

## IL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO DELLA STRATEGIA MARINA

ANNI 2015-2017

REGIONE LAZIO – MAR TIRRENO



## Sommario

1. La Strategia Marina sintesi e prospettive .....	3
2. Programma di Strategia Marina in Europa .....	5
3. Struttura della Strategia Marina in Italia .....	8
4. Programma di monitoraggio .....	11
5. Il programma triennale di monitoraggio .....	16

Direzione Tecnica: D.T. Ing. Rossana Cintoli

Servizio monitoraggio delle risorse idriche: Dirigente Dott. Angiolo Martinelli

A cura di:

Dott. Giorgio Catenacci

Dott. Marco Angeluzzi

Dott. Andrea Bonifazi

## 1. La Strategia Marina sintesi e prospettive

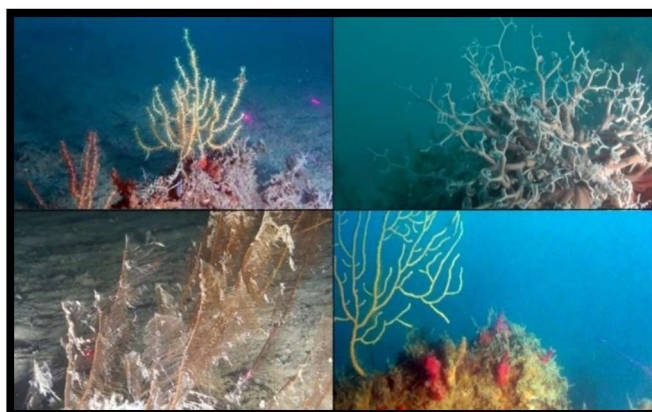
Dal 2014 ARPA Lazio è impegnata nel programma di monitoraggio dell'ambiente marino costiero istituito dalla Direttiva quadro 2008/56/CE denominata *Marine Strategy Framework Directive*, in virtù di un accordo di programma tra il Ministero dell'Ambiente (MATTM), le regioni e il sistema agenziale con un significativo contributo del mondo universitario e della ricerca.

La salvaguardia dell'ecosistema marino è al centro dell'attenzione del mondo politico e scientifico della UE, per la tutela dell'ecosistema marino e la salvaguardia della qualità delle acque e la difesa delle coste.

Nel primo triennio di attività particolare attenzione è stata posta al monitoraggio del fito e zooplancton marino delle strutture coralligene e dei fondali a Maerl e un'attenta osservazione della qualità delle acque sia sotto il profilo dell'inquinamento che per la presenza di microplastiche potenzialmente dannose alla fauna ittica superiore.

Le campagne hanno visto l'impiego di mezzi navali adatti alle specifiche operazioni in mare, anche fino a 12 miglia, con la Guardia Costiera della Regione Lazio e centri universitari specializzati. Le attività di monitoraggio sono state anche l'occasione per la messa a punto di metodi complessi di campionamento e analisi con l'utilizzo di sonde multiparametriche, sistemi ROV (Remotely Operated Vehicle) e sistemi automatici di caratterizzazione del fondale.

I dati ambientali prodotti nel triennio 2015-2017 relativi ai diversi ecosistemi indagati costituiscono la base sul quale delineare lo scenario di riferimento per la preparazione del programma strategico di intervento della Commissione Europea sull'ecosistema mare.



In particolare, sono stati caratterizzati più di 90 specie fito e zooplanctoniche, oltre 200 specie di bentos sui fondali a diverse profondità, e ad oggi sono state individuate circa 15 “specie aliene” cioè specie non naturali, provenienti da aree extra mediterraneo.

La presenza e la distribuzione di microplastiche di fronte alle coste è stata indagata sulla base di 56 categorie e più di 4 mila campioni prelevati. Su questa componente occorrerà mantenere un monitoraggio continuo in modo da meglio caratterizzare l’entità del fenomeno e individuare possibili mitigazioni.

L’indagine sulla presenza di rifiuti spiaggiati fatta in modo campionario su 4 aree regionali ha consentito una articolata descrizione delle tipologie di rifiuto trovati anche mediante l’analisi di circa 21 mila campioni di rifiuti raccolti.

Lo sforzo di gestione del programma di monitoraggio ha consentito lo sviluppo e la messa a punto di tecniche innovative e la conseguente formazione di una squadra di personale tecnico in grado di operare in autonomia e competenza sul complesso ecosistema marino.

Il programma prosegue nel prossimo triennio 2018-2020 con lo scopo di mantenere l’osservazione sugli ambiti indagati e sviluppare sinergie con i programmi di monitoraggio ed indagine relativi alla Direttiva Acqua 2000/60/Ce e Direttiva Habitat e Uccelli.

L’agenzia quindi è ancora fortemente impegnata alla organizzazione e messa a punto delle nuove linee di indagine e alla formazione di personale tecnico scientifico nel campo delle praterie di Posidonia oceanica e della identificazione delle comunità dei delfini tursiopi.

## 2. Programma di Strategia Marina in Europa

In questi ultimi decenni è emersa la consapevolezza che le pressioni sulle risorse marine naturali e la domanda di servizi ecosistemici marini sono troppo elevate e quindi si manifesta l'esigenza di ridurre il loro impatto sulle acque marine, indipendentemente da dove si manifestino i loro effetti.

L'ambiente marino costituisce un patrimonio prezioso che deve essere protetto, salvaguardato e, ove possibile, ripristinato al fine ultimo di mantenere la biodiversità e preservare la diversità e la vitalità di mari ed oceani che siano puliti, sani e produttivi.

Per far fronte a tali esigenze il 17 giugno 2008 il Parlamento Europeo ed il Consiglio dell'Unione Europea hanno emanato la Direttiva quadro 2008/56/CE denominata *Marine Strategy Framework Directive* (MSFD), recepita in Italia con il D.lgs. n. 190 del 13 ottobre 2010.

La Direttiva rappresenta un importante e innovativo strumento per la protezione dei nostri mari in quanto costituisce il primo contesto normativo che considera l'ambiente marino in un'ottica ecosistemica; è basata su un approccio integrato e si propone di diventare il pilastro ambientale della politica marittima dell'Unione Europea.

Pone come obiettivo agli Stati membri di raggiungere entro il 2020 il buono stato ambientale (GES, "Good Environmental Status") per le proprie acque marine.



Per buono stato ambientale delle acque marine si intende la capacità di preservare la diversità ecologica, la vitalità dei mari e degli oceani affinché siano puliti, sani e produttivi, mantenendo l'utilizzo dell'ambiente marino ad un livello sostenibile e salvaguardando il potenziale per gli usi e le attività delle generazioni presenti e future, di funzionare pienamente e di mantenere la loro resilienza ad un cambiamento ambientale dovuto all'attività umana.

Per la determinazione del buono stato ambientale gli Stati Membri si basano su un elenco di 11 descrittori qualitativi dell'ambiente marino che fanno riferimento a molteplici aspetti degli ecosistemi marini, tra cui la biodiversità, l'inquinamento, l'impatto delle attività produttive (Tabella 1).

Descrittore 1	La biodiversità è mantenuta; la qualità e la presenza di habitat nonché la distribuzione e l'abbondanza delle specie sono in linea con le prevalenti condizioni fisiografiche, geografiche e climatiche.
Descrittore 2	Le specie non indigene introdotte dalle attività umane restano a livelli che non alterano negativamente gli ecosistemi.
Descrittore 3	Le popolazioni di tutti i pesci, molluschi e crostacei sfruttati a fini commerciali restano entro limiti biologicamente sicuri, presentando una ripartizione della popolazione per età e dimensioni indicativa della buona salute dello stock.
Descrittore 4	Tutti gli elementi della rete trofica marina, nella misura in cui siano noti, sono presenti con normale abbondanza e diversità e con livelli in grado di assicurare l'abbondanza a lungo termine delle specie e la conservazione della loro piena capacità riproduttiva.
Descrittore 5	È ridotta al minimo l'eutrofizzazione di origine umana, in particolare i suoi effetti negativi, come perdite di biodiversità, degrado dell'ecosistema, fioriture algali nocive e carenza di ossigeno nelle acque di fondo.
Descrittore 6	L'integrità del fondo marino è ad un livello tale da garantire che la struttura e le funzioni degli ecosistemi siano salvaguardate e gli ecosistemi bentonici, non abbiano subito effetti negativi.
Descrittore 7	La modifica permanente delle condizioni idrografiche non influisce negativamente sugli ecosistemi marini.
Descrittore 8	Le concentrazioni dei contaminanti presentano livelli che non danno origine a effetti inquinanti.
Descrittore 9	I contaminanti presenti nei pesci e in altri prodotti della pesca in mare, destinati al consumo umano, non eccedono i livelli stabiliti dalla legislazione comunitaria o da altre norme pertinenti.
Descrittore 10	Le proprietà e le quantità di rifiuti marini non provocano danni all'ambiente costiero e marino.
Descrittore 11	L'introduzione di energia, comprese le fonti sonore sottomarine, sia a livelli tali da non avere effetti negativi sull'ambiente marino.

Tabella 1: Allegato I, Direttiva 2008/56/EC; D.lgs 190/2010

La Direttiva ha suddiviso le acque marine europee in 4 regioni: Mar Baltico, Oceano Atlantico nordorientale, Mar Mediterraneo e Mar Nero, e per alcune di queste ha provveduto ad un'ulteriore suddivisione individuando delle sottoregioni.

Nel Mediterraneo sono state individuate tre sottoregioni:

- a) il Mediterraneo occidentale
- b) il mar Adriatico
- c) il mar Ionio e Mediterraneo centrale

Le acque italiane appartengono a tutte e tre le sottoregioni (Figura 1).

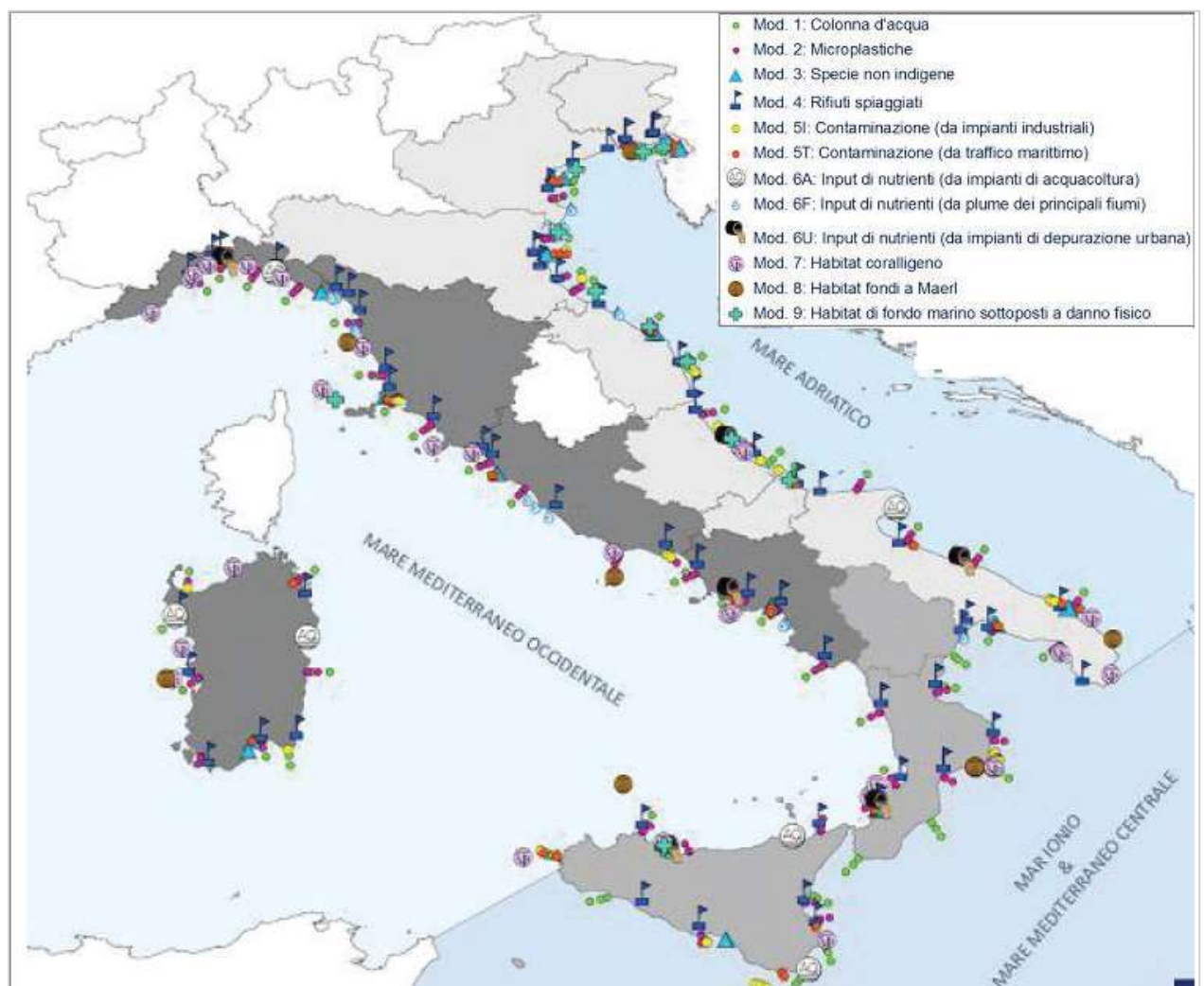


Figura1: Attività di monitoraggio delle agenzie ambientali per la Strategia marina. (MATTM)

### 3. Struttura della Strategia Marina in Italia

Per l'attuazione dei programmi di monitoraggio predisposti ai fini della valutazione dello stato ambientale delle acque marine, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) ha affidato l'incarico alle ARPA, le Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente, anche in forma associata o consorziata.

Nell'ambito di ciascuna sottoregione è stata individuata un'agenzia capofila per assicurare il miglior coordinamento operativo nella realizzazione delle attività previste.

Il Lazio, la Toscana, la Campania, la Sardegna e la Liguria, compongono la sottoregione del **Mediterraneo occidentale** e attraverso le loro agenzie ne coordinano i programmi di monitoraggio; l'ARPA Liguria è stata designata l'agenzia capofila.

Le attività di monitoraggio sono organizzate secondo uno schema modulare in cui i diversi moduli si caratterizzano per effettuare la valutazione dello stato ambientale dei diversi ecosistemi marini e con riferimento alla valutazione degli obiettivi delineati. Il dettaglio del programma è riportato nel Piano Operativo delle Attività (POA), documento che regola e descrive l'aspetto operativo (piani di monitoraggio, formazione, etc.) ed economico (distribuzione delle risorse) del progetto che viene approvato annualmente.

L'unità di base del POA è il *modulo*, inteso come insieme delle attività previste per il monitoraggio. Nel caso della Regione Lazio sono monitorati gli elementi riportati in tabella 2.

<b>Modulo 1</b>	Colonna d'acqua	Analisi della composizione quali-quantitativa delle comunità fitoplanctoniche, mesozooplanctoniche e macrozooplanctoniche gelatinose. Valutazione delle variabili chimico-fisiche e biologiche e dei contaminanti appartenenti all'elenco di priorità.
<b>Modulo 2</b>	Microplastiche	Attività finalizzate a valutare l'abbondanza e la composizione delle microplastiche.
<b>Modulo 3</b>	Specie non indigene	Determinazione della composizione sia qualitativa sia quantitativa delle comunità fitoplanctoniche e zooplanctoniche in aree potenzialmente a rischio di introduzione di specie non indigene.



<b>Modulo 4</b>	Rifiuti Spiaggiati	Acquisizione di informazioni preliminari ai fini dello studio del fenomeno dello spiaggiamento, trend e possibili fonti di origine.
<b>Modulo 5T</b>	Contaminazione da trasporto marittimo	Determinazione dei contaminanti nel sedimento in aree interessate da traffico marittimo.
<b>Modulo 5I</b>	Contaminanti da impianti industriali	Determinazione dei contaminanti nel sedimento in aree in cui sono presenti impianti industriali (acquacoltura).
<b>Modulo 6F</b>	Nutrienti da fonti fluviali	Analisi delle concentrazioni di nutrienti nelle aree interessate dalla plume dei principali fiumi italiani. (fiume Tevere)
<b>Modulo 7</b>	Habitat coralligeno	Acquisizione di dati e informazioni finalizzate alla determinazione della localizzazione e dell'estensione all'habitat coralligeno
<b>Modulo 8</b>	Habitat fondi a Maërl	Indagini finalizzate alla determinazione della localizzazione e dell'estensione dell'habitat attraverso una prima caratterizzazione.

Tabella 2 - Moduli Strategia Marina Regione Lazio

Nella figura sottostante sono indicate, per i diversi moduli, le aree di studio e le stazioni di campionamento del Lazio.

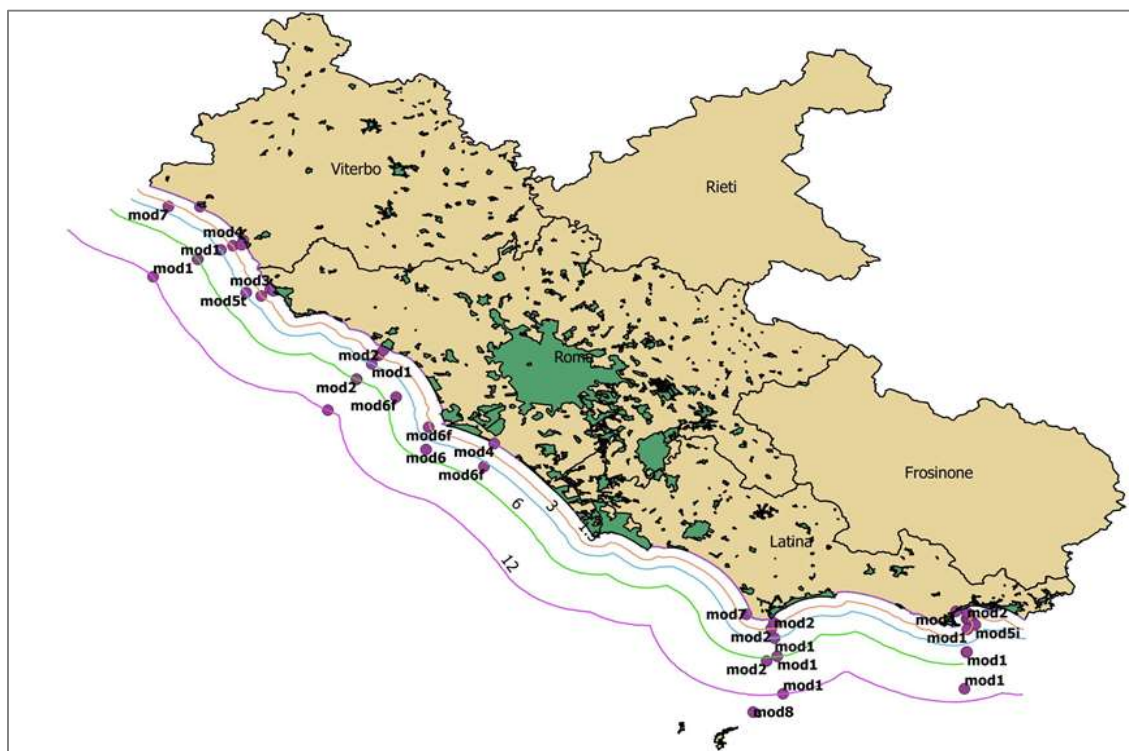


Figura 2- Regione Lazio Stazioni Campionamento Strategia Marina-

### Aree di Monitoraggio della Regione Lazio

La costa della regione Lazio si estende per una lunghezza di circa 360 km, isole comprese, e si presenta generalmente sabbiosa e uniforme, con fondali medio-bassi, interrotta dagli speroni montuosi del Capo Linaro, Monte Circeo e del Promontorio di Gaeta. Tra gli elementi morfologici caratterizzanti l'intero litorale vi è anche il delta del Fiume Tevere; tale struttura consente di suddividere la costa laziale in unità con diverse caratteristiche.

*L'unità settentrionale* si estende verso sud fino a Palo Laziale e costituisce il limite settentrionale del delta tiberino, è caratterizzata da un lungo e continuo arco sabbioso interessato dalle foci del Fiora, del Marta e del Mignone. *L'unità centrale* è costituita dal delta del Fiume Tevere che prosegue verso sud fino a capo d'Anzio. *L'unità meridionale* è ulteriormente suddivisa in due macroaree: la prima, caratterizzata da cordoni dunali che si frappongono fra il mare e i laghi costieri (Fogliano, Monaci, Caprolace, Sabaudia e Lago Lungo) e da coste alte e frastagliate, con piccole spiagge all'interno delle insenature, si distingue dalle precedenti unità per il moderato apporto fluviale, per la moderata antropizzazione costiera e per la presenza del Parco Nazionale del Monte Circeo; la seconda macroarea, la più meridionale, è rappresentata dal Golfo di Gaeta, caratterizzato dalla presenza di impianti di acquacoltura e da diversi apporti, tra i quali si evidenziano quelli derivanti dal Fiume Garigliano, che segna il limite sud-orientale del litorale laziale e dai comparti zootecnici, agricoli, civili, industriali e portuali.

## 4. Programma di monitoraggio

### *Individuazione delle aree di monitoraggio*

Per i **moduli 1 e 2** le aree di indagine sono state individuate con lo scopo di rappresentare diverse tipologie di macroaree:

- il litorale viterbese, caratterizzato da un lungo e continuo arco sabbioso interessato dalle foci del Fiora, del Marta e del Mignone e da una moderata antropizzazione costiera;
- il litorale del delta tiberino, che costituisce un'area fortemente impattata da apporto di nutrienti, sia per la presenza del fiume Tevere, sia per la forte antropizzazione costiera;
- l'area del Monte del Circeo, caratterizzata dalla presenza del Parco Nazionale del Circeo e considerata l'area costiera meno impattata sia dal punto di vista di apporti fluviali che di urbanizzazione;
- l'area del Golfo di Gaeta, caratterizzato dalla presenza di diversi apporti, tra i più importanti quelli derivanti dal Fiume Garigliano e dalle attività di acquacoltura e portuali.

Per il **modulo 3** l'area di indagine individuata è quella del Porto di Civitavecchia, identificato come terminale portuale di categoria 2, classe 1.

Per il **modulo 4** le aree di indagine sono state individuate all'interno delle macroaree identificate per i moduli 1 e 2 ed in funzione delle diverse tipologie di spiagge.

Per il **modulo 5T** l'area di indagine è stata individuata in una zona caratterizzata da importante traffico marittimo, quale il porto di Civitavecchia.

Per il **modulo 5I** l'area di indagine è stata scelta all'interno del golfo di Gaeta, in cui è presente un significativo impianto di piscicoltura in gabbie galleggianti ad una distanza dalla costa di circa 1-1.5 miglia marine.

Per il **modulo 6F** l'area d'indagine è stata individuata, naturalmente, in corrispondenza del pennacchio prodotto dalla foce del fiume Tevere in quanto corso d'acqua significativo della costa laziale.

Per il **modulo 7** le aree d'indagine monitorate in una prima fase sono state individuate nelle zone in corrispondenza delle secche antistanti punta Morelle (Montalto di Castro), a largo del Circeo e in località Capo Linaro (Santa Marinella), dove si ritiene che l'evoluzione dello stato ambientale ed ecologico del

substrato coralligeno sia un importante elemento di valutazione anche in relazione ai livelli di perturbazione antropica potenziale. In una fase successiva, sono stati indagati i fondali coralligeni presso Palmarola (isole pontine) e la secca di Costacuti, a largo di Anzio.

Per il **modulo 8** l'indagine è stata realizzata in corrispondenza delle isole pontine (Zannone e Palmarola) e presso la Secca di Costacuti, aree studiate negli anni e rappresentanti un punto di osservazione significativo rispetto ai trend.

In tabella 3 vengono riportati per ciascun modulo, il numero delle aree di indagine della regione Lazio, i siti e le relative frequenze di campionamento e gli obiettivi prefissati di ciascun modulo.

Modulo	N° Aree	Siti	Frequenze Annuali	Obiettivo
1 – Colonna d'acqua	4	Formia San Felice Circeo Ladispoli Tarquinia	6	Acquisizione di indicativi parametri chimico-fisici, biologici e dei contaminanti della colonna d'acqua.
2 – Analisi microplastiche	4	Formia San Felice Circeo Ladispoli Tarquinia	2	Indagare, per la prima volta su scala internazionale, sul potenziale impatto ecologico delle microplastiche nell'ambiente marino.
3 – Specie non indigene	1	Civitavecchia	6	Acquisizione di dati della composizione quali-quantitativa delle comunità fitoplanctoniche, mesozooplanctoniche e del macrozoobentos di specie aliene.
4 – Rifiuti spiaggiati	4	Montalto di Castro Roma Tarquinia Vindicio (Formia)	2	Ottenere informazioni preliminari ai fini dello studio di tale fenomeno con particolare attenzione a quantità, trend e possibili fonti inquinanti
5T – Contaminazione trasporto marittimo	1	Civitavecchia	1	Attività finalizzate alla ricerca e determinazione analitica di contaminanti chimici (metalli, IPA, PCB, fitofarmaci, VOC) legati ad attività antropiche realizzate in aree interessate da traffico marittimo e da impianti di acquacoltura.
5I – Contaminazione impianti industriali	1	Gaeta	2	
6F – Input nutrienti da fonti fluviali	1	Roma	12	Valutazione delle concentrazioni di nutrienti apportate dal Fiume Tevere

Modulo	N° Aree	Siti	Frequenze Annuali	Obiettivo
7 – Habitat coralligeno	5	Montalto di Castro Circeo Capo Linaro (Santa Marinella) Palmarola Costacuti (Anzio)	1	Indagini finalizzate alla localizzazione e determinazione dell'estensione dei popolamenti a coralligeno e acquisizione di dati bati-morfologici sulla natura e la conformazione del substrato
8 – Habitat fondi a Maërl	4	Zannone Palmarola Costacuti (Anzio), Capo Linaro	1	Indagini volte alla determinazione della localizzazione e estensione dell'habitat

Tabella 3 -Attività Strategia Marina ARPA Lazio –

### Il monitoraggio della Strategia Marina nella regione Lazio

Il primo triennio 2015-2017 ha consentito, unitamente al programma pilota del 2014, la completa messa a punto dei metodi di monitoraggio ed una corretta, ancorché complessa, gestione delle attività di monitoraggio in mare finalizzata alla realizzazione di un'articolata raccolta delle informazioni da gestire in collaborazione con le altre regioni italiane e con il Ministero dell'Ambiente promotore dell'attività.

L'esigenza di produrre risultati di elevata qualità e la necessità, almeno per alcune tematiche, di integrare le conoscenze dell'Agenzia con il mondo universitario e con i soggetti che operano in mare, è stata soddisfatta mediante la realizzazione di appositi protocolli di intesa e convenzioni con la Guardia Costiera, con le università e con le Autorità Portuali.

Tale sforzo organizzativo ha portato a risultati scientificamente importanti, per qualche verso anche originali, e comunque ha contribuito a fornire un quadro maggiormente sistematico, armonizzato con le informazioni derivanti dagli studi delle campagne condotte nel passato.

In sintesi l'attività triennale, vista sotto un profilo quantitativo e qualitativo può così essere riassunta:

**Modulo 1:**

- 4 aree;
- 3 transetti per area;
- 12 monitoraggi ogni bimestre;
- 216 monitoraggi nel triennio

**Modulo 2:**

- 4 aree;
- 3 transetti per area;
- 2 monitoraggi all'anno;
- 72 monitoraggi nel triennio

**Modulo 3:**

- 1 aree;
- 2 transetti per area;
- 1 monitoraggi ogni bimestre;
- 18 monitoraggi nel triennio

**Modulo 4:**

- 1 aree;
- 2 transetti per area;
- 1 monitoraggi ogni bimestre;
- 18 monitoraggi nel triennio

**Moduli 5T e 5I:**

- 2 aree;
- 2 transetti per area;
- 1 monitoraggi ogni bimestre;
- 18 monitoraggi nel triennio

**Modulo 6:**

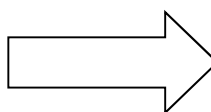
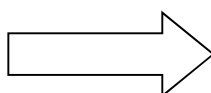
- 1 aree;
- 3 transetti per area;
- 1 monitoraggio al mese;
- 108 monitoraggi nel triennio.

**Modulo 7:**

- 5 aree;
- 3 siti e 9 transetti per area;
- 1 monitoraggi per area all'anno;
- 5 monitoraggi nel triennio.

**Modulo 8:**

- 4 aree;
- 3 siti e 9 transetti per area;
- 1 monitoraggio per area all'anno;
- 5 monitoraggio nel triennio.



COMPONENTI	ANALISI effettuate
Comunità Fitoplanctonica	91 taxa trovati e 124mila esemplari analizzati
Comunità Zooplanctonica	90 taxa trovati e 13mila esemplari analizzati
Comunità Bentoniche	211 taxa determinati per un totale di 8431 esemplari analizzati
Nutrienti	864 analisi effettuate per la ricerca di Azoto totale e Fosforo Totale
Contaminati	40 contaminati ricercati e più di 3400 analisi eseguite
Microplastiche	4 tipologie di forma, 7 possibili colori e oltre 4mila microplastiche campionate
Rifiuti Spiaggiati	10 macrocategorie, 59 tipologie di rifiuti ricercati e più di 21mila rifiuti censiti
Coralligeno	Oltre 55 ore di filmati 900 foto analizzate Circa 9000 metri lineari indagati 168 gruppi identificati
Maërl	Oltre 40 ore di filmati 540 foto analizzate Circa 7200 metri lineari indagati 10 specie identificate

L'attività svolta nel triennio 2015-2017 ha consentito la raccolta di oltre 1.000 campioni riguardanti le componenti biologiche (fitoplancton, mesozooplancton, macrozooplancton e benthos) e sono state svolte più di 4.000 analisi chimiche per la ricerca di sostanze nutrienti e di contaminanti nelle matrici acqua, sedimenti e biota.

E' stato, inoltre, possibile rilevare e caratterizzare un importante numero di rifiuti spiaggiati e di microplastiche.

Ampie aree di fondali della regione sono state esplorate e documentate mediante realizzazione di numerose ore video e centinaia di fotografie.

L'insieme dei dati raccolti nel primo triennio, sia a livello regionale che nazionale, costituirà la base di riferimento per effettuare la prima valutazione dello stato degli ecosistemi marini e potrà essere impiegato per la programmazione delle attività del triennio successivo.

## 5. Il programma triennale di monitoraggio

Nei paragrafi successivi sono descritti in maggior dettaglio le attività svolte nei diversi moduli sviluppati e la loro valenza ambientale.

### MODULO 1– Colonna d’acqua

L’attività è articolata in un complesso ciclo di misure per l’acquisizione di indicativi parametri chimico-fisici, biologici e dei contaminanti della colonna d’acqua.

Obiettivo di tale modulo è anche lo studio delle comunità planctoniche di habitat pelagico, cioè il monitoraggio dei piccoli organismi viventi presenti nella colonna d’acqua e non visibili ad occhio nudo. Con il termine plancton vengono indicati collettivamente due componenti, una vegetale (Fitoplancton) e una animale (Zooplancton).

Il fitoplancton, costituito da organismi unicellulari o coloniali con dimensioni di pochi millesimi di millimetro, è un importante produttore primario, rappresenta cioè una “sorgente” di sostanze nutritive che, attraverso i passaggi della catena alimentare, permette il sostentamento dell’intera comunità biologica del mare.

Lo zooplancton rappresenta la componente eterotrofa del plancton e comprende al suo interno una grande varietà di organismi appartenenti a diversi taxa, alcuni dei quali trascorrono nel plancton tutta la durata del loro ciclo vitale (oloplancton), mentre altri solo parte di esso (meroplancton). Il mesozooplancton riveste un ruolo ecologico fondamentale nella funzionalità degli ecosistemi acquatici, essendo un importante costituente delle reti trofiche marine, in grado di metabolizzare l’energia prodotta dai livelli trofici basali e trasferirla ai livelli trofici superiori.

Questo monitoraggio presenta elementi di novità rispetto alle consuete attività di controllo dello stato di qualità dell’ambiente marino che si effettua regolarmente entro 1.5 miglia dalla costa (D.lgs. 152/06).



Figura 3 –Stazioni di campionamento Latina -



Vi è infatti un ampliamento dell'area di indagine lungo transetti ortogonali alla costa, con stazioni poste a 3, 6 e 12 miglia fino al limite delle acque territoriali. Lungo i transetti, nel percorso di andata o ritorno dalla stazione più sotto costa (3 Mn dalla costa) a quella più al largo (12 Mn), viene effettuato, in ogni uscita, il censimento visuale del macrozooplankton gelatinoso (cnidari, ctenofori e taliacei).

Il monitoraggio viene effettuato da almeno due operatori che, posizionati a prua dell'imbarcazione e orientati verso il senso di marcia in modo da non essere disturbati dalla scia della barca, osservano la superficie del mare e annotano il numero di individui e le coordinate geografiche del punto di avvistamento.

Nella Regione Lazio, sono state individuate 4 aree di indagine (Figure 3, 4 e 5).

Il monitoraggio ha cadenza bimestrale, per un totale di 6 campionamenti l'anno.

In ogni transetto vengono effettuate misurazioni dei parametri fisico-chimici in colonna d'acqua tramite l'utilizzo di una sonda multiparametrica CTD fino alla profondità di 100 mt (Figura 6).

Mentre la bottiglia Niskin (Figura 6) viene utilizzata sia per il prelievo dei campioni di acqua per le analisi di contaminanti appartenenti all'elenco di priorità (di cui al D.lgs. 172/2015) e dei nutrienti, sia per il prelievo di campioni per lo studio della comunità fitoplanctonica alla profondità DCM (Deep Chlorophyll Maximum), quando presente, o tra 25 e 30 metri di profondità.



Figura 4 – Stazioni di campionamento Roma -



Figura 5 – Stazioni di campionamento Viterbo-



Figura 6 – Sonda multiparametrica e bottiglia Niskin

Il campionamento per l'analisi della comunità mesozooplantonica viene effettuato tramite una retinata verticale da 50m di profondità alla superficie con un retino modello WP2, munito di flussimetro e con vuoto di maglia di 200  $\mu\text{m}$  (Figura 7).

Le misure di abbondanze relative allo spettro dimensionale sia del mesozooplanton che del fitoplancton sono condotte sui campioni raccolti nelle stazioni poste a 6 e 12 Mn dalla costa.



Figura 7- Retino WP2 per il campionamento dello Zooplancton-



Figura 8 -Retino per il campionamento del Fitoplancton

Nel triennio 2015-2017 sono stati raccolti un totale di 360 campioni di fitoplancton, 380 campioni per le analisi chimico-fisiche e 120 campioni di mesozooplanton.

## MODULO 2 –Analisi delle Microplastiche

Il termine “microplastiche” definisce e raggruppa tutti gli oggetti di materiale plastico, con dimensioni inferiori ai 5 mm recuperabili e presenti in acqua. Negli ecosistemi marini, sono di particolare interesse a causa delle loro ridotte dimensioni e della potenziale tossicità. Sono infatti considerate biodisponibili per gli organismi marini ed essendo non assimilabili ma persistenti, il loro bioaccumulo potrebbe interessare tutta la rete trofica.

Le microplastiche possono derivare dalla frammentazione di oggetti più grandi (bottiglie, buste, reti, ecc.), da prodotti di cosmesi (quali esfolianti, detergenti o dentifrici), da abrasivi industriali.

Nella regione Lazio, sono state individuate 4 aree di indagine e il monitoraggio viene effettuato con cadenza semestrale (Figure 9, 10 e 11).



Figura 9 - Stazioni di campionamento Roma-



Figura 10 – Stazioni di campionamento Viterbo-

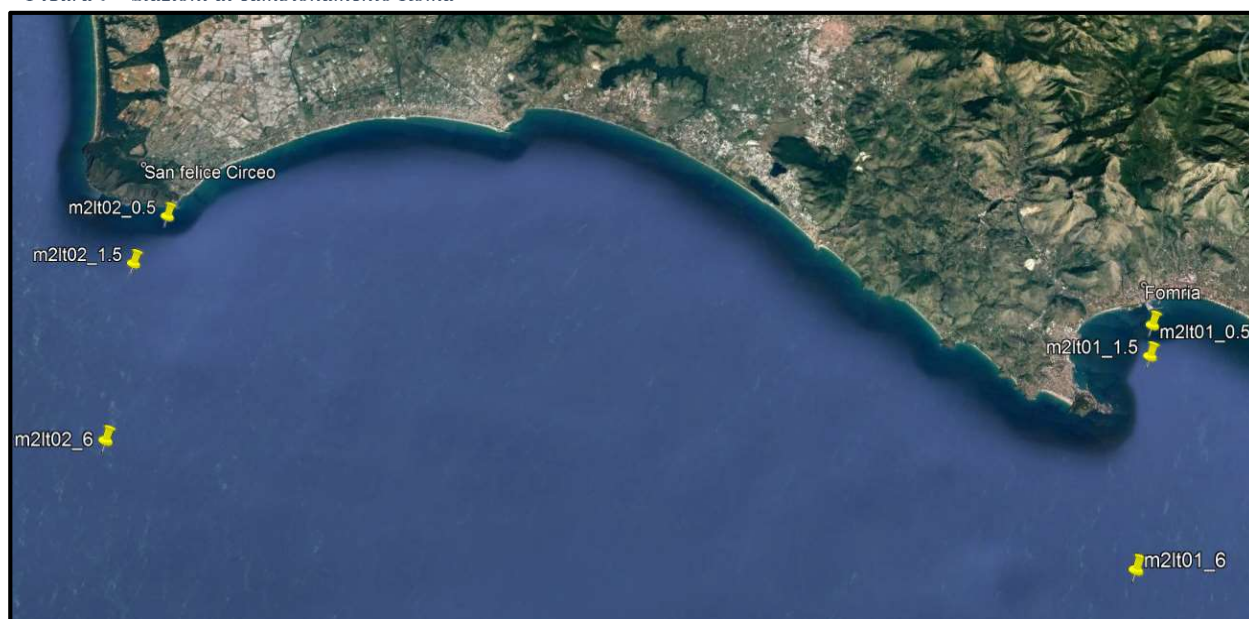


Figura 11 – Stazioni di campionamento Latina: Formia e San felice Circeo

Il campionamento è effettuato con l'utilizzo di un apposito retino denominato "Manta".

Il retino viene calato in acqua a poppa e, tramite una cima adeguata, allontanato dall'imbarcazione sino



ad una distanza di circa 50-70 metri, in modo da non essere influenzato dalla turbolenza generata dalla barca (Figura 12). Viene quindi trainato per venti minuti ad una velocità inferiore ai tre nodi, procedendo controcorrente.

Figura 12 – Retino Manta e collettore di raccolta per le microplastiche

In laboratorio, il campione raccolto viene preparato per l'analisi qualitativa e quantitativa delle microplastiche con l'utilizzo di due setacci da 5 mm e 300  $\mu\text{m}$ . Si procede infine al riconoscimento tramite l'utilizzo di uno stereo microscopio, nonché alla loro conta e classificazione in base alla forma e al colore (Figura 13).



Figura 13 – contenuto retino post campionamento, frazione flottante/precipitato

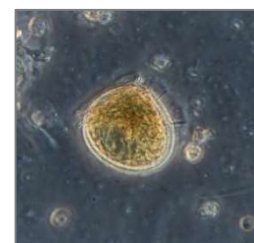
I dati prodotti nel periodo 2015-2017 rappresentano un data set adeguato per una prima analisi della quantità e tipologia delle microplastiche presenti sulla superficie del mare (microparticelle/ $\text{m}^3$  di acqua campionata) entro 12 miglia nautiche dalla costa. L'attività svolta in questo periodo ha permesso di campionare oltre 4.000 microplastiche e di avere una prima considerazione generale riguardo alla problematica ambientale legata alla presenza delle microplastiche rispetto alla fauna ittica e all'ecosistema marino in generale.

La diversa posizione dei transetti di indagine, i dati derivanti dall'impiego della sonda multiparametrica (salinità, ossigeno disciolto, temperatura, pH) ed i valori delle analisi delle microplastiche offrono inoltre un'immagine rappresentativa delle zone a diverso impatto antropico.

### MODULO 3 –Specie non indigene

Le specie alloctone, identificate come NIS (non-indigenous species), sono considerate una delle principali cause di riduzione della biodiversità, dovuta all'alterazione degli equilibri preda-predatore e dei meccanismi di competizione sulle risorse, alla diffusione di patogeni e a fenomeni di ibridazione. In alcuni casi tali effetti possono avere anche ripercussioni economiche nei diversi settori produttivi (Figura 14).

Per specie alloctone si intendono gli organismi che sono presenti al di fuori del loro storico habitat geografico. La loro introduzione nel nuovo ambiente può essere causata dall'uomo in modo volontario o involontario, ma può anche avere origine naturale.



Nel Lazio, è stata individuata un'area di indagine (Porto di Civitavecchia) e il monitoraggio viene effettuato con una cadenza di 6 volte/anno per le comunità fitoplanctoniche e zooplanctoniche e 2 volte/anno per le comunità bentoniche.

All'interno dell'area di indagine, sono state individuate due stazioni (Figura 15):

- Zona di attracco dove avviene il carico e lo scarico delle merci (m3rm1);
- Aree dove le acque di zavorra vengono scaricate (m3rm2)



Figura 14- Esempi di specie NIS ritrovate.  
Dall'alto: *Asterolampramarylandica* (fito)  
*Phalacromarotundata* (fito)  
*Paracartia grani* (zoo)



*Figura15 -Stazioni di campionamento nel porto di Civitavecchia*

Il campionamento per le analisi della comunità fitoplanctonica viene eseguito sia mediante l'utilizzo della bottiglia Niskin (analisi quantitativa), che tramite un retino con vuoto di maglia pari a 20  $\mu\text{m}$  (analisi qualitativa).

Il prelievo dei campioni di mesozooplankton viene effettuato con un retino con vuoto di maglia pari a 200  $\mu\text{m}$ , eseguendo delle pescate verticali a partire dalla profondità di un metro al di sopra del fondale fino alla superficie.

Il benthos è costituito da tutti quegli organismi animali e vegetali che vivono a contatto con il fondo del mare o che instaurano con esso rapporti sia permanenti sia temporanei.

Il campionamento delle comunità bentoniche prevede due diverse attività: un primo tipo di campionamento su substrato duro realizzato tramite l'impiego di un operatore subacqueo, utilizzando la tecnica del grattaggio su ormeggi e banchine. Il secondo tipo, su substrato mobile, effettuato mediante l'impiego di una benna Van Veen.

La ricerca della presenza e dell'abbondanza delle specie aliene (specie non-indigene) effettuate all'interno del porto di Civitavecchia, area che presenta pressioni ambientali aventi maggior probabilità di immissione di specie invasive, ha permesso di analizzare e catalogare sia dal punto di vista qualitativo che quantitativo le popolazioni fitoplanctoniche, mesozooplanctoniche e bentoniche (sia di fondo duro che mobile).

Durante l'attività di monitoraggio effettuata nel triennio, sono state determinate due specie NIS sia per la comunità fitoplanctonica che per la comunità zooplanctonica.

Le specie aliene introdotte dalle attività umane devono possibilmente restare a livelli che non alterino negativamente gli ecosistemi e l'attività svolta in questo triennio ha permesso di raccogliere importanti dati per le attività future.

La componente macrozoobentonica, determinata in laboratorio in accordo con la più aggiornata letteratura, ha permesso di identificare oltre 210 specie, tra invertebrati tipici di fondo mobile e taxa caratteristici di substrato duro, 9 delle quali attualmente catalogate come NIS.

#### **MODULO 4 –Rifiuti spiaggiati**

La presenza di rifiuti antropici in mare e nelle zone costiere costituisce un problema di carattere ambientale in quanto minaccia degli ecosistemi e delle specie che li abitano.

La raccolta di dati sui rifiuti marini spiaggiati consente di acquisire informazioni per lo studio del fenomeno dello spiaggiamento. I principali indicatori utilizzati in questo modulo riguardano la tipologia, la quantità e l'origine del rifiuto (distinguendo tra spiaggiato, deposto o di origine indeterminata).

Sono state individuate 4 aree di indagine:

- aree urbanizzate;
- foci fluviali;
- aree portuali o comunque indicative di inquinamento proveniente dal trasporto marittimo e dalla pesca;
- aree remote non direttamente accessibili a mezzi di trasporto via terra o individuate in aree protette.

Il monitoraggio viene effettuato con una cadenza semestrale.

All'interno delle spiagge esposte a mare aperto, senza la presenza di barriere frangiflutti, sono state individuate tre unità di campionamento dove si è proceduto alla rilevazione dei rifiuti spiaggiati partendo dalla battigia sino al sistema dunale o alla vegetazione o ai manufatti.



Figura 16-Schema unità di campionamento

Le tre unità di campionamento, hanno una lunghezza di 33 metri e devono essere separate, l'una dall'altra, da non più di 50 metri (Figura 16).

Il censimento viene eseguito procedendo in maniera sistematica ortogonalmente alla costa in modo da coprire tutta l'area dei 33 metri fino al sistema dunale (Figura 17).

Vengono presi in considerazione e conteggiati tutti gli elementi visibili sulla superficie dell'arenile con dimensioni superiori ai 2.5 cm, fatta eccezione per i mozziconi di sigarette, riportando le tre categorie di appartenenza spiaggiato/deposto/origine indeterminata (Figura 18).



Figura 17 -Campionamento rifiuti spiaggiati-



Figura 18 -rifiuti censiti-

La lunghezza lineare dell'unità di campionamento è il parametro secondo il quale viene standardizzata la misura della quantità di rifiuti, i quali vengono espressi come:

$$n^{\circ} \text{ di rifiuti} / 33 \text{ metri}$$



L'attività di catalogazione quali-quantitativa dei rifiuti spiaggiati nell'arco temporale 2015-2017 ha permesso di censire un totale di oltre 21 mila rifiuti spiaggiati suddivisi per gruppi appartenenti a dieci diverse macro categorie. (Plastica-Polistirene, Gomma, Tessuti, Carta-Cartone, Legno, Metallo, Vetro-Ceramica, Rifiuti Sanitari, Rifiuti Medici, Feci).

Il monitoraggio svolto ha evidenziato l'origine di tali rifiuti presenti nelle diverse spiagge della regione e inoltre ha permesso di uniformare e standardizzare tale attività di campionamento fornendo un punto di partenza per le prossime attività di monitoraggio ambientale.

In questo triennio si è inoltre potuto osservare come la presenza di rifiuti spiaggiati segua un andamento stagionale, difatti si sono riscontrate concentrazioni maggiori nei periodi estivi rispetto a quelli invernali.

## **MODULO 5T – 5I – Contaminazione**

Il modulo 5T ha l'obiettivo di monitorare l'eventuale presenza di contaminanti chimici che tendono sia a depositarsi sul sedimento del fondale marino che, risospingendosi e disperdendosi in acqua, potendo entrare nella catena trofica di alcuni organismi i quali li accumulano in organi e tessuti.

L'immissione in un ecosistema di un inquinante può impattare sugli organismi sia in modo diretto, che influire su ecosistemi e su reti trofiche anche in zone distanti dal punto dove è partito. Questo perché alcune sostanze possiedono caratteristiche persistenti e possono accumularsi nel tempo, determinando così il fenomeno di bioaccumulo lungo le reti trofiche.

Per il Modulo 5T, le due stazioni di campionamento sono state posizionate (Figura 19):

- una all'interno della rada portuale;
- una nell'area esterna.



*Figura 19 – Stazioni di campionamento Modulo 5T, porto di Civitavecchia-*

Per il Modulo 5I, le 3 stazioni di campionamento sono state così posizionate in relazione all'impianto di piscicoltura presente nel golfo di Gaeta (Figura 20):

- una in prossimità dell'impianto (stazione di pressione)
- una nell'area che, sulla base delle conoscenze sull'idrodinamismo locale, è posta sotto l'influenza dell'impianto (stazione di influenza);
- una nell'area che, non è posta sotto l'influenza dell'impianto (stazione di controllo).



Figura 20 -Stazioni di campionamento Modulo 5I, Formia (LT)

Il monitoraggio prevede il campionamento di sedimento tramite benna Van Veen (Figura 21) una sola volta all'anno per il modulo 5T e due volte l'anno per il modulo 5I.



Figura 21 – Benna Van Veen

Le sostanze contaminanti ricercate nei campioni di sedimento sono metalli, (cadmio, mercurio, piombo e arsenico) e pesticidi, tra i quali DDT, PCB e diossine.

La medesima tipologia di campionamento è effettuata per ciò che interessa il Modulo 5I con l'integrazione dell'utilizzo di esemplari di mitilo (*Mytilus galloprovincialis*) (Figura 22) impiegati per le indagini sul biota. L'impiego dei molluschi bivalvi nel monitoraggio della contaminazione chimica degli ambienti costieri è da decenni utilizzato negli USA e in numerosi Paesi Europei in programmi internazionali di "Mussel watch".



Figura 22 – *Mytilus galloprovincialis*

I Principali vantaggi derivanti da questo tipo di monitoraggio si possono riassumere nei seguenti punti:

- valutazione del grado di contaminazione dell'area costiera secondo una misura integrata nel tempo
- possibilità di evidenziare gradienti di inquinamento sia in senso spaziale che temporale
- stimadella "biodisponibilità" delle sostanze nell'ambiente marino

Le sostanze contaminanti ricercate nei campioni di biotassono gli IPA (idrocarburi policiclici aromatici), i pesticidi (come il DDT) ed i metalli come ad esempio il mercurio.

L'analisi di queste sostanze nei sedimenti e nel biota ha permesso in questo periodo di avere un quadro generale della situazione legata al trasporto marittimo e all'attività di acquacoltura, fornendo i primi dati utili per affrontare lo studio della bioconcentrazione e biodisponibilità degli inquinanti.

## **MODULO 6F –Input di nutrienti da fonti fluviali**

Attraverso lo studio di Azoto Totale (TN) e Fosforo Totale (TP), per la Regione Lazio si sono valutati gli input di nutrienti dal Fiume Tevere, in quanto corso d'acqua significativo della costa laziale, all'ambiente marino costiero.

Il Tevere, secondo fiume italiano per estensione di bacino, ha una portata media pari a 230 m<sup>3</sup>/s, con i suoi 405 km è il terzo per lunghezza e contribuisce, per circa il 20%, agli apporti fluviali nel Mar Tirreno.

Fosforo ed azoto vengono definiti "nutrienti" perché indispensabili alla crescita di molti organismi unicellulari e di vegetali pluricellulari.

Oltre ai nutrienti, tramite sonda multiparametrica con fluorimetro, sono stati monitorati i parametri delle variabili chimico-fisiche e biologiche, come temperatura, salinità, ossigeno disciolto, Clorofilla "a", pH e la trasparenza tramite Disco di Secchi.

All'interno dell'area di indagine individuata per lo studio di input di nutrienti dal Fiume Tevere, sono state individuate tre stazioni di campionamento (Figura 23):

Stazione 1: situata a nord della foce, profondità 41m, distanza dalla costa oltre le 3 Mn;

Stazione 2: posizionata a sud della foce, profondità di 100 m, distanza dalla costa oltre le 3 Mn;

Stazione 3: antistante alla foce, con una profondità di 16 m, distanza di 1.5 Mn.

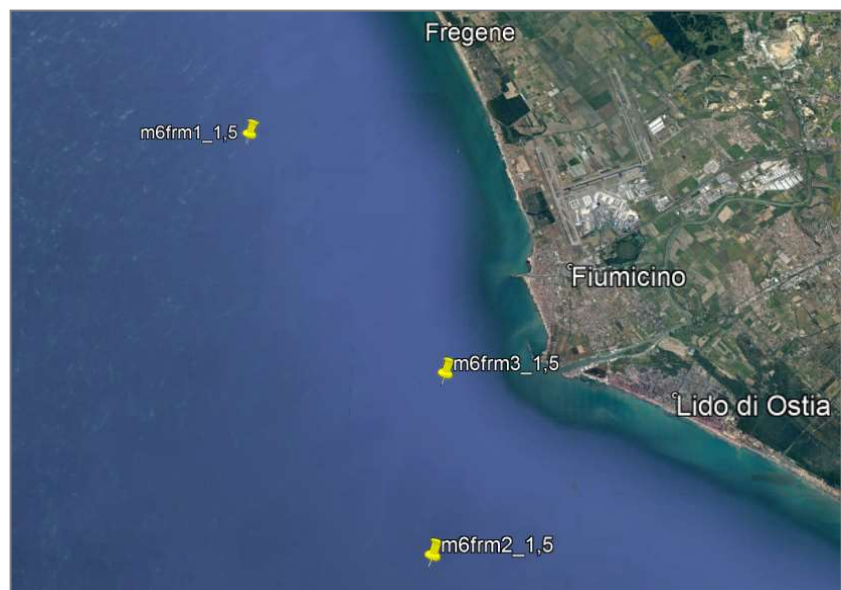


Figura 23 –Stazioni di campionamento foce Fiume Tevere-

Il campionamento viene effettuato tramite bottiglia Niskin prelevando aliquote di acqua in superficie (0.5m) con cadenza mensile.

Le analisi chimiche effettuate su campioni di acqua marina, mostrano come è distribuita la concentrazione di fosforo e azoto nell'area di mare antistante la foce del Fiume Tevere.

L'attività di monitoraggio effettuata in questo triennio ha mostrato come le concentrazioni di TN e TP risultino predominanti nell'area nord rispetto all'area sud, fenomeno legato in parte alla circolazione superficiale, evidenziando come il pennacchio del fiume Tevere contribuisca in modo significativo alle concentrazioni dei nutrienti nelle acque marino costiere.

La presenza di grandi quantità di questi nutrienti può inizialmente, specie in condizioni di elevato irraggiamento solare e con adeguata temperatura, determinare abbondanti fioriture di microalghe, a loro volta causa della successiva eutrofizzazione.

All'aumentato consumo di ossigeno per attività respiratorie si contrappone una produzione fotosintetica da parte delle alghe e delle piante.

Quando però vengono a mancare alcuni elementi limitanti quali l'irraggiamento solare, si hanno fenomeni massicci di morte algale.

Il controllo periodico di questi due elementi può aiutare a prevenire tali fenomeni e a salvaguardare la qualità dello stato ambientale delle acque marine.

## MODULO 7 – Habitat coralligeno

Il coralligeno è una biocenosi endemica del Mar Mediterraneo ed è considerata il secondo più importante Hot-Spot di biodiversità nel Mar Mediterraneo dopo le praterie di *Posidonia oceanica*. È un complesso di biocostruzioni costituenti un paesaggio di organismi animali e vegetali sciafili che si accrescono su un concrezionamento edificato primariamente da alghe calcaree, ma al quale concorrono anche specie di invertebrati sessili considerati strutturanti (e.g. molti Cnidari, Briozoi o Poriferi).

Le alghe più rappresentative nel coralligeno sono le alghe rosse (Rodoficee), che svolgono un'attività costruttrice, ricoprendo detriti di roccia, resti animali e scorie di vario genere. Questi bioconcrezionamenti sono un substrato perfetto per l'insediamento di molte specie di invertebrati e di organismi sessili, fornendo rifugio anche a specie di elevato interesse economico.

Il monitoraggio dei popolamenti presenti, ai fini della valutazione della condizione dell'habitat, avviene mediante l'impiego di un ROV (Remotely Operated Vehicle) (Figura 24) ed è eseguito da una imbarcazione di appoggio, dotata di una consolle per il controllo remoto di tutti i sistemi e di un monitor per il controllo e la registrazione in tempo reale delle immagini.



Figura 24 –ROV (Remotely Operated Vehicle)

Le indagini sono finalizzate alla determinazione della localizzazione e dell'estensione dell'habitat coralligeno, attraverso la verifica della sua presenza nell'area di indagine e l'individuazione dei popolamenti presenti.

In ciascuna area di monitoraggio sono stati individuati 3 siti di indagine e in ciascun sito sono stati posizionati 3 transetti, possibilmente distanti non meno di 50 m l'uno dall'altro, lungo i quali effettuare le indagini per l'individuazione dei popolamenti presenti (Figura 25).



Figura 25 –Stazioni di Campionamento Modulo7

L'analisi di un transetto permette di stimare:

- ricchezza specifica e/o tassonomica
- abbondanza specifica di ogni singola specie strutturante
- struttura dei popolamenti e stato di salute
- abbondanza e tipologia dei rifiuti antropici per 100m<sup>2</sup>

Per ciascun transetto è stata prodotta una restituzione cartografica (file GIS) dei dati relativi alla localizzazione ed estensione dell'habitat.

Nel corso dell'analisi dei filmati acquisiti durante il survey e delle relative foto estratte (Figura 26), è stato possibile ottenere stime quali-quantitative delle specie presenti nelle aree di indagine, osservando come siano localmente abbondanti anche taxa rari e minacciati inseriti nella Lista Rossa della IUCN (Unione Internazionale per la Conservazione della Natura), quali *Corallium rubrum* ed *Eunicella singularis*. Per quanto concerne il Corallo rosso, è degna di nota la sua inusuale e localizzata abbondanza in alcuni dei siti indagati, dove raggiunge densità molto elevate, evidenziando come tali ambienti possano essere particolarmente favorevoli alla proliferazione di questo Antozoo. Tra gli altri taxa rilevati, necessitano una menzione anche specie poco comuni come *Antipathella subpinnata*, Cnidario tipicamente sciafilo conosciuto come "Corallo nero", o

*Cladocoracaespitosa*, madrepora endemica del Mar Mediterraneo e unica specie ermatipica distribuita nel Mare Nostrum.



*Figura 26 -Alcune delle foto estratte dai filmati e successivamente analizzate*

## **MODULO 8 –Habitat fondi a maërl/rodoliti**

I letti a maërl/rodoliti sono aree di accumulo su fondi mobili, di talli vivi e morti, di alghe rosse calcaree libere che formano habitat ad elevata diversità specifica in grado di aumentare la diversità biologica e funzionale dei sedimenti costieri incrementandone eterogeneità e complessità strutturale, costituendo veri e propri hot spot di biodiversità.

Convenzionalmente si definisce e identifica letto a rodolitio maërl una superficie non inferiore a 500 m<sup>2</sup> di substrato mobile sul quale è presente una copertura di coralline vive maggiore del 10% (Figura 27).



*Figura 27 -Campione rodoliti appena prelevato*

Nell' area da indagare (superficie di 25 km<sup>2</sup>) vengono acquisiti dati di tessitura del sedimento e dati bati-morfologici del substrato, mediante indagini con sonar a scansione laterale (Side Scan Sonar–SSS) o ecoscandaglio multifascio (multibeam).

Sulla base dei dati bati-morfologici acquisiti, in ciascuna area di indagine sono stati individuati 3 siti, distanti non meno di 100 m l'uno dall'altro, dove sono stati posizionati i transetti lungo i quali effettuare le indagini, eseguite utilizzando tecniche di rilievo video/fotografico da piattaforma remota georeferenziata ROV (Remotely Operated Vehicle) con foto o filmati in HD.

In ciascuno dei 3 siti di indagine (Figura 28) e in corrispondenza delle aree a più alta copertura di talli vivi (individuate nella fase di caratterizzazione preliminare) si è proceduto al campionamento casuale di 3 campioni, mediante benna Van Veen, prelevati lungo il gradiente di profondità rilevato.



Per ciascun transetto è stata prodotta una restituzione cartografica (file GIS) dei dati relativi alla localizzazione ed estensione dell'habitat.

L'analisi del materiale fotografico, finalizzata alla stima della copertura di coralline e al rapporto tra talli vivi e talli morti, unitamente all'identificazione tassonomica dei campioni floristici prelevati *in loco*, ha permesso di ottenere importanti dati quali-quantitativi che permettono di caratterizzare preliminarmente le aree oggetto di indagine.



Figura 28 –Stazioni di Campionamento Modulo8-

Particolarmente complesso è il processo finalizzato all'identificazione algale: essendo spesso quasi impossibile una determinazione corretta del campione solo tramite osservazione allo stereomicroscopio, i talli sono stati prima seccati in stufa, quindi frammentati e metallizzati ed i caratteri diagnostici di particolare rilevanza sono stati osservati tramite Microscopio Elettronico a Scansione (SEM), ottenendo così una panoramica anche su microstrutture altrimenti non visibili (Figura 29).

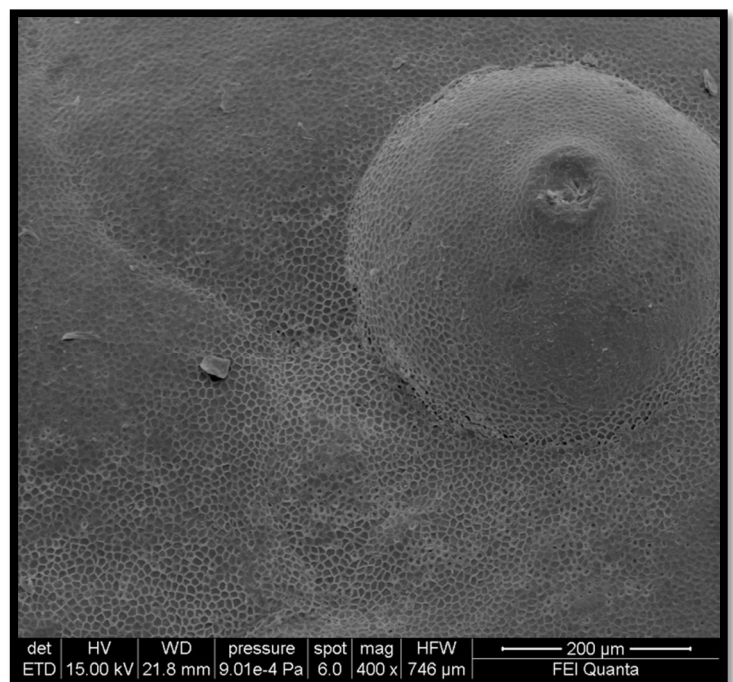


Figura 29 -Microstrutture osservate al SEM