

SINTESI DELLA RELAZIONE FINALE DEL PROGETTO

“Plastic Pelagos 2014: valutazione della presenza e degli effetti del “Marine Litter” in organismi marini del Mar Mediterraneo, spedizione scientifica nel Santuario Pelagos”

Ente Proponente:

Dipartimento di Scienze Fisiche, della Terra e dell’Ambiente - Università di Siena

Responsabile scientifico del progetto:

Prof.ssa M. Cristina Fossi

Partecipanti

- ISPRA
- Consorzio LAMMA Reg.Toscana
- IFREMER – Institut Français de recherche pour l'exploitation de la mer

Il progetto è mirato alla valutazione della presenza e dell’impatto delle micro e macroplastiche nel Santuario Pelagos e sulla sua fauna, ed ha come principali obiettivi quelli di **individuare possibili aree di accumulo di microplastiche (cd. gyres) e le sorgenti di esse nell’area del Santuario**, valutando l’impatto delle micro e macroplastiche su diversi organismi bioindicatori (*tra cui i mammiferi marini*) in quest’area di rilevante importanza ecologica.

Il principale obiettivo del progetto “Plastic Pelagos” (parte del progetto “Plastic Busters” nato nell’ambito del progetto delle Nazioni Unite –SDSN – Plastic Busters) è quello di fornire le informazioni ed i dati mancanti sulla presenza e gli effetti del “*marine litter*” nel Santuario Pelagos, utilizzando diverse specie di organismi marini quali “specie sentinella” (in particolare cetacei), ed applicando un nuovo strumento integrato di monitoraggio: una particolare attenzione è stata rivolta nel ambito del progetto alla identificazione di aree potenzialmente “*hot spot*” come ad esempio i “*gyres*” e/o zone di convergenza, nonché aree portuali e foci dei fiumi.

Il progetto si propone inoltre quale “*case study*” e strumento essenziale per adempiere alle raccomandazioni dell’Accordo ACCOBAMS sul tema dell’interazione fra cetacei e “*marine litter*”.

Tale attività trova specifica motivazione nel quadro degli adempimenti istituzionali nazionali assunti nell’ambito dell’Accordo ACCOBAMS, così come già definiti dallo stesso Scientific Committee di tale Accordo nelle Risoluzioni pertinenti e nel Work Programme 2014/2016, approvati in sede di V° Meeting of the Parties ACCOBAMS (Tangeri, 5-8 novembre 2013), tenuto conto che l’area in questione (Santuario Pelagos) costituisce “*area pilota*” dell’Accordo ACCOBAMS.

Il progetto si prefigge inoltre di fornire ulteriori dati e conoscenze per l’attuazione, da parte dell’Italia, della Direttiva Quadro sulla Strategia Marina per quanto concerne le attività di monitoraggio finalizzate al raggiungimento del Good Environmental Status (GES) dei mari Italiani, obiettivo primario della Direttiva stessa.

Gli strumenti sviluppati e le conoscenze acquisite con questo progetto costituiscono contributo essenziale all’assolvimento delle prescrizioni della MSFD (Direttiva 2008/56/EC, Direttiva Quadro per la Strategia Marina, MSFD), con specifico riferimento ai seguenti descrittori qualitativi:

- **Descrittore n. 8)** *Le concentrazioni dei contaminanti presentano livelli che non danno origine a effetti inquinanti, punti 8.1.1, 8.2.1, e 8.2.2;*
- **Descrittore n. 10)** *Le proprietà e le quantità di rifiuti marini non provocano danni all’ambiente costiero e marino, punti 10.1.1, 10.1.2, 10.1.3 e 10.2.1*

Al riguardo, tenuto conto della necessaria armonizzazione tra le attività specifiche di monitoraggio relative alla tutela dei mammiferi marini e dei loro habitat e, più in generale, quelle pertinenti la menzionata attuazione in ambito nazionale delle prescrizioni della MSFD circa i descrittori n. 8 e n. 10, questa Amministrazione ha ulteriormente richiesto, in corso di esecuzione del progetto di cui al presente Piano Operativo di Dettaglio:

- **la determinazione tassonomica dei campioni di plancton raccolti**, anche al fine di verificare eventuali correlazioni specie specifiche con le microplastiche associate, non esplicitata nel Piano Operativo in oggetto né nel progetto stesso. L'attività verrà svolta durante la **Fase 3**, senza gravare il progetto di ulteriori richieste economiche;
- **le metodologie di campionamento ed analisi delle macroplastiche**, previste essere oggetto di indagine del progetto stesso, analogamente a quanto già inserito riguardo le microplastiche. L'attività verrà svolta durante la **Fase 5**,

come dichiarato dal Responsabile Scientifico del progetto (Prof.ssa C. Fossi) con nota del 20 febbraio u.s. e relativo Piano Operativo di Dettaglio aggiornato trasmessi via PEC in data 23/02/2015.

Gli obiettivi progettuali risultano pertanto in linea con quanto necessario all' Amministrazione, rispondendo in particolare agli adempimenti sottoscritti dall'Italia nell'ambito di ACCOBAMS, con specifico riferimento alle alle Risoluzioni pertinenti ed al Work Programme 2014/2016 approvati dalle Parti Contraenti in sede di V° Meeting of the Parties ACCOBAMS (Tangeri, 5-8 novembre 2013), segnatamente:

- **Resolution 5.2 - Work Programme 2014–2016, Conservation Actions:**

MA 2 - INVOLVEMENT OF ALL KEY STAKEHOLDERS

- MA 2 a - Strengthen involvement of all key stakeholders in ACCOBAMS's operations, item 1

CA 2 - REDUCE HUMAN PRESSURES ON CETACEANS, PARTICULARLY THOSE RELATED TO BYCATCH, HABITAT LOSS AND DEGRADATION (POLLUTION)

- CA 2 e – Marine Debris, item 2

Resolution 4.8 - Marine strategy of the European Union: descriptors relevant in the ACCOBAMS area

FASE 1 - MONITORAGGIO DI MACRO- E MICRO-PLASTICHE NEL SANTUARIO PELAGOS

Attività analitiche per:

- 1.2. Quantificazione e caratterizzazione delle microplastiche campionate durante la crociera oceanografica – restituzione mappa GIS
- 1.3. Quantificazione e caratterizzazione delle macroplastiche campionate durante la crociera oceanografica.
- 1.4. Valutazione della presenza di additivi delle plastiche nei campioni di plancton/microplastiche prelevati durante la crociera oceanografica
- 1.5. Valutazione della presenza di composti organici persistenti nei campioni di plancton/microplastiche campionati durante la crociera oceanografica

FASE 2 - MONITORAGGIO DEGLI ORGANISMI SENTINELLA: VALUTAZIONE DELLA PRESENZA E DEGLI EFFETTI DELLE PLASTICHE E DEI SUOI DERIVATI IN ORGANISMI BIOINDICATORI

Attività analitiche per:

2. 1 – Cetacei – Bioindicatori ad ampio raggio della presenza di Microplastiche nella colonna d'acqua – Balenottera comune (*Balaenoptera physalus*) – Altre specie di cetacei

PRODOTTI ATTESI FASE I

- a. **Quantificazione e caratterizzazione delle microplastiche campionate durante la crociera oceanografica, con particolare riferimento alle zone di convergenza (*gyres*) che possono causare accumulo di plastiche in aree importanti per il foraggiamento di specie protette - restituzione mappa GIS della presenza delle microplastiche nell'area di studio.**
- b. **Quantificazione e caratterizzazione delle macroplastiche monitorate durante la crociera oceanografica nelle suddette aree.**
- c. **Valutazione della presenza di additivi delle plastiche nei campioni di plancton/microplastiche campionate durante la crociera oceanografica nelle suddette aree.**
- d. **Valutazione della presenza di composti organici persistenti nei campioni di plancton/microplastiche campionate durante la crociera oceanografica nelle suddette aree.**

Quantificazione e caratterizzazione delle microplastiche campionate durante la crociera oceanografica – restituzione mappa GIS

- E' stata svolta un'analisi sull'abbondanza relativa, il peso, la dimensione, il colore e la forma delle microplastiche. In tutti i campioni prelevati nell'area del Santuario Pelagos (mediante manta High Speed) sono stati individuate microplastiche con valori compresi tra un minimo di 0,009 items/m2 ed un massimo di 0,26 items/m2.
- Le stazioni con valori più elevati sono state localizzate in prossimità del porto di Genova e dell'Isola di Capraia: dal punto di vista del peso, i campioni con maggiore numero di items/m2 risultano quelli con maggiore mg di plastica.
- Le particelle di plastica sono state analizzate in base alla classe dimensionale ($\leq 0.5\text{mm}$; 0.5-1mm; 1-2.5mm; 2.5-5mm; $>5\text{mm}$ -mesoplastiche). L'87% del totale del materiale raccolto è costituito da microplastiche ($\leq 5\text{mm}$ -mesoplastiche), e di questo il 70% è inferiore a 2,5 mm; la classe dimensionale più abbondante è quella compresa tra 1 e 2,5 mm (47%).
- Le particelle di plastica sono state analizzate anche in base al colore. Il colore predominante è risultato il trasparente, seguito dal bianco per le microplastiche.
- La tipologia di microplastica più frequente risulta quella denominata " frammento " (82% del totale).

Quantificazione e caratterizzazione delle macroplastiche campionate durante la crociera oceanografica

- E' stata svolta un'analisi sull'abbondanza relativa, il peso, la dimensione, il colore e la forma delle macroplastiche. Nei campioni prelevati nell'area del Santuario Pelagos sono stati individuate macroplastiche con valori compresi tra un minimo di 0,00 items/m2 ed un massimo di 0,037 items/m2.
- Le stazioni con valori più elevati sono state localizzate in prossimità del porto di Genova e dell'Isola di Capraia: come per le microplastiche, dal punto di vista del peso i campioni con maggiore numero di items/m2 risultano quelli con maggiore mg di plastica.
- Le particelle di plastica sono state analizzate in base alla classe dimensionale ($>5\text{mm}$ -mesoplastiche). Il 13% del totale del materiale raccolto è costituito da macroplastiche, tutto superiore a 5 mm.
- Le particelle di plastica sono state analizzate anche in base al colore. Il colore predominante è risultato il trasparente, seguito dal bianco anche per le macroplastiche.
- Le tipologie di macroplastica più frequenti sono risultate quelle denominate "filamento" e "foglio" (rispett. 40% e 30%, per un totale del 70%).

Valutazione della presenza di additivi delle plastiche nei campioni di plancton/microplastiche prelevati durante la crociera oceanografica

- In questo progetto si è proceduto ad una implementazione delle metodologie già messe appunto precedentemente, al fine di migliorare ulteriormente la qualità dei dati prodotti in particolare in relazione a quantità minime di campione (plancton/microplastiche e biopsie cutanee): una serie di campioni di plancton/microplastiche sono state sottoposte a diverse metodologie di estrazione ed analisi.

- Il materiale una volta prelevato e mantenuto in azoto liquido è stato poi conservato a -80 °C ed in seguito liofilizzato per eliminare l'acqua.
- Per ogni matrice sono state testate 4 metodiche estrattive diverse.

Valutazione della presenza di composti organici persistenti nei campioni di plancton/microplastiche campionati durante la crociera oceanografica

- Sono stati analizzati i valori di HCB, DDT e PCB nei campioni di plancton e microplastiche superficiali. Sono inoltre riportati i valori dei rapporti pp'DDE/DDT Totali e pp'DDE/ pp'DDT, indicativi del tempo di immissione di questo pesticida nell'ambiente ma anche delle capacità metaboliche di un organismo, ed il rapporto DDT Totali/PCB Totali per valutare quali dei due xenobiotici sia prioritario nei campioni indagati.
- Il rapporto DDT/PCB indica quale sia la maggior fonte di contaminazione, a cui la specie oggetto di studio sia esposta, tra sorgenti agricole (caratterizzate da un'immissione di pesticidi) o industriali: di conseguenza se tale rapporto riporta il valore 1 le due fonti hanno lo stesso impatto, mentre valori sotto l'unità indicano un maggior apporto di PCB, come avviene in acque vicino ad aree industrializzate, il caso contrario un maggior apporto di DDT tipico delle acque nei pressi di aree agricole.
- Nei campioni di Plancton i valori hanno una media di $0,552 \pm 0,39$, indicando quindi un'esposizione maggiore a policlorobifenili nelle aree di campionamento. Fa eccezione il campione prelevato presso l'Isola d'Elba – punta est - in cui il contaminante prioritario è risultato essere il DDT.
- Dallo studio della degradazione metabolica del composto primario del DDT (pp'DDT) nel metabolita pp'DDE e dal loro rapporto si può dedurre che la maggior parte del principio attivo (pp'DDT) sia stato degradato a pp'DDE e che quindi non ci siano immissioni recentissime dell'insetticida nell'ecosistema.
- In tutti i campioni indagati il rapporto pp'DDE/pp'DDT è sempre maggiore di 1, raggiungendo il valore di 11,39 nel PPMP9. Il rapporto pp'DDE/DDT Totali, oltre ad avere un significato analogo al rapporto pp'DDE/pp'DDT, può anche essere indicativo dell'efficienza dei processi metabolici: infatti esso indica l'abbondanza relativa delle forme metabolizzate del DDT e considerando 0,6 come valore critico, con valori al di sotto possiamo assumere che l'esposizione a questo contaminante sia recente (Borrell & Aguilar, 1987). Nei campioni analizzati varia da un minimo di 0,271 nel PPMP3 ad un massimo di 0,573 nel PPMP12. Quindi con questi valori si può dedurre che le immissioni di DDT non siano così tanto remote e che comunque non vi sia stata un'elevata metabolizzazione del principio attivo.

PRODOTTI ATTESI FASE II

- Valutazione della presenza e degli effetti dei derivati delle plastiche nella balenottera comune (*Balaenoptera physalus*), utilizzata come bioindicatore ad ampio raggio della presenza di microplastiche nell' ambiente pelagico.**
- Valutazione della presenza e degli effetti dei derivati delle plastiche in altre specie di cetacei campionati nelle suddette aree del santuario Pelagos.**
- Valutazione della sovrapposizione fra le aree di convergenza (*gyres*) di accumulo di micro e macro- plastiche e le aree di foraggiamento della Balenottera.**
- Stima degli effetti ecotossicologici diretti connessi alla presenza di rifiuti galleggianti e loro derivati sull'ecosistema del Santuario Pelagos e sui cetacei che si alimentano nella suddetta area. Queste informazioni sono di estrema importanza per l'acquisizione di informazioni**

Articolazione operativa del progetto: Fase II - 2. 1 – Cetacei – Bioindicatori ad ampio raggio della presenza di Microplastiche nella colonna d'acqua – Balenottera comune (*Balaenoptera physalus*) – Altre specie di cetacei

2.1.e - Valutazione della presenza e degli effetti dei derivati delle plastiche nella balenottera comune (*Balaenoptera physalus*), utilizzata come bioindicatore ad ampio raggio della presenza di microplastiche nell' ambiente pelagico.

Prodotti attesi: Valutazione di contaminanti nelle biopsie cutanee - Marcatori diagnostici per l'esposizione ai contaminanti - Marcatori diagnostici per alterazioni nella riproduzione - Biomarkers di esposizione a composti additivi e associati alla plastica - Marcatori diagnostici di stress generale

2.1.f - Valutazione della presenza e degli effetti dei derivati delle plastiche in altre specie di cetacei campionati nelle suddette aree del santuario Pelagos.

Prodotti attesi: Valutazione di contaminanti nelle biopsie cutanee - Marcatori diagnostici per l'esposizione ai contaminanti - Marcatori diagnostici per alterazioni nella riproduzione - Biomarkers di esposizione a composti additivi e associati alla plastica - Marcatori diagnostici di stress generale

2.1.g - Valutazione della sovrapposizione fra le aree di convergenza (gyres) di accumulo di micro e macro- plastiche e le aree di foraggiamento della Balenottera.

Prodotti attesi: Valutazione della sovrapposizione fra le aree di convergenza (gyres) di accumulo di micro e macro- plastiche e le aree di foraggiamento della Balenottera.

2.1.h - Stima degli effetti ecotossicologici diretti connessi alla presenza di rifiuti galleggianti e loro derivati sull'ecosistema del Santuario Pelagos e sui cetacei che si alimentano nella suddetta area.

Prodotti attesi: sovrapposizione delle mappe di abbondanza delle microplastiche nel Santuario Pelagos con l'osservazione/campionamento dei cetacei alle mappe della circolazione oceanica. Identificazione delle aree "hot spot" di accumulo di microplastiche e loro eventuale sovrapposizione con le aree di foraggiamento/osservazione di esemplari di Balenottera comune .

Valutazione della presenza e degli effetti dei derivati delle plastiche nella balenottera comune (*Balaenoptera physalus*), utilizzata come bioindicatore ad ampio raggio della presenza di microplastiche nell' ambiente pelagico

Sono state valutate le risposte di biomarkers negli organismi campionati, di cui sono stati preventivamente determinati i sessi per valutare la possibile differenza nelle risposte nei maschi e nelle femmine.

Per la prima volta è stato valutato nei campioni di biopsie cutanee un elevato numero di additivi delle plastiche (Ftalati) quali:

- Mono-Benzyl phthalate (MBZP)
- Mono-Butyl phthalate (MBP)
- Mono(2-ethylhexyl) phthalate (MEPH)
- Di- n-Esiftalato (DNHP)
- Benzyl butyl phthalate (BBzP)
- Bis(2-ethylhexyl) phthalate (DEPH)
- Diisooctyl isophthalate (DIOIP)

In particolare è emerso un aspetto quantitativo e qualitativo: nella totalità dei metaboliti esaminati lo ftalato che risulta più abbondante nella Balenottera comune è il DEPH (86 %).

I dati delle indagini ecotossicologiche (additivi delle plastiche e risposte di biomarkers) effettuate su 5 campioni di biopsie cutanee di Balenottera comune ottenute durante la campagna oceanografica confermano la presenza di risposte tossicologiche della specie in oggetto: in particolare le elevate risposte del recettore ER 1 (legato al metabolismo degli estrogeni) suggeriscono una possibile esposizione di questa specie a distruttori endocrini come gli additivi plastici indagati (ftalati).

Questo dato risulta confermare totalmente i dati ottenuti dal precedente progetto finanziato dal MATMM (2014/2015), nel quale le indagini ecotossicologiche effettuate in 3 diversi mesi di foraggiamento (Luglio, Agosto e Settembre 2013) della Balenottera nel Santuario Pelagos hanno dimostrato un **chiaro aumento del rischio tossicologico da luglio a settembre.**

Valutazione della presenza e degli effetti dei derivati delle plastiche in altre specie di cetacei campionati nelle suddette aree del santuario Pelagos

Anche per altre specie di cetacei (**Stenella, Tursiope, Grampo**) sono state valutate le risposte dei biomarkers negli organismi campionati, dei quali sono stati preventivamente determinati i sessi per valutare la possibile differenza nelle risposte nei maschi e nelle femmine.

Per la prima volta è stato valutato nei campioni di biopsie cutanee delle varie specie esaminate un elevato numero di additivi delle plastiche (Ftalati) quali:

- *Mono-Benzyl phthalate (MBZP)*
- *Mono-Butyl phthalate (MBP)*
- *Mono(2-ethylhexyl) phthalate (MEPH)*
- *Di- n-Esiltalato (DNHP)*
- *Benzyl butyl phthalate (BBzP)*
- *Bis(2-ethylhexyl) phthalate (DEPH)*
- *Diisooctyl isophthalate (DIOIP)*

In particolare sono emersi due aspetti quantitativi e qualitativi:

- fra le specie esaminate gli esemplari che presentano valori più elevati risultano la **stenella** ed il **tursiope**, suggerendo un rischio di esposizione a derivati delle plastiche anche negli **odontoceti**;

- **il DEPH risulta anche la componente principale della contaminazione per il Tursiope e la Stenella, mentre nel Grampo prevalgono altre forme di ftalati.**

Valutazione della sovrapposizione fra le aree di convergenza (gyres) di accumulo di micro e macroplastiche e le aree di foraggiamento della Balenottera

E' stato utilizzato il modello di "Fin Whale Habitat" (Druon et al., 2012) con la densità di microplastiche categorizzate in vari livelli di concentrazione.

Questa indagine preliminare, effettuata in un'area ristretta dell'intero Santuario, ha rivelato **che le aree ad alta densità di microplastiche si sovrappongono in gran parte con le zone potenziali di alimentazione della Balenottera.**

Queste informazioni preliminari suggeriscono che **le balenottere sono potenzialmente esposte al rischio di assunzione di microplastiche durante il periodo estivo di foraggiamento nel Santuario Pelagos** come confermato anche dalle precedenti indagini ecotossicologiche (2014/2015).

Stima degli effetti ecotossicologici diretti connessi alla presenza di rifiuti galleggianti e loro derivati sull'ecosistema del Santuario Pelagos e sui cetacei che si alimentano nella suddetta area

Gli effetti dei composti additivi della plastica ed altri contaminanti antropici sono stati valutati nella porzione di derma delle biopsie cutanee prelevate dai 4 specie di cetacei durante la campagna oceanografica Plastic Pelagos.

Le risposte dei biomarkers sono state valutate mediante:

- *perossidazione lipidica*
- *espressione proteica del Citocromo P450 1A e 2B (western blot)*
- *espressione genica dei geni PPAR A, PPAR G, AHR, ER1 (PCR Real Time quantitativa)*

- **Perossidazione lipidica**

La perossidazione lipidica è un biomarker che indica lo stress ossidativo cui gli organismi sono sottoposti: i valori ottenuti per le quattro specie di cetacei mostrano che **gli odontoceti, in particolare il Grampo e la Stenella presentano i valori moderatamente più elevati**, essendo quindi più esposti a stress ossidativo.

Per quanto riguarda la **Balenottera comune i valori sono più elevati negli individui di sesso maschile rispetto a quelli di sesso femminile**, mettendo in evidenza il maggiore stress ossidativo da composti contaminanti di origine antropica sui maschi rispetto alle femmine.

– **Espressione proteica (Western Blot)**

L'espressione proteica (citocromo P450 1A e 2B) è stata valutata nelle biopsie cutanee dei cetacei campionati: **i valori più elevati per entrambe le proteine si riscontrano nelle tre specie di odontoceti esaminate rispetto alla Balenottera comune.**

Per quanto riguarda l'indagine relativa alla **Balenottera comune, gli esemplari di sesso maschile hanno valori più elevati** per entrambe le isoforme del citocromo analizzate: tale evidenza conferma **un maggiore livello di inquinanti liposolubili e conseguenti effetti tossicologici negli individui di sesso maschile rispetto a quelli di sesso femminile.**

– **Espressione genica (PCR Real Time quantitativa)**

L'espressione dei geni PPAR A e PPAR G, la cui risposta viene modulata in seguito al metabolismo dei composti derivati della plastica, **risulta marcatamente più elevata negli odontoceti**, in particolare nella **Stenella striata**, rispetto alla Balenottera comune: tale trend si riscontra anche per il recettore AHR, dove **le differenze tra il grampo, la stenella ed il tursiope risultano ancora maggiori rispetto alla balenottera.**

Risultati totalmente opposti rispetto ai geni PPAR A e G e AHR risultano per il recettore per gli estrogeni ER1 che presenta **valori marcatamente più elevati nella Balenottera comune rispetto agli odontoceti** analizzati.

Per quanto riguarda la **Balenottera comune** un'ulteriore analisi evidenzia **come gli individui di sesso femminile presentino espressioni geniche più elevate rispetto ai maschi.**

Infine, confrontando i valori medi delle espressioni dei 4 geni biomarker **risulta evidente il diverso pattern di risposta tra misticeti ed odontoceti:** in particolare, **il recettore AHR, marker dell'esposizione a composti diossino-simili presenta valori di induzione di 253 volte superiore negli odontoceti rispetto ai misticeti.**

Al contrario, per il gene ER 1 i valori nei misticeti circa 8 volte superiori rispetto a quelli riscontrati negli odontoceti.

Approfondimenti richiesti da questa Amministrazione in corso di esecuzione del progetto

Questa Amministrazione ha inoltre ulteriormente richiesto al Responsabile Scientifico del progetto, in corso di esecuzione del progetto, tenuto conto della necessaria armonizzazione tra le attività specifiche di monitoraggio relative alla tutela dei mammiferi marini e dei loro habitat e, più in generale, quelle pertinenti la menzionata attuazione in ambito nazionale delle prescrizioni della MSFD circa i descrittori n. 8 e n. 10:

- la **determinazione tassonomica dei campioni di plancton raccolti**, anche al fine di verificare eventuali correlazioni specie specifiche con le microplastiche associate, non esplicitata nel Piano Operativo in oggetto né nel progetto stesso;
- le **metodologie di campionamento ed analisi delle macroplastiche**, previste essere oggetto di indagine del progetto stesso, analogamente a quanto già inserito riguardo le microplastiche

Determinazione tassonomica dei campioni di plancton raccolti

Sono state determinate le abbondanze (individui/m³) dei principali gruppi tassonomici identificati nelle retinate di plancton/microplastiche effettuate durante la campagna oceanografica: **il gruppo**

zooplanctonico dei Copepodi risulta presente in tutte le stazioni monitorate e costituisce la frazione più abbondante nell'area oggetto di studio.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla "Tabella 5 - Organismi planctonici (individui/m³) campionati durante la campagna Plastic Pelagos" della relazione finale.

La stazione in area "foce del Magra" risulta quella con il massimo numero di individui zooplanctonici per m³.

Metodologie di campionamento ed analisi delle macroplastiche

Monitoraggio delle macroplastiche

Nell'ambito del progetto è stato effettuato un monitoraggio dei rifiuti galleggianti nelle aree del Santuario Pelagos.

L'osservazione è stata effettuata in concomitanza delle retinate con i 2 retini "manta" allo scopo di stabilire una correlazione tra la presenza e abbondanza di microplastiche campionate e la presenza delle macroplastiche monitorate durante la durata del traino (attività mai realizzata nel Mediterraneo fino a questo momento).

Analisi delle macroplastiche

Contemporaneamente ai campionamenti del plancton/microplastiche superficiali (PPMP5-21) ed al campionamento con le reti Plankton Hamburg Net (PHN 1-3), è stato effettuato un monitoraggio del *marine litter* galleggiante che, come precisato per la metodologia di campionamento del plancton/microplastiche, ha tenuto conto anche delle condizioni meteo-marine.

- L'analisi è stata effettuata sul *marine litter* galleggiante complessivo, considerando come rifiuti marini galleggianti tutti gli oggetti definiti.
- E' stata effettuata un'analisi più specifica sugli oggetti di plastica (macroplastiche, dimensioni maggiori di 2,5 cm) che compongono il *marine litter*: in totale sono state monitorate 78 miglia durante la crociera per un totale di 1,6 Km².
- **L'analisi del *marine litter* ha mostrato che l'83,48% è composto da plastica**, con una media di 175,24 macroplastiche per Km².
- Il transetto di monitoraggio che ha presentato **il valore massimo di macroplastiche è quello in prossimità dell'Isola di Capraia** (Punto PPMP 11HS) con un valore di 453,4 items/Km²;
- **Il minor numero di macroplastiche (16,2 items/Km²) è stato ritrovato nel transetto corrispondente al punto di campionamento (PPMP 17HS) in prossimità del Canyon di Capraia.**
- **L'82,1% delle macroplastiche analizzate è risultato di dimensioni comprese tra 2,5 e 10 cm, indicando un alto livello di frammentazione degli oggetti di plastica galleggianti**, dato che le classi dimensionali più grandi sono le meno frequenti.
- Le colorazioni più abbondanti delle macroplastiche monitorate sono risultate il bianco ed il trasparente (rispettivamente il 46,1% ed il 24,4%): il pattern di colore rispecchia quello individuato anche per le microplastiche e mesoplastiche campionate nelle 21 stazioni corrispondenti ai transetti di osservazione della macroplastiche.
- Tra le macroplastiche campionate, la tipologia più abbondante è il frammento (77,7%), che comprende frammenti o parti di oggetti di plastica che hanno subito processi di degradazione a causa di processi chimici e fisici dovuti alla permanenza sulla superficie marina.

Analisi complessiva delle microplastiche, mesoplastiche e macroplastiche

Nel corso del progetto è stata effettuata l'analisi di tutti i dati raccolti sull'abbondanza delle microplastiche, delle mesoplastiche e macroplastiche, che consente di delineare un quadro complessivo delle aree analizzate: **l'area rappresentata dal punto (PPMP11HS) in prossimità dell'isola di Capraia è risultata essere quella in cui si riscontrano i valori massimi di abbondanza sia di microplastiche che di mesoplastiche e macroplastiche.**

L'area del Mar ligure interessata dal progetto risulta quella con maggiore abbondanza delle tre categorie di plastica analizzata, mentre nell'area del Mar Tirreno centrale e del Mar di Sardegna si sono riscontrati valori di distribuzione variabili per le tre categorie.

I dati relativi all'abbondanza e al peso delle microplastiche e mesoplastiche e all'abbondanza delle macroplastiche hanno evidenziato significative correlazioni: tale dato sottolinea **la potenzialità dei rifiuti plastici - anche di *range* dimensionale diverso - di accumularsi nelle stesse aree.**

Valutazioni e considerazioni

Il progetto, effettuato in un'area ristretta dell'intero Santuario Pelagos, è caratterizzato dalla implementazione operativa di un innovativo approccio metodologico, che ha integrato i dati ecotossicologici con modelli idrodinamici (in collaborazione con il Consorzio LAMMA– CNR) e con modelli di *feeding*.

Tale metodologia ha consentito di sovrapporre la mappa dell'abbondanza delle microplastiche nel Santuario Pelagos con l'osservazione/campionamento dei cetacei alle mappe della circolazione oceanica: ciò ha permesso di identificare le aree "*hot spot*" di accumulo di microplastiche che si sovrappongono in parte alle aree di foraggiamento/osservazione di esemplari di balenottera comune e delle altre specie considerate.

I risultati di questo progetto costituiscono una base sostanziale per definire quantità e distribuzione del *marine litter* nel Santuario Pelagos: in particolare, questi risultati potrebbero consentire, se adeguatamente sviluppati con ulteriori dati, di localizzare aree transienti di alta densità di micro e macro-plastiche, permettendo di stimare la loro possibile sovrapposizione con le zone di alimentazione di specie protette nell'ambito del Santuario Pelagos, orientando anche possibili future azioni di mitigazione in un'area di alto valore ecologico.

sintesi a cura di:



PAOLO GALOPPINI

Ministero dell'Ambiente, della Tutela del Territorio e del Mare
Direzione Generale Protezione della Natura e del Mare

Divisione IV

Tutela degli ambienti costieri e marini - Supporto alle attività internazionali
Settore Tutela e Conservazione dei Cetacei