi parametriche ad immersione, nel periodo dal 1961 ad oggi, con la presenza di gap temporali che ricoprono l'arco di più anni (Ciuffardi *et al.* 2013). A partire dall'anno 2008, le campagne di misurazione dei parametri chimico-fisici sono diventate stagionali sull'intera area del Golfo di La Spezia, con campionamenti effettuati a coordinate fisse sulla base del reticolato di campionamento storico.

All'interno del sito ricade anche l'area di studio delle campagne oceanografiche di tipo acustico LOGMEC (LONg-Term Glider Missions for Environmental Characterization), operative nel Mar Ligure a partire dal 2016, a cura del CMRE NATO (Centre for Maritime Research and Experimentation). Le campagne vengono condotte in collaborazione con numerosi istituti di ricerca, ENEA inclusa, ed istituzioni italiane e internazionali con l'obiettivo di studiare la variabilità ambientale e ottimizzare le procedure di caratterizzazione ambientale al fine di massimizzare i risultati oceanografici ottenibili dall'uso combinato di dati da satellite e da gliders.

Il Centro ENEA di S. Teresa dispone di una stazione meteorologica gestita dal Centro stesso a partire dal 1990 (Bordone 2018). I dati vengono raccolti secondo lo standard del WMO (World Meteorological Organization) ed archiviati.

Inoltre, fin dagli anni '80, ENEA studia i processi sedimentari nell'area costiera compresa tra la foce del Fiume Magra e Punta Mesco, tramite analisi granulometriche, mineralogiche e radiometriche dei sedimenti marini. Infatti, i radionuclidi naturali ed artificiali possono essere utilizzati come traccianti dei processi sedimentari, permettendo di effettuare datazioni dei sedimenti marini su una scala temporale di circa 100 anni.

Dal 1991 al 2014, con cadenza trimestrale o semestrale, sono stati raccolti dati sulla fenologia e sulle caratteristiche strutturali della prateria di *Posidonia oceanica* a Monterosso al Mare, nell'AMP delle Cinque Terre.

Dal 1991 al 2013 sono state effettuate campagne per il rilevamento dei cambiamenti del coralligeno tramite l'acquisizione di dati di ricoprimento, dati demografici, informazioni quali-quantitative e registrazione di eventi di mortalità correlati al riscaldamento del mare. Gli studi hanno riguardato sia l'AMP delle Cinque Terre in collaborazione con l'Università di Genova (dal 1973 disponibili anche informazioni qualitative) che il Golfo di La Spezia in collaborazione con l'Università di Pisa e di Aveiro. Altri studi sono stati indirizzati all'analisi delle dinamiche di colonizzazione e crescita in organismi bentici biocostruttori (1997-2005).

Dal 2007 al 2014 sono stati effettuati campionamenti lungo i litorali di Lerici e Porto Venere con l'obiettivo di studiare i fattori che influenzano la distribuzione e la fioritura di microalghe bentoniche potenzialmente tossiche.

Dal 2012 ad oggi, nell'ambito del progetto Tropical Signals della CIESM (The Mediterranean Science Commission), si sono monitorati pesci e macrodescrittori bentonici indicatori di cambiamenti climatici lungo transetti fissi nel Golfo di La Spezia.

L'accesso ai dati storici è libero per quanto già pubblicato citando la fonte. L'accesso a quanto non pubblicato va concordato con l'Ente che ha finanziato e/o eseguito la raccolta di dati. È possibile consultare il database e visualizzare i dati pubblici accedendo al sito web: <http://www.santateresa.enea.it>.

Principali risultati scientifici

La serie di sensori di temperatura installati a Porto Venere ha evidenziato un aumento di temperatura, con termocline estivo spostato verso profondità superiori negli ultimi anni, seppur con una certa variabilità interannuale (Fig. 12) (Ciuffardi *et al.* 2017).

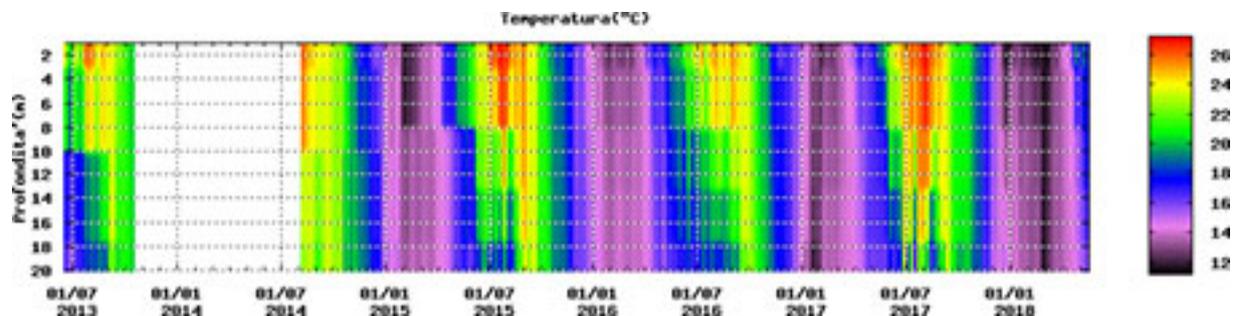


Fig. 12 - Sito LTER Mar Ligure Orientale: andamento pluriennale della temperatura lungo la colonna d'acqua-Boa S. Pietro

Tra maggio e ottobre 2017 è stata allestita una stazione di monitoraggio dei parametri chimico-fisici marini in corrispondenza della baia di S. Teresa. Confrontando i dati del periodo di studio con dati trentennali relativi alla temperatura superficiale del mare (SST) per l'area, si è evidenziato il verificarsi di due eventi di ondate di calore (Heat Wave), tra giugno e agosto 2017, con temperature superiori a 26.1° C (Lombardi *et al.* 2018).

La serie storica di dati sulle caratteristiche strutturali della prateria di *Posidonia oceanica*, il cui valore ecologico è paragonabile a quello delle foreste terrestri, ha mostrato che gli effetti del cambiamento climatico possono influenzare alcuni parametri della prateria. Il numero delle foglie per fascio e il ricoprimento della prateria hanno mostrato trend decadal positivi a tutte le profondità in accordo con l'innalzamento della temperatura superficiale del mare. Al contrario il ricoprimento epifitico delle specie sciafile ha mostrato un trend negativo relazionato alla minore piovosità e alla conseguente maggior trasparenza delle acque (Peirano *et al.* 2011).

Gli studi a lungo termine sulla gorgonia *Paramuricea clavata*, specie 'amplificatrice' della biodiversità marina, hanno dimostrato che gli stress termici dell'ultimo decennio non influenzano le popolazioni più profonde, mentre quelle superficiali subiscono morie a causa di temperature letali (25° C) che permangono per periodi relativamente lunghi nei primi strati d'acqua (Pilczynska *et al.* 2016). Lo studio genetico di 2 popolazioni ha stimato una distanza massima di dispersione larvale di 20-60 km e una forte connessione tra esemplari profondi e superficiali (Pilczynska *et al.* 2017), favorendo quindi il recupero delle popolazioni dopo eventi di mortalità indotti dal riscaldamento anomalo (Santangelo *et al.* 2015; Bramanti *et al.* 2017). La disponibilità di 12 anni di dati demografici ha consentito di prevedere che popolazioni colpite da mortalità dopo 7 anni possono raggiungere un nuovo equilibrio e si stabilizzano quando raggiungono una densità di polipi di circa 1/3 rispetto al valore di pre-mortalità (Fig. 13).

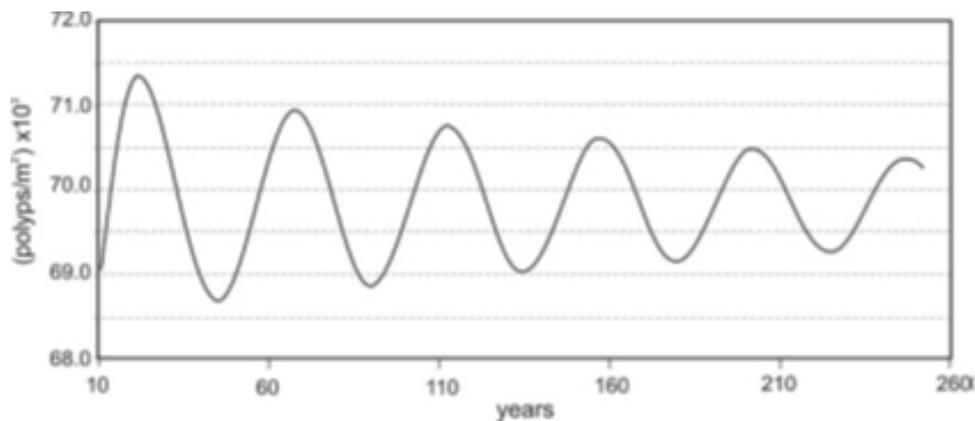


Fig. 13 - Sito LTER Mar Ligure Orientale: Simulazione del trend della popolazione di *Paramuricea clavata* nel Golfo di La Spezia dopo eventi di mortalità causati da anomalie termiche (da Santangelo et al. 2015)

I popolamenti coralligeni del Mesco sono risultati stabili fino agli anni '90 quando si è registrato uno shift dovuto a sostituzione di specie da parte di specie aliene e ad una omogeneizzazione biotica (Fig. 14) (Gatti et al. 2015). Il cambiamento è stato verosimilmente indotto dal riscaldamento del mare e dalla pressione antropica locale.

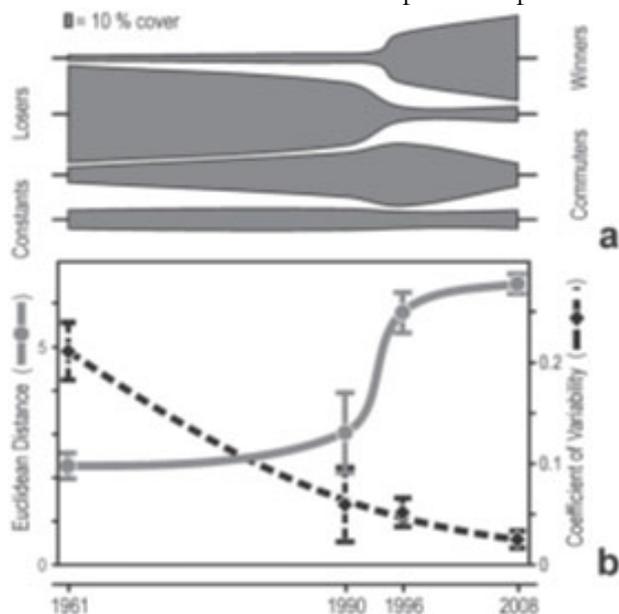


Fig. 14 - Sito LTER Mar Ligure Orientale: Analisi storica quantitativa del coralligeno del Mesco (Monterosso al Mare). a) Variazione del ricoprimento di quattro categorie di specie. b) distanza Euclidea tra i fotoquadrati utilizzati per il monitoraggio e il loro coefficiente di variabilità dal 1961 al 2008 (da Gatti et al. 2015)

I risultati dei monitoraggi del progetto 'Tropical Signals Program' della CIESM hanno evidenziato la presenza nell'area di studio di alcuni macrodescrittori ad affinità calda e fredda comuni nel Mediterraneo. Dalle interviste ai pescatori è emerso l'aumento nell'ultimo decennio delle catture di un teleosteo ad affinità calda dovuto a condizioni di temperatura più favorevoli.

Le indagini sull'abbondanza delle microalghe bentoniche potenzialmente tossiche (*Ostreopsis ovata*, *Coolia monotis*, *Prorocentrum lima*) hanno mostrato significative differenze tra i litorali spezzini in funzione della diversa esposizione al moto ondoso e

alla diversità del substrato macroalgale. Inoltre, la fase di proliferazione aumenta significativamente quando la temperatura supera i 23° C ed i valori massimi si raggiungono solo quando si minimizza l'escursione termica fra giorno e notte.

Gli studi sui processi sedimentari, svolti dagli anni '80 ad oggi, hanno messo in evidenza un ambiente deposizionale complesso fortemente influenzato dal Fiume Magra, ove sono presenti diverse aree con differenti velocità di sedimentazione (Delbono et al. 2016). Inoltre, negli ultimi anni, si è potuto evidenziare una netta diminuzione della frazione sabbiosa del trasporto solido del Fiume Magra.

Progetti di ricerca nazionali ed internazionali

Il progetto di monitoraggio dell'alga corallinacea *Ellisolandia elongata* è iniziato nel 2011 in collaborazione con l'Università di Pisa e successivamente con l'Università di Pavia. Scopo del progetto è la raccolta di dati di base sulla distribuzione e abbondanza dei principali generi di Corallinales, tra cui *E. elongata*, presenti lungo il piano intertidale dell'isola Palmaria.

Nel Golfo di La Spezia è stato avviato (2016-2018), in collaborazione con l'Università di Portsmouth ed il CNR e grazie ad un finanziamento della Royal Society (International Exchange Grant), il progetto: 'Will coralline algae reef mitigate climate change effects on associated fauna?'. Il progetto ha come obiettivi: 1) testare l'idoneità di micro-reef artificiali trapiantati in ambiente naturale che simulano struttura e proprietà dell'alga corallina *E. elongata* alla colonizzazione da parte di organismi marini; 2) testare l'effetto di mitigazione al cambiamento climatico esercitato dall'alga naturale sulla fauna associata.

Il progetto "Tropical Signals Program: monitoring macrodescriptor species of climate warming" della CIESM, il cui obiettivo è quello di valutare in ambiente marino gli effetti dei cambiamenti climatici a breve e a lungo termine su scala mediterranea utilizzando una serie di specie animali e vegetali quali macrodescrittori, è iniziato nel 2012 nell'area del Golfo della Spezia con il monitoraggio di presenza/assenza, variazioni in abbondanza e distribuzione delle specie selezionate (alghe, invertebrati bentonici e pesci). Nell'ambito del progetto è stata anche effettuata una esperienza di raccolta dati nell'area spezzina nell'ambito della "Citizen Science", tramite interviste ai pescatori locali (Local Ecological Knowledge), ai fini di raccogliere informazioni sulla presenza/assenza, incremento/decremento negli anni di alcune specie ittiche oggetto di pesca.

Nell'ambito del progetto RIMA (2013-2017), sono state effettuate una serie di campagne di misura mediante profili CTD. I dati raccolti sono stati utilizzati per la costruzione di matrici-dati per analisi EOF (Empirical Orthogonal Function), volte ad individuare le zone critiche rappresentative della variabilità locale, in modo da realizzare nuovi schemi di campionamento che facilitino l'assimilazione delle misure in modelli previsionali. Le misure hanno permesso di effettuare una comparazione sia qualitativa sia quantitativa con il modello del Mediterranean Forecasting System (MFS, <http://medforecast.bo.ingv.it/mfs-copernicus/>).

Attività di divulgazione

Sono stati realizzati laboratori didattici residenziali in Ecologia Marina in collaborazione con l'Università di Pavia rivolti a studenti di laurea magistrale in Scienze Biologiche e Scienze Naturali (annuali 2013-2017). Presso la sede spezzina (2014), in collaborazione con l'Ocean Acidification International Coordination Centre e la Scuola di Dottorato Internazionale MARES (Ecosystem Health and Conservation), è stato realizzato il corso internazionale 'Effects of ocean acidification and global warming on Mediterranean selected marine organisms (polychaetes and coralline algae) – in situ and laboratory studies for monitoring Future Oceans'.

ENEA ha partecipato ad iniziative di tipo divulgativo e di formazione sul territorio, fra queste: Festa della Marineria (2013, 2015), 'Un Mare di Scienza' (annuale), MIUR – settimana della cultura scientifica (annuale), 'Seafuture e Tecnologie Marine' (2016, 2018), settimana del Pianeta Terra (2015-2016), Maggio nei Parchi (2014), Lerici legge il Mare (2015), La Spezia 2020 – La città diventa smart (2017), incontri con i residenti (2017), progetto di educazione ambientale "M@ter 2.0 Pianeta Terra Mare" (2017) concluso con la pubblicazione del volume divulgativo "Occhi di mare", 'Fiera dell'Innovazione e Sostenibilità – progetto Interreg Marittimo STRATUS' (2018), organizzazione della conferenza 'Santuario Pelagos: una ricchezza del nostro territorio' (2018).

Prospettive future

Nel 2019 e nel 2020 sono stati installati 2 osservatori oceanografici per misure in continuo e a lungo termine di parametri fisici e biologici. L'iniziativa scaturisce dalla collaborazione tra DLTM (Distretto Ligure delle Tecnologie Marine) e Centri di Ricerca e Istituti operativi nell'area del sito del Mar Ligure Orientale (CNR, INGV, ENEA, Istituto Idrografico della Marina Militare). Uno dei due osservatori è collocato nel Canyon di Levante, ad una profondità di circa 600 m, equipaggiato con sensoristica dedicata al monitoraggio oceanografico e biologico off-shore (correntometri, CTD, torbidimetro, trappole per sedimenti). Il sistema è stato sviluppato con l'obiettivo di contribuire anche alle attività di

EMSO (European Multidisciplinary Seafloor and water column Observatory), che ha nel Mar Ligure una delle due aree di interesse in Mediterraneo. Il secondo osservatorio è costituito da una stazione cablata situata su un fondale di 10 m nella baia di S. Teresa, dedicato al monitoraggio geofisico-oceanografico (sonda multiparametrica, gravimetro, videocamera) con trasmissione dati in tempo reale.

Un altro osservatorio locale riguarderà il progetto ENEA su *E. elongata* che continuerà a studiare e monitorare la componente chimico-fisica del mare insieme a quella ecologica, acquisendo i dati ambientali in continuo e su piccola scala, in modo da osservare gli effetti dei cambiamenti climatici sull'ecosistema associato all'alga. L'osservatorio impiegherà le stesse tipologie di monitoraggio, in termini di cadenze temporali e utilizzo degli strumenti di acquisizione dati, di altre istituzioni in modo da fornire dati ecologici confrontabili su ampia scala geografica a supporto di reti internazionali quali LTER.

Si realizzerà il monitoraggio di microplastiche, cotton fioc e macroplastiche derivate da oggetti usa-e-getta, con particolare riguardo ai pellets, nelle spiagge del Golfo di La Spezia e alla foce del fiume Magra per valutare la potenziale diminuzione di una parte di tali inquinanti conseguente alla loro messa al bando.

Verrà inoltre ripreso nei litorali del Golfo di La Spezia il campionamento di microalghe bentoniche potenzialmente tossiche.

Abstract

The Eastern Ligurian Site is located between the mouth of the river Magra and Monterosso (Lat. 43.95-44.15°N; Lon. 9.64-10.05°E). The Site is particularly interesting from a scientific point of view, being placed in the Cetacean Sanctuary Pelagos and including marine protected areas recognized by UNESCO. Nevertheless, due to the presence of human activities producing high environmental impacts, it is a sensible area and requires careful management, supported by scientific evidence.

The research in the Site started in the 60s and intensified since the 70s. Historical data are available for the main chemical and physical parameters collected during oceanographic campaigns and at fixed monitoring sites through profiling and multi-parametric probes, although some gaps are present. Since the 80s, ENEA also studied recent (last 100 years) sedimentation rates in the area using radionuclides as tracers, along with particle size analysis and mineralogy.

Data was collected on phenology and structural features of *Posidonia oceanica* meadows at Monterosso (1991-2014) and on coverage, demographic and quali-quantitative information related to mortality due to sea warming, as well as on coralligenous communities and long-lived benthic species in the Cinque Terre MPA and in the Gulf of La Spezia (1991-2013). Other studies focused on analyzing the dynamics of colonization and growth of benthic constructors in the Gulf of La Spezia (1997-2005). The factors responsible for distribution and blooms of toxic benthic microalgae were also investigated in the Gulf (2007-2014). Since 2012, monitoring of fish and benthic macrodescriptors of climate changes was also carried out.

Data are stored in the ENEA MOIS database and are available upon request (from <http://www.santateresa.enea.it>).

Sitografia

http://www.iclerici.gov.it/pvw/app/default/pvw_img.php?sede_codice=SPME0039&doc=2217994
<http://www.santateresa.enea.it/index.html>
http://www.santateresa.enea.it/wwwste/osservatori/osservatorio_portovenere.html
<http://www.santateresa.enea.it/wwwste/posidonia/index.html>
<https://medclimlizers.wordpress.com>
<https://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-4596702/Synthetic-reefs-offer-buffer-climate-change.html>
<https://www.portofino.macisteweb.com/>
<https://www.portofinoamp.it>
<http://www.remare.org>

Bibliografia citata

- Bavestrello G., Bertone S., Cattaneo-Vietti R., Cerrano C., Gaino E., Zanzi D. (1995). Mass mortality of *Paramuricea clavata* (Anthozoa: Cnidaria) on Portofino Promontory Cliffs (Ligurian Sea). *Marine Life* 4: 15-19.
- Boero F., Fresi E. (1986). Zonation and evolution of a rocky bottom hydroid community. *Marine Ecology*, 7(2), 123-150.
- Bordone A. (2018). Dati meteorologici acquisiti dalla stazione ENEA di S. Teresa (SP). Rapporto annuale 2017 e comparazione con dati climatologici. Rapporto Tecnico, RT/2018/4/ENEA, ENEA, Roma.
- Bramanti L., Benedetti M.C., Cupido R., Cocito S., Priori C., Erra F., Iannelli M., Santangelo G. (2017). Demography of Animal Forests: The Example of Mediterranean Gorgonians. In: S. Rossi (ed.), *Marine Animal Forests*, pp. 1-20 DOI: 10.1007/978-3-319-17001-5-13-1.
- Cattaneo Vietti R., Albertelli G., Aliani S., Bava S., Bavestrello G., Benedetti Cecchi L., Bianchi C.N., Bozzo E., Capello M., Castellano M., Cerrano C., Chiantore M., Corradi N., Cocito S., Cutroneo G., Diviacco M., Fabiano M., Faimali M., Ferrari G.P., Gasparini M., Locritani L., Mangialajo L., Marin V., Moreno M., Morri C., Orsi Relini L., Pane L., Paoli C., Petrillo M., Povero P., Pronzato R., Relini G., Santangelo G., Tucci S., Tunesi L., Vacchi M., Vassallo P., Vezzulli L., Wurtz M. (2010). The Ligurian Sea: present status, problems and perspectives *Chemistry and Ecology*, 26 Supplement, 319-340.
- Cattaneo-Vietti R., Cappanera V., Castellano M., Povero P. (2015). Yield and catch changes in a Mediterranean small tuna trap: a warming change effect? *Marine Ecology* 36:155-166. DOI: 10.1111/maec.12127.
- Cerrano C., Bavestrello G., Bianchi C.N., Cattaneo-Vietti R., Bava S., Morganti C., Morri C., Picco P., Sara G., Schiaparelli S., Siccardi A., Sponga F. (2000). A catastrophic mass-mortality episode of gorgonians and other organisms in the Ligurian Sea (North-western Mediterranean), summer 1999. *Ecology Letters* 3: 284-293.
- Ciuffardi T., Bordone A., Cerrati G., Schirone A., Raiteri G. (2017). Monitoraggio dei parametri fisici della colonna d'acqua: rapporto tecnico sui dati disponibili dal 2009 presso l'osservatorio ambientale nell'area di tutela marina del parco di Porto Venere. Rapporto tecnico sulle attività 2009-2017. Rapporto Tecnico, RT/2017/27/ENEA, ENEA, Roma.
- Ciuffardi T., Giuliani A., Barsanti M., Bordone A., Cerrati G., Di Nallo G., Picco P. (2013). Quarant'anni di dati oceanografici a cura del Centro Ricerche Ambiente Marino ENEA S. Teresa: il quadro del Golfo di La Spezia. Distribuzione storica dei dati dal 1973 al 2013. Rapporto Tecnico, RT/2013/19/ENEA, ENEA, Roma.

-
- Dapueto G., Massa F., Costa S., Cimoli L., Olivari E., Chiantore M.C., Federici B., Povero P. (2015). A spatial multi-criteria evaluation for site selection of offshore marine fish farm in the Ligurian Sea Ocean & Coastal Management 116, 64-77.
- Delbono I., Barsanti M., Schirone A., Conte F., Delfanti R. (2016). 210Pb mass accumulation rates in the depositional area of the Magra River (Mediterranean Sea, Italy). Continental Shelf Research, 124, 35-48.
- Di Carro M., Magi E., Massa F., Castellano M., Mirasole C., Tanwar S., Olivari E., Povero P. (2018). Untargeted approach for the evaluation of anthropic impact on the sheltered marine area of Portofino (Italy). Marine Pollution Bulletin 131, 87-94.
- Doglioli A.M., Griffa A., Magaldi M.G. (2004). Numerical study of a coastal current on a steep slope in presence of a cape: the case of the Promontorio di Portofino. J. Geophys. Res. 109: C12033.
- Gatti G., Bianchi C.N., Parravicini V., Rovere A., Peirano A., Montefalcone M., Massa F., Morri C. (2015). Ecological Change, Sliding Baselines and the Importance of Historical Data: Lessons from Combining Observational and Quantitative Data on a Temperate Reef Over 70 Years. PLoS ONE 10(2): e0118581. DOI: 10.1371/journal.pone.0118581.
- Morabito G., Mazzocchi M.G., Salmaso N., Zingone A., Bergami C., Flaim G., Accoroni S., Basset A., Bastianini M., Belmonte G., Bernardi Aubry F., Bertani I., Bresciani M., Buzzi F., Cabrini M., Camatti E., Caroppo C., Cataletto B., Castellano M., Del Negro P., de Olazabal A., Di Capua I., Elia A., Fornasaro D., Giallain M., Grilli F., Leoni B., Lipizer M., Longobardi L., Ludovisi A., Lugliè A., Manca M., Margiotta F., Mariani M.A., Marini M., Marzocchi M., Obertegger U., Oggioni A., Padedda B.M., Pansera M., Piscia R., Povero P., Pulina S., Romagnoli T., Rosati I., Rossetti G., Rubino F., Sarno D., Satta C.T., Sechi N., Stanca E., Tirelli V., Totti C. (2018). Plankton dynamics across the freshwater, transitional and marine research sites of the LTER-Italy Network. Patterns, fluctuations, drivers. Science of the Total Environment Volume 627, 373-387.
- Paoli C., Povero P., Burgos E., Dapueto G., Fanciulli G., Massa F., Scarpellini P., Vassallo P. (2018). Natural capital and environmental flows assessment in marine protected areas: The case study of Liguria region (NW Mediterranean Sea). Ecological Modelling 368, 121-135.
- Paoli C., Vassallo P., Dapueto G., Fanciulli G., Massa F., Venturini S., Povero P. (2017). The economic revenues and the emergy costs of cruise tourism. Journal of Cleaner Production, 166, 1462-1478.
- Parravicini V., Micheli F., Montefalcone M., Morri C., Villa E., Castellano M., Povero P., Bianchi C.N. (2013). Conserving Biodiversity in a Human-Dominated World: Degradation of Marine Sessile Communities within a Protected Area with Conflicting Human Uses. PLoS ONE 8(10): e75767. DOI: 10.1371/journal.pone.0075767.
- Peirano A., Cocito S., Banfi V., Cupido R., Damasso V., Farina G., Lombardi C., Mauro R., Morri C., Roncarolo I., Saldana S., Savini D., Sgorbini S., Silvestri C., Stoppelli N., Torricelli L., Bianchi C.N. (2011). Phenology of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile: Medium and long-term cycles and climate inferences. Aq. Bot. 94: 77-92.
- Pilczynska J., Cocito S., Boavida J., Serrão E., Queiroga H. (2016). Genetic Diversity and Local Connectivity in the Mediterranean Red Gorgonian Coral after Mass Mortality Events. PLoS ONE 11(3): e0150590. DOI: 10.1371/journal.pone.0150590.
- Pilczynska J., Cocito S., Boavida J., Serrão E.A., Queiroga H. (2017). High genetic differentiation of the red gorgonian populations from the Atlantic Ocean and the Mediterranean Sea. Mar. Biol. Res. 13(8): 854-861 <http://dx.doi.org/10.1080/17451000.2017.1312005>.
- Puce S., Bavestrello G., Di Camillo C.G., Boero F. (2009). Long-term changes in hydroid (Cnidaria, Hydrozoa) assemblages: effect of Mediterranean warming? Marine Ecology, 30(3), 313-326.
- Ruggieri N., Castellano M., Misic C., Gasparini G., Povero P. (2006). Seasonal and interannual dynamics of a coastal ecosystem (Portofino, Ligurian Sea) in relation to meteorological constraints. Geophysical Research Abstracts, Vol. 8, 07774.

- Santangelo G., Cupido R., Cocito S., Bramanti L., Priori C., Erra F., Iannelli M. (2015). Effects of increased mortality on gorgonian corals (Cnidaria, Octocorallia): different demographic features may lead affected populations to unexpected recovery and new equilibrium points *Hydrobiologia* 759: 171-187. DOI: 10.1007/s10750-015-2241-1.
- Schiaparelli S., Castellano M., Povero P., Sartoni G., Cattaneo-Vietti R. (2007). A benthic mucilage event in North-Western Mediterranean Sea and its possible relationships with the summer 2003 European heatwave: short term effects on littoral rocky assemblages. *Marine Ecology P.S.Z.N.* 28: 1-13.
- Vassallo P., Paoli C., Buonocore E., Franzese P.P., Russo G.F., Povero P. (2017). Assessing the value of natural capital in marine protected areas: A biophysical and trophodynamic environmental accounting model *Ecological Modelling* 355, 12-17.
- Venturini S., Massa F., Castellano M., Costa S., Lavarello I., Olivari E., Povero P. (2016). Recreational Boating in Ligurian Marine Protected Areas (Italy): A Quantitative Evaluation for a Sustainable Management. *Environmental Management* 57, 163-175.
- Venturini S., Massa F., Castellano M., Fanciulli G., Povero P. (2021). Recreational boating in the Portofino Marine Protected Area (MPA), Italy: Characterization and analysis in the last decade (2006-2016) and some considerations on management. *Marine Policy*, 127, 103178. DOI: 10.1016/j.marpol.2018.06.006.

Prodotti macrosito Mar Ligure. Ultimi 5 anni

Lavori ISI

- Bavestrello G., Bo M., Bertolino M., Betti F., Cattaneo-Vietti R. (2015). Long-term comparison of structure and dynamics of the red coral metapopulation of the Portofino Promontory (Ligurian Sea): A case-study for a Marine Protected Area in the Mediterranean Sea. *Marine Ecology* 36, 1354-1363.
- Bertolino M., Betti F., Bo M., Cattaneo-Vietti R., Pansini M., Romero J., Bavestrello G. (2016). Changes and stability of a Mediterranean hard bottom benthic community over 25 years. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 96, 341-350.
- Betti F., Bavestrello G., Bo M., Asnaghi V., Chiantore M., Bava S., Cattaneo-Vietti R. (2017). Over 10 years of variation in Mediterranean reef benthic communities. *Marine Ecology Volume* 38, Article number e12439. DOI: 10.1111/maec.12439.
- Bianchi C.N., Caroli F., Guidetti P., Morri C. (2018). Seawater warming at the northern reach for southern species: Gulf of Genoa, NW Mediterranean. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 98, 1-12.
- Cattaneo-Vietti R., Cappanera V., Castellano M., Povero P. (2015). Yield and catch changes in a Mediterranean small tuna trap: a warming change effect? *Marine Ecology* 36:155-166. DOI: 10.1111/maec.12127.
- Dapueto G., Massa F., Costa S., Cimoli L., Olivari E., Chiantore M.C., Federici B., Povero P. (2015). A spatial multi-criteria evaluation for site selection of offshore marine fish farm in the Ligurian Sea *Ocean & Coastal Management* 116, 64-77.
- Delbono I., Barsanti M., Schirone A., Conte F., Delfanti R. (2016). ²¹⁰Pb mass accumulation rates in the depositional area of the Magra River (Mediterranean Sea, Italy). *Continental Shelf Research*, 124, 35-48.
- Di Carro M., Magi E., Massa F., Castellano M., Mirasole C., Tanwar S., Olivari E., Povero P. (2018). Untargeted approach for the evaluation of anthropic impact on the sheltered marine area of Portofino (Italy). *Marine Pollution Bulletin* 131, 87-94.
- Gatti G., Bianchi C.N., Montefalcone M., Venturini S., Diviacco G., Morri C. (2017). Observational information on a temperate reef community helps understanding the marine climate and ecosystem shift of the 1980-90s. *Marine Pollution Bulletin* 114: 528-538.

- Gatti G., Bianchi C.N., Parravicini V., Rovere A., Peirano A., Montefalcone M., Massa F., Morri C. (2015). Ecological Change, Sliding Baselines and the Importance of Historical Data: Lessons from Combining Observational and Quantitative Data on a Temperate Reef Over 70 Years. *PLoS ONE* 10(2): e0118581. DOI: 10.1371/journal.pone.0118581.
- Longobardi L., Bavestrello G., Betti F., Cattaneo-Vietti R. (2017). Long-term changes in a Ligurian infralittoral community (Mediterranean Sea): A warning signal? *Regional Studies in Marine Science* 14, 15-26.
- Losi V., Sbrocca C., Gatti G., Semprucci F., Rocchi M., Bianchi C.N., Balsamo M. (2018). Sessile macrobenthos (Ochrophyta) drives seasonal change of meiofaunal community structure on temperate rocky reefs. *Marine Environmental Research*, 142, 295-305.
- Morabito G., Mazzocchi M.G., Salmaso N., Zingone A., Bergami C., Flaim G., Accoroni S., Basset A., Bastianini M., Belmonte G., Bernardi Aubry F., Bertani I., Bresciani M., Buzzi F., Cabrini M., Camatti E., Caroppo C., Cataletto B., Castellano M., Del Negro P., de Olazabal A., Di Capua I., Elia A.C., Fornasaro D., Giallain M., Grilli F., Leoni B., Lipizer M., Longobardi L., Ludovisi A., Lugliè A., Manca M., Margiotto F., Mariani M.A., Marini M., Marzocchi M., Obertegger U., Oggioni A., Padedda B.M., Pansera M., Piscia R., Povero P., Pulina S., Romagnoli T., Rosati I., Rossetti G., Rubino F., Sarno D., Satta C.T., Sechi N., Stanca E., Tirelli V., Totti C. (2018). Plankton dynamics across the freshwater, transitional and marine research sites of the LTER-Italy Network. Patterns, fluctuations, drivers. *Science of the Total Environment* Volume 627, 373-387.
- Paoli C., Povero P., Burgos E., Dapuzo G., Fanciulli G., Massa F., Scarpellini P., Vassallo P. (2018). Natural capital and environmental flows assessment in marine protected areas: The case study of Liguria region (NW Mediterranean Sea). *Ecological Modelling* 368, 121-135.
- Paoli C., Vassallo P., Dapuzo G., Fanciulli G., Massa F., Venturini S., Povero P. (2017). The economic revenues and the emergy costs of cruise tourism. *Journal of Cleaner Production*, 166, 1462-1478.
- Pilczynska J., Cocito S., Boavida J., Serrão E., Queiroga H. (2016). Genetic Diversity and Local Connectivity in the Mediterranean Red Gorgonian Coral after Mass Mortality Events. *PLoS ONE* 11(3): e0150590. DOI: 10.1371/journal.pone.0150590.
- Pilczynska J., Cocito S., Boavida J., Serrão E.A., Queiroga H. (2017). High genetic differentiation of the red gorgonian populations from the Atlantic Ocean and the Mediterranean Sea. *Marine Biology Research* 13(8): 854-861 <http://dx.doi.org/10.1080/17451000.2017.1312005>.
- Prato G., Barrier C., Francour P., Cappanera V., Markantonatou V., Guidetti P., Mangialajo L., Cattaneo-Vietti R., Gascuel D. (2016). Assessing interacting impacts of artisanal and recreational fisheries in a small Marine Protected Area (Portofino, NW Mediterranean Sea). *Ecosphere* 7, Article number 1601. DOI: 10.1002/ecs2.1601.
- Santangelo G., Cupido R., Cocito S., Bramanti L., Priori C., Erra F., Iannelli M. (2015). Effects of increased mortality on gorgonian corals (Cnidaria, Octocorallia): different demographic features may lead affected populations to unexpected recovery and new equilibrium points *Hydrobiologia* 759: 171-187. DOI: 10.1007/s10750-015-2241-1.
- Vassallo P., Paoli C., Buonocore E., Franzese P.P., Russo G.F., Povero P. (2017). Assessing the value of natural capital in marine protected areas: A biophysical and trophodynamic environmental accounting model *Ecological Modelling* 355, 12-17.
- Venturini S., Massa F., Castellano M., Costa S., Lavarello I., Olivari E., Povero P. (2016). Recreational Boating in Ligurian Marine Protected Areas (Italy): A Quantitative Evaluation for a Sustainable Management. *Environmental Management* 57, 163-175.
- Venturini S., Massa F., Castellano M., Fanciulli G., Povero P. in press. Recreational boating in the Portofino Marine Protected Area (MPA), Italy: Characterization and analysis in the last decade (2006-2016) and some considerations on management. *Marine Policy*, DOI: 10.1016/j.marpol.2018.06.006.

Lavori non ISI

Massa F., Castellano M., Dapuzo G., Olivari E., Cannata M., Povero P. (2017). Sharing of oceanographic data for long term ecological research of LTER Portofino site using ISTSOS (OGC). *Geoingegneria Ambientale e Mineraria* 151, 91-96.

Libri o capitoli di libro

Bramanti L., Benedetti M.C., Cupido R., Cocito S., Priori C., Erra F., Iannelli M., Santangelo G. (2017). Demography of Animal Forests: The Example of Mediterranean Gorgonians. In: S. Rossi (ed.), *Marine Animal Forests*, pp. 1-20 DOI: 10.1007/978-3-319-17001-5-13-1.

Report

Bordone A. (2018). Dati meteorologici acquisiti dalla stazione ENEA di S. Teresa (SP). Rapporto annuale 2017 e comparazione con dati climatologici. Rapporto Tecnico, RT/2018/4/ENEA, ENEA, Roma.

Ciuffardi T., Bordone A., Cerrati G., Schirone A., Raiteri G. (2017). Monitoraggio dei parametri fisici della colonna d'acqua: rapporto tecnico sui dati disponibili dal 2009 presso l'osservatorio ambientale nell'area di tutela marina del parco di Porto Venere. Rapporto tecnico sulle attività 2009-2017. Rapporto Tecnico, RT/2017/27/ENEA, ENEA, Roma.

Ciuffardi T., Giuliani A., Barsanti M., Bordone A., Cerrati G., Di Nallo G., Picco P. (2013). Quarant'anni di dati oceanografici a cura del Centro Ricerche Ambiente Marino ENEA S. Teresa: il quadro del Golfo di La Spezia. Distribuzione storica dei dati dal 1973 al 2013. Rapporto Tecnico, RT/2013/19/ENEA, ENEA, Roma.

Lombardi C., Raiteri G., Bordone A., Cerrati G., Peirano A., Cocito S., Pacella D., Claps G., Andreoli F., Gabellieri L., Adani M., Nannini M., Aliani S., Luchetta A., Cantoni C., Marchini A., Ruggero K., Ragazzola F. (2018). Will coralline algae reef mitigate climate change effects on associated fauna? A methodological approach to develop 'mimics' of coralline algae *Ellisolandia Elongata* for climate change studies. Rapporto Tecnico, RT/2018/6/ENEA, ENEA, Roma.