

SINTESI DELLA RELAZIONE FINALE DEL PROGETTO

“Il problema emergente delle Microplastiche nel Mar Mediterraneo Il anno: potenziale impatto sulla Balenottera comune come modello di “descrittore ambientale”

Ente Proponente

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

Responsabile scientifico del progetto

Prof.ssa M. Cristina Fossi

Partecipanti

Dipartimento di Scienze Ambientali “G. Sarfatti” - Università di Siena
Museo Civico di Storia Naturale di Milano

Sinora, pochissimi studi hanno esplorato l’impatto delle microplastiche sugli organismi filtratori o altri animali planctofagi: **questo progetto rappresenta il primo studio al mondo che ha indagato sul potenziale impatto delle microplastiche su organismi filtratori di grande taglia, come le Balenottere.**

Il progetto è stato commissionato a seguito degli importanti risultati conseguiti dallo svolgimento del primo anno del progetto, in riferimento al riconoscimento dell’importanza di tali indagini sullo scenario internazionale (riconosciute anche in ambito SC dell’IWC), con particolare riferimento alle necessità di implementazione del Descrittore 10 (Marine Litter) della Direttiva Quadro della Strategia Marina Europea.

Nel documento oggetto di questa sintesi tecnico-scientifica, in cui si da conto dello stato finale di esecuzione del progetto, il responsabile Scientifico riferisce del lavoro svolto, con particolare in riferimento agli **obiettivi proposti ed ai risultati attesi** del progetto, fa quindi riferimento a:

- a) Raccolta di un numero superiore di campioni di microplastiche in un area più vasta del Santuario Pelagos che comprenda le aree del:
 - Mar Ligure
 - Mar di Sardegna
 - Mar Tirreno (Arcipelago Toscano)
- b) Individuazione e conteggio delle macroplastiche superficiali in aree di indagine del Santuario Pelagos;
- c) Sviluppo di tecniche diagnostiche più specifiche per evidenziare la presenza di microplastiche in individui planctonici e neustonici (rilevamento con tecniche di microscopia ottica e microscopia elettronica a scansione e trasmissione);
- d) Campionamento di biopsie cutanee di balenottere comuni *free-ranging* e relative indagini ecotossicologiche nell’area del Santuario Pelagos;
- e) sviluppo di nuovi biomarkes su individui *free-ranging* di varie specie di cetacei, oltre alla balenottera comune, specifici per individuare la presenza e gli effetti degli additivi delle plastiche (in particolare **ftalati**, MEHP e DEHP).

In particolare, per ciascuno degli obiettivi sopraelencati sono state definite:

1. Le metodologie
2. Le aree di campionamento
3. Le campagne di campionamento, secondo le aree interessate, riferite a:
 - Campionamenti di plancton e microplastiche superficiali
 - Campionamenti di plancton e microplastiche nella colonna d'acqua
 - Campionamenti di biopsie cutanee in cetacei free-ranging
 - Campionamenti di eufasiacei
 - Monitoraggio delle macroplastiche

Per ciascuna delle aree (Mar Ligure, Mar di Sardegna, Mar Tirreno) **sono state realizzate tutte le campagne ed effettuati tutti i campionamenti previsti dal progetto**: per ulteriori dettagli si veda il Cap. 2 della Relazione Finale oggetto di questa sintesi.

RISULTATI DELLE INDAGINI ECOTOSSICOLOGICHE E CONTEGGIO DELLE MICROPLASTICHE, CAMPIONI DI PLANCTON/NEUSTON PRELEVATI IN DIVERSE AREE DEL SANTUARIO PELAGOS

a) Contenuto di microplastiche, zooplancton totale, MEHP e DEHP (ftalati, ndr):

L'81% dei campioni superficiali di plancton/neuston analizzati contiene particelle di microplastiche.

Il valore più alto di particelle di microplastiche è stato riscontrato nel campione MPM53 (Arcipelago Toscano).

La media totale degli items/m³ riscontrata nelle retinate effettuate nelle 3 aree del Santuario Pelagos è di 0,26 items/m³: tra le diverse aree di campionamento risulta evidente come **il valore medio del Mar Tirreno (Arcipelago Toscano) (0,80 items/m³) sia più alto rispetto alle altre due aree (Mar di Sardegna e Mar Ligure) nei diversi anni di campionamento.**

Per i livelli di **MEHP** i campioni raccolti nel **2012 nel Mar di Sardegna** sono quelli **con il valore medio più elevato**, mentre il **valore medio più basso** è risultato essere quello dei campioni provenienti dall'**Arcipelago Toscano** raccolti durante il **2012**.

Per il **DEHP**, per questo contaminante i **valori medi più elevati e quelli più bassi** sono stati riscontrati nella medesima area del **Mar Ligure** rispettivamente nel **2013** e nel **2012**.

Durante i campionamenti, grazie a spiaggiamenti occasionali lungo le coste del **Santuario Pelagos (Mar Ligure)** sono stati rinvenuti esemplari di *Meganyctiphanes norvegica*, analizzati sia mediante tecniche di microscopia elettronica sia per valutare i livelli di ftalati (MEHP e DEHP), che sono risultati di 9,56 e 15, 33 ng/g peso secco, rispettivamente.

Nella colonna d'acqua non è stata rilevata la presenza di particelle di microplastiche. In questi campioni non è stato possibile valutare i livelli di MEHP e DEHP poiché la quantità di materia organica era insufficiente.

b) Analisi dimensionale delle microplastiche:

Le misure dimensionali di ogni singola plastica campionata in superficie hanno consentito di suddividere gli items di plastica in due categorie: **mesoplastiche (> 5mm)** e microplastiche (≤ 5mm).

Le mesoplastiche non sono state considerate successivamente nell'analisi totale che ha fornito il dato di items/m³ (microplastiche) nelle diverse retinate.

c) Analisi delle principali componenti dello zooplancton: sono state rilevate le abbondanze (individui/m³) dei principali gruppi tassonomici identificati nelle retinate svolte nei 2 anni di progetto (2012-2013) nelle 3 aree del Santuario Pelagos.

d) **Analisi attraverso Geographic Information System (GIS):**

I risultati ottenuti dal campionamento di plancton e microplastiche nell'area del **Mar di Sardegna** e del **Mar Ligure** durante le campagne di campionamento del 2011, 2012 e 2013 sono stati elaborati con il metodo di interpolazione della media pesata sull'inverso della distanza (IDW) tramite il sistema di informazione geografica ArcGIS: sono state quindi realizzate **mappe di distribuzione** dei frammenti di **microplastiche** (items/m³) e delle specie di **zooplancton** (ind zoopl/m³).

Questo ha permesso di evidenziare le **aree con minore e maggiore presenza** delle variabili considerate: inoltre, è stato possibile realizzare delle **mappe di distribuzione e abbondanza** per le specie zooplanctoniche individuate nei campioni in modo da visualizzare in modo diretto le **differenze e le similitudini** della **distribuzione tra le singole specie zooplanctoniche**.

RISULTATI DEGLI AVVISTAMENTI DELLE MACROPLASTICHE E DELLA MESSA A PUNTO DEL PROTOCOLLO "SURVEY MONITORAGGIO MARINE LITTER IN MARE"

La tecnica più utilizzata per la quantificazione ed il monitoraggio dei rifiuti marini galleggianti è l'osservazione visiva dalle imbarcazioni.

Nell'ambito del progetto è stato effettuato un **monitoraggio dei rifiuti galleggianti nelle aree del Santuario Pelagos** sfruttando sia le imbarcazioni utilizzate per la raccolta delle biopsie cutanee di cetacei e campioni di plancton e microplastiche, sia navi di opportunità che seguivano transetti predefiniti.

L'osservazione è stata effettuata prendendo in considerazione i rifiuti galleggianti osservati **entro i 20 metri dall'imbarcazione**, poiché ad una distanza maggiore gli oggetti sono difficilmente classificabili.

RISULTATI DELLE DIAGNOSI ECOTOSSICOLOGICHE SUL POTENZIALE IMPATTO DELLE MICROPLASTICHE E DERIVATI TOSSICOLOGICAMENTE ATTIVI SU *B. physalus* (Balenottera comune) NELLE 3 AREE DEL SANTUARIO PELAGOS

Vengono riportati i risultati dei **livelli di contaminanti** e delle risposte dei biomarkers analizzati sulle **12 biopsie cutanee di Balenottera comune** campionate nel **Santuario Pelagos** (luglio-novembre 2013) per le **diagnosi ecotossicologiche del potenziale impatto delle microplastiche su *B. physalus***.

I risultati ottenuti sono stati analizzati tenendo in considerazione il **sex** degli individui (maschi *versus* femmine) **per tutte le aree del Santuario Pelagos** e l'anno di campionamento (2012 *versus* 2013) solo per il Mar Ligure.

Vengono inoltre considerati singolarmente tutti i parametri analizzati: livelli di ftalati, organoclorurati, ecc. I risultati sono stati analizzati correlando i valori dei livelli di contaminanti con le risposte biologiche ed i diversi biomarker tra loro.

a) **Analisi complessiva Maschi vs Femmine**

-Analisi dei contaminanti:

Livelli di ftalati

Nella porzione del blubber (*grasso, ndr*) sottocutaneo delle biopsie cutanee di balenottera sono state valutate le concentrazioni dello ftalato MEHP, principale metabolita del DEHP, composto additivo della plastica. I **valori più elevati** di **MEHP** sono stati riscontrati negli **esemplari di sesso maschile**, in cui il valore medio risulta essere 54,35 ng/g, mentre nelle femmine il valore medio riscontrato è 38,12 ng/g. Tale differenza non è tuttavia statisticamente significativa.

Livelli degli organo clorurati

Nella porzione del blubber sottocutaneo delle biopsie cutanee di Balenottera sono state valutate le concentrazioni dei composti organoclorurati DDT e PCB, composti veicolati dalle particelle di plastica.

Entrambe le categorie di OC (organoclorurati, ndr) indagate hanno mostrato le **concentrazioni più elevate** dei contaminanti **negli esemplari di sesso maschile** sebbene tali differenze non siano statisticamente significative nella variabile sesso.

c) Analisi complessiva 2012 vs 2013

Nei due anni di campionamento nel Mar Ligure sono stati campionati 19 esemplari di Balenottera comune di cui 9 nel 2012 (F=4; M=5) e 10 nel 2013 (F=4; M=6).

- Analisi dei contaminanti:

Livelli di ftalati

L'analisi dei livelli di **MEHP** nelle Balenottere comuni campionate sia nel **Mar di Sardegna** che nel **Mar Ligure**, mettono in evidenza una **variazione stagionale** di questo composto soprattutto per quanti riguarda gli **individui di sesso maschile**. I livelli di questo ftalato, infatti, **umentano** con un trend temporale **da luglio a settembre**.

Livelli degli organoclorurati

Per entrambe le categorie di **OC** indagate le **concentrazioni più elevate** sono state evidenziate negli **esemplari di sesso maschile** campionati nel 2012, mentre per gli individui di sesso femminile il valore più elevato dei PCB è da attribuirsi ad i valori particolarmente elevati di un singolo individuo.

La differenza nelle concentrazioni nei 2 anni può essere attribuita al diverso periodo di campionamento, settembre nel 2012 e inizio agosto 2013, e di conseguenza ad una **maggiore bioaccumulo di composti liposolubili legato alla dieta negli individui campionati alla fine del periodo estivo di foraggiamento.**

RISULTATI DELLE DIAGNOSI ECOTOSSICOLOGICHE SUL POTENZIALE IMPATTO DELLE MICROPLASTICHE E DERIVATI TOSSICOLOGICAMENTE ATTIVI SU *S. coeruleoalba* (Stenella striata) CAMPIONATA NELLE AREE DEL SANTUARIO PELAGOS

a) Analisi complessiva Maschi vs Femmine

-Analisi dei contaminanti:

Livelli di organoclorurati

Per entrambe le categorie di **OC** indagate le **concentrazioni più elevate** dei contaminanti sono state evidenziate negli **esemplari di sesso maschile** senza differenze statisticamente significative.

b) Analisi dei livelli di contaminanti e delle risposte dei biomarker per singolo campione di *S. coeruleoalba*

- Analisi dei contaminanti:

Livelli degli organoclorurati

Analizzando i livelli di PCB e DDT per singolo campione di Stenella striata, 2 campioni presentano i valori più elevati, mentre i livelli di DDT sono più elevati in altri 2 campioni. Al contrario, i valori più bassi sia per i PCB e DDT sono stato misurati in un quinto campione.

RISULTATI DELLE DIAGNOSI ECOTOSSICOLOGICHE SUL POTENZIALE IMPATTO DELLE MICROPLASTICHE E DERIVATI TOSSICOLOGICAMENTE ATTIVI SU ALTRE SPECIE DI CETACEI (*Delphinus delphis* – Delfino comune, *Grampus griseus* – Grampo, e *Tursiops truncatus* - Tursiope) CAMPIONATE NELLE AREE DEL SANTUARIO PELAGOS

- Analisi dei Contaminanti:

Livelli degli organo clorurati

Per entrambe le categorie di OC indagate le **concentrazioni più elevate** dei contaminanti sono state evidenziate in **un esemplare di delfino comune campionato nel Mar di Sardegna**. Il ridotto numero di campioni per specie non consente però un'adeguata analisi statistica.

RISULTATI DELLE DIAGNOSI ECOTOSSICOLOGICHE SUL POTENZIALE IMPATTO DELLE MICROPLASTICHE E DERIVATI TOSSICOLOGICAMENTE ATTIVI SU 4 SPECIE DI CETACEI CAMPIONATE NELLE AREE DEL SANTUARIO PELAGOS

Un'analisi complessiva dei contaminanti e dell'espressione proteica comparando tutte le specie campionate nelle campagne del 2013 è stata effettuata al fine di individuare il diverso impatto delle microplastiche e dei derivati tossicologicamente attivi a livello inter-specifico.

- Analisi dei Contaminanti:

Livelli degli organo clorurati

Le **concentrazioni** dei contaminanti organoclorurati (OC) nelle 4 specie analizzate sia **odontoceti** (*Delfino comune*, *Tursiope*, *Stenella striata*) che **misticeti** (*Balenottera comune*) **risultano più elevate** nella specie ***Stenella striata***, confermando l'elevata esposizione di questa specie a composti liposolubili assunti tramite la dieta.

Le **concentrazioni più basse** sia di PCB totali che di DDT sono stati misurati nel blubber sottocutaneo delle biopsie di ***Balenottera comune***.

RISULTATI CONCLUSIVI DEL PROGETTO

Nella parte conclusiva del progetto vengono esaminati 3 aspetti, in funzione degli obiettivi progettuali stabiliti:

- a. risultati delle indagini ecotossicologiche su campioni di **plancton/neuston**, e conteggio delle **microplastiche** nel **Santuario Pelagos**;
 - b. risultati delle indagini ecotossicologiche sul **potenziale impatto delle microplastiche** e suoi derivati tossicologicamente attivi su ***B. physalus* e altre specie di cetacei** del **Santuario Pelagos**;
 - c. risultati delle indagini ecotossicologiche sul **potenziale impatto dei derivati delle microplastiche** tossicologicamente attivi su ***B. physalus*** del **Santuario Pelagos** posti a confronto con esemplari campionati un'area di "controllo" (*Mar di Cortez-Messico*).
- a. **risultati delle indagini ecotossicologiche su campioni di plancton/neuston e conteggio delle microplastiche nel Santuario Pelagos**

I risultati conclusivi di questo progetto sono fra i **primi dati a livello internazionale sulla presenza di microplastiche nel Mar Mediterraneo e i possibili effetti sugli organismi**: i dati prodotti riportano l'abbondanza **e la distribuzione spaziale delle microplastiche nell'area del Santuario Pelagos in relazione a 3 diverse aree di studio (Mar Ligure, Mar di Sardegna e Mar Tirreno) ed in funzione di 3 anni di campionamento (2011-2013).**

In particolare, il **75,3% dei campioni superficiali di plancton/neuston** campionati nei 3 anni di progetto (2011-2013), **contiene particelle di microplastiche.**

La media totale degli items/m³ presenti nelle 77 retinate superficiali effettuate nelle 3 aree del Santuario Pelagos è di 0,36 items/m³: tra le diverse aree di campionamento risulta **evidente come il valore medio dell'Arcipelago Toscano (0,80 items/m³) sia più alto rispetto alle altre 2 aree (Mar di Sardegna e Mar Ligure)**, anche prendendo in considerazione i diversi anni di campionamento.

I dati di questo progetto rivelano inoltre che **una delle aree più impattate da microplastiche del risulta l'AMP delle Cinque Terre**: questa area è stata confermata come *hot spot* per le microplastiche.

Questi risultati sono importanti per focalizzare l'attenzione sullo stato di conservazione di un'area molto sfruttata dal turismo e sull'equilibrio tra misure di conservazione e di gestione.

Dall'indagine dimensionale dei frammenti di plastica campionati nelle varie aree di studio, emerge che **tutte le aree di campionamento presentano valori più alti di microplastiche (<5mm) rispetto alle mesoplastiche (>5mm)**: le categorie di microplastiche più presenti nei campioni superficiali (ad eccezione dei campioni prelevati nel Mar Ligure nel 2012), **siano quelle 1,01 - 2.5 ; 2,51 - 5 mm.**

Infine, delle retinate effettuate nella **colonna d'acqua, nessuna presentava particelle di microplastica.**

Tutti i **campioni di plancton/neuston superficiali e nella colonna d'acqua** sottoposti ad analisi tossicologica del contenuto di **ftalati hanno evidenziato sia la presenza del principale additivo della plastica DEHP che del suo metabolita MEHP.**

In conclusione, **l'abbondanza media di microplastiche stimata in questo studio (Santuario Pelagos) è paragonabile a quella riscontrata in altre aree ad alto impatto antropico, rappresentando quindi il primo campanello d'allarme sul rischio emergente da microplastiche nell'unica AMP pelagica del Mar Mediterraneo.**

Le **cause di questo elevato livello di contaminazione** possono essere **molteplici: le plastiche, derivanti dal turismo costiero, la pesca ricreativa e commerciale, scarichi urbani, il traffico e l'industria marittima entrano direttamente nell'ecosistema marino** e costituiscono un rischio per il biota sia come macroplastiche che come microplastiche, queste a seguito di processi di degradazione a lungo termine.

b. risultati delle indagini ecotossicologiche sul potenziale impatto delle microplastiche e suoi derivati tossicologicamente attivi su *B. physalus* del Santuario Pelagos

Nelle 2 aree oggetto di studio del Santuario Pelagos oggetto di impiego del sistema geo-referenziato GIS è emerso come vi sia una **sostanziale sovrapposizione fra le aree di foraggiamento e relativo avvistamento/campionamento delle balenottere e veri e propri "Hot Spot" di presenza di microplastiche.**

Il massimo addensamento di microplastiche in zone pelagiche, come già evidenziato anche in aree pelagiche remote del pianeta (North Pacific Gyre), **risulta sicuramente legato a correnti** (con caratteristica di gyre) che causano l'addensamento di questi frammenti **plastici in aree dove**, probabilmente per il contributo di tale meccanismo connesso alle correnti, **sono anche presenti elevate concentrazioni di plancton e quindi più frequentate dalle Balenottere per motivi di foraggiamento**: in queste aree "hot spot" **le Balenottere risultano di conseguenza fortemente esposte all'assunzione delle microplastiche durante le elevate attività di filtrazione**, e a seguito di questo, all'impatto tossicologico di **contaminanti rilasciati dalle plastiche** come gli additivi (**ftalati**), ma anche da composti liposolubili **POPs** ad esse adesi (**OC, PAH, PBDEs**): le plastiche e le microplastiche in mare sono infatti in grado di adsorbire e trasportare composti chimici, inclusi alti livelli di OC come PCB, DDT ed altri composti liposolubili come IPA.

Gli additivi usati comunemente come **i ritardanti di fiamma brominati**, gli **ftalati** ed il monomero costituente **bisfenolo A**, possono agire come **distruttori endocrini** perché sono in grado di mimare, competere per o inibire la sintesi di ormoni endogeni; in particolare gli ftalati sono stati associati con vari effetti a livello molecolare, cellulare e di organo in invertebrati acquatici e pesci.

Il bisfenolo A può alterare la riproduzione e lo sviluppo, in maniera differenziata a seconda delle concentrazioni in cui è presente e delle specie esposte.

Le concentrazioni di OC indagate, emerse dalle indagini ecotossicologiche effettuate sulle Balenottere comuni che si alimentano nelle aree oggetto di studio, sono **più elevate negli esemplari di sesso maschile** campionati nel 2012.

La differenza nelle concentrazioni nei 2 anni oggetto di studio può essere attribuita al diverso periodo di campionamento (settembre 2012 e inizio agosto 2013 nel Mar Ligure, luglio 2012 e 2013 nel Mar di Sardegna), e di conseguenza ad un maggiore bioaccumulo di composti liposolubili legato alla dieta negli individui campionati alla fine del periodo estivo di foraggiamento.

c. risultati delle indagini ecotossicologiche confrontando *B. physalus* del Santuario Pelagos con esemplari campionati un'area di "controllo" (Mar di Cortez-Messico)

Al fine di realizzare un'analisi conclusiva dei dati e di proporre **la Balenottera comune come indicatore integrato della contaminazione di un intero bacino**, sono stati analizzati i dati relativi alle **balene** campionate nel **Mar Mediterraneo (Santuario Pelagos) ed in Mar di Cortez (Messico)**.

Per valutare 2 aree a così diverso impatto antropico è stata effettuata l'analisi su campioni di *B. physalus* campionate sia nel **Santuario Pelagos** che nell'area "di controllo" del **Mar di Cortez (Mexico)**: da questa indagine comparativa è emerso che **le Balenottere del Santuario Pelagos hanno una concentrazione di MEHP superiore rispetto all' area del Mar di Cortez. Anche dalle analisi degli organoclorurati totali (DDT totali e i PCB totali) emerge che le concentrazioni negli individui provenienti dal Santuario Pelagos risultano più alte rispetto a gli individui campionati nel Mar di Cortez.**

Le analisi delle risposte dei biomarker mostrano in tutti i test diagnostici utilizzati **una risposta più alta negli individui del Santuario Pelagos rispetto a quelli del Mar di Cortez**, confermando **il più alto rischio tossicologico dell'area Mediterranea rispetto all'area Messicana, in particolare in relazione alla presenza di composti con potenzialità da distruttori endocrini.**

Valutazioni e considerazioni finali dei risultati ottenuti dal progetto

Il progetto ha mostrato la prima evidenza a livello mondiale del potenziale impatto delle microplastiche e derivati (additivi delle plastiche-ftalati) nei cetacei misticeti ed in particolare nella Balenottera comune.

I risultati ottenuti in questo progetto (*I° e II° anno di attività*) rappresentano la prima evidenza a livello mondiale del potenziale impatto dei più abbondanti derivati delle plastiche (gli **ftalati**) nel secondo più grande mammifero planctofago, la **Balenottera comune**.

Questi dati sottolineano inoltre l'elevata presenza di microplastiche nelle varie aree oggetto di studio del Santuario Pelagos, sottolineando il rischio di esposizione della cetofauna che frequenta la suddetta area.

Considerando la presenza di microplastiche nell'ambiente Mediterraneo, la presenza di additivi delle plastiche nel grasso sottocutaneo di esemplari di balenottera (sia spiaggiati che free-ranging) e la lunga aspettativa di vita di questa specie, **la Balenottera appare esposta in maniera cronica ed elevata a contaminanti emergenti persistenti come risultato della ingestione delle microplastiche.**

I risultati ottenuti suggeriscono che gli **ftalati** possono essere usati come **traccianti** per l'assunzione delle microplastiche da parte della balenottera sia direttamente dalla filtrazione del mezzo acquatico che dall'ingestione di plancton già contaminato dagli stessi additivi della plastica.

Questi risultati rafforzano inoltre l'uso potenziale di queste specie per l'implementazione del Descrittore 10 (*Marine Litter*) della Direttiva Quadro della Strategia Marina Europea come indicatori della presenza e dell'impatto di microplastiche nell'ambiente pelagico.

Sono stati pertanto pienamente raggiunti gli obiettivi ed i prodotti attesi finali di questo progetto: si evidenziano tra gli altri, in particolare:

- **realizzazione di un protocollo metodologico standard di riferimento per l'analisi di microplastiche e derivati tossicologicamente attivi (ftalati) in campioni di plancton e micro-layer superficiale** (incorporato nell'attuale Monitoraggio per il Descrittore 10 da parte delle Regioni)
- **realizzazione di una mappatura delle microplastiche in un area più vasta del Santuario Pelagos comprendente le aree del Mar Ligure, Mar di Sardegna e Mar Tirreno (Arcipelago Toscano). E' stato inoltre realizzato un primo conteggio e mappatura delle Macroplastiche superficiali nelle varie aree di indagine del Santuario Pelagos**
- **realizzazione del primo protocollo metodologico standard di riferimento per l'analisi di composti potenzialmente tossici derivati da microplastiche in campioni di biopsie cutanee di balenottera comune e di altre specie di cetacei residenti nel Santuario Pelagos.**
- **sviluppo di metodologie diagnostiche ex vivo (slices di biopsie cutanee) per evidenziare l'esposizione e l'effetto dei composti derivati da microplastiche o da loro veicolati, al fine di diagnosticare gli effetti in biopsie cutanee di individui free-ranging.**
- **realizzazione di una prima valutazione dei livelli e degli effetti dei composti derivati da microplastiche, o da loro veicolati, sulla popolazione di balenottera comune campionata nell'area del Santuario Pelagos e paragonata con un'area a ridotto impatto antropico (Mar di Cortez – Messico). Le stesse indagini sono inoltre state realizzate su individui free-ranging di altre specie di cetacei: stenella striata, delfino comune, grampo e tursiope.**
- **sviluppo di tecniche diagnostiche più specifiche per evidenziare la presenza di microplastiche in individui planctonici e neustonici** (rilevamento con tecniche di microscopia ottica e microscopia elettronica a scansione e trasmissione)
- proposta della prima bozza di applicabilità del “modello Balenottera” come indicatore della qualità di “mega-aree” pelagiche. L'importanza di questo risultato è connesso al conseguimento per la prima volta informazioni per determinare la presenza o meno di effetti ecotossicologici diretti connessi alla presenza di rifiuti galleggianti e loro derivati sugli ecosistemi marini, determinazione che risulta di estrema importanza per l'acquisizione di dati ed informazioni finalizzate al popolamento del descrittore 10 (marine litter) per l'implementazione della Direttiva Quadro sulla Strategia Europea dell'ambiente Marino, per il quale non esistono al momento metodiche alternative.

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 VI - Tutela dell'Ambiente Marino e Costiero

Settore Tutela e Conservazione dei Cetacei