

NEW TECHNOLOGIES FOR MACRO AND MICRO-PLASTIC DETECTION AND ANALYSIS IN THE ADRIATIC BASIN (NET4MPLASTIC)

INTERREG V A IT-HR CBC PROGRAMME 2017

WP 3 - Preliminary activities and model implementation

Activity 3.2 - Data collection for selected Macro-Areas in Italy and Croatia and model implementation

Maggio 2020

INDICE

1	Introduzione	2
2	Descrizione dati raccolti e delle metodologie di campionamento.....	9
2.1	Tipologia di dati raccolti, fonti e metodi di campionamento.....	9
2.2	Struttura dell'archivio dati.....	15
3	Struttura dei file Excel.....	17
4	Dati bibliografici.....	26
4.1	Tipologia di dati raccolti.....	26
4.2	Struttura dell'archivio dati.....	26
4.3	Tabelle riassuntive.....	26
4.3.1	Acqua- flottanti.....	27
4.3.2	Sedimenti marini.	31
4.3.3	Sedimenti spiaggiati.....	37
4.3.4	Biota.....	41
5	Conclusioni.	46
6	Bibliografia.....	49

1 Introduzione.

L'inquinamento da plastica rappresenta una minaccia crescente per gli ambienti acquisitivi e terrestri e le stime quantitative sono in costante aumento negli ultimi anni (Barnes et al., 2009; Ivar do Sul and Costa, 2014). Ad oggi la produzione mondiale di materiali plastici è stimata a 335 milioni di tonnellate (Plastics Europe 2017) ed il crescente utilizzo di beni usa e getta altamente deteriorabili ha contribuito alla nascita di nuove tipologie di inquinanti plastici generati dalla frammentazione e dalla degradazione di questi prodotti. Inoltre, grazie alla dipendenza della società moderna dalla plastica da imballaggio e dai prodotti monouso, associata ad una cattiva ed insufficiente gestione dei processi di riciclaggio, la plastica si sta accumulando nell'ambiente.



Fig.1.Rifiuti plastici in mare (Nature.com).

Al fine di monitorare e gestire il costante incremento delle plastiche in mare, i rifiuti plastici sono stati inseriti tra i descrittori della direttiva quadro della strategia marina (MSFD) promossa dall'Unione Europea (direttiva 2008/56 / CE) che prevede, in conformità con l'obiettivo generale di raggiungimento del Buono Stato Ambientale (GES) nelle acque europee, una riduzione del litter già presente nell'ambiente marino e la prevenzione di ulteriori input entro il 2020.

In generale, l'inquinamento da plastica genera impatti negativi su molteplici parametri biotici ed abiotici:

- 1) Altera la salute dell'ecosistema attraverso il trasporto di specie non autoctone (Barnes, 2002; Goldstein et al., 2012) e interferisce con le catene trofiche mediante l'ingestione diretta da parte della fauna selvatica (Mato et al., 2001; Teuten et al., 2009; Hirai et al., 2011; De Stephanis et al., 2013; Farrell e Nelson, 2013; Lusher et al., 2013; Tanaka et al., 2013;).
- 2) Ha ripercussioni sulla salute umana; infatti, grazie all'ingestione diretta da parte di animali ed al conseguente bioaccumulo, i frammenti plastici e/o i prodotti derivati dalla loro degradazione, arrivano nelle nostre tavole e penetrano nel nostro organismo (Koch e Calafat, 2009; Meeker et al., 2009; Talsness et al., 2009; Thompson et al., 2009).
- 3) Genera ingenti danni economici alla pesca, all'acquacoltura e alle attività di diporto con conseguenti ripercussioni su industria e turismo (Ballance et al., 2000; UNEP 2005; McIlgorm et al., 2011).

Stime recenti indicano che circa il 10% dei rifiuti plastici finisce negli oceani, dove viene trasportato dalle correnti nelle aree più remote, come le zone polari (Barnes et al. 2009). Una volta in mare le materie plastiche sono trasportate e rimaneggiate in base alle loro caratteristiche fisiche, chimiche e morfo-strutturali (Moret-Ferguson et al., 2010). Materie plastiche con una densità superiore a quella dell'acqua di mare tendono ad affondare e ad accumularsi nei sedimenti (Woodall et al., 2015) d'altra parte, le particelle a bassa densità tendono a galleggiare sulla superficie del mare o subiscono un trasporto in sospensione nella colonna d'acqua (Fossi et al., 2012; Suaria e Aliani, 2014). Inoltre, la presenza di biofilm su particelle galleggianti può eventualmente aumentare la densità dei polimeri a bassa densità (es. polietilene e polipropilene) modificandone il comportamento (Lobelle e Cunliffe, 2011).

Grazie all'azione del mare, i macroframmenti plastici subiscono processi di frammentazione (abrasione della sabbia, azione delle onde), accelerati da processi fotochimici innescati dalla luce UV (Corcoran et al., 2009; Cooper e Corcoran, 2010; Andrade, 2011; Song et al., 2017).

I frammenti prodotti da questi processi degenerativi (≤ 5 mm) sono stati classificati come "microplastiche" (Thompson et al., 2004; Moore 2008) e molti studi hanno evidenziato gli effetti negativi scaturiti dalla loro costante diffusione negli habitat marini.

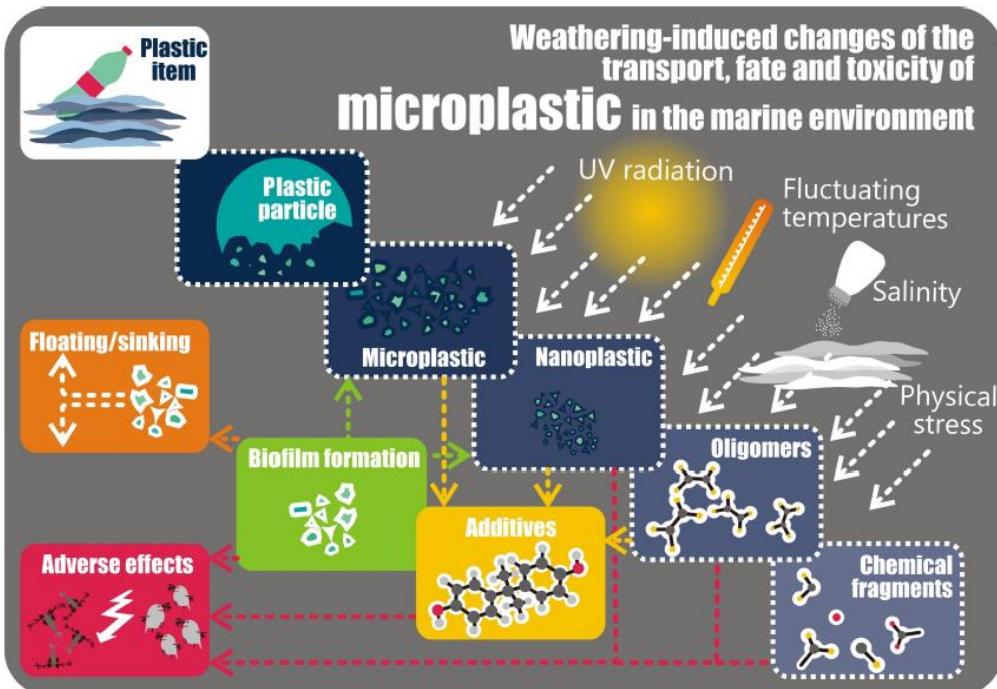


Fig.2. Processi di formazione delle microplastiche in mare secondo Jahnke et al., 2017.

Grazie alle loro caratteristiche dimensionali e strutturali le microplastiche sono prontamente disponibili per biota marino e il loro elevato rapporto superficie/volume facilita l'adesione di altri inquinanti (Barnes et al., 2009; Wagner et al., 2009; Talsness et al., 2009; Ashton et al., 2010; Cole et al., 2011). Oltre alle macro-plastiche, ingerite generalmente da cetacei, pesci, tartarughe ed uccelli marini anche le microplastiche sono "predate" dalla fauna marina; organismi come ad esempio lo zooplancton e i filter-feeders bentonici possono ingerire microplastiche attraverso predazione diretta o mediante le strutture filtranti come branchie e corone radiolari (Farrell e Nelson, 2013; Lusher et al., 2013; Piazzolla et al. 2020). Il consumo di plastica da parte degli organismi marini comporta preoccupanti risposte a livello fisiologico e comportamentale poiché diversi processi biologici come alimentazione, respirazione e riproduzione possono essere alterati (Gregory, 2009; Avio et al., 2015; Cole et al., 2015).

Inoltre, le particelle plastiche possono assorbire composti idrofobici persistenti come IPA, PCB e pesticidi facilitandone la mobilità negli ecosistemi acquatici (Bakir et al., 2014); questo favorisce il bioaccumulo e la biomagnificazione di ulteriori contaminanti nelle catene alimentari e contribuisce in maniera significativa all'insorgere di effetti biologici avversi come ad esempio la distruzione dei principali processi molecolari e cellulari (Cole et al., 2011; Syberg et al., 2015).

Studi recenti hanno evidenziato la presenza di circa 233.400 tonnellate di macroplastiche flottanti e 35.540 tonnellate di microplastiche negli oceani di tutto il mondo (Eriksen et al., 2014) I detriti di plastica galleggianti, una volta entrati nelle acque oceaniche, vengono trasportati e distribuiti attraverso le correnti oceaniche e i venti atmosferici. I grandi sistemi di correnti oceaniche, come gyre e vortici, intrappolano i detriti marini formando delle vere e proprie zone di accumulo che si presentano come sconfinate "isole di plastica" chiamate anche "isole di immondizia". I gyre sono generati dal vento superficiale, dalle correnti e dall'effetto Coriolis e creano giganteschi vortici d'acqua che si muovono lentamente; a causa della struttura e della persistenza dei rifiuti plastici, una volta entrati in un gyre essi possono rimanere intrappolati per lunghi periodi di tempo, con conseguente accumulo e concentrazione di rifiuti all'interno di questi sistemi. Ad oggi sono stati descritti cinque principali gyre oceanici il Nord Atlantico, il Sud Atlantico, il Nord Pacifico, il Sud Pacifico e il gyre dell'Oceano Indiano e purtroppo sono state documentate altrettante zone di accumulo più una sesta isola di immondizia che si sta formando nel Circolo Polare Artico.

Per il Mar Mediterraneo, Cózar et al. (2015) ha evidenziato la presenza di numerose aree di accumulo di detriti plastici con concentrazioni paragonabili a quelle osservate nei cinque gyre oceanici subtropicali e inoltre, Suaria et al. (2016) ha dimostrato che l'abbondanza di microplastiche nel Mar Mediterraneo è paragonabile a quella registrata negli oceani di tutto il mondo (Lebreton et al., 2012; Eriksen et al., 2014; Cózar et al., 2015; UNEP / MAP, 2015; Van Sebille et al., 2015).

La popolazione costiera (~ 160 milioni residenti nel 2012) e il turismo (~ 350 milioni di pernottamenti all'anno stimato nel 2012) (UNEP / MAP, 2012) in combinazione con le caratteristiche morfo-strutturali di questo mare (Robinson et al., 2001; Millot e Taupier-Letage, 2005) sono considerate le principali cause delle elevate quantità di rifiuti e materie plastiche registrate.

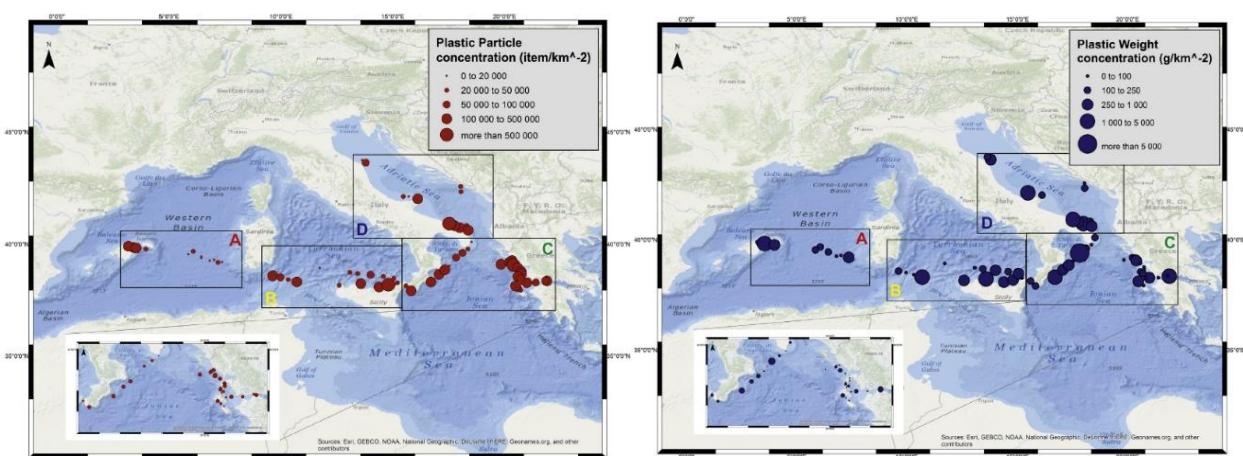


Fig.3. Concentrazione delle plastiche sulla superficie del Mediterraneo secondo Ruiz-Orejón et al., 2016.

In particolare, il mare Adriatico è un sottobacino stretto e allungato che gode di un elevato rapporto terra-mare (1,80) (Ludwig et al., 2009). Inoltre, questo bacino semi-chiuso è circondato da sette paesi (~ 3,5 milioni di abitanti nella zona costiera) ed in esso sfocano numerosi fiumi.

Dagli studi effettuati è emerso infatti che le sorgenti terrestri sono il primo input di rifiuti plastici nel Mare Adriatico (UNEP / MAP, 2015; Vlachogianni et al., 2017, 2018) con circa 4000

tonnellate/anno di rifiuti immessi in mare grazie all'apporto dei 62 fiumi principali. Per esempio, è stato dimostrato da uno studio condotto nel 2014, che il fiume Po scarica circa 46,3 frammenti di macro-rifiuti e 21.500 particelle di microplastiche al secondo nel Mare Adriatico per un totale di circa 120 tonnellate all'anno (Van der Wall et al., 2015). Queste condizioni portano ad un notevole accumulo di rifiuti marini e materie plastiche, come è stato riportato per le spiagge (Laglbauer et al., 2014; Munari et al., 2016; Poeta et al., 2016; Prevenios et al., 2018; Vlachogianni et al., 2018), per i fondali marini (Strafella et al., 2015; Pasquini et al., 2016; Mistri et al., 2017; Melli et al., 2017; Strafella et al., 2019) per la superficie del mare (Suaria e Aliani, 2014; Suaaria et al., 2016; Gajšt et al., 2016; Arcangeli et al., 2017), nel biota marino in relazione all'ingestione (Anastasopoulou et al., 2018; Digka et al., 2018; Pellini et al., 2018) o come vettore patogeno (Viršek et al., 2017). Sforzi per modellizzare il trasporto di galleggiamento delle materie plastiche nel mare Adriatico hanno dimostrato che lo studio della circolazione ciclonica prevalente e delle due correnti superficiali lungo la costa adriatica è fondamentale per determinare la distribuzione e il tempo di permanenza della plastica in questo bacino (Liubartseva et al., 2016; Carlson et al., 2017).

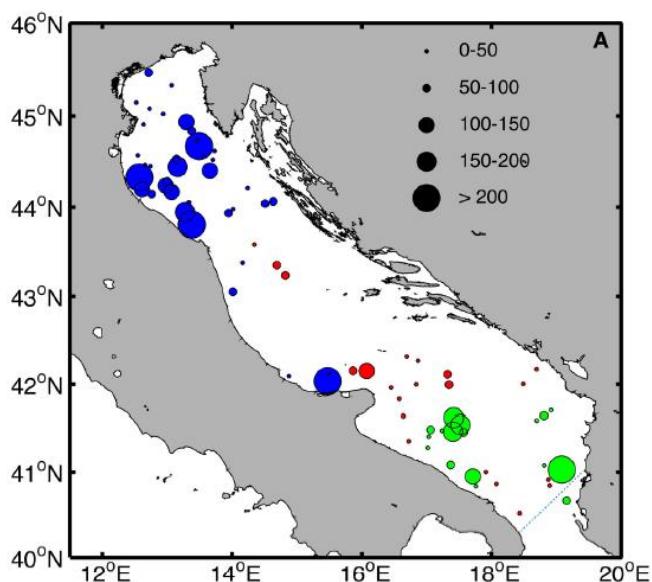


Fig.4. Abbondanza dei rifiuti di origine antropica nel Mare Adriatico secondo Carlson et al., 2017.

Nell'ambito della Attività 3.2 “Data collection for selected MacroAreas in Italy and Croatia and model implementation” relativa al progetto “INTERREG V A IT-HR CBC PROGRAMME 2017 NET4MPLASTIC, dal titolo: “New Technologies for macro and Microplastic Detection and Analysis in the Adriatic Basin” NET4mPLASTIC, abbiamo svolto la raccolta di dati ed informazioni relativi alla presenza, alla quantità e alla tipologia di plastiche e microplastiche nelle acque marine, nei sedimenti di spiaggia e nel biota del Bacino Adriatico. Tale raccolta, è stata effettuata utilizzando i dati disponibili presso gli organi nazionali competenti sulla materia, con particolare riferimento al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), attraverso il proprio organo tecnico-scientifico (ISPRA), al Ministero delle Politiche Agricole Alimentari, Forestali e del Turismo (MIPAAFT) e al Ministero della Salute.

I dati, relativi agli ultimi 5 anni di analisi e campionamenti, sono stati organizzati e catalogati in un archivio su file Microsoft Excel allo scopo di produrre una raccolta completa e chiara dei dataset disponibili. Inoltre, al fine sia di incrementare i dati disponibili sia di analizzare le differenti tecniche di campionamento utilizzate nel Bacino Adriatico, sono state raccolte ed archiviate le pubblicazioni scientifiche più recenti che hanno descritto le caratteristiche quali quantitative e la distribuzione dei rifiuti plastici in questo mare.

2 Descrizione dati raccolti e delle metodologie di campionamento.

2.1 Tipologia di dati raccolti, fonti e metodi di campionamento.

Nell'ambito della Attività 3.2 “Data collection for selected MacroAreas in Italy and Croatia and model implementation” è stata effettuata una raccolta dei dati relativi alla presenza, alla quantità e alla tipologia di plastiche e microplastiche nelle acque marine, nei sedimenti di spiaggia e nel biota del Bacino Adriatico.

La raccolta dei dati inerenti al marine litter nel bacino del Mar Adriatico è stata effettuata consultando il portale web *Sistema Informativo Centralizzato Dati di Monitoraggio MSFD* (Marine Strategy Framework Directive) <http://www.db-strategiamarina.isprambiente.it/app/#/>.

In particolare, dal portale web suddetto, sono stati consultati ed utilizzati:

- Il *Catalogo dei dati di monitoraggio a supporto del Report MSFD 2018*.
- I *Dati di monitoraggio MSFD raccolti dalle ARPA nel triennio 2015-2017*.

Sono risultati invece privi di dati:

- Il sito del Ministero della Salute <http://www.salute.gov.it/portale/home.html>
- Il sito del Ministero Delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali
<https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/20>.

I dati pubblici reperiti riguardano:

- (I) Microplastiche in acqua di mare.
- (II) Rifiuti spiaggiati.
- (III) Macro-litter flottante.

Si descrivono in seguito i metodi di campionamento utilizzati nei campionamenti:

(I) **Le Microplastiche superficiali** sono state raccolte tramite uno strumento da traino chiamato **Manta Trawl**. Questo strumento è composto da una bocca metallica a cui è fissato un retino di raccolta con maglia da 0.33 mm e viene trainato da imbarcazione a velocità costante (1-3 nodi) mediante l'utilizzo di transetti lineari. Questo campionatore è anche dotato di due ali laterali che gli permettono di spostarsi agevolmente a pelo d'acqua.

I transetti di campionamento vengono effettuati a differente distanza dalla costa per un tempo unitario di campionamento di circa 20 minuti, il campionamento è effettuato sempre controcorrente.

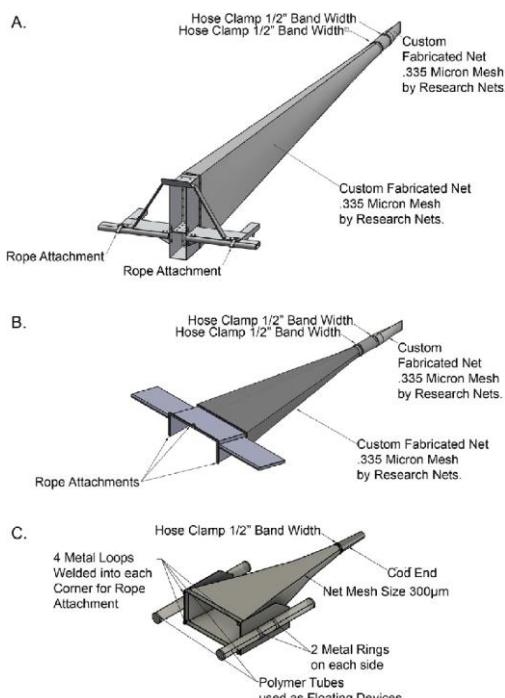


Fig.5. immagini di Manta Trawl tratti da Eriksen 2017.

- (II) I rifiuti spiaggiati sono analizzati tramite **censimento visuale** sulla spiaggia; vengono effettuati un numero costante di transetti lineari orizzontali e/o verticali (30-100m) alla spiaggia su cui si spostano uno o più operatori indagando l'arenile per tutta la sua estensione. I rifiuti riscontrati lungo il transetto vengono catalogati, contati ed in seguito raccolti e pesati.

Alla fine del campionamento si otterrà una stima quali quantitativa (numero o peso) in una determinata area (m^2 o km^2).



Fig.6. Varie tipologie di rifiuti spiaggiati sulle coste del Mediterraneo (Ph. Andrea Bonifazi).

E' riportata in seguito la tabella riassuntiva delle categorie dei rifiuti spiaggiati:

Valore	Descrizione	Macro Categoria
IT1	Buste, shopper, buste immondizia/ piccoli sacchetti di plastica, ad es, sacchetti freezer/ parte centrale rotolo a strappo di buste di plastica	Plastica e Polistirene
IT2	Flaconi e contenitori di prodotti cosmetici (creme solari)/ bottiglie e contenitori di detergenti e detersivi	Plastica e Polistirene
IT3	Bottiglie e contenitori di olio motore	Plastica e Polistirene
IT4	Parti di auto e moto	Plastica e Polistirene
IT5	Accendini	Plastica e Polistirene
IT6	Penne e/o loro cappuccio	Plastica e Polistirene
IT7	Cannucce e agitatori (bar)/ posate/ piatti di plastica/ bicchieri di plastica e coperchi/ sacchetti di patatine, dolciumi/ anelli di plastica di tappi di bottiglia/ tappi e coperchi/ contenitori per alimenti (es. porta hamburger)/ bottiglie per bevande e contenitori/ imballaggi porta lattine da 4/6 anelli/ stecchi di leccalecca	Plastica e Polistirene
IT8	Guanti (guanti di gomma industriale/ professionale)/ guanti uso domestico	Plastica e Polistirene
IT9	Parabordi/galleggianti/ boe	Plastica e Polistirene
IT10	Fascette plastiche per giardinaggio/vivai/ fascette e bande plastiche imballaggi	Plastica e Polistirene
IT11	Scarpe/sandali/ occhiali/occhiali da sole/ pettini/ spazzole per capelli	Plastica e Polistirene
IT12	Spugna sintetica/caschi/elmetti/ fibre di vetro/ imballaggi industriali, teli di plastica/ sacchi a rete per vegetali (es. patate, arance)/ sacchi di fertilizzanti/ mangimi per animali	Plastica e Polistirene
IT13	CD/involucro CD/ tubi luminosi fosforescenti (tubi con liquido)/ giocattoli o parti di essi	Plastica e Polistirene
IT14	Vasi in plastica/ secchi/ cassette e ceste/ taniche (contenitori di plastica con maniglia)	Plastica e Polistirene
IT15	Scatole e cassette per il pesce in polistirolo	Plastica e Polistirene
IT16	Contenitori in plastica per esche/ fili e lenze da pesca in nylon (pesca)/ /scatole e cassette per il pesce in plastica/ reti e pezzi di rete/ corde e cime	Plastica e Polistirene
IT17	Panieri e cestelli per la coltivazione di ostriche/ reti o sacchi per mitili o ostriche (calze)/ targhette di plastica usate in acquacoltura o pesca/ nasse	Plastica e Polistirene
IT18	Altri oggetti di polistirolo	Plastica e Polistirene
IT19	Altre oggetti/frammenti di plastica	Plastica e Polistirene
IT20	Palloncini gonfiabili, inclusi valvole, nastri, cordini/ palloni	Gomma
IT21	Stivali, calosce	Gomma
IT22	Pneumatici/ camere d'aria	Gomma

IT23	Elastici (uso domestico/postale)	Gomma
IT24	Altri pezzi di gomma	Gomma
IT25	Tappezzeria/moquette/ sacchi di juta/ tela	Tessuti
IT26	Zaini e borse/ scarpe e sandali/ abbigliamento (abbigliamento/cappelli/asciugamano)	Tessuti
IT27	Altri prodotti/parti o filamenti tessili	Tessuti
IT28	Buste/sacchetti di carta	Carta cartone
IT29	Cartoni/ giornali e riviste/ frammenti di carta	Carta cartone
IT30	Contenitori Tetrapack/ bicchieri/ tazze di carta, vaschette per alimenti	Carta cartone
IT31	Pacchetti di sigarette o parti	Carta cartone
IT32	Mozziconi di sigaretta e filtri	Carta cartone
IT33	Altri articoli di carta	Carta cartone
IT34	Tappi di sughero	Legno
IT35	Cassette	Legno
IT36	Bastoncini stecco ghiaccioli	Legno
IT37	Altro legno lavorato/trasformato/ pallets/ manufatti	Legno
IT38	Bombolette spray	Metallo
IT39	Tappi di bottiglie/coperchi/ lattine bevande/ barattoli o lattine alimentari/Vaschette e carta di alluminio (carta stagnola)	Metallo
IT40	Apparecchi elettrici/ elettrodomestici/ batteria auto/ moto/ camion/ cavi	Metallo
IT41	Piombi/pesi da pesca/ami	Metallo
IT42	Rottami/scarti industriali	Metallo
IT43	Fusti, bombole, barili, bidoni, latte di olio	Metallo
IT44	Bidone, barattoli, latte di vernice	Metallo
IT45	Filo, rete metallica, filo spinato	Metallo
IT46	Batterie uso domestico	Metallo
IT47	Altri pezzi/frammenti di metallo	Metallo
IT48	Bottiglie/ piatti e tazze/ barattoli	Vetro/ceramica
IT49	Lampadine tubi fluorescenti	Vetro/ceramica
IT50	Materiale da costruzione (calcinacci,mattoni)	Vetro/ceramica
IT51	Altri articoli/frammenti di vetro/ceramica	Vetro/ceramica
IT52	Preservativi	Rifiuti sanitari
IT53	Cotton fioc bastoncini	Rifiuti sanitari
IT54	Assorbenti igienici slip/ rivestimenti/ supporto strisce/ pannolini/ tamponi e applicatori di tamponi	Rifiuti sanitari
IT55	Altri articoli sanitari	Rifiuti sanitari
IT56	Contenitori/ tubi/ blister medicinali	Rifiuti medici
IT57	Siringhe/ aghi	Rifiuti medici
IT58	Altri articoli medicali (tamponi, bendaggi, ecc)	Rifiuti medici
IT59	Escrementi di cane in sacchetto	Feci

Tab.1. Categorie dei rifiuti spiaggiati secondo MSFD.

- (III) Il macro-litter flottante è analizzato mediante **conta diretta da imbarcazione**; uno o più operatori si muovono a velocità costante (1-3 nodi) lungo un transetto orizzontale contando e catalogando i rifiuti che galleggiano a pelo d'acqua.
- Il dato finale è rappresentato dalla stima delle abbondanze al m²/km² in base alle caratteristiche e all'estensione dell'area analizzata.



Fig.7. Macro-litter flottante in un porto del Mediterraneo.

2.2 Struttura dell'archivio dati.

I dati e la bibliografia sono stati inseriti all'interno di una cartella principale nominata:

“Attività 3.2 progetto NET4mPIASTIC”.

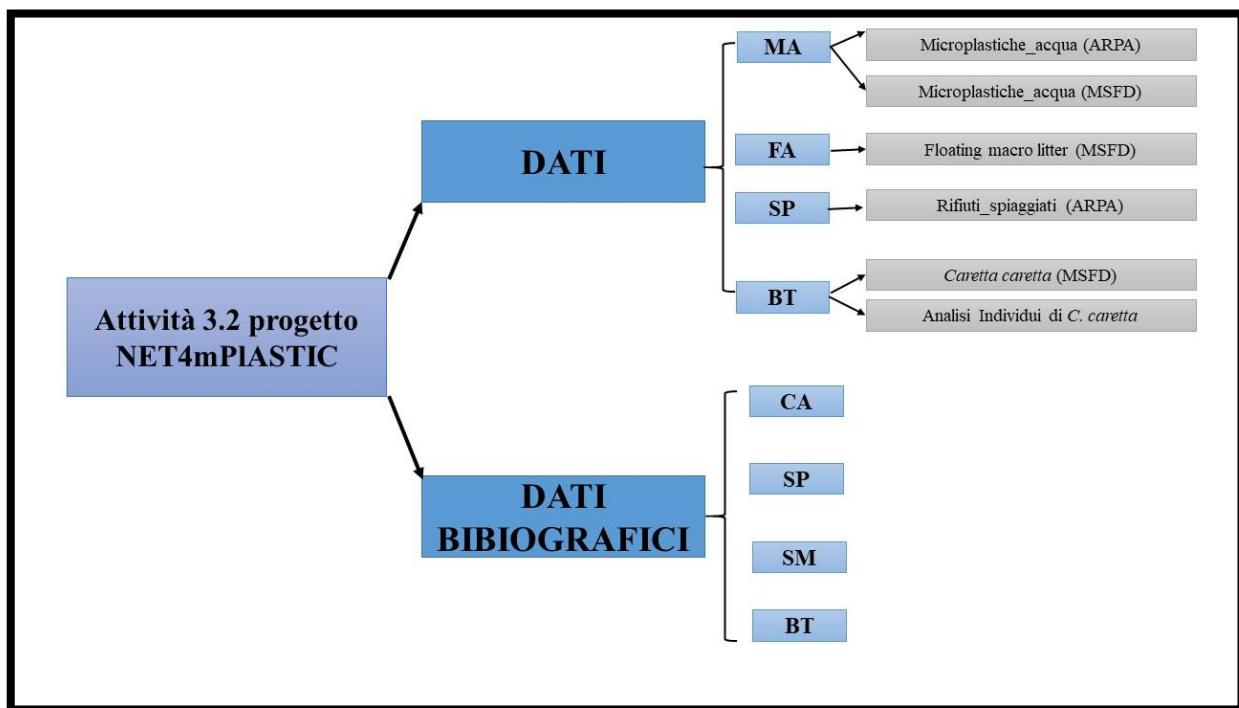


Fig.8. Schema riassuntivo dell'archivio dati raccolto.

All'interno della cartella principale sono presenti 2 sottocartelle:

- **Dati:** in cui sono riportati i file Excel suddivisi per comparto ambientale:
 - **MA:** micro-litter in colonna d'acqua.
 - **FA:** macro-litter flottante, per questo comparto è stata trovata solo la distribuzione spaziale dei rifiuti flottanti in Adriatico (items/100 m).
 - **SP:** rifiuti spiaggiati.
 - **BT:** biota, in cui sono stati inseriti dati su *Caretta caretta* (file Excel + relazione descrittiva degli esemplari catturati in tutto il Mediterraneo).

All'interno di ogni comparto i file sono stati suddivisi in base alla **fonte** indicando con:

- **MSFD:** dati raccolti nel Cat. dei dati di monitoraggio a supporto del Report MSFD 2018.
- **ARPA:** dati raccolti dalle ARPA regionali nel triennio 2015-2017.

- **Dati bibliografici:** in cui sono riportate le 24 pubblicazioni raccolte suddivise per comparto ambientale
 - **CA:** colonna d'acqua.
 - **SP:** rifiuti spiaggiati.
 - **SM:** sedimenti marini.
 - **BT:** biota.

Le pubblicazioni sono catalogate in ordine alfabetico secondo il primo autore di riferimento.

3 Struttura dei file Excel.

È di seguito descritta la struttura di ogni file Excel prodotto:

Microplastiche-acqua (ARPA): il file riporta diversi fogli, in ognuno dei quali sono riportate le informazioni per ogni singola regione bagnata dal Mar Adriatico:

- Abruzzo.
- Basilicata.
- Puglia.
- Friuli Venezia Giulia.
- Marche.
- Molise.
- Veneto.
- Emilia Romagna.

E' presente inoltre un foglio "Readme" nel quale sono dettagliate le informazioni riportate in ogni colonna del file Excel.

Tab.2. Informazioni riportate nel foglio "Readme" del file Microplastiche_acqua(ARPA).

Regione	Regione nella quale sono stati effettuati i campionamenti
Stazione_JD	Nome della stazione (transetto) di campionamento
Anno	Anno durante il quale è stato effettuato il campionamento
Mese	Mese durante il quale è stato effettuato il campionamento
Giorno	Giorno durante il quale è stato effettuato il campionamento
Orario	Orario durante il quale è stato effettuato il campionamento
Lat_iniziale	Latitudine iniziale del campionamento. Gradi decimali, wgs84
Long_iniziale	Longitudine iniziale del campionamento. Gradi decimali, wgs84
Lat_finale	Latitudine finale del campionamento. Gradi decimali, wgs84
Long_finale	Longitudine finale del campionamento. Gradi decimali, wgs84
Prof_stazione_m	Profondità del battente d'acqua relativo alla stazione di partenza, m
Forma	Forma oggetto ritrovato
Colore	Colore oggetto ritrovato
Numeri_oggetti_ritrovati	Numero di oggetti ritrovati (su m3 d'acqua)
Stato_del_mare	Douglas
Vento	Beaufort
Direzione_vento	Direzione in °N
Numeri_giri_flussimetro	Numero giri flussimetro
Costante_flussimetro	Costante
Veloc_imbarcazione	Nodi
Volumen_filtrato	m3

Microplastiche-acqua (MSFD): il file riporta i due fogli “Abbondanze” e “Colori” in ognuno dei quali sono riportate le informazioni per tutte le regioni bagnate dal Mar Adriatico:

- Abruzzo.
- Basilicata.
- Puglia.
- Friuli Venezia Giulia.
- Marche.
- Molise.
- Veneto.
- Emilia Romagna.

E' presente un terzo foglio "Readme" nel quale sono dettagliate le informazioni riportate nei due fogli principali e nelle colonne del file Excel.

Tab.3. Informazioni riportate nel foglio “Readme” del file Microplastiche_acqua(MSFD).

ABBONDANZE	
Regione	Regione nella quale sono stati effettuati i campionamenti
Nome_stazione	Nome della stazione di campionamento
Lat	Gradi decimali, wgs84
Long	Gradi decimali, wgs84
Profondità	Profondità m
Anno	Anno durante il quale è stato effettuato il campionamento
Mese	Mese durante il quale è stato effettuato il campionamento
N_items/m³	numero di oggetti ritrovati su volume di acqua
Sfera	Numero Sfera su m³ di acqua
Filamento	Numero Filamento su m³ di acqua
Frammento	Numero Frammento su m³ di acqua
Foglio	Numero Foglio su m³ di acqua
Volume_filtrato	m³ di acqua
N_items_totale/totale_volume_filtrato	Totale degli oggetti ritrovati su m³ di acqua
Microplastiche/m²	Microplastiche/m²
Superficie_H₂O	m²

COLORI	
Regione	Regione nella quale sono stati effettuati i campionamenti
NationalStationID	Nome della stazione di campionamento
Lat	Gradi decimali, wgs84
Long	Gradi decimali, wgs84
Anno	Anno durante il quale è stato effettuato il campionamento
Mese	Mese durante il quale è stato effettuato il campionamento
Giorno	Giorno durante il quale è stato effettuato il campionamento
Forma	Forma oggetti ritrovati
Colore	Colore oggetti ritrovati
Num_oggetti	Num_oggetti (su m³ di acqua)

Rifiuti_spiaggiati(ARPA): il file riporta diversi fogli, in ognuno dei quali sono riportate le informazioni per ogni singola regione bagnata dal Mar Adriatico:

- Abruzzo.
- Basilicata.
- Puglia.
- Friuli Venezia Giulia.
- Marche.
- Molise.
- Veneto.
- Emilia Romagna.

Sono presenti inoltre un foglio “Readme” nel quale sono dettagliate le informazioni riportate in ogni foglio regionale e il foglio “lista_categorie_rifiuti” nel quale, per ogni categoria di rifiuto, sono riportate descrizione e macrocategoria.

Tab.4. Informazioni riportate nel foglio “Readme” del file Rifiuti_spiaggiati(ARPA).

ID_Stazione	Nome della stazione (transetto) di campionamento
ID_campione	Nome del campione
Lat_iniziale	Latitudine iniziale del campionamento. Gradi decimali, WGS84
Long_iniziale	Longitudine iniziale del campionamento. Gradi decimali, WGS84
Lat_finale	Latitudine finale del campionamento. Gradi decimali, WGS84
Long_finale	Longitudine finale del campionamento. Gradi decimali, WGS84
Lunghezza	Lunghezza del transetto m
Anno	Anno durante il quale è stato effettuato il campionamento
Mese	Mese durante il quale è stato effettuato il campionamento
Giorno	Giorno durante il quale è stato effettuato il campionamento
Orario	Orario durante il quale è stato effettuato il campionamento
ID_Categoria_Rifiuto	Codice identificativo della categoria di rifiuto. La lista è riportata nel foglio “lista_categoria_rifiuti”
Numero_oggetti	Numero di oggetti ritrovati per ogni categoria di rifiuto

Valore	Descrizione	Macro Categoria
IT1	Buste, shopper, buste immondizia/ piccoli sacchetti di plastica, ad es, sacchetti freezer/ parte centrale rotolo a strappo di buste di plastica	Plastica e Polistirene
IT2	Flaconi e contenitori di prodotti cosmetici (creme solari)/ bottiglie e contenitori di detergenti e detersivi	Plastica e Polistirene
IT3	Bottiglie e contenitori di olio motore	Plastica e Polistirene
IT4	Parti di auto e moto	Plastica e Polistirene
IT5	Accendini	Plastica e Polistirene
IT6	Penne e/o loro cappuccio	Plastica e Polistirene
IT7	Cannucce e agitatori (bar)/ posate/ piatti di plastica/ bicchieri di plastica e coperchi/ sacchetti di patatine, dolciumi/ anelli di plastica di tappi di bottiglia/ tappi e coperchi/ contenitori per alimenti (es. porta hamburger)/ bottiglie per bevande e contenitori/ imballaggi porta lattine da 4/6 anelli/ stecchi di leccalecca	Plastica e Polistirene
IT8	Guanti (guanti di gomma industriale/ professionale)/ guanti uso domestico	Plastica e Polistirene
IT9	Parabordi/galleggianti/ boe	Plastica e Polistirene
IT10	Fascette plastiche per giardinaggio/vivai/ fascette e bande plastiche imballaggi	Plastica e Polistirene
IT11	Scarpe/sandali/ occhiali/occhiali da sole/ pettini/ spazzole per capelli	Plastica e Polistirene
IT12	Spugna sintetica/caschi/elmetti/ fibre di vetro/ imballaggi industriali, teli di plastica/ sacchi a rete per vegetali (es. patate, arance)/ sacchi di fertilizzanti/ mangimi per animali	Plastica e Polistirene
IT13	CD/involucro CD/ tubi luminosi fosforescenti (tubi con liquido)/ giocattoli o parti di essi	Plastica e Polistirene
IT14	Vasi in plastica/ secchi/ cassette e ceste/ taniche (contenitori di plastica con maniglia)	Plastica e Polistirene
IT15	Scatole e cassette per il pesce in polistirolo	Plastica e Polistirene
IT16	Contenitori in plastica per esche/ fili e lenze da pesca in nylon (pesca)/ /scatole e cassette per il pesce in plastica/ reti e pezzi di rete/ corde e cime	Plastica e Polistirene
IT17	Panieri e cestelli per la coltivazione di ostriche/ reti o sacchi per mitili o ostriche (calze)/ targhette di plastica usate in acquacoltura o pesca/ nasse	Plastica e Polistirene
IT18	Altri oggetti di polistirolo	Plastica e Polistirene
IT19	Altre oggetti/frammenti di plastica	Plastica e Polistirene
IT20	Palloncini gonfiabili, inclusi valvole, nastri, cordini/ palloni	Gomma
IT21	Stivali, calosce	Gomma
IT22	Pneumatici/ camere d'aria	Gomma
IT23	Elastici (uso domestico/postale)	Gomma
IT24	Altri pezzi di gomma	Gomma
IT25	Tappezzeria/moquette/ sacchi di juta/ tela	Tessuti
IT26	Zaini e borse/ scarpe e sandali/ abbigliamento (abbigliamento/cappelli/asciugamano)	Tessuti

IT27	Altri prodotti/parti o filamenti tessili	Tessuti
IT28	Buste/sacchetti di carta	Carta cartone
IT29	Cartoni/ giornali e riviste/ frammenti di carta	Carta cartone
IT30	Contenitori Tetrapack/ bicchieri/ tazze di carta, vaschette per alimenti	Carta cartone
IT31	Pacchetti di sigarette o parti	Carta cartone
IT32	Mozziconi di sigaretta e filtri	Carta cartone
IT33	Altri articoli di carta	Carta cartone
IT34	Tappi di sughero	Legno
IT35	Cassette	Legno
IT36	Bastoncini stecco ghiaccioli	Legno
IT37	Altro legno lavorato/trasformato/ pallets/ manufatti	Legno
IT38	Bombolette spray	Metallo
IT39	Tappi di bottiglie/coperchi/ lattine bevande/ barattoli o lattine alimentari/Vaschette e carta di alluminio (carta stagnola)	Metallo
IT40	Apparecchi elettrici/ elettrodomestici/ batteria auto/ moto/ camion/ cavi	Metallo
IT41	Piombi/pesi da pesca/ami	Metallo
IT42	Rottami/scarti industriali	Metallo
IT43	Fusti, bombole, barili, bidoni, latte di olio	Metallo
IT44	Bidone, barattoli, latte di vernice	Metallo
IT45	Filo, rete metallica, filo spinato	Metallo
IT46	Batterie uso domestico	Metallo
IT47	Altri pezzi/frammenti di metallo	Metallo
IT48	Bottiglie/ piatti e tazze/ barattoli	Vetro/ceramica
IT49	Lampadine tubi fluorescenti	Vetro/ceramica
IT50	Materiale da costruzione (calcinacci,mattoni)	Vetro/ceramica
IT51	Altri articoli/frammenti di vetro/ceramica	Vetro/ceramica
IT52	Preservativi	Rifiuti sanitari
IT53	Cotton fioc bastoncini	Rifiuti sanitari
IT54	Assorbenti igienici slip/ rivestimenti/ supporto strisce/ pannolini/ tamponi e applicatori di tamponi	Rifiuti sanitari
IT55	Altri articoli sanitari	Rifiuti sanitari
IT56	Contenitori/ tubi/ blister medicinali	Rifiuti medici
IT57	Siringhe/ aghi	Rifiuti medici
IT58	Altri articoli medicali (tamponi, bendaggi, ecc)	Rifiuti medici
IT59	Escrementi di cane in sacchetto	Feci

Tab.5. CATEGORIA DI RIFIUTI SECONDO MSFD.

Floating_macrolitter (MSFD): il file riporta unicamente un foglio nel quale sono riportate le abbondanze medie di macro-litter flottante nel bacino del Mar Adriatico.

Monitoring period 2013-2016	
Item/100 m	Adriatic
min	0,8
max	24,3
mean	4,7
Er.st.	0,47

Tab.6. Abbondanze macro-litter in Adriatico secondo MSFD.

Caretta caretta (MSFD): in questo file Excel sono descritti i contenuti stomacali di 150 esemplari di *C. caretta* pescati/catturati accidentalmente in tutto il Bacino Mediterraneo.

N.B: Questo file Excel non è stato modificato rispetto all'originale proposto da MSFD e presenta alcune lacune nei dati.

Il file comprende 6 fogli in cui sono descritti:

- Parametri chimici: in questo foglio sono riportate le concentrazioni dei parametri chimici (HCB, PCBs, DDTs) nel fegato e nell'adipe degli organismi analizzati.
- Litter: in questo foglio è riportate le caratteristiche quali-quantitative del litter contenuto in stomaco e intestino.
- DD-stazioni: tabella riassuntiva dati stazioni.
- DD-parametri morfometrici: tabella riassuntiva dati morfometrici.
- DD-parametri chimici: tabella riassuntiva dati chimici.
- DD- litter: tabella riassuntiva delle tipologie di litter.

Campo	Descrizione	Liste di valori
SampleID	codice identificativo univoco	
Species	Nome scientifico della specie	
G.I	suddivisione del tratto gastrointestinale	esofago, stomaco, intestino,
type of litter	Industrial plastic : possono essere pellets, gocce o granuli, ma anche dischi o rettangoli ecc.	IND
	User plastics (USE) sheetlike (she) buste di plastica e parti, fogli, ogni materiale plastico in lamina, ecc.	USE_she
	User plastics (USE) threadlike (thr) corde, reti, fili di nylon ecc.	USE_thr
	User plastics (USE) foamed (foa) parti di imballaggi, schiume plastiche espansate, oggetti di poliuretano o polistirolo, ecc.	USE_foa
	User plastics (USE) fragments (fra) frammenti rigidi di oggetti plastici come parti di bottiglie, scatole, giocattoli, accendini ecc.	USE_fra
	User plastics (USE) other (oth) oggetti plastici non catalogati come sopra, tipo filtri di sigarette, gomme, elastici, ecc.	USE_oth
	Rubbish (RUB) paper (pap) carta e cartone, compresi fogli di alluminio, carta argentata e altro materiale di imballaggio non plastico.	RUB_pap
	Rubbish (RUB) kitchenfood (kit) rifiuti vari derivanti dall'alimentazione umana	RUB_kit
	Rubbish (RUB) varius rubbish (rva) legno lavorato, pezzi di metallo, ecc.	RUB_rva
	Rubbish (RUB) fishhook (hoo) ami da pesca	RUB_hoo
color	Colore delle microplastiche, inserire uno dei valori della lista	bianche nere rosse blu verdi trasparenti altro colore
items	Numero di oggetti della tipologia e del colore indicato	
weight	peso del litter	
unit	unità di misura	
Remarks	note	

Tab.7. Categorie di litter in *C. caretta*.

Al file Excel è associato un documento PDF nominato “Analisi degli individui di *C. caretta*” in cui sono descritte le caratteristiche morfologiche di alcuni esemplari analizzati

4 Dati bibliografici.

4.1 Tipologia di dati raccolti.

Al fine di incrementare i dati disponibili sono stati selezionati e archiviati i lavori scientifici prodotti negli ultimi 5 anni che hanno descritto la distribuzione e l'abbondanza dei rifiuti plastici nel Mare Adriatico. Sono stati selezionati un totale di 24 studi scientifici sulla base dei 4 compatti ambientali studiati: acqua, sedimenti marini, spiagge e biota. Ogni lavoro è stato analizzato al fine di evidenziare gli highlights dello studio e di descrivere le tecniche di campionamento utilizzate.

4.2 Struttura dell'archivio dati.

Le pubblicazioni sono state inserite nella cartella “DATI BIBLIOGRAFICI” che si trova all'interno della cartella principale.

La cartella è suddivisa in 4 sottocartelle principali sulla base dei 4 compatti ambientali analizzati:

- Acqua.
- Sedimenti marini.
- Spiagge.
- Biota.

Le pubblicazioni sono state archiviate secondo ordine alfabetico del primo autore di riferimento.

4.3 Tabelle riassuntive.

Di seguito è riportata una tabella riassuntiva che descrive le 24 pubblicazioni analizzate con un particolare focus su area di studio, tecniche di campionamento e risultati finali.

4.3.1 Acqua-floccanti.

Numerosi studi sono stati effettuati nel Bacino Adriatico allo scopo di quantificare e catalogare i rifiuti plastici flottanti (macro e microplastiche) e di identificare la presenza di potenziali aree di accumulo. I campionamenti superficiali sono stati effettuati utilizzando due metodi principali: il **Manta trawl** è stato utilizzato per le microplastiche, questo campionatore, che viene trainato da imbarcazione, consiste in una struttura di supporto dotata di divergenti alari a cui è fissato un retino a maglia stretta; le macro-plastiche invece sono state censite attraverso **avvistamento da imbarcazione**. La dispersione e il trasporto delle plastiche sulla superficie del Mare Adriatico è stato anche analizzato attraverso l'ausilio di simulazioni numeriche e modelli previsionali come il modello lagrangiano MEDSLIK-II. I dati raccolti hanno descritto una situazione critica per questo bacino semichiuso ed hanno evidenziato la presenza di numerose zone di accumulo lungo le coste adriatiche (Liubartseva et al., 2015, Ruiz-Orejón et al., 2016) come ad esempio l'area antistante la Laguna Veneta e la Foce del Po (Vianello et al., 2018).

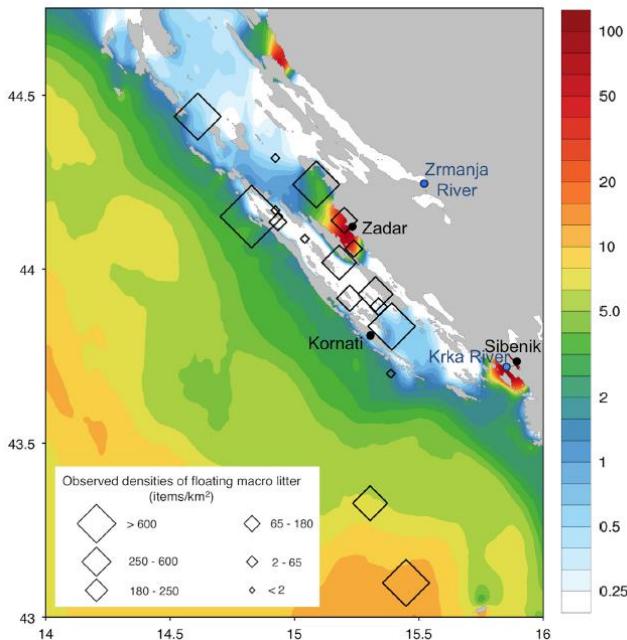


Fig. 9. Distribuzione e concentrazione del litter flottante in Croazia secondo Palatinus et al., 2019.

La morfologia del Bacino Adriatico, la presenza di numerose foci fluviali e l'antropizzazione costiera sono le principali cause che concorrono all'incremento costante di inquinanti plastici in mare. Il Fiume Po è sicuramente uno dei principali imput di macro e microplastiche ed è stato stimato che scarica circa 46,3 frammenti di macro-rifiuti e 21.500 particelle di microplastiche al secondo nel Mare Adriatico per un totale di circa 120 tonnellate all'anno (Van der Wall et al., 2015). Altri studi hanno evidenziato che il turismo, la pesca e il diporto sono un ulteriore fonte di materiale plastico (Carlson et al., 2017) e in alcuni casi sono state osservate abbondanze di microplastiche significativamente più alte in prossimità della costa (≤ 4 km) rispetto alle acque al largo (> 4 km), questa tendenza sembra influenzare anche i frammenti di macroplastica di piccole dimensioni (2,5–5 cm) (Zeri et al., 2018).

Dal punto di vista qualitativo i polimeri più frequentemente ritrovati sono stati il polietilene e il polipropilene, la presenza di alcuni rari polimeri e cere utilizzati negli alimenti e l'odontoiatria ha indicato inoltre che gli impianti di trattamento delle acque reflue sono potenziali fonti di microplastiche nel Bacino Adriatico (Gajšt et al., 2016, Zeri et al., 2018).

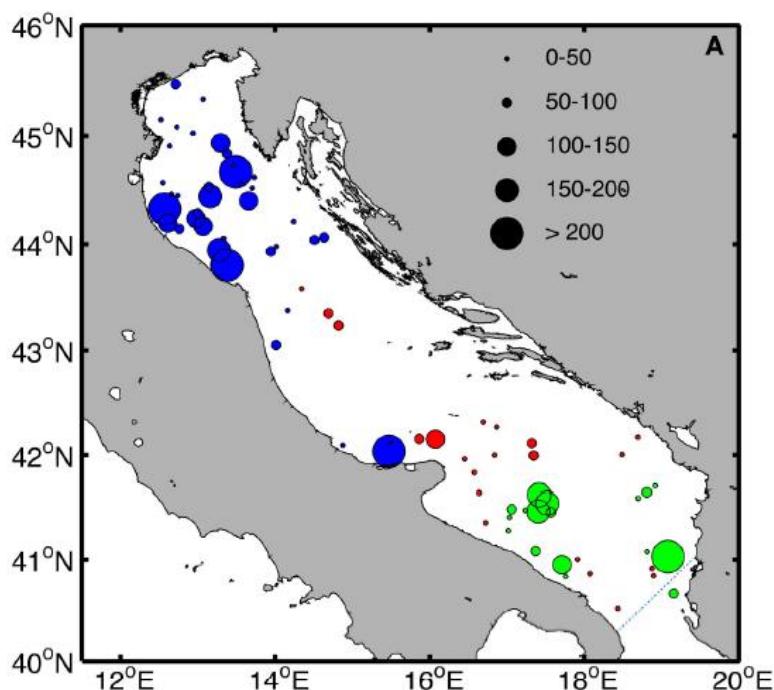


Fig.10. Abbondanza dei rifiuti di origine antropica nel Mare Adriatico secondo Carlson et al., 2017.

AUTORE	LOCALITA'	METODO DI CAMPIONAMENTO	RISULTATI
Palatinus et al., 2019	Croazia, arcipelagi di Kvarner-Velebit e Zadar-Šibe	Manta trawl e avvistamenti (micro e macrolitter) Benna Van veen (substrati)	I risultati hanno mostrato una media calcolata delle abbondanze di macro-floppanti (175 articoli / km ²), micro-floppanti (127 mila particelle / km ²) e nei substrati (36 particelle / 100 g di peso secco). Questi dati mostrano valori simili a quelli di altri studi pubblicati dal Mar Mediterraneo. E' stata inoltre osservata una correlazione statisticamente significativa ($p < 0,01$) tra le abbondanze di microframmenti floppanti e le abbondanze di microframmenti nei sedimenti di fondo in alcune aree dell'arcipelago.
Zeri et al., 2018	Adriatico Settentrionale, Croazia ed Italia	Manta trawl (microplastiche) Avvistamento da imbarcazione (macroplastiche)	Le abbondanze di macro e microplastiche sono state determinate nel Mare Adriatico seguendo il protocollo MSFD TG10. Le aree studiate hanno incluso golfi popolati, sbocchi fluviali e acque offshore in cinque paesi dell'Adriatico. L'uso di piccole navi ha permesso di rilevare plastiche di piccole dimensioni (2,5-5 cm) e registrare densità medie di macroplastiche di 251 ± 601 articoli km ⁻² , un ordine di grandezza superiore a quello precedentemente descritti in bibliografia. Il campionamento con Manta trawl (microplastiche) ha evidenziato un'abbondanza media di 315.009 ± 568.578 articoli km ⁻² (217 ± 575 g km ⁻²). Sono state registrate abbondanze di microplastiche significativamente più alte in prossimità della costa (≤ 4 km) rispetto alle acque al largo (> 4 km) e questa tendenza sembra influenzare anche i frammenti di macro-plastica di piccole dimensioni (2,5-5 cm). I polimeri dominanti erano polietilene e polipropilene mentre la presenza di alcuni rari polimeri e cere utilizzati negli alimenti e l'odontoiatria ha indicato gli impianti di trattamento delle acque reflue come potenziali fonti di microplastiche.
Vianello et al., 2018	Alto Adriatico, aree antistanti Venezia e Foce del Po	Manta trawl (microplastiche)	Questo studio ha fornito le prime prove relative alla presenza di microplastiche galleggianti lungo la costa veneta, contribuendo alla conoscenza della loro distribuzione e abbondanza nel Nord Adriatico. In particolare, è stata osservata la presenza di una zona di convergenza all'esterno della Laguna Veneta ed è stato evidenziato il contributo del fiume Po nell'area. La presenza del fiume comporta la formazione di picchi occasionali nelle concentrazioni di microplastica superiori a quanto riportato di altri autori per il Bacino Adriatico. La distribuzione irregolare di

			microplastiche osservate in quest'area può essere correlata alla variabilità idrodinamica, meteorologica e morfologica dell'area.
Carlson et al., 2017	Tutto il bacino Adriatico	Avvistamento da imbarcazione (macroplastiche) associato a modelli previsionali (Lagrangian particle tracking)	Questo studio ha evidenziato che i macro-rifiuti di origine antropogenica hanno origine in gran parte da fonti costiere vicine ai centri abitati. Il loro trasporto è legato circolazione ciclonica superficiale fino a quando non fuoriescono dalla costa sud-occidentale italiana.
Ruiz-Orejòn et al., 2016	Tutto il Mediterraneo, in Adriatico Puglia e Marche	Manta trawl (microplastiche)	La plastica galleggiante è stata osservata in tutti i siti campionati, con concentrazione di 579,3 g dw km ⁻² (valore massimo di 9298,2 g dw km ⁻²) e abbondanze stimate di circa 147.500 articoli km ⁻² (la concentrazione massima era di 1.164.403 articoli km ⁻²). La distribuzione dimensionale ha mostrato microplastiche (<5 mm) in tutti i campioni. Le particelle più abbondanti avevano una superficie di circa 1 mm ² (la dimensione delle maglie era 333 mm). La stima generale ottenuta ha evidenziato un valore totale di 1455 tonnellate dw di plastica galleggiante in tutta la regione del Mediterraneo. Lo studio ha anche osservato la presenza di numerose zone di accumulo.
Gajšt et al., 2016	Adriatico Settentrionale, Golfo di Trieste e Slovenia	Il campionamento sup. è stato condotto utilizzando una rete epineustonica con apertura della bocca di 0,6 m × 0,15 m, 1,5 m di lunghezza e una dimensione delle maglie di 300 µm. La rete è stata rimorchiata lungo la barca, con una velocità media di circa 3 nodi per circa 20 min.	Nei campioni analizzati è stata riscontrata un'alta concentrazione media di 406 × 103 particelle MP / km ² e oltre l'80% delle particelle sono state identificate come polietilene. Ciò dimostra che il settore sloveno del Mare Adriatico presenta una concentrazione di microplastiche tra le più alte registrate Mediterraneo evidenziando la situazione critica di questo mare.
Liubartseva et al., 2016	Tutto il bacino Adriatico	Simulazione di flussi attraverso il modello lagrangiano MEDSLIK-II	Le concentrazioni di materiale plastico sulla superficie del mare e i loro flussi sulle coste sono state simulate nel periodo 2009-2015 attraverso combinazioni di input di rifiuti terrestri e marittimi e il modello lagrangiano MEDSLIK-II. I risultati di questo modello mostrano che la costa del Delta del Po riceve un flusso di plastica di circa 70 kg (km giorno) ⁻¹ . E' stata inoltre evidenziata la presenza di un area di accumulo altamente inquinata (detriti galleggianti N10 g km ⁻²).

4.3.2 Sedimenti marini.

Anche gli studi che hanno analizzato le concentrazioni di materiale plastico all'interno dei sedimenti marini hanno evidenziato una situazione particolarmente critica per il Mare Adriatico; infatti, alcuni autori hanno osservato che la densità media dei rifiuti bentonici è di 913 ± 80 articoli / km², classificando l'Adriatico come uno dei bacini più inquinati del mondo (Pasquini et al., 2016).

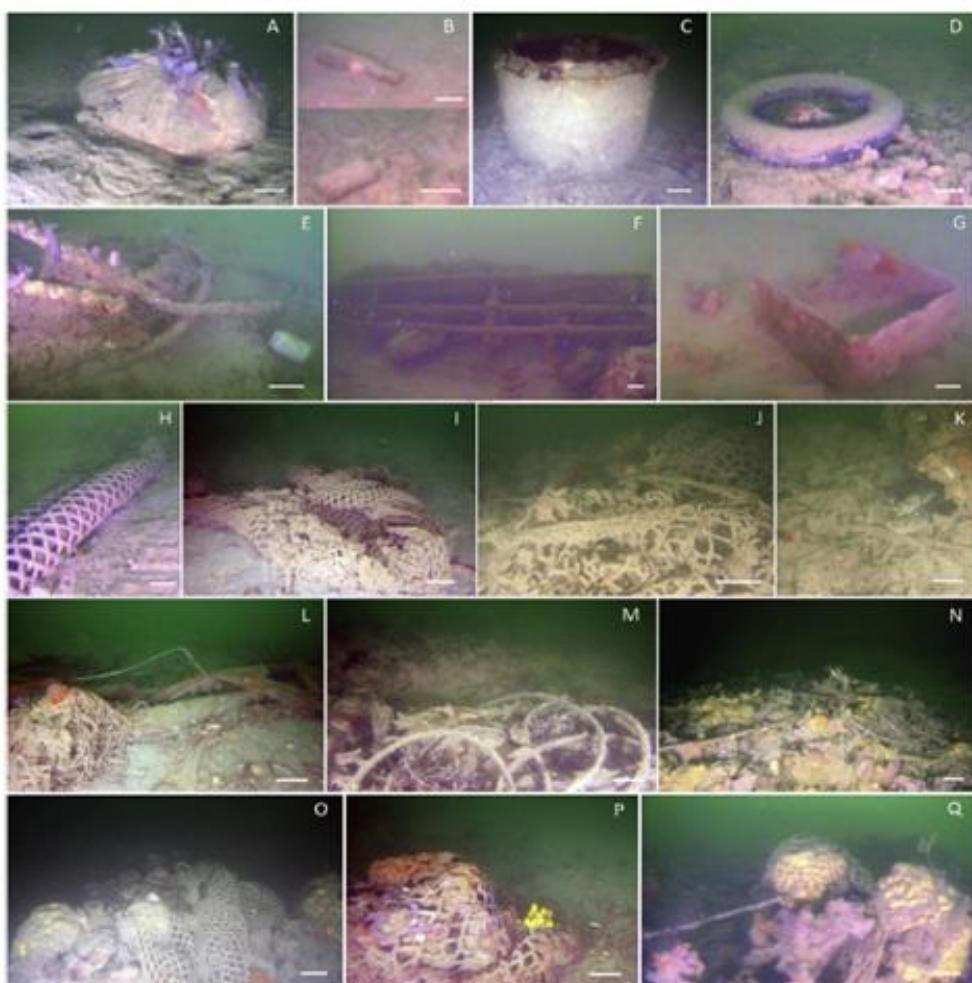


Fig.11. Rifiuti di origine antropica osservati sui fondali dell'Adriatico (Melli et al., 2016).

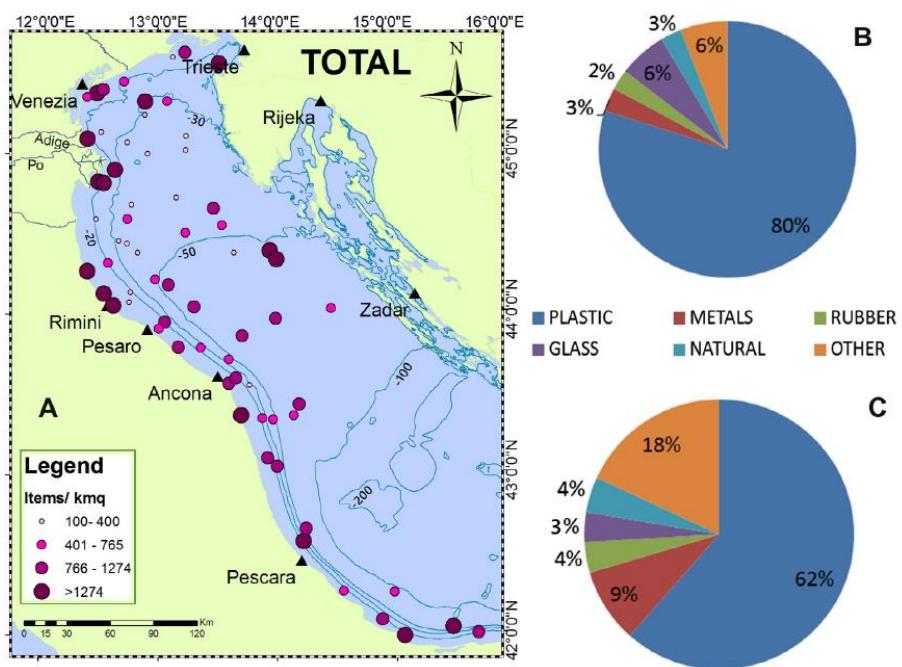
I prelievi dei sedimenti di fondo e delle plastiche in essi contenute sono stati effettuati principalmente utilizzando 2 strumenti di campionamento: per campionamenti puntiformi è stata utilizzata la benna **Van Venn** regolamentare da 18 litri; mentre per effettuare transetti lineari è stata utilizzato un attrezzo da pesca modificato chiamato "**Rapido**" costituito da un ferro rettangolare che funge da bocca, largo 3,59 me alto 0,25 m, dotato di quattro pattini e 46 denti di ferro lungo il bordo inferiore. Per quanto riguarda i substrati rocciosi le indagini sono state effettuate mediante l'utilizzo di un **ROV**.

Da un punto di vista spaziale, le maggiori quantità di rifiuti sono state campionate nelle aree costiere, specialmente alle foci dei fiumi e in aree limitrofe agli allevamenti di mitili mentre in acque profonde, i punti con maggiore abbondanza sono associati alle aree caratterizzate da intenso traffico navale. Le concentrazioni più alte di plastiche sono state osservate in stazioni vicine alla costa a una profondità di 30 m mentre il valore più basso è stato registrato tra 30 e 50 m di profondità (Strafella et al., 2019). Questi dati confermano che le principali fonti di inquinamento sono localizzate sulle coste e sono spesso associate alle attività antropiche come pesca, diporto e allevamento (acquacoltura e mitilicoltura).

Da un punto di vista qualitativo i materiali più abbondanti campionati sono stati la plastica e il metallo ma è importante evidenziare che in alcune aree i rifiuti legati alla pesca e alla mitilicoltura (reti, lenze, reste per cozze ecc.) hanno superato il 50% (Strafella et al., 2019). Considerando i soli detriti plastici i più abbondanti riscontrati sono il nylon, il polietilene e il polipropilene, materie plastiche generalmente originate da fonti marine comprese le imbarcazioni da pesca, le navi mercantili e le barche da diporto.



Fig.12. Rifiuti di origine antropica campionati su substrati mobili e duri del Bacino Adriatico
(Pasquini et al., 2016)



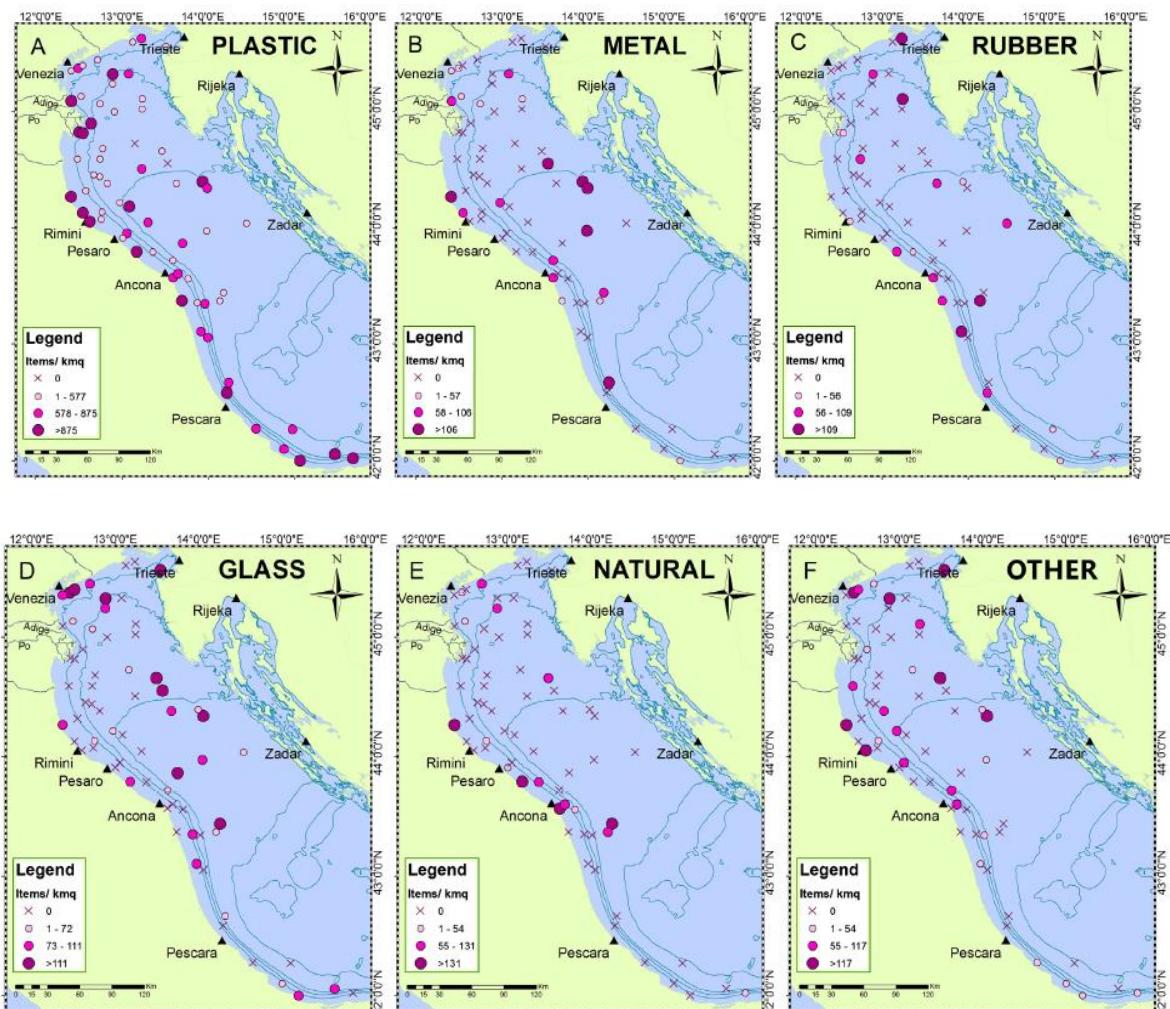


Fig.13. Natura, concentrazione e distribuzione del litter di fondo in Adriatico secondo Pasquini et al., 2016.

Una situazione particolarmente critica è stata osservata anche sui substrati rocciosi profondi; l'abbondanza di rifiuti sui fondali rocciosi infatti è risultata essere significativamente superiore a quella osservato sui substrati mobili. Sui substrati duri dominano i rifiuti legati al mondo della pesca (lenze, reti fantasma, reti delle cozze ecc.) perché la natura e la morfologia del substrato favorisce la permanenza di queste strutture filamentose che tendono ad intrecciarsi (Melli et al., 2016). Inoltre, le interazioni tra i rifiuti e la fauna bentonica sono molto pericolose poiché questi materiali plastici si intrecciano al corpo degli organismi alterandone la crescita e la sopravvivenza.

AUTORE	LOCALITA'	METODO DI CAMPIONAMENTO	RISULTATI
Strafella et al., 2019	Tutta la Costa Adriatica (Italia)	I campioni di litter sono stati raccolti utilizzando una rete a strascico modificata. La rete, anche chiamata "Rapido" è costituita da un ferro rettangolare che funge da bocca, largo 3,59 m alto 0,25 m, dotato di quattro pattini e 46 denti di ferro lungo il bordo inferiore.	Questo studio ha stimato l'abbondanza dei rifiuti depositati sul fondo marino, la composizione, la distribuzione spaziale e le principali fonti nel Mare Adriatico centro-settentrionale (FAO GSA 17) per un periodo di sei anni (2011-2016). La quantità media dei rifiuti raccolti in sei anni è stata di $102,66 \pm 41,91 \text{ kg / km}^2$. La più alta concentrazione di rifiuti è stata trovata in stazioni vicine alla costa a una profondità di 30 m con un peso medio di $142,90 \pm 27,20 \text{ kg / km}^2$, mentre il valore più basso è stato registrato tra 30 e 50 m di profondità ($41,12 \pm 9,62 \text{ kg / km}^2$). La plastica era dominante, seguita da metallo e altri materiali per i rifiuti. In alcune zone reti da pesca perse e i detriti di coltura di cozze rappresentavano il 50% dei rifiuti raccolti.
Mistri et al., 2018	Adriatico centrale, Isola di Pianosa.	Benna Van Veen	In questo studio le microplastiche hanno rappresentato il 64,4% della quantità totale; in termini di abbondanza i filamenti (66%) sono risultati essere la categoria più rappresentativa. L'identificazione tramite spettroscopia FT-IR ha evidenziato la presenza di 6 tipi di polimeri. Considerando l'abbondanza, la maggior parte dei detriti di plastica erano in nylon (53,2%), seguiti da polietilene (18%). In peso, il polietilene (61,4%) era il polimero maggiormente rappresentato, seguito da polipropilene (19,6%). Le materie plastiche analizzate in questo lavoro potrebbero essere originate da fonti marine, comprese le navi da pesca, le navi mercantili e le imbarcazioni da diporto.
Mistri et al., 2017	Adriatico centrale, Italia e Montenegro, nell'area di competenza Terna Spa.	Benna Van Veen	Questo è stato uno dei primi lavori che hanno analizzato l'estensione e la natura delle microplastiche nei sedimenti campionati in mare aperto in Adriatico centrale. Detriti di plastica estratti da 64 campioni di sedimenti sono stati contati, ponderati e identificati mediante spettroscopia infrarossa a trasformata di Fourier (FTIR). Diversi tipi di particelle di plastica sono stati osservati nel 100% delle stazioni. Le particelle di plastica variavano da 1 a 30 mm di lunghezza. I rifiuti più abbondanti sono risultati essere i filamenti (69,3%), seguiti da frammenti (16,4%), e film (14,3%). Le microplastiche (1–5 mm) hanno rappresentato il 65,1% di detriti, mesoplastiche (5–20 mm) il 30,3%, mentre i detriti macro (> 20 mm) hanno rappresentato il 4,6% della plastica

			<p>totale raccolta.</p> <p>L'identificazione tramite spettroscopia FT-IR ha evidenziato la presenza di 6 tipi di polimeri: la maggior parte dei detriti erano rappresentati da nylon, polietilene ed etilene vinil alcol.</p>
Blašković et al., 2016	Adriatico centrale, Croazia, Parco naturale di Telaščica bay	Campionamento superficiale attraverso operatori subacquei.	<p>La distribuzione dell'abbondanza totale in base alle dimensioni, per tutte le località analizzate dimostra che le microplastiche sono la frazione dominante per quanto riguarda i numeri degli articoli. In tutti i campioni analizzati non sono state trovate macroplastiche, mentre le microplastiche nel 88,71% e i mesoplastici nel 11,29% del totale</p>
Melli et al., 2016	Adriatico Settentrionale, Chioggia	Analisi dei substrati rocciosi attraverso l'utilizzo del ROV.	<p>Questo lavoro ha evidenziato una densità media di 3,3 (\pm 1,8) oggetti / 100 m², con un forte predominio di detriti legati alla pesca e all'acquacoltura (69,4% e il 18,9% del totale, rispettivamente). L'abbondanza di rifiuti sui fondali rocciosi era significativamente superiore a quello osservato sui substrati mobili e la sua distribuzione spaziale si è dimostrata correlata a fattori idrografici. Le interazioni tra i rifiuti e la fauna erano evidenti infatti, la maggior parte dei detriti (65,7%) attorcigliavano o coprivano gli organismi.</p>
Pasquini et al., 2016	Tutta la Costa Adriatica (Italia)	I campioni di litter sono stati raccolti utilizzando una rete a strascico modificata. La rete, anche chiamata "Rapido" è costituita da un ferro rettangolare che funge da bocca, largo 3,59 m alto 0,25 m, dotato di quattro pattini e 46 denti di ferro lungo il bordo inferiore.	<p>Lo studio ha evidenziato che la densità media dei rifiuti bentonici era 913 ± 80 articoli / km², classificando l'Adriatico come uno dei bacini più inquinati del mondo. La plastica era dominante in termini di numeri (80%) e peso (62%), e consisteva principalmente in buste, frammenti e reti di cozze. Le maggiori quantità di rifiuti sono state trovate nelle aree costiere, specialmente alle foci dei fiumi e in aree limitrofe agli allevamenti di mitili. In acque profonde, i punti caldi erano associati alle aree caratterizzate da intenso traffico navale.</p>

4.3.3 Sedimenti spiaggiati.

Le spiagge e le pinete costiere dell'Adriatico sono zone di accumulo di rifiuti di origine antropica come plastica, legno e metallo e studi recenti hanno evidenziato abbondanze di frammenti che superano i 3 articoli/m². Lo studio quali quantitativo dei macro-rifiuti spiaggiati si effettua tramite **censimento visuale** su transetto lineare e successiva raccolta dei campioni utili alla stima qualitativa e del peso totale.

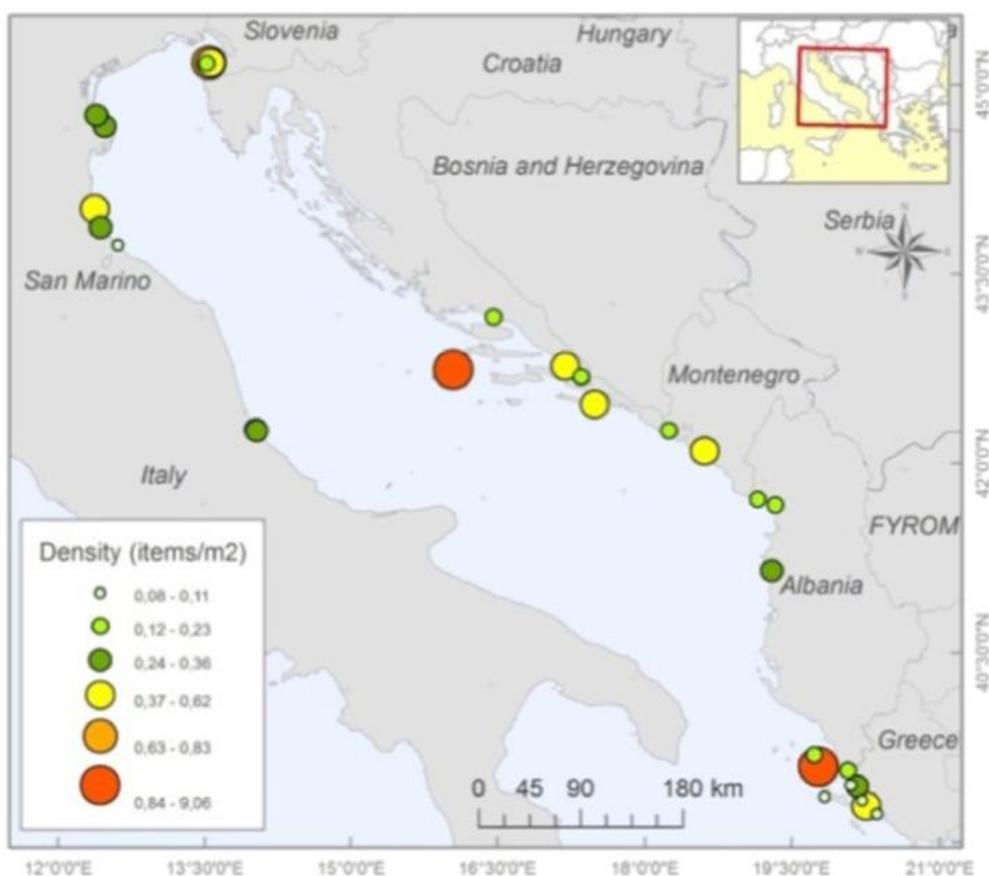


Fig.14. Abbondanza di rifiuti su alcune spiagge dell'Adriatico (Vlachogianni et al., 2018).

Da un punto di vista qualitativo i rifiuti più abbondanti sono risultati essere: mozziconi di sigaretta, pezzi di plastica irriconoscibili, tappi di bottiglia, reti da pesca, giocattoli, vestiti, vetro, polistirolo, scarti industriali ecc. (Munari et al., 2015, Peraš et al., 2017) La natura dei rifiuti indica che i rifiuti spiaggiati derivano principalmente da fonti terrestri e da attività costiere e non marine.

Inoltre, la presenza di rifiuti provenienti da diversi paesi mostra l'internazionalità dei rifiuti marini problema che può essere risolto solo da collaborazioni e partnership internazionali. Sono stati anche identificati numerosi articoli in plastica monouso di breve durata; l'elevata abbondanza di questi articoli indica non solo il loro grande uso nella vita di tutti i giorni, ma anche la mancanza di consapevolezza da parte del pubblico in merito al problema ambientale che causano (Mokos et al., 2019).

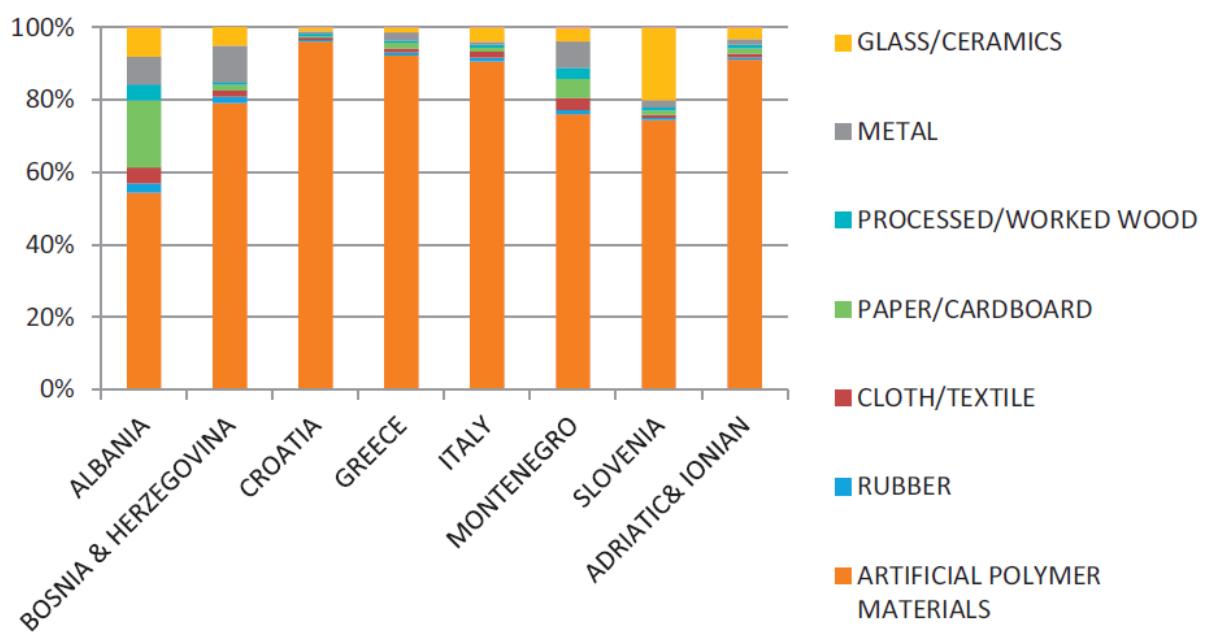


Fig.15. Tipologie di rifiuti spiaggiati secondo Vlachogianni et al., 2018.

Infine, uno studio effettuato sui micro-frammenti e pellet ha evidenziato l'abbondanza di questi materiali nei sedimenti sabbiosi costieri ed ha osservato che le concentrazioni in tracce di metalli pesanti nei pellet di plastica sono maggiori delle concentrazioni registrate nell'acqua di mare; questo dato indica che i pellet di plastica assorbono i metalli dall'ambiente circostante e possono veicolarli negli ecosistemi costieri e potenzialmente anche nel biota.

AUTORE	LOCALITA'	METODO DI CAMPIONAMENTO	RISULTATI
Mokos et al., 2019	Adriatico Centrale, 3 spiagge croate.	Conta visuale	L'abbondanza media registrata è di 3,35 articoli / m ² e il valore CCI più alto registrato è di 150. La maggior parte dei rifiuti raccolti è in materiale polimerico artificiale (93,86%), e le principali fonti di rifiuti sono state identificate nelle attività costiere, (31,68% del campione totale), la pesca e l'acquacoltura (12,66% del campione totale). Le fonti terrestri e marittime rappresentavano rispettivamente il 32,76% e il 15,16%. La presenza di rifiuti provenienti da diversi paesi mostra l'internazionalità dei rifiuti marini problema che può essere risolto solo da collaborazioni e partnership internazionali. Inoltre, sono stati identificati numerosi articoli in plastica monouso di breve durata. L'elevata abbondanza di questi articoli indica non solo il loro grande uso nella vita di tutti i giorni, ma anche la mancanza di consapevolezza da parte del pubblico in merito al problema ambientale che causano.
Šilc et al., 2018	Adriatico centrale, Montenegro, ambienti dunali di Velika plaža near Ulcinj	Conta visuale	Il lavoro ha evidenziato che i rifiuti più frequenti erano plastica, polistirolo e vetro. Inoltre, un chiaro incremento nelle abbondanze è stato osservato nelle pinete locali evidenziando che il litorale e le attività ricreative sono la principale fonte di rifiuti da spiaggia.
Jasna et al., 2018	Adriatico Centrale, Croazia Isola di Vis	Campionamento di pellet: in ogni stazione è stato raccolto un campione di sedimento mediante l'utilizzo di un cucchiaio di acciaio inossidabile (30 × 15 cm ²), ad una profondità di circa 5-7 cm.	Questo lavoro ha mostrato che le concentrazioni di pellet nei campioni di sedimenti variava da 6 a 36 particelle dm ⁻³ di sedimento. Peso medio delle particelle dei pellet raccolti variava da 17 mg a 31 mg. Le concentrazioni di tracce di metallo nei pellet di plastica erano maggiori delle concentrazioni registrate nell'acqua di mare raccolta nella zona indagata. Questo dato indica che i pellet di plastica assorbono i metalli dall'ambiente circostante.
Vlachogianni et al., 2018	Spiagge di Albania, Bosnia ed Erzegovina, Croazia, Grecia, Italia, Montenegro e Slovenia	Conta visuale	Durante questo studio sono stati classificati e registrati 70.581 articoli di rifiuti marini in 31 siti. La densità media dei rifiuti (0,67 articoli / m ²) rilevata in questo studio è considerato relativamente alto. Le spiagge investigate differivano in termini di pressioni indotte dall'uomo; la maggior parte è stata classificata come semi-urbana o semi-rurale, mentre pochissime spiagge sono state caratterizzate come urbane o remoto / naturale. La maggior parte dei rifiuti era costituito da materiali polimerici artificiali / antropogenici, pari al 91,1% di tutti i rifiuti. I rifiuti

			provenienti da fonti costiere rappresentavano il 33,4% di tutti i rifiuti raccolti. Mentre, la quantità di rifiuti provenienti da fonti marittime variava nei diversi paesi dall'1,54% al 14,84%, con una media del 6,30% a livello regionale.
Peraš et al., 2017	Montenegro, spiagge di Boka Kotorska Bay	Conta visuale	In totale sono stati raccolti 2 992 pezzi di rifiuti, con un peso totale di 51,47 kg. I risultati hanno mostrato che la plastica era il tipo di rifiuto dominante con il 75,3% sulla spiaggia di Kamenovo e il 77% su spiaggia di Igalo, seguita da oggetti di stoffa, metallo e legno.
Munari et al., 2016	Adriatico nord-occidentale, Foce del Po, spiagge di, Rosolina, Volano, Bellocchio, Casalborsetti;e: Bevano.	Conta visuale	Questo studio ha mostrato che la plastica erano dominanti in termini di abbondanza, seguita da carta e altri gruppi. La densità media registrata è di 0,2 litri di rifiuti m ² con un massimo di 0,57 articoli m ² . Le categorie principali riscontrate sono: mozziconi di sigaretta, pezzi di plastica irriconoscibili, tappi di bottiglia e altri. La maggior parte dei rifiuti marini provenivano da fonti terrestri mentre le fonti marittime hanno contribuito in misura minore.

4.3.4 Biota.

Cinque studi principali hanno evidenziato la presenza di interazioni dirette tra plastica e biota nel Bacino Adriatico; questi lavori hanno riguardato soprattutto specie di interesse commerciale come:

- La sogliola (*Solea solea*)
- La cozza (*Mytilus galloprovincialis*)
- La sarda (*Sardina pilchardus*)
- La triglia (*Mullus surmulletus*)
- Il sugarello (*Trachurus spp.*)
- Lo sgombro (*Scomber japonicus*)
- Il pagello (*Pagellus erythrinus*)
- La lucerna (*Chelydonichthys lucerna*)
- La cianchetta (*Citharus linguatula*)

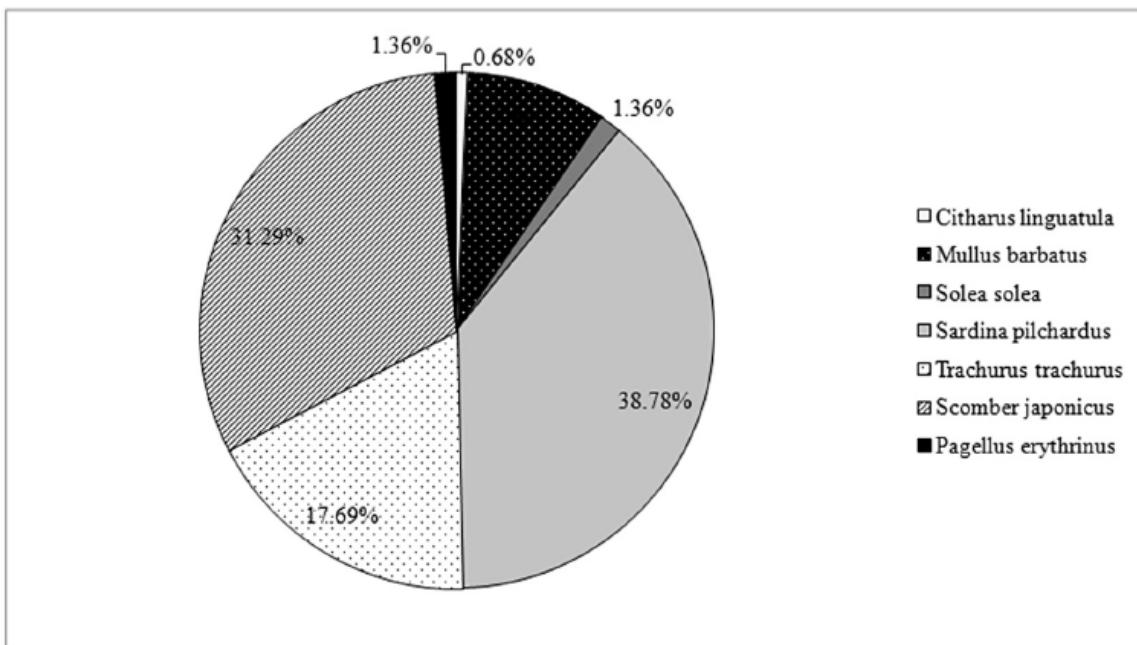


Fig.16. abbondanza di macro-litter per specie secondo Anastasopoulou et al., 2018.

L'interazione tra litter e organismi marini è stata evidenziata tramite **l'analisi dei contenuti stomacali** su esemplari pescati in differenti zone del Bacino Adriatico, la presenza di macro e micro-rifiuti è stata registrata in quasi tutti gli organismi analizzati (fino al 95% per i pesci e fino al 47% per i mitili). Organismi filtratori come cozze e vongole, generalmente predati da pesci, crostacei e cephalopodi, possono veicolare le microplastiche (e prodotti derivanti dalla loro degradazione chimico/fisica) all'interno delle catene trofiche dell'Adriatico. Dal punto di vista qualitativo, i polimeri più comunemente riscontrati negli organismi sono il polivinilcloruro, il polipropilene, il polietilene, il poliestere e la poliammide. Dall'analisi delle differenti categorie è emerso che le più abbondanti sono i macro-frammenti, le fibre/filamenti e le microplastiche di forma sferoidale.

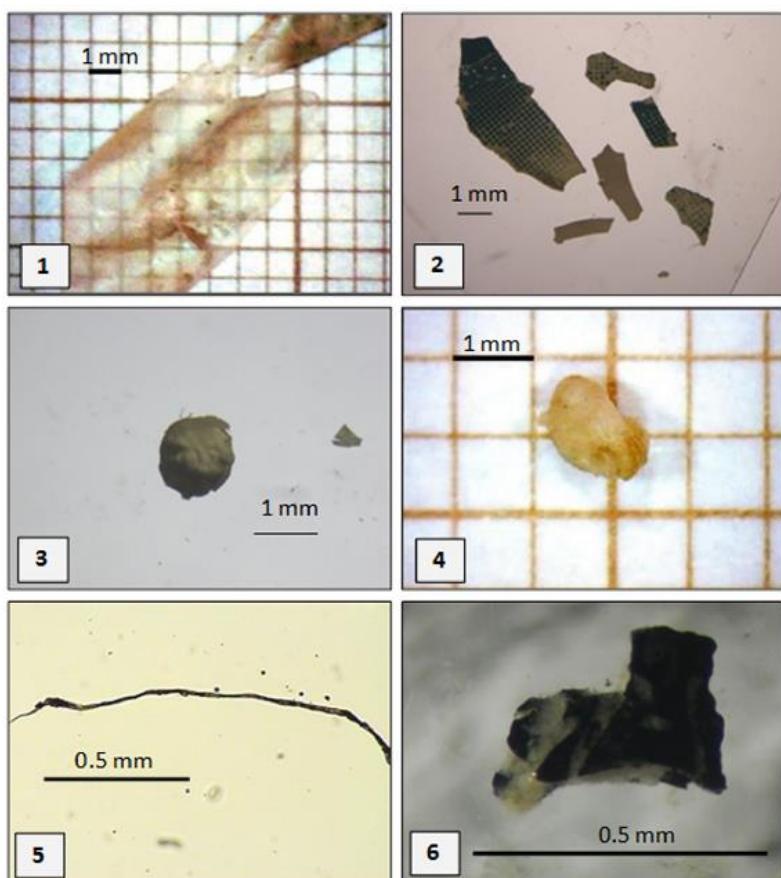


Fig.17. Morfologie e tipologie differenti di litter osservate nello stomaco e nell'intestino di specie ittiche di interesse commerciale (Anastasopoulou et al., 2018).

Sono state effettuate analisi dei contenuti stomacali anche in numerosi esemplari di *Caretta caretta* pescati accidentalmente in differenti settori dell'Adriatico. Queste analisi hanno evidenziato la presenza di numerosi detriti di origine antropica come lenze, buste, corde e polistirolo e hanno sottolineato che l'ingestione accidentale o volontaria di questi materiali è da considerarsi una delle principali cause di mortalità per questa tartaruga marina (Lazar et al., 2011).



Fig.18. Interazione tra plastica e organismi planctonici (Ph. Andrea Bonifazi)

Infine, lo studio di Digka et al., 2018 mostra che le microplastiche fungono da vettore di trasporto per numerose specie batteriche come l'*Aeromonas salmonicida*, un batterio gram-negativo particolarmente pericoloso per i salmonidi. Il trasporto di patogeni e specie Aliene è un problema da non sottovalutare perché potrebbe comportare nel tempo una perdita di biodiversità in tutto il Bacino Adriatico.

L'interazione tra plastica e biota in Adriatico risulta quindi chiara ma ulteriori studi sono necessari sia per analizzare gli effetti fisiologici di questi materiali sia per comprendere come queste particelle si "spostano" nelle catene trofiche anche al fine di prevenire l'insorgere di potenziali danni alla salute di uno dei consumatori primari di organismi marini, l'uomo.

AUTORE	LOCALITA'	METODO DI CAMPIONAMENTO	RISULTATI
Anastasopoulou et al., 2018	Adriatico settentrionale, Venezia, Chioggia, Golfo di Trieste, Slovenia e Croazia.	Analisi dei contenuti stomacali in specie ittiche di interesse commerciale pescate mediante reti da strascico. Specie analizzate: <i>Solea solea</i> <i>Mullus barbatus</i> <i>Sardina pilchardus</i> <i>Mullus surmulletus</i> <i>Trachurus spp.</i> <i>Scomber japonicus</i> <i>Pagellus erythrinus</i> <i>Chelydonichthys lucerna</i> <i>Citharus linguatula</i>	In questo studio sono state analizzate le macro-plastiche contenute nello stomaco di 614 esemplari appartenenti a 11 specie, mentre le microplastiche in 230 esemplari appartenenti a 7 specie. Lo studio ha evidenziato per la prima volta la presenza di rifiuti nello stomaco delle specie bentonica <i>Citharus linguatula</i> . La presenza di "macrolitter" nelle viscere dei pesci era <3% sia nello Ionio meridionale che nell'Adriatico settentrionale, ma ha raggiunto il 26% nel mare Adriatico meridionale. Mentre il microlitter era presente nel 40% dei campioni per lo Ionio NE e aumentava all'87% nell'Adriatico settentrionale (Mare di Slovenia). Inoltre, questo studio ha evidenziato che l'habitat marino influenza l'ingestione dei macrorifiuti ma non dei micro.
Pellini et al., 2018	Adriatico centro-settentrionale, dal Golfo di Trieste alla Puglia settentrionale	Analisi dei contenuti stomacali nella sogliola, <i>Solea solea</i> . Gli esemplari di <i>S. solea</i> sono stati raccolti utilizzando una rete a strascico anche chiamata "Rapido" che è costituita da un ferro rettangolare che funge da bocca, largo 3,59 me alto 0,25 m, dotato di quattro pattini e 46 denti di ferro lungo il bordo inferiore. Tale attrezzo viene trainato sul fondo a velocità costante	Questo lavoro ha analizzato le microplastiche contenute nel tratto digestivo di 533 individui di <i>S. solea</i> pescati tra il 2014 e il 2015 in 60 siti. Le microplastiche sono state osservate nel 95% dei pesci campionati. I polimeri più comunemente trovati sono stati: polivinilcloruro, polipropilene, polietilene, poliestere e poliammide. Dall'analisi delle differenti categorie è emerso che il 72% erano frammenti e il 28% fibre. Il numero medio di microplastiche ingerite è stato di $1,73 \pm 0,05$ articoli per pesce nel 2014 e $1,64 \pm 0,1$ nel 2015. PVC e PA hanno mostrato le più alte densità nel Mare Adriatico settentrionale, mentre PE, PP e PET erano più concentrati nelle aree costiere con i valori più alti registrati al largo del Porto di Rimini.
Digka et al., 2018	Mar Ionio, Isola di Corfu	Analisi del contenuto stomacale in 4 specie di interesse commerciale:	Le microplastiche sono state trovate nelle cozze (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) e in tutte e tre le specie di pesci (<i>Sardina pilchardus</i> ,

		<i>Mytilus galloprovincialis</i> <i>Sarina pilchardus</i> <i>Pagellus erythrinus</i> <i>Mullus barbatus</i>	<p><i>Pagellus erythrinus, Mullus barbatus</i>). La frequenza di comparsa di microplastiche ingerite è stata 46,25% nelle cozze, mentre tra le specie ittiche, <i>S. pilchardus</i> ha mostrato la più alta frequenza di ingestione di microplastiche (47,2%). L'abbondanza di microplastica variava da 1,7 a 2 articoli / individuo in cozze e da 1,5 a 1,9 oggetti / individuo nel pesce. La maggior parte delle microplastiche ingerite erano frammenti, mentre il colore e le dimensioni variavano. La spettroscopia infrarossa con trasformata di Fourier (FT-IR) indicava il polietilene come il tipo di polimero più comune in assoluto.</p>
Kovač Virše et al., 2017	Adriatico settentrionale, Slovenia.	Studio delle comunità microbiche associate alle microplastiche. Campionamento con Manta trawl-	In questo studio sono state analizzate le comunità batteriche associate alle microplastiche flottanti del Nord Adriatico. Il DNA è stato isolato mediante tre diversi metodi ed in seguito all'amplificazione PCR dell'rDNA 16S è stata effettuata l'analisi filogenetica. 28 specie batteriche sono state identificate sulle particelle di microplastiche tra cui <i>Aeromonas spp.</i> e altre specie batteriche che degradano gli idrocarburi. E' stato inoltre identificato sulle microplastiche analizzate il batterio patogeno dei pesci <i>Aeromonas salmonicida</i> . Questo lavoro evidenzia la capacità delle microplastiche di fungere da vettore di diffusione per batteri patogeni e potenzialmente pericolosi.
Lazar et al., 2011	Esemplari provenienti da tutto il Mare Adriatico (catture accidentali)	Analisi stomachi contenuti	Questo studio ha analizzato e descritto la presenza di detriti marini nel tratto gastrointestinale di 54 tartarughe marine (<i>Caretta caretta</i>) catturate accidentalmente in tutto il Bacino Mediterraneo. I detriti marini erano presenti nel 35,2% delle tartarughe e includevano buste, frammenti, corde, polistirolo e monofilamento da pesca; questi items sono stati ritrovati con la frequenza del 68,4%, 42,1%, 15,8% e 5,3%, rispettivamente. Altri detriti sono stati riscontrati con una frequenza massima del 35 %. Questo studio ha evidenziato che l'ingestione di frammenti di origine antropica è da considerare una delle principali cause di mortalità della <i>C. caretta</i> in Adriatico.

5 Conclusioni.

Le alterazioni ambientali derivante dalla massiccia diffusione di oggetti in plastica sono ormai chiare e destano una crescente preoccupazione a scala mondiale. Purtroppo, le tanto reclamate proprietà delle materie plastiche, tra cui la loro resistenza alla degradazione e la loro durata nel tempo, ne costituiscono paradossalmente la maggiore minaccia per l'ambiente e per la biodiversità

Secondo lo studio effettuato da Greenpeace per conto dell'UneP (United Nations Environment Programme) "Plastic Debris in the World's Oceans", i rifiuti marini provengono all'80% dalle produzioni antropiche, di cui circa il 40% è plastica (secondo il National Geographic si tratterebbe di oltre 5mila miliardi di tonnellate), i cui effetti dannosi sono percepiti a differenti livelli ambientali. Se però è ormai noto che gli oggetti plastici di maggiori dimensioni minacciano gli ambienti marini e la biodiversità del Mediterraneo, soltanto ultimamente si è iniziato a discutere dell'inquinamento da microplastiche in mare. È infatti solo con la recente Direttiva Europea sulla Strategia Marina (MSFD, 2008/56/EC) che le microplastiche hanno acquisito lo status di variabile da monitorare e sono diventate ad oggi uno dei principali parametri da censire negli ambienti costieri.

Le macroplastiche e le microplastiche, prodotte per l'effetto combinato degli agenti atmosferici, dell'azione meccanica delle onde e delle correnti e dei raggi UV del sole, si accumulano soprattutto negli ecosistemi acquatici a livelli sempre più elevati e questo comporta l'insorgere di potenziali effetti negativi sull'uomo che rappresenta spesso il vertice delle catene trofiche marine. Gli effetti avversi di microplastiche e nanoplastiche infatti, possono derivare da una combinazione di tossicità intrinseca della plastica (es. danno fisico), composizione chimica (lisciviazione di additivi) e capacità di assorbire, concentrare e rilasciare gli inquinanti ambientali negli organismi viventi ed inoltre queste particelle possono anche fungere da vettore per gli agenti patogeni, conducendo alla dispersione delle varie specie in nuovi ecosistemi.

Il Mediterraneo è stato ad oggi riconosciuto come uno dei mari più colpiti dal problema plastica (il 7% delle microplastiche marine si concentra in Mediterraneo) e l'Adriatico, con circa 4000 tonnellate/anno di rifiuti immessi in mare grazie all'apporto dei 62 fiumi principali, è risultato essere uno dei bacini più inquinati a scala globale. La principale fonte di litter in Adriatico è sicuramente rappresentata dal fiume Po che si articola per 652 km e che percorre quattro regioni; il Po infatti scarica circa 46,3 frammenti di macrorifiuti e 21.500 particelle di microplastiche al secondo nel Mare Adriatico per un totale di circa 120 tonnellate all'anno.

In questo lavoro, al fine di creare un archivio Excel dei dati prodotti in Adriatico negli ultimi 5 anni, abbiamo svolto la raccolta di dati ed informazioni relativi alla presenza, alla quantità e alla tipologia di plastiche e microplastiche nelle acque marine, nei sedimenti di spiaggia e nel biota del Bacino Adriatico. La raccolta inherente al marine litter nel bacino è stata effettuata consultando il portale web “Sistema Informativo Centralizzato Dati di Monitoraggio MSFD (Marine Strategy Framework Directive)” con particolare riferimento al catalogo dei dati di monitoraggio a supporto del Report MSFD 2018 e ai dati di monitoraggio MSFD raccolti dalle ARPA nel triennio 2015-2017.

Sono stati raccolti un totale di circa 12.000 dati sulla base dei 4 parametri ambientali considerati

BIOTA	N° DI DATI RILEVATI		
Numero di individui	14		
Numero di parametri chimici rilevati	150		
Numero di campioni di litter rilevati	93		
FLOATING MACRO LITTER	N° DI DATI RILEVATI		
Numero di dati disponibili	4		
MICROPLASTICHE IN COLONNA D'ACQUA	N° DI DATI RILEVATI		
	FONTE ARPA	FONTE MSFD: ABBONDANZE	FONTE MSFD: COLORI
ABRUZZO	742	24	144
BASILICATA	967	0	0
EMILIA ROMAGNA	615	36	353
FRIULI VENEZIA GIULIA	709	24	182
MARCHE	730	24	183
MOLISE	420	12	67
PUGLIA	1680	48	255
VENETO	672	24	309

RIFIUTI SPIAGGIATI	N° DATI RILEVATI
ABRUZZO	1062
BASILICATA	271
EMILIA ROMAGNA	976
FRIULI VENEZIA GIULIA	770
MARCHE	1149
MOLISE	503
PUGLIA	1072
VENETO	864

Tab.8. Schema riassuntivo dei dati raccolti.

Infine, allo scopo sia di incrementare i dati disponibili sia di analizzare le differenti tecniche di campionamento utilizzate nel Bacino Adriatico, sono state raccolte ed archiviate 24 pubblicazioni scientifiche che hanno studiato le caratteristiche quali quantitative e la distribuzione dei rifiuti plastici in questo mare. Questi lavori hanno descritto una situazione critica nel Bacino Adriatico ed hanno evidenziato la presenza di numerose zone di accumulo (come ad esempio le aree antistanti la Foce del Po e la Laguna di Venezia). Alte concentrazioni di rifiuti sono state osservate sia in colonna d'acqua sia nei sedimenti (marini e di spiaggia) con evidenti impatti sugli ecosistemi adriatici (ambienti dunali, substrati mobili/duri profondi, coralligeno ecc.) e sul biota ad essi associati (pesci, invertebrati bentonici e tartarughe marine).

Il monitoraggio continuo del nostro mare e la predisposizione di interventi di prevenzione e raccolta potrebbero in futuro risanare il Bacino Mediterraneo ma solo grazie al cambiamento delle nostre abitudini, alla limitazione degli sprechi e alla corretta gestione dei rifiuti forse un giorno l'uomo potrà risanare gli ecosistemi marini e risolvere per sempre il problema plastica.

6 Bibliografia.

- Anastasopoulou, A., Viršek, M. K., Varezić, D. B., Digka, N., Fortibuoni, T., Koren, Š., ... & Šiljić, J. (2018). Assessment on marine litter ingested by fish in the Adriatic and NE Ionian Sea macro-region (Mediterranean). *Marine pollution bulletin*, 133, 841-851.
- Andrade, A. L. (2011). Microplastics in the marine environment. *Marine pollution bulletin*, 62(8), 1596-1605.
- Arcangeli, A., Campana, I., Angeletti, D., Atzori, F., Azzolin, M., Carosso, L., ... & Paraboschi, M. (2018). Amount, composition, and spatial distribution of floating macro litter along fixed trans-border transects in the Mediterranean basin. *Marine pollution bulletin*, 129(2), 545-554.
- Ashton, K., Holmes, L., & Turner, A. (2010). Association of metals with plastic production pellets in the marine environment. *Marine pollution bulletin*, 60(11), 2050-2055.
- Avio, C. G., Gorbi, S., Milan, M., Benedetti, M., Fattorini, D., d'Errico, G., ... & Regoli, F. (2015). Pollutants bioavailability and toxicological risk from microplastics to marine mussels. *Environmental Pollution*, 198, 211-222.
- Bakir, A., Rowland, S. J., & Thompson, R. C. (2014). Enhanced desorption of persistent organic pollutants from microplastics under simulated physiological conditions. *Environmental Pollution*, 185, 16-23.
- Ballance, A., Ryan, P. G., & Turpie, J. K. (2000). How much is a clean beach worth? The impact of litter on beach users in the Cape Peninsula, South Africa. *South African Journal of Science*, 96(5), 210-230.
- Barnes, D. K. (2002). Invasions by marine life on plastic debris. *Nature*, 416(6883), 808-809.
- Barnes, D. K., Galgani, F., Thompson, R. C., & Barlaz, M. (2009). Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 1985-1998.

- Blašković, A., Fastelli, P., Čižmek, H., Guerranti, C., & Renzi, M. (2017). Plastic litter in sediments from the Croatian marine protected area of the natural park of Telaščica bay (Adriatic Sea). *Marine pollution bulletin*, 114(1), 583-586.
- Carlson, D. F., Suaria, G., Aliani, S., Fredj, E., Fortibuoni, T., Griffa, A., ... & Melli, V. (2017). Combining litter observations with a regional ocean model to identify sources and sinks of floating debris in a semi-enclosed basin: the Adriatic Sea. *Frontiers in Marine Science*, 4, 78.
- Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., & Galloway, T. S. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. *Marine pollution bulletin*, 62(12), 2588-2597.
- Cole, E. L., Sanchez, E. R., Ortiz, D. A., & Maguire, P. D. (2015). Expanded indications for the deep plane cervicofacial flap: aesthetic reconstruction of large combined temporofrontal and brow defects. *Annals of plastic surgery*, 74(5), 543-548.
- Cooper, D. A., & Corcoran, P. L. (2010). Effects of mechanical and chemical processes on the degradation of plastic beach debris on the island of Kauai, Hawaii. *Marine Pollution Bulletin*, 60(5), 650-654.
- Corcoran, B., Monat, C., Grillet, C., Moss, D. J., Eggleton, B. J., White, T. P., ... & Krauss, T. F. (2009). Green light emission in silicon through slow-light enhanced third-harmonic generation in photonic-crystal waveguides. *Nature photonics*, 3(4), 206.
- Cózar, A., Sanz-Martín, M., Martí, E., González-Gordillo, J. I., Ubeda, B., Gálvez, J. Á., ... & Duarte, C. M. (2015). Plastic accumulation in the Mediterranean Sea. *PLoS One*, 10(4).
- De Stephanis, R., Giménez, J., Carpinelli, E., Gutierrez-Exposito, C., & Cañadas, A. (2013). As main meal for sperm whales: plastics debris. *Marine pollution bulletin*, 69(1-2), 206-214.
- Digka, N., Tsangaris, C., Torre, M., Anastasopoulou, A., & Zeri, C. (2018). Microplastics in mussels and fish from the Northern Ionian Sea. *Marine pollution bulletin*, 135, 30-40.
- Do Sul, J. A. I., & Costa, M. F. (2014). The present and future of microplastic pollution in the marine environment. *Environmental pollution*, 185, 352-364.

- Eriksen, M., Lebreton, L. C., Carson, H. S., Thiel, M., Moore, C. J., Borerro, J. C., ... & Reisser, J. (2014). Plastic pollution in the world's oceans: more than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea. *PLoS one*, 9(12), e111913.
- Eriksen, M., Liboiron, M., Kiessling, T., Charron, L., Alling, A., Lebreton, L., ... & Meerhoff, E. (2018). Microplastic sampling with the AVANI trawl compared to two neuston trawls in the Bay of Bengal and South Pacific. *Environmental Pollution*, 232, 430-439.
- Farrell, P., & Nelson, K. (2013). Trophic level transfer of microplastic: *Mytilus edulis* (L.) to *Carcinus maenas* (L.). *Environmental pollution*, 177, 1-3.
- Fossi, M. C., Panti, C., Guerranti, C., Coppola, D., Giannetti, M., Marsili, L., & Minutoli, R. (2012). Are baleen whales exposed to the threat of microplastics? A case study of the Mediterranean fin whale (*Balaenoptera physalus*). *Marine Pollution Bulletin*, 64(11), 2374-2379.
- Gajšt, T., Bizjak, T., Palatinus, A., Liubartseva, S., & Kržan, A. (2016). Sea surface microplastics in Slovenian part of the Northern Adriatic. *Marine pollution bulletin*, 113(1-2), 392-399.
- Gregory, M. R. (2009). Environmental implications of plastic debris in marine settings—entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 2013-2025.
- Goldstein, M. C., Rosenberg, M., & Cheng, L. Increased oceanic microplastic debris enhances oviposition in.
- Hirai, H., Takada, H., Ogata, Y., Yamashita, R., Mizukawa, K., Saha, M., ... & Zettler, E. R. (2011). Organic micropollutants in marine plastics debris from the open ocean and remote and urban beaches. *Marine pollution bulletin*, 62(8), 1683-1692.
- Jahnke, A., Arp, H. P. H., Escher, B. I., Gewert, B., Gorokhova, E., Kühnel, D., ... & Toorman, E. (2017). Reducing uncertainty and confronting ignorance about the possible impacts of

weathering plastic in the marine environment. *Environmental Science & Technology Letters*, 4(3), 85-90.

- Koch, H. M., & Calafat, A. M. (2009). Human body burdens of chemicals used in plastic manufacture. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 2063-2078.
- Laglbauer, B. J., Franco-Santos, R. M., Andreu-Cazenave, M., Brunelli, L., Papadatou, M., Palatinus, A., ... & Deprez, T. (2014). Macrodebris and microplastics from beaches in Slovenia. *Marine Pollution Bulletin*, 89(1-2), 356-366.
- Lazar, B., & Gračan, R. (2011). Ingestion of marine debris by loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, in the Adriatic Sea. *Marine pollution bulletin*, 62(1), 43-47.
- Lebreton, L. M., Greer, S. D., & Borrero, J. C. (2012). Numerical modelling of floating debris in the world's oceans. *Marine pollution bulletin*, 64(3), 653-661.
- Liubartseva, S., Coppini, G., Lecci, R., & Creti, S. (2016). Regional approach to modeling the transport of floating plastic debris in the Adriatic Sea. *Marine pollution bulletin*, 103(1-2), 115-127.
- Lobelle, D., & Cunliffe, M. (2011). Early microbial biofilm formation on marine plastic debris. *Marine pollution bulletin*, 62(1), 197-200.
- Ludwig, W., Dumont, E., Meybeck, M., & Heussner, S. (2009). River discharges of water and nutrients to the Mediterranean and Black Sea: major drivers for ecosystem changes during past and future decades?. *Progress in oceanography*, 80(3-4), 199-217.
- Lusher, A. L., Mchugh, M., & Thompson, R. C. (2013). Occurrence of microplastics in the gastrointestinal tract of pelagic and demersal fish from the English Channel. *Marine pollution bulletin*, 67(1-2), 94-99.
- Maršić-Lučić, J., Lušić, J., Tutman, P., Varezić, D. B., Šiljić, J., & Pribudić, J. (2018). Levels of trace metals on microplastic particles in beach sediments of the island of Vis, Adriatic Sea, Croatia. *Marine pollution bulletin*, 137, 231-236.

- Mato, Y., Isobe, T., Takada, H., Kanehiro, H., Ohtake, C., & Kaminuma, T. (2001). Plastic resin pellets as a transport medium for toxic chemicals in the marine environment. *Environmental science & technology*, 35(2), 318-324.
- McIlgorm, A., Campbell, H. F., & Rule, M. J. (2011). The economic cost and control of marine debris damage in the Asia-Pacific region. *Ocean & Coastal Management*, 54(9), 643-651.
- Meeker, J. D., Sathyarayana, S., & Swan, S. H. (2009). Phthalates and other additives in plastics: human exposure and associated health outcomes. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 2097-2113.
- Melli, V., Angiolillo, M., Ronchi, F., Canese, S., Giovanardi, O., Querin, S., & Fortibuoni, T. (2017). The first assessment of marine debris in a Site of Community Importance in the north-western Adriatic Sea (Mediterranean Sea). *Marine pollution bulletin*, 114(2), 821-830.
- Millot, C., & Taupier-Letage, I. (2005). Circulation in the Mediterranean sea. In *The Mediterranean Sea* (pp. 29-66). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Mistri, M., Infantini, V., Scoponi, M., Granata, T., Moruzzi, L., Massara, F., ... & Munari, C. (2017). Small plastic debris in sediments from the Central Adriatic Sea: Types, occurrence and distribution. *Marine pollution bulletin*, 124(1), 435-440.
- Mistri, M., Infantini, V., Scoponi, M., Granata, T., Moruzzi, L., Massara, F., ... & Munari, C. (2018). Microplastics in marine sediments in the area of Pianosa Island (Central Adriatic Sea). *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali*, 29(4), 805-809.
- Mokos, M., Martinez, I. Z., & Zubak, I. (2019). Is central Croatian Adriatic Sea under plastic attack? Preliminary results of composition, abundance and sources of marine litter on three beaches. *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali*, 30(4), 797-806.
- Moore, C. J. (2008). Synthetic polymers in the marine environment: a rapidly increasing, long-term threat. *Environmental research*, 108(2), 131-139.

- Morét-Ferguson, S., Law, K. L., Proskurowski, G., Murphy, E. K., Peacock, E. E., & Reddy, C. M. (2010). The size, mass, and composition of plastic debris in the western North Atlantic Ocean. *Marine Pollution Bulletin*, 60(10), 1873-1878.
- Munari, C., Corbau, C., Simeoni, U., & Mistri, M. (2016). Marine litter on Mediterranean shores: analysis of composition, spatial distribution and sources in north-western Adriatic beaches. *Waste management*, 49, 483-490.
- Palatinus, A., Viršek, M. K., Robič, U., Grego, M., Bajt, O., Šiljić, J., ... & Peterlin, M. (2019). Marine litter in the Croatian part of the middle Adriatic Sea: Simultaneous assessment of floating and seabed macro and micro litter abundance and composition. *Marine pollution bulletin*, 139, 427-439.
- Pasquini, G., Ronchi, F., Strafella, P., Scarella, G., & Fortibuoni, T. (2016). Seabed litter composition, distribution and sources in the Northern and Central Adriatic Sea (Mediterranean). *Waste management*, 58, 41-51.
- Pellini, G., Gomiero, A., Fortibuoni, T., Ferrà, C., Grati, F., Tassetti, A. N., ... & Scarella, G. (2018). Characterization of microplastic litter in the gastrointestinal tract of Solea solea from the Adriatic Sea. *Environmental pollution*, 234, 943-952.
- Peraš, I., Divanović, M., pešić, A., Joksimović, A., Marković, O., Đurović, M., & Mandić, M. (2017). Composition and abundance of beach litter in Montenegro (South Adriatic Sea). *Studia Marina*, 30(1), 17-27.
- Piazolla, D., Cafaro, V., Mancini, E., Scanu, S., Bonamano, S., & Marcelli, M. (2020). Preliminary Investigation of Microlitter Pollution in Low-Energy Hydrodynamic Basins Using *Sabella spallanzanii* (Polychaeta: Sabellidae) Tubes. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 104(3), 345-350.
- Plastics Europe, 2017. Plastics - The Facts 2017, an Analysis of European Plastics Production, Demand and Waste Data, Brussels.

- Poeta, G., Battisti, C., Bazzichetto, M., & Acosta, A. T. (2016). The cotton buds beach: marine litter assessment along the Tyrrhenian coast of central Italy following the marine strategy framework directive criteria. *Marine pollution bulletin*, 113(1-2), 266-270.
- Prevenios, M., Zeri, C., Tsangaris, C., Liubartseva, S., Fakiris, E., & Papatheodorou, G. (2018). Beach litter dynamics on Mediterranean coasts: distinguishing sources and pathways. *Marine pollution bulletin*, 129(2), 448-457.
- Robinson, A. R., Leslie, W. G., Theocharis, A., & Lascaratos, A. (2001). Mediterranean sea circulation. *Ocean currents*, 1, 19.
- Ruiz-Orejón, L. F., Sardá, R., & Ramis-Pujol, J. (2016). Floating plastic debris in the Central and Western Mediterranean Sea. *Marine Environmental Research*, 120, 136-144.
- Šilc, U., Kuzmič, F., Caković, D., & Stešević, D. (2018). Beach litter along various sand dune habitats in the southern Adriatic (E Mediterranean). *Marine pollution bulletin*, 128, 353-360.
- Song, Y., Li, Y., Song, W., Yee, K., Lee, K. Y., & Tagarielli, V. L. (2017). Measurements of the mechanical response of unidirectional 3D-printed PLA. *Materials & Design*, 123, 154-164.
- Suaria, G., & Aliani, S. (2014). Floating debris in the Mediterranean Sea. *Marine pollution bulletin*, 86(1-2), 494-504.
- Suaria, G., Avio, C. G., Mineo, A., Lattin, G. L., Magaldi, M. G., Belmonte, G., ... & Aliani, S. (2016). The Mediterranean Plastic Soup: synthetic polymers in Mediterranean surface waters. *Scientific reports*, 6, 37551.
- Strafella, P., Fabi, G., Spagnolo, A., Grati, F., Polidori, P., Punzo, E., ... & Despalatovic, M. (2015). Spatial pattern and weight of seabed marine litter in the northern and central Adriatic Sea. *Marine pollution bulletin*, 91(1), 120-127.

- Strafella, P., Fabi, G., Despalatovic, M., Cvitković, I., Fortibuoni, T., Gomiero, A., ... & Spagnolo, A. (2019). Assessment of seabed litter in the Northern and Central Adriatic Sea (Mediterranean) over six years. *Marine pollution bulletin*, 141, 24-35.
- Syberg, K., Khan, F. R., Selck, H., Palmqvist, A., Banta, G. T., Daley, J., ... & Duhaime, M. B. (2015). Microplastics: addressing ecological risk through lessons learned. *Environmental toxicology and chemistry*, 34(5), 945-953.
- Tanaka, K., Takada, H., Yamashita, R., Mizukawa, K., Fukuwaka, M. A., & Watanuki, Y. (2013). Accumulation of plastic-derived chemicals in tissues of seabirds ingesting marine plastics. *Marine pollution bulletin*, 69(1-2), 219-222.
- Talsness, C. E., Andrade, A. J., Kuriyama, S. N., Taylor, J. A., & Vom Saal, F. S. (2009). Components of plastic: experimental studies in animals and relevance for human health. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 2079-2096.
- Teuten, E. L., Saquing, J. M., Knappe, D. R., Barlaz, M. A., Jonsson, S., Björn, A., ... & Ochi, D. (2009). Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 2027-2045.
- Thompson, R. C., Olsen, Y., Mitchell, R. P., Davis, A., Rowland, S. J., John, A. W., ... & Russell, A. E. (2004). Lost at sea: where is all the plastic?. *Science*, 304(5672), 838-838.
- Thompson, R. C., Moore, C. J., Vom Saal, F. S., & Swan, S. H. (2009). Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 2153-2166.
- UNEP, 2005. Marine litter, an Analytical Overview [WWW Document]

- UNEP, M. (2012). Protocol concerning specially protected areas and biological diversity in the Mediterranean Annex II: List of endangered or threatened species. *RAC/SPA, Tunisi*.
- UNEP-MAP, U. I. (2015). Legal, institutional and policy aspects of coastal aquifer management. *Strategic Partnership for the Mediterranean Sea Large Marine Ecosystem (MedPartnership), Paris*.
- Van der Wal, M. A. A. R. T. E. N., van der Meulen, M., Tweehuijsen, G. I. J. S. B. E. R. T., Peterlin, M., Palatinus, A., & Kovac Viršek, M. (2015). SFRA0025: Identification and assessment of riverine input of (Marine) litter. *Report for Michail Papadoyannakis, DG Environment, United Kingdom*, 186.
- Van Sebille, E., Wilcox, C., Lebreton, L., Maximenko, N., Hardesty, B. D., Van Franeker, J. A., ... & Law, K. L. (2015). A global inventory of small floating plastic debris. *Environmental Research Letters*, 10(12), 124006.
- Vianello, A., Da Ros, L., Boldrin, A., Marceta, T., & Moschino, V. (2018). First evaluation of floating microplastics in the Northwestern Adriatic Sea. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(28), 28546-28561.
- Viršek, M. K., Lovšin, M. N., Koren, Š., Kržan, A., & Peterlin, M. (2017). Microplastics as a vector for the transport of the bacterial fish pathogen species *Aeromonas salmonicida*. *Marine pollution bulletin*, 125(1-2), 301-309.
- Vlachogianni, T., Anastasopoulou, A., Fortibuoni, T., Ronchi, F., & Zeri, C. (2017). Marine litter assessment in the Adriatic and Ionian Seas. *IPA-Adriatic DeFishGear Project, MIO-ECSDE, HCMR and ISPRA*, 168.
- Vlachogianni, T., Fortibuoni, T., Ronchi, F., Zeri, C., Mazziotti, C., Tutman, P., ... & Mandić, M. (2018). Marine litter on the beaches of the Adriatic and Ionian Seas: An assessment of their abundance, composition and sources. *Marine pollution bulletin*, 131, 745-756.

- Wagner, M., & Oehlmann, J. (2009). Endocrine disruptors in bottled mineral water: total estrogenic burden and migration from plastic bottles. *Environmental Science and Pollution Research*, 16(3), 278-286.
- Woodall, L. C., Gwinnett, C., Packer, M., Thompson, R. C., Robinson, L. F., & Paterson, G. L. (2015). Using a forensic science approach to minimize environmental contamination and to identify microfibres in marine sediments. *Marine pollution bulletin*, 95(1), 40-46.
- Zeri, C., Adamopoulou, A., Varezić, D. B., Fortibuoni, T., Viršek, M. K., Kržan, A., ... & Prvan, M. (2018). Floating plastics in Adriatic waters (Mediterranean Sea): From the macro-to the micro-scale. *Marine pollution bulletin*, 136, 341-350.