

## **Parco Nazionale dell'Asinara Area Marina Protetta "Isola dell'Asinara"**

---

**Determinazione n. 607 del 15-12-2018**

**PROGETTO GIREPAM – "GESTIONE INTEGRATA  
DELLE RETI ECOLOGICHE ATTRAVERSO I PARCHI E  
LE AREE MARINE". CUP E76J16001050007**

**(Programma di Cooperazione Italia – Francia Marittimo 2014-  
2020) Convenzione per la “Quantificazione del macro-litter,  
meso-litter e micro-litter dell’ambito costiero del Parco  
Nazionale dell’Asinara”. CIG ZB6263CA26**

# Gruppo di Lavoro

- **Coordinamento:**

Prof.ssa Donatella Carboni - Università di Sassari

- **Gruppo di lavoro:**

- Prof. Umberto Simeoni – Università di Ferrara

- Dott.ssa Corinne Corbau – Università di Ferrara

- Prof. Sergio Ginesu – Università di Sassari

- CURSA - Consorzio Universitario per la Ricerca Socio-economica e per l'Ambiente

- Dott. Antonella di Roma – analisi laboratorio

- Dott. Massimo Contini – borsista

- Dott. Alexandre Lazarou – rilevatore

- Dott.ssa Cristina Maria Caria – rilevatore

## Sommario

<b>1. I RIFIUTI</b> .....	1
<b>2. UN RIFIUTO PARTICOLARE: LA PLASTICA</b> .....	10
2.1 - <i>Plastica: definizione e classificazione</i> .....	10
2.2 - <i>Storia della plastica</i> .....	15
2.3 - <i>Plastica: produzione e consumo nel mondo</i> .....	18
<b>3. IL PROBLEMA DEI RIFIUTI MARINI</b> .....	22
3.1 - <i>Marine Litter</i> .....	23
3.2 - <i>Beach Litter</i> .....	28
3.3 - <i>Detriti di plastica nell'ambiente marino</i> .....	32
3.4 - <i>Conseguenze del Marine Litter sull'ambiente e sulla salute</i> .....	40
<b>4. MARINE LITTER IN EUROPA, NEL MEDITERRANEO E IN ITALIA</b> .....	45
<b>5. LEGGI, PROVVEDIMENTI E INIZIATIVE</b> .....	54
5.1 - <i>Convenzioni, strategie e accordi internazionali</i> .....	54
5.2 - <i>Accordi, convenzioni e iniziative a livello europeo e nel Mediterraneo</i> .....	57
5.3 - <i>Iniziative legislative</i> .....	59
<b>6. METODOLOGIA</b> .....	68
6.1 - <i>Linee guida internazionali per la raccolta del Beach Litter</i> .....	68
6.2 - <i>Area di Studio</i> .....	70
6.3 - <i>Metodologie di campionamento</i> .....	73
6.4 - <i>Strutturazione e distribuzione del questionario</i> .....	96
<b>7. RISULTATI DEL MONITORAGGIO NELLE SPIAGGE DELL'ASINARA</b> .....	98
7.1 - <i>Macroplastica</i> .....	98
7.2 - <i>Mesoplastica e microplastica</i> .....	102
<b>8. QUESTIONARIO: RISULTATI</b> .....	105
<b>9. CONCLUSIONI</b> .....	119
9.1 - <i>Campionamento e analisi del Beach Litter</i> .....	119
9.2 - <i>Questionario</i> .....	122
<b>Bibliografia</b> .....	125

## 1. I RIFIUTI

I rifiuti vengono definiti dalla Direttiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio Europeo come: “qualsiasi sostanza od oggetto di cui il detentore si disfi o abbia l'intenzione o l'obbligo di disfarsi” (EU, 2008, Art.3). Questi materiali devono essere raccolti, trasportati e infine smaltiti, accumulati o riciclati. Per questo il rifiuto può anche essere definito: “material that is discarded without being resold to other persons or companies, and it generates collection, transportation, and disposal costs<sup>1</sup>” (Kawai e Tasaki, 2016, p. 5)

La produzione di massa di rifiuti è soprattutto un prodotto dell'urbanizzazione, dello sviluppo economico e della crescita della popolazione. Mentre le nazioni e le città diventano più popolate e prospere, offrono più prodotti e servizi ai cittadini e partecipano al commercio e allo scambio globale, esse devono gestire quantità corrispondenti di rifiuti attraverso il trattamento e lo smaltimento (Letcher e Vallero, 2019).

La gestione dei rifiuti solidi è un problema universale che incide sia economicamente sia sulla salute di intere comunità a livello mondiale. Si calcola che nel mondo (dati del 2016) vengano generati 2,01 miliardi di tonnellate di rifiuti solidi urbani, e che in media ogni persona ne produca da 0,11 a 4,54 Kg al giorno (Kaza et al., 2018).

I paesi dell'Asia orientale e del Pacifico, dell'Europa e dell'Asia centrale producono il 43% dei rifiuti mondiali. Le regioni del Medio Oriente, dell'Africa settentrionale e dell'Africa subsahariana producono la minor quantità di rifiuti, generando insieme il 15% dei rifiuti mondiali. L'Asia orientale e il Pacifico producono il massimo in termini assoluti, stimati nel 2016 in 468 milioni di tonnellate, mentre la regione del Medio Oriente e del Nord Africa genera il minimo della produzione, circa 129 milioni di tonnellate. Se per l'Asia orientale e il Pacifico l'alta percentuale di produzione di rifiuti dipende soprattutto dall'alto numero della popolazione ivi residente, l'Europa, il Nord America, la Cina e l'Australia rimangono le regioni con più alta produzione di rifiuti in rapporto agli abitanti (Kaza et al., 2018).

---

<sup>1</sup> “materiale che viene scartato senza essere rivenduto ad altre persone o aziende e genera costi di raccolta, trasporto e smaltimento”

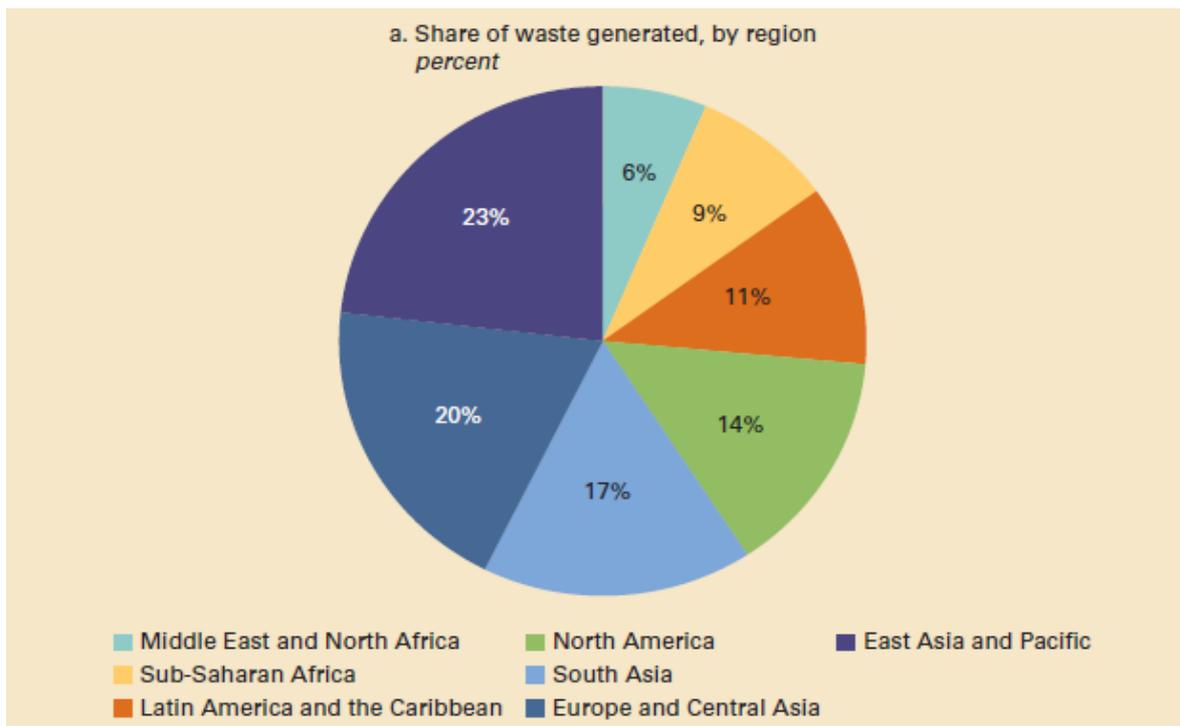


Fig. 1 - Produzione di rifiuti per aree geografiche nel mondo nel 2016 (valori percentuali). Fonte: Kaza et al., *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*, World Bank, Washington DC, 2018, p. 19.

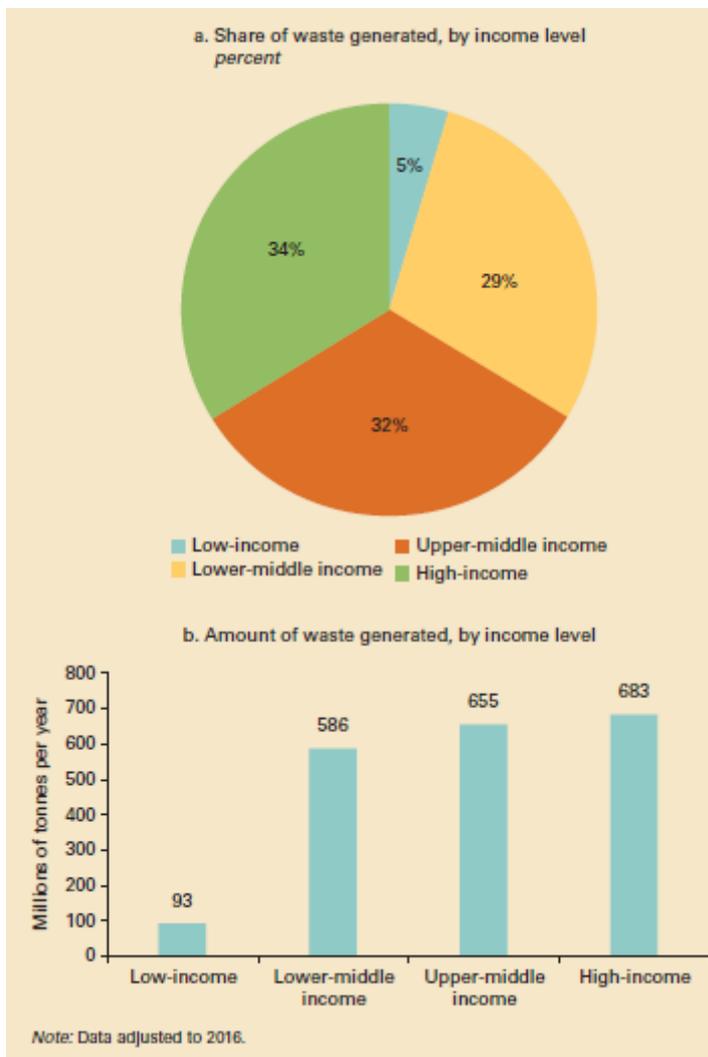


Fig. 2 - Produzione di rifiuti Pro Capite (in chilogrammi) nel 2016. Fonte: Kaza et al., *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*, World Bank, Washington DC, 2018, p. 19.

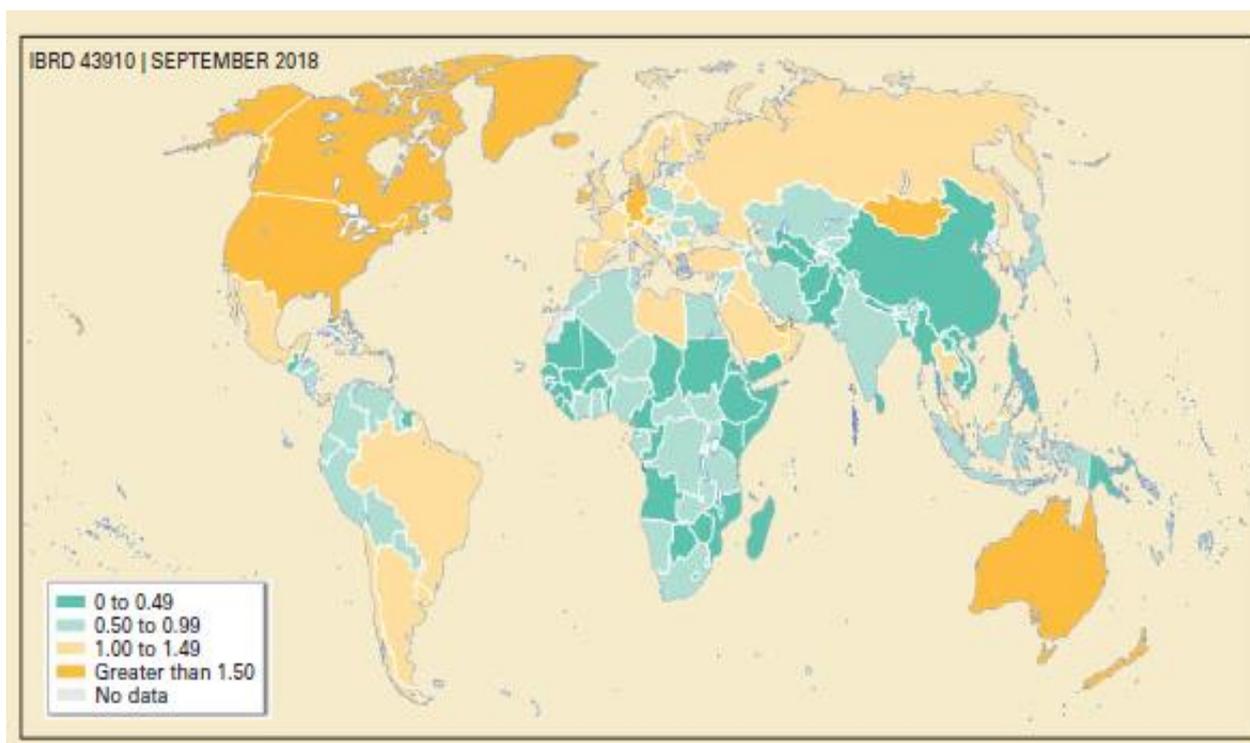


Fig. 3 - Percentuale (a) e quantità (b) di rifiuti prodotti in base al livello economico (dati del 2016). Fonte: Kaza et al., *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*, World Bank, 2018, p. 21.

I paesi ad alto reddito generano circa il 34% dei rifiuti (683 milioni di tonnellate), sebbene rappresentino solo il 16% della popolazione mondiale. I paesi a basso reddito rappresentano il 9% della popolazione mondiale, ma generano solo il 5% circa dei rifiuti globali (93 milioni di tonnellate) (Fig. 3). Ciò significa che la produzione di rifiuti ha un rapporto molto stretto con lo sviluppo economico (Yadav e Samadder, 2017; Kaza et al., 2018).

La produzione di rifiuti aumenta anche con l'urbanizzazione, e ciò è legato anche al livello economico del paese. I paesi e le economie ad alto reddito sono più urbanizzati e generano più rifiuti pro capite e in totale. A livello regionale, il Nord America, con il più alto tasso di urbanizzazione (82%), genera 2,21 chilogrammi di rifiuti pro capite al giorno, mentre l'Africa subsahariana genera 0,46 chilogrammi pro capite al giorno con un tasso di urbanizzazione del 38% (Fig.4) (Kaza et al., 2018).

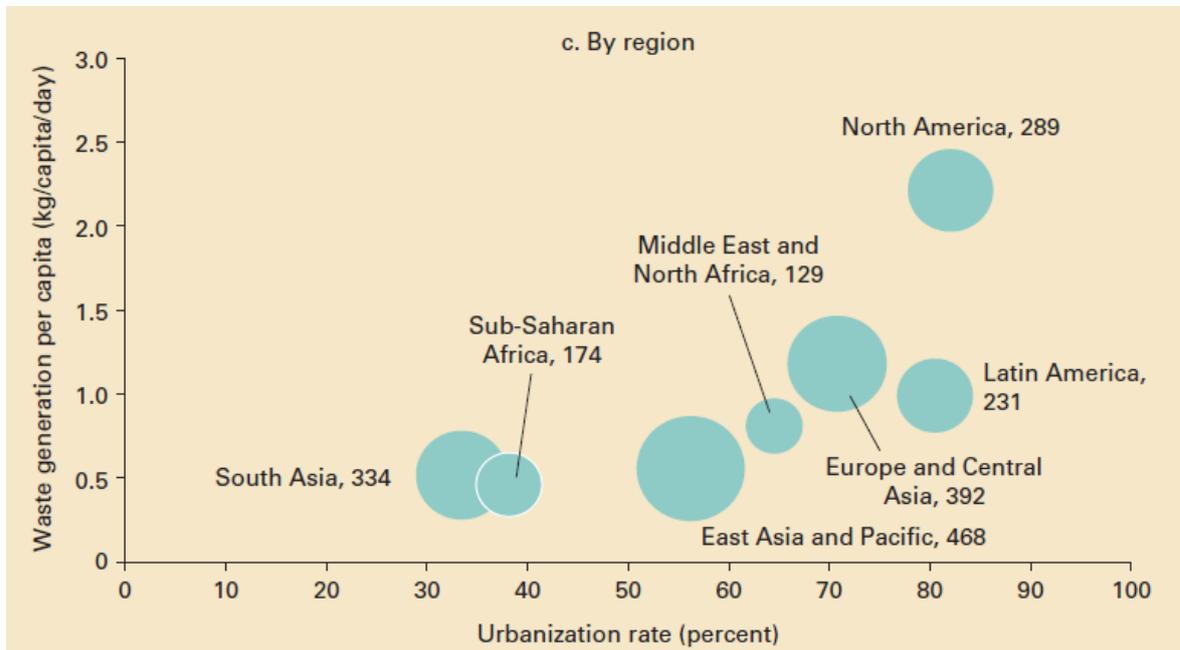


Fig. 4 - Produzione di rifiuti in rapporto all'urbanizzazione delle varie regioni mondiali (dati del 2016). Fonte: Kaza et al., *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*, World Bank, Washington DC, 2018, p. 24.

Per il futuro, le proiezioni prevedono che nel 2030 la produzione di rifiuti nel mondo aumenterà fino a 2,59 miliardi di tonnellate all'anno. Nel 2050 sarà di 3,40 miliardi di tonnellate. A contribuire maggiormente a questo aumento saranno soprattutto i paesi dal medio e dal basso sviluppo economico. Infatti, i paesi più industrializzati hanno raggiunto un punto di sviluppo economico in cui il consumo di materiali è meno legato alla crescita del prodotto interno lordo, perciò difficilmente aumenterà la produzione di rifiuti in termini assoluti o pro capite. Nei paesi a basso reddito invece si prevede che la produzione di rifiuti venga triplicata entro il 2050, a causa della crescita economica e di una sempre maggiore crescita e urbanizzazione della popolazione (Fig. 5) (Kaza et al., 2018).

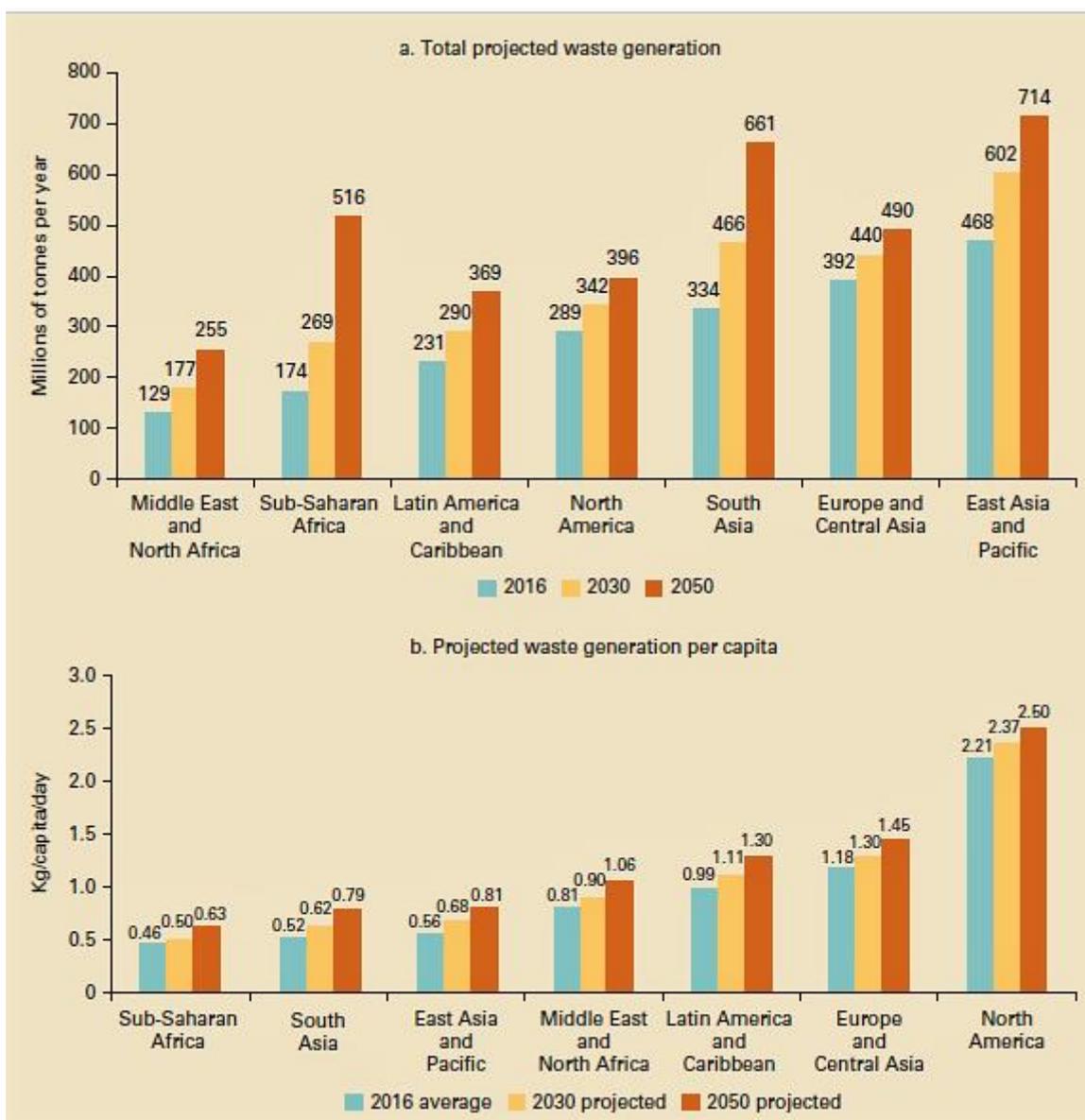


Fig. 5 - Proiezioni sull'aumento della produzione di rifiuti in assoluto e pro capite nelle diverse regioni mondiali (dati del 2016). Fonte: Kaza et al., *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*, World Bank, Washington DC, 2018, p. 28.

Per quanto riguarda l'analisi della composizione dei rifiuti, a livello internazionale la categoria maggiormente rappresentata consiste nel cibo e nei rifiuti verdi, che rappresentano il 44% del totale dei rifiuti. Quelli secchi invece (plastica, carta e cartone, metallo e vetro) costituiscono il 34% del totale (Fig. 6).

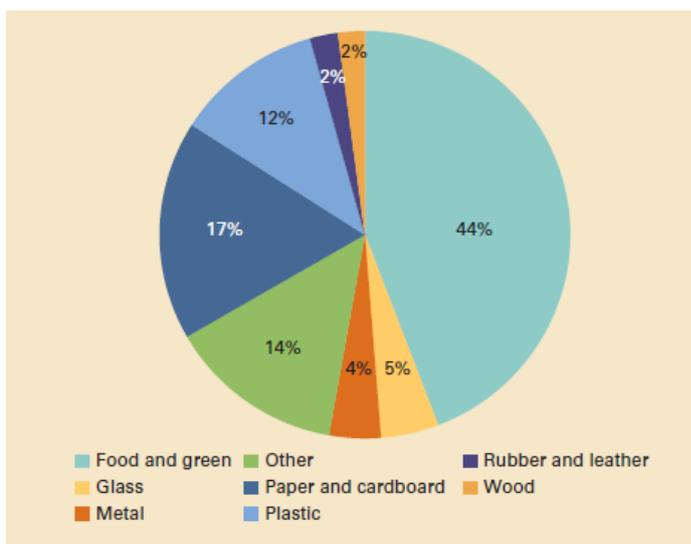


Fig. 6 - Tipologia dei rifiuti prodotti a livello globale nel 2016 (valori percentuali). Fonte: Kaza et al., *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*, World Bank, Washington DC, 2018, p. 29.

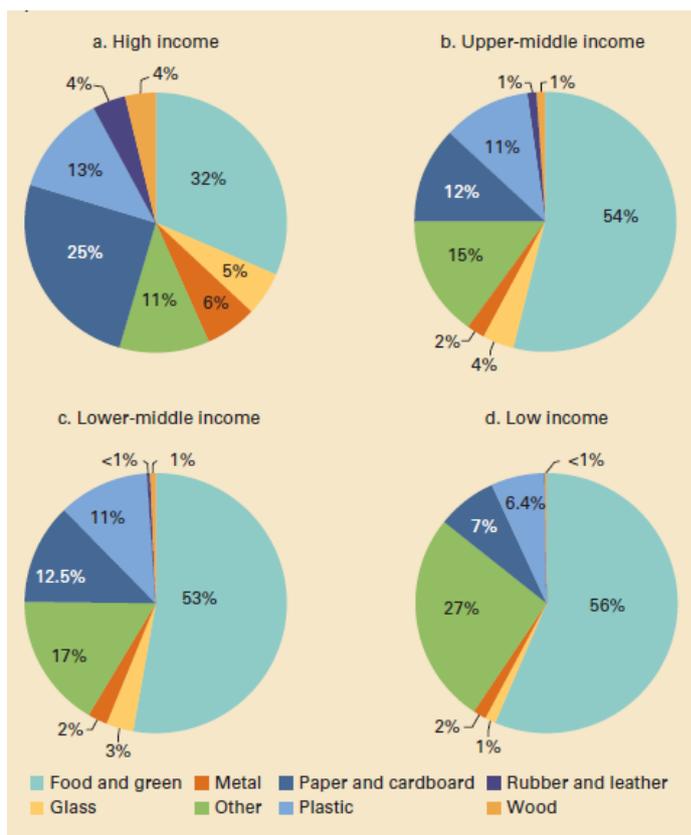


Fig. 7 - Tipologia dei rifiuti prodotti dai paesi in rapporto al livello del reddito nel 2016 (valori percentuali). Fonte: Kaza et al., *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*, World Bank, Washington DC, 2018, p. 30.

Naturalmente i rifiuti secchi causano un inquinamento diretto maggiore rispetto ai rifiuti verdi e al cibo, che vengono smaltiti più facilmente, anche se la quantità di questi ultimi è indice di una considerevole produzione e inefficienza nella gestione dei prodotti alimentari, causa di uno squilibrio nel consumo alimentare a livello sociale, nonché di un inquinamento indiretto dovuto allo smaltimento (Corrado e Sala, 2018).

Anche la composizione dei rifiuti cambia in rapporto al livello del reddito, sia per aree geografiche e sia in relazione alle nazioni, sia a livello del nucleo familiare e del singolo individuo (Edjabou et al., 2015; Yadav e Samadder, 2017). La percentuale di materia organica nei rifiuti diminuisce con l'aumento dei livelli di reddito. I beni consumati nei paesi a più alto reddito includono più materiali come carta e plastica di quanto non facciano i paesi a basso reddito. Anche per i residui di gomma e scarti di legno, i dati

crescono in base al livello di reddito (Fig. 7) (Kaza et al., 2018).

Globalmente, quasi il 40% dei rifiuti viene smaltito nelle discariche. Circa il 19% viene sottoposto al recupero dei materiali attraverso il riciclaggio e il compostaggio e l'11% viene trattato attraverso l'incenerimento. Le pratiche di smaltimento dei rifiuti variano in

modo significativo in base

al livello di reddito e

all'area geografica. Lo

scarico di rifiuti a cielo

aperto è prevalente nei

paesi a basso reddito, in cui

le discariche spesso non

sono ancora disponibili.

Infatti, il 93% dei rifiuti

viene bruciato o scaricato

in strade, terreni aperti o

corsi d'acqua nei paesi a

basso reddito, mentre nei

paesi ad alto reddito ciò

avviene solo per il 2% dei

rifiuti (Fig. 8).

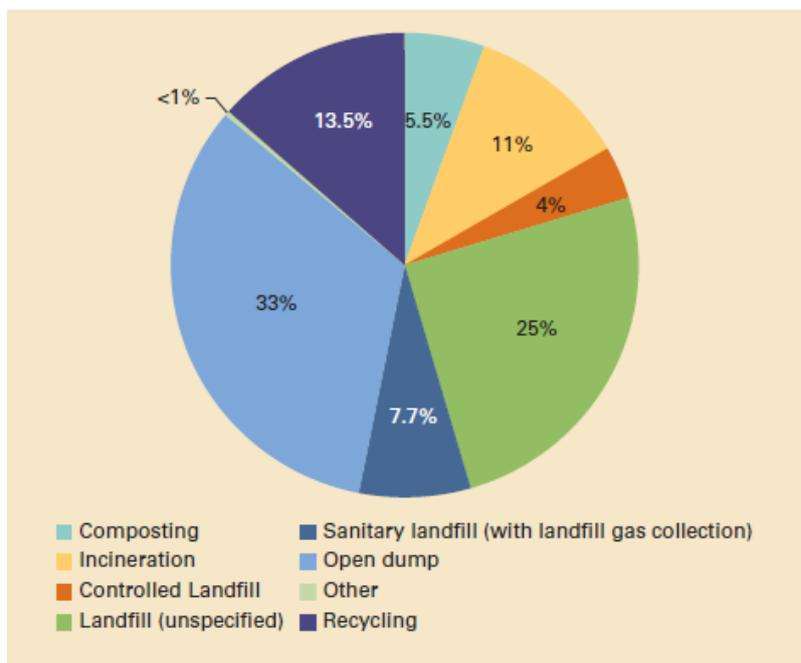


Fig. 8 - Trattamento e smaltimento dei rifiuti a livello globale nel 2016 (valori percentuali). Fonte: Kaza et al., *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*, World Bank, Washington DC, 2018, p. 34.

La costruzione e l'uso delle discariche sono in genere il primo passo verso una gestione dei

rifiuti più sostenibile (Letcher e Vallero, 2019). Mentre nei paesi a basso reddito solo il 3%

dei rifiuti viene depositato nelle discariche, nei paesi a reddito medio-alto circa il 54% dei

rifiuti viene smaltito nelle discariche. Inoltre, i paesi più ricchi tendono a recuperare una più

alta percentuale dei rifiuti attraverso il riciclaggio e il compostaggio. Infatti, paesi ad alto

reddito, ben 29% dei rifiuti viene riciclato e il 6% è compostato. Anche l'incenerimento è

molto diffuso. Nei paesi ad alto reddito, il 22% dei rifiuti viene incenerito, soprattutto

all'interno di paesi e territori ad alta produzione e con una piccola estensione territoriale

(Fig. 9). Esempi significativi sono il Giappone o le Isole Vergini britanniche (Kaza et al.,

2018).

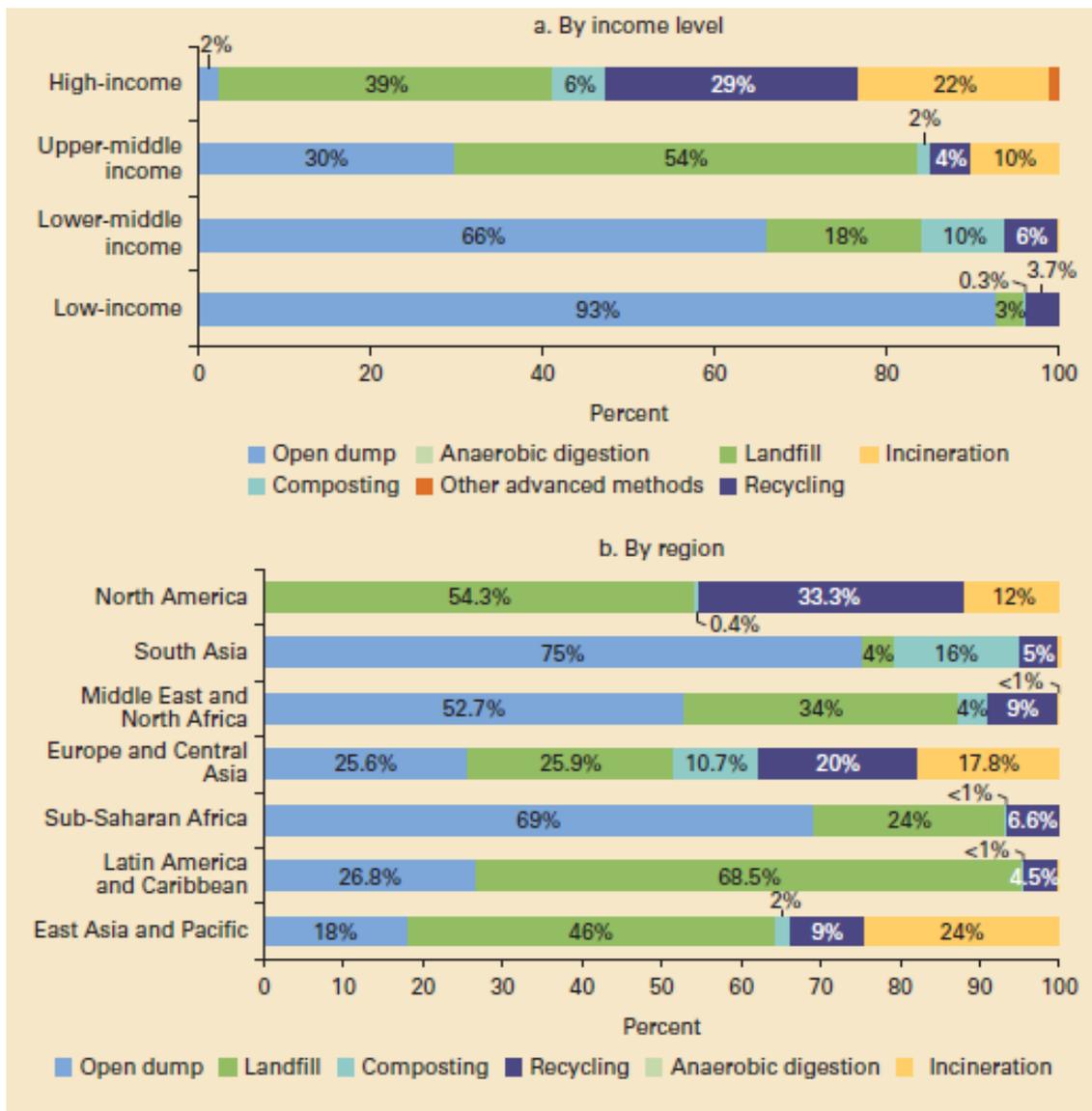


Fig. 9 - Metodi di smaltimento dei rifiuti per reddito (a) e per area geografica (b) (valori percentuali).  
 Fonte: Kaza et al., *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*, World Bank, Washington DC, 2018, p. 35.

Come è noto la gestione dei rifiuti solidi ha un impatto diretto sull' ambiente e sulla salute pubblica (Letcher e Vallero, 2019). Come si è visto la produzione di rifiuti aumenterà globalmente sempre di più, e per questo è necessario attivare politiche di riduzione e riciclaggio, per evitare conseguenze irreversibili a livello ambientale. Il problema si pone maggiormente con i rifiuti più persistenti, quelli che non si biodegradano e vengono

dispersi nell'ambiente (sia terrestre che, soprattutto, marino), dove permangono per anni e, a volte, secoli. Per questo negli ultimi anni l'attenzione si è spostata sempre di più verso determinate tipologie di rifiuti, in particolare i rifiuti di plastica, che, proprio per la loro capacità di resistere ai fattori biodegradanti, permangono nell'ambiente più di ogni altro materiale; soprattutto nei sistemi marini, dove il 95% dei detriti è di origine plastica.

## 2. UN RIFIUTO PARTICOLARE: LA PLASTICA

Di tutti i rifiuti solidi, fra quelli più diffusi e impattanti per l'ambiente vi sono le materie plastiche. Vi sono pochi dubbi che la plastica, grazie alla sua versatilità e capacità di innovazione, che permette il suo uso in innumerevoli campi, applicazioni e settori dell'industria e dell'economia, sia il materiale che più caratterizza la nostra società dei consumi almeno dagli anni Cinquanta del secolo passato, tanto da far parlare di questi anni come l'"età della plastica" (Thompson et al., 2009). La rapida espansione dell'uso di polimeri sintetici nell'ultimo mezzo secolo è stata tale che la caratterizzazione dell'era attuale come "Age of Plastics", sembra appropriata. Il valore d'uso del materiale è davvero sorprendente. Può sostituire quasi tutti i materiali tradizionali (dal legno al metallo al vetro) e offre qualità sconosciute nelle sostanze presenti in natura, in modo da alimentare ora un'industria mondiale. L'industria della plastica crea nuove applicazioni e prodotti con una crescita che tende nettamente al rialzo e non mostra segni di rallentamento nel prossimo futuro.

Ma le caratteristiche che rendono la plastica così speciale (leggerezza e durata) rendono la plastica di scarto gestita in modo inappropriato una significativa minaccia ambientale. Le materie plastiche vengono facilmente trasportate su lunghe distanze dalle aree di origine, colpendo i sistemi terrestri e di acqua dolce, ma finendo principalmente negli oceani, dove hanno una serie di impatti ambientali ed economici significativi.

C'è stato un rapido aumento della quantità di rifiuti di plastica nell'ambiente, dovuto alla sua resistenza ma anche all'aumento continuo della produzione. Per il loro impatto ambientale è opportuno spiegare cosa sono i materiali plastici e quantificare il loro livello di produzione e consumo.

### *2.1 - Plastica: definizione e classificazione*

Il termine "plastica" deriva dal greco "*plastikos*", usato per descrivere qualcosa che può essere modellato, che si presta a prendere una forma. Infatti, le materie plastiche sono dotate, durante la lavorazione, di notevole malleabilità e plasticità, che permette di

modellarle in diverse forme e di essere usate per molteplici scopi (Millet et al., 2019). Il termine è stato usato fin dai tempi più antichi per indicare materiali naturali che avevano questa caratteristica, ed è solo all'inizio del XX secolo che ha iniziato a diffondersi come nome che indicava determinati materiali sintetici o semi-sintetici creati chimicamente dall'uomo.

Le particolari caratteristiche della plastica la rendono una componente fondamentale, e quasi irrinunciabile, per la nostra attività economica e per le nostre vite quotidiane. Essa possiede numerose caratteristiche eccezionali come leggerezza, robustezza, malleabilità e durata. Le plastiche sono inoltre materiali idrofobi e bio-inerti. Queste caratteristiche, insieme a costi di produzione relativamente bassi, hanno portato a fare della plastica una risorsa e un materiale privilegiati, dando anche un contributo fondamentale per risolvere molte sfide della società, dal risparmio energetico all'innovazione nei dispositivi sanitari e medici. Per questo il loro uso e la loro presenza sono sempre maggiori e, in molti settori, indispensabili (European Commission<sup>2</sup>, 2018; Geyer et al., 2017).

Le plastiche vengono definite come sostanze organiche artificiali, derivate soprattutto da materie fossili come petrolio e gas. La produzione di plastica, sebbene possa derivare anche da fonti vegetali, o da altre materie, è oggi al 90% dipendente da materie fossili (anche se utilizza solo il 4-6% di tutto il petrolio e il gas consumato in Europa) (Millet et al., 2019). Ma la domanda di combustibili fossili, energia e le relative emissioni di carbonio da parte dell'industria aumenteranno con l'aumentare della domanda futura di plastica da parte dei consumatori. Entro il 2050, come asserito dalle proiezioni UE, la produzione e la lavorazione della plastica è destinata ad aumentare fino a coprire il 20% del petrolio consumato a livello globale e il 15% del bilancio annuale delle emissioni di carbonio (World Economic Forum, 2016).

Le materie plastiche possono essere classificate in vari modi:

- a seconda del processo col quale vengono sintetizzate;
- in base alla termoplasticità;
- in base alla biodegradabilità;
- in base alla conducibilità elettrica;

---

<sup>2</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX:52018DC0028>

- in base alla densità;
- in base alla resistenza a vari prodotti chimici (Millet et al., 2019).

Esistono però fondamentalmente due principali famiglie nelle quali si dividono le materie plastiche (Fig. 10) (PlasticsEurope, 2018):

- Termoplastiche (Thermoplastics): I materiali termoplastici sono una grande famiglia di materie plastiche sintetiche che si sciolgono se riscaldati e si induriscono quando raffreddati. Questi processi sono reversibili, quindi possono essere riscaldati e modellati ripetutamente. Sono quindi materiali meccanicamente riciclabili.
- Polimeri Termoindurenti (Thermosets): sono materiali sintetici che, se trattati, formano a livello molecolare reti tridimensionali che ne causano l'indurimento. Una volta riscaldati e trattati, le molecole non possono essere rifuse e perciò il modellamento del materiale è irreversibile.

## Discovering the wide family of plastics

The plastics' family is composed of a great variety of materials designed to meet the very different needs of thousands of end products.

### The two categories of plastics

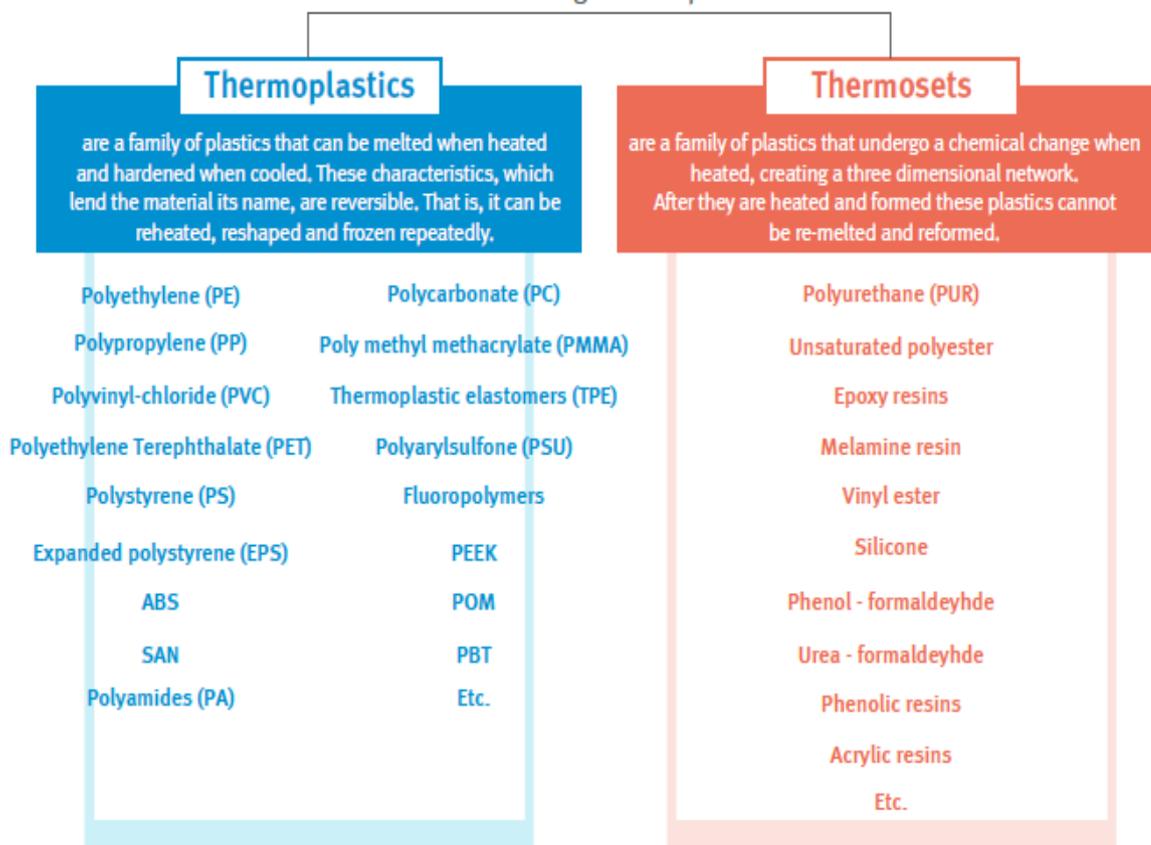


Fig. 10 - Le due grandi famiglie in cui si dividono le plastiche, con esempi dei principali materiali. Fonte: PlasticsEurope, *Plastics - the Facts 2018: An analysis of European plastics production, demand and waste data*, 2018, p. 17.

Tra le varie tipologie di plastiche, le più diffuse sono: polietilene (PE, 29%), polipropilene (PP, 18%), polivinilcloruro (PVC, 15%), polietilentereftalato (PET, 20%), polistirene (PS, EPS, 7,8%) e nylon (PA, 1%) (Marchetto et al., 2017).

Oltre ai materiali plastici di origine fossile, che sono i più inquinanti, esistono altri tipi di plastiche, derivanti da materiale biologico o biodegradabile, che hanno spesso le stesse caratteristiche delle materie plastiche ma sono meno inquinanti: le bio-plastiche. Ma solo

L'1% delle materie plastiche prodotte nel mondo oggi sono bio-plastiche. Si possono dividere in tre principali gruppi (European Bioplastic, *Bioplastic Material*, 2018<sup>3</sup>):

- Materie plastiche non biodegradabili a base biologica o semi-biologica;
- Materie plastiche che sono sia biodegradabili che a base biologica;
- Materie plastiche che si basano su fonti di origine fossile ma che sono biodegradabili.

Nonostante le bioplastiche, per adesso, rappresentino una percentuale così bassa all'interno della produzione delle plastiche, sono materiali che hanno le stesse proprietà delle plastiche convenzionali, ma possono offrire ulteriori vantaggi, ad esempio una minore impronta di carbonio e ulteriori opzioni di gestione dei rifiuti come il compostaggio (European Bioplastic, *Bioplastic Material*, 2018). Le bioplastiche possono essere un ulteriore mezzo per attenuare l'impatto che le materie plastiche hanno sull'ambiente, e per questo vi è una spinta sempre maggiore sia da parte di alcuni stati, sia delle agenzie europee che si occupano di ambiente, per incentivare la produzione di questi materiali (UN Environment, 2018), anche se, per adesso, si tratta più di una possibilità che di una soluzione (Kubowicz e Booth, 2017). Secondo European Bioplastics<sup>4</sup> (2018) la capacità di produzione mondiale di bioplastiche aumenterà da circa 2,11 milioni di tonnellate nel 2018 a circa 2,62 milioni di tonnellate nel 2023 (Fig. 11).

---

<sup>3</sup> European Bioplastic, *Bioplastic Material*, 2018. <https://www.european-bioplastics.org/bioplastics/materials/>, consultato il 17/06/2019.

<sup>4</sup> European Bioplastics, *Bioplastics market data*, 2018. <https://www.european-bioplastics.org/market/>, consultato il 17/06/2019.

## Global production capacities of bioplastics

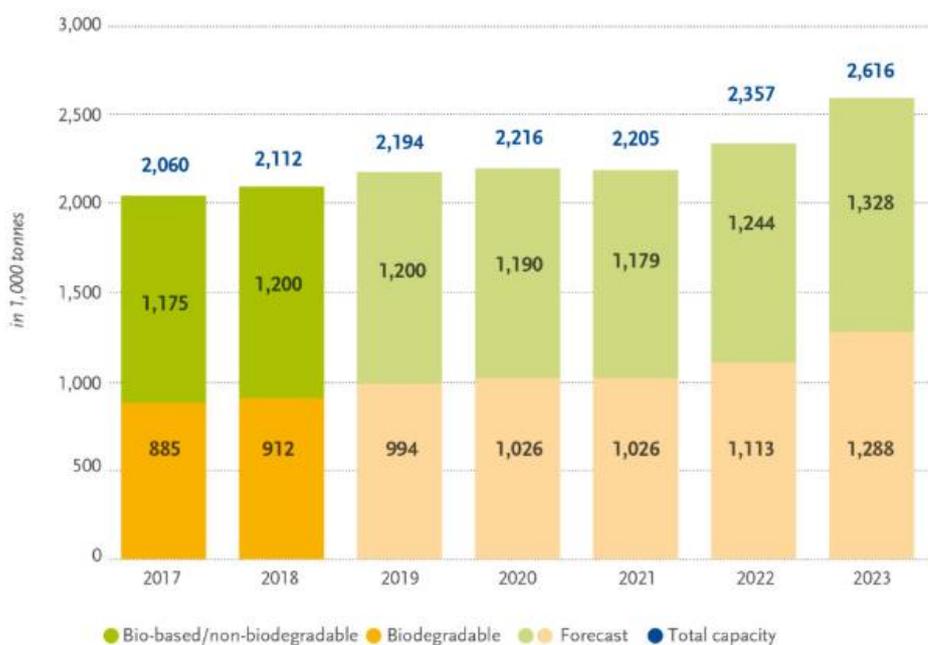


Fig. 11 - La produzione di bioplastiche nel 2017 e nel 2018, con le previsioni di crescita fino al 2020.  
Fonte: European Bioplastics, *Bioplastics market data*, 2018.

## 2.2 - Storia della plastica

Se la produzione di massa della plastica inizia veramente solo negli anni Cinquanta del secolo scorso, la sua storia parte da molto prima, ed è più articolata e meno scontata di quanto si immagini.

Materiali naturali con caratteristiche plastiche (come l'ambra o il corno) venivano usati ampiamente prima dell'Ottocento, soprattutto nel XVIII secolo. Erano però materiali piuttosto rari, che costavano molto e avevano spesso un impatto molto alto sull'ambiente e l'ecosistema. Nel XIX secolo, grazie anche alla spinta dell'espansione industriale, si raggiunsero le conoscenze per poter creare materie semisintetiche con caratteristiche

plastiche (tutte le notizie storiche riguardo le materie plastiche sono prese da: Gilbert, 2017).

Negli anni Cinquanta dell'Ottocento vi furono vari tentativi di produrre nitrato di cellulosa tramite la modificazione di fibre naturali di cellulosa con acido nitrico. Dopo vari tentativi e fallimenti da parte di scienziati e dell'industria, fu il britannico Alexander Park a inventare il primo materiale plastico semi-sintetico, la "*Parkesine*", nel 1862. Questo materiale aveva però un costo molto elevato di produzione, perciò fu sostanzialmente un fallimento. Portò però alla creazione della Xylonite da parte di Daniel Spill, un materiale meno costoso che trovò un certo successo nella produzione di vari oggetti come scatole, manici di coltelli, ornamenti, e in forma più flessibile per produrre cuffie e collari. Nel 1869, infine, l'americano John W. Hyatt scoprì il rivoluzionario processo per produrre Celluloide, che poteva sostituire molti materiali naturali quali corno, avorio e lino e venne introdotto con produzione di massa nel 1872. Fu la prima volta nella storia che venne creato un materiale superando i limiti imposti dalla natura.

Ancora però questo tipo di materiali semi-sintetici non erano diffusi come sono oggi, a causa sia dei costi relativamente alti, sia perché il nitrato di cellulosa è altamente infiammabile, e impossibile da lavorare ad alte temperature. Per ovviare a questo problema, nei primi anni del Novecento fu sviluppato l'acetato di cellulosa, utilizzato come rivestimento non infiammabile per irrigidire e impermeabilizzare le ali e la fusoliera in tessuto dei primi aerei, e più tardi come pellicola cinematografica di sicurezza. Fu anche inventata, a partire da latte senza grassi e rennina, la caseina formaldeide, usata per produrre bottoni, fibbie e ferri a maglia.

Il 1907 fu un anno spartiacque, nel quale la plastica inizia ad assumere gli aspetti e le caratteristiche che la porteranno al successo soprattutto dal secondo dopoguerra. È infatti l'anno in cui il belga Leo Baekeland (che fu il primo a definire questi materiali sintetici col termine "plastiche", fino ad allora usato solo come aggettivo) inventò la "Bachelite", la prima plastica completamente sintetica, cioè che non possedeva nessuna molecola che si può trovare in natura. La Bachelite fu una scoperta straordinaria, non solo perché era un ottimo isolante da usare nei circuiti elettrici (fu fondamentale per lo sviluppo dell'industria automobilistica e per quella radiofonica), ma anche perché aveva una lunga durata, era

resistente al calore, e al contrario della celluloida era ideale per la produzione meccanica di massa. Inoltre, aveva delle caratteristiche “plastiche” formidabili, e poteva essere modellata a piacimento in tutte le forme volute.

La scoperta di Baekeland, che comunque discendeva dalla fondamentale scoperta di Hyatt e della Celluloida, portò in poco tempo l’industria a cercare nuovi materiali il quale uso veniva poi deciso a seconda delle sue caratteristiche. Ben presto nuovi polimeri e plastiche apparvero sul mercato.

Nel 1912 furono inventati in Germania il cloruro di polivinile (PVC)<sup>5</sup> e il polivinilacetato<sup>6</sup> (PVA), mentre l’anno seguente in Svizzera fu creato il Cellophane<sup>7</sup>, un materiale da imballaggio trasparente, flessibile e impermeabile.

Nel 1922, gli studi di Herman Staudinger sulla possibilità che le molecole potessero legarsi in catene e formare polimeri e macromolecole, diede un rapido sviluppo all’industria della plastica, garantendogli il Nobel per la chimica nel 1953.

Nel 1927 fu plasticizzato il PVC, che divenne un materiale flessibile, ideale per la pavimentazione e per isolare elettricamente; esso venne anche utilizzato per la copertura dei tetti e la produzione di infissi. Negli anni Trenta cominciò la commercializzazione del Polistirene<sup>8</sup> (materiale che era stato scoperto nel 1839), del Plexiglas<sup>9</sup> (1933) e del Nylon<sup>10</sup> (1935).

La Seconda Guerra Mondiale diede una notevole spinta all’industria della plastica, poiché la scarsità di risorse, soprattutto naturali, richiese l’invenzione di nuovi materiali, nonché

---

<sup>5</sup> Il cloruro di polivinile (PVC) è stato una delle prime materie plastiche scoperte ed è anche una delle più diffuse. È derivato da sale (57%) e petrolio o gas (43%). È il terzo polimero plastico sintetico più diffuso al mondo, dopo polietilene e polipropilene. Il PVC si presenta in due forme base: rigido (a volte abbreviato in RPVC) e flessibile (PlasticsEurope, 2019: <https://www.plasticseurope.org/en/about-plastics/what-are-plastics/large-family>, consultato il 01/07/2019).

<sup>6</sup> Sono resine impiegate principalmente per adesivi, rivestimenti e trattamenti per tessuti ([http://www.treccani.it/enciclopedia/materie-plastiche\\_%28Enciclopedia-Italiana%29/](http://www.treccani.it/enciclopedia/materie-plastiche_%28Enciclopedia-Italiana%29/) - consultato il 01.07.2019).

<sup>7</sup> Film di cellulosa rigenerata (Bertolotti G. e Capitelli V., 2007).

<sup>8</sup> Una delle materie plastiche più diffuse sul mercato, si ottiene dal vinilbenzene per polimerizzazione (Bertolotti G. e Capitelli V., 2007).

<sup>9</sup> Nome internazionalmente conosciuto delle lastre di metilmetacrilato prodotte dalla Rohm & Haas. Il nome viene usato comunemente anche per indicare il polimero base (Bertolotti G. e Capitelli V., 2007).

<sup>10</sup> Classe di polimeri sintetici, chiamati anche poliammidi, usati in special modo come fibre tessili. (<http://www.treccani.it/enciclopedia/nylon/> - consultato il 01.07.2019).

un utilizzo nuovo per quelli esistenti. Le materie plastiche furono utilizzate diffusamente, per esempio il Nylon si trovava nei paracadute e negli elmetti dei soldati, mentre il Plexiglas sostituiva il vetro nelle cabine degli aerei. Tra i materiali innovativi inventati durante la guerra, prodotti tuttora, ricordiamo il polietilene<sup>11</sup> (PE), il polistirene, il poliestere, il polietilene tereftalato, i siliconi, ecc.

Dopo la Seconda Guerra Mondiale, e soprattutto dagli anni Cinquanta, la tecnologia dei polimeri migliorò notevolmente, si produssero plastiche migliori e, soprattutto, si capì sempre meglio come abbinare il polimero giusto alla giusta applicazione (Freinkel S., 2011). La plastica si diffuse come prodotto ideale non solo nei settori industriali e manifatturieri, ma anche nel design e in campo artistico (soprattutto tra gli anni Sessanta e Settanta).

Negli ultimi cinquant'anni del XX secolo il consumo delle plastiche si è espanso a dismisura sfidando sul mercato i materiali tradizionali, con almeno 15 nuove classi di polimeri sintetizzati, dando un contributo fondamentale nel modellare la società dei consumi come la conosciamo oggi (Andrady e Neal, 2009). Tra le plastiche più importanti inventate in questo periodo vi è il Polipropilene<sup>12</sup>, scoperto da Luigi Natta nel 1954, commercializzato nel 1957, e diventato la singola termoplastica più diffusa a livello globale (Thompson et al., 2009).

### *2.3 - Plastica: produzione e consumo nel mondo*

La produzione globale di materie plastiche è aumentata radicalmente dal 1950 in poi, con una crescita media della produzione del 9% all'anno (UN Environment, 2018). Secondo le

---

<sup>11</sup> È il materiale plastico più diffuso e commercializzato. Si ottiene dalla polimerizzazione del gas etilene, dal quale si possono ottenere vari tipi di materiale con caratteristiche differenziate. Ciò permette di ottenere una vasta gamma di prodotti che ricoprono numerose applicazioni di uso comune (Bertolotti G. e Capitelli V., 2007).

<sup>12</sup> Si ottiene dalla polimerizzazione del propilene in presenza di catalizzatori di alluminio e tetracloruro di titanio. È vastamente utilizzato sia per la facilità di trasformazione, sia per l'ampia gamma di applicazioni a cui si adatta. Per esempio, è il materiale plastico più usato nell'industria automobilistica per la buona resistenza alla temperatura, ai prodotti chimici e ai solventi, nonché per le buone caratteristiche elettriche. È anche molto utilizzato nell'industria delle fibre sintetiche (Bertolotti G. e Capitelli V., 2007).

stime più aggiornate, nel 2017 sono state prodotte nel mondo 348 milioni di tonnellate di plastica, di cui ben 64 milioni di tonnellate sono state prodotte in Europa (PlasticsEurope, 2018).

La maggior parte delle materie plastiche è prodotta in Nord America, Europa Occidentale e in Cina, i quali sono anche i principali consumatori. I settori in cui sono maggiormente utilizzate sono: imballaggi (30%), edilizia e costruzioni (17%) e trasporti (14%) (UN Environment, 2018).

Di solito esiste una correlazione molto forte tra produzione di plastica e il suo consumo. Se in Nord America e in Europa Occidentale l'elevata produzione è dovuta all'elevato consumo di plastica pro-capite, in Cina consumo e produzione sono legati alla popolazione molto numerosa, anche se il consumo pro-capite è comunque costantemente in aumento (Fig. 10) (UN Environment, 2018).

Nel 2017 sono stati prodotti 161 milioni di tonnellate di rifiuti plastici, il 12% di tutti i rifiuti solidi urbani prodotti in quell'anno (UN Environment, 2018).

Alcune stime affermano che entro il 2020, il mondo produrrà oltre 200 Mt di rifiuti urbani di plastica all'anno e circa 230 Mt entro il 2025 (Lebreton e Andrady, 2019). Queste proiezioni si basano sulla crescita prevista della popolazione mondiale e sulla crescita del PIL. Infatti, esattamente come per la produzione dei rifiuti solidi, la produzione e il consumo di plastica sono influenzati dalla crescita della popolazione e dal livello di reddito del paese. Nel caso della plastica più un paese è ricco e ha una grande popolazione, più sono alti produzione e consumo. Perciò le stime di crescita della produzione e del consumo sono dovute soprattutto ai paesi a reddito medio-basso, poiché più ampio è il margine di crescita della popolazione e del PIL. Si è stimato che la produzione di rifiuti plastici urbani globali potrebbe raggiungere i 300 Mt all'anno nel 2040 e 380 Mt nel 2060 (Lebreton e Andrady, 2019).

Queste proiezioni possono essere ridimensionate se si migliorerà il trattamento dei rifiuti e si promuoverà un uso più accorto delle materie plastiche, soprattutto riguardo gli imballaggi e la plastica monouso. Vi è inoltre un notevole interesse nel passaggio dall'uso di fonti fossili a quello da fonti biologiche e biodegradabili, per realizzare bioplastiche che sostituiscano anche la plastica sintetica più usata, il polietilene.

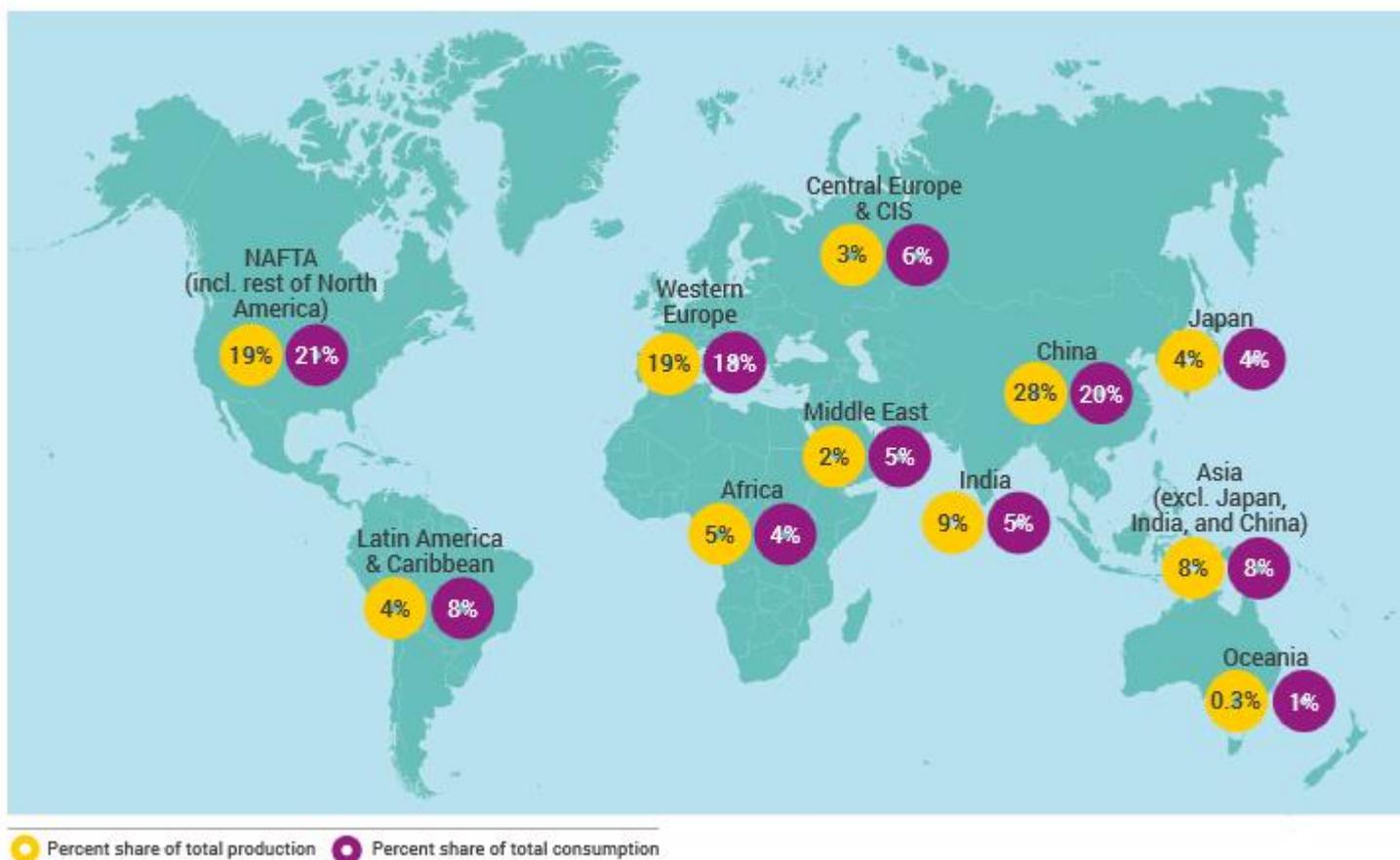


Fig. 12 - Produzione (in giallo) e consumo (in viola) di materie plastiche nelle diverse aree del mondo (valori percentuali). Fonte: UN Environment, *Mapping of Global Plastics Value Chain and Plastics Losses to the Environment (With a Particular Focus on Marine Environment)*, 2018, p. 30.

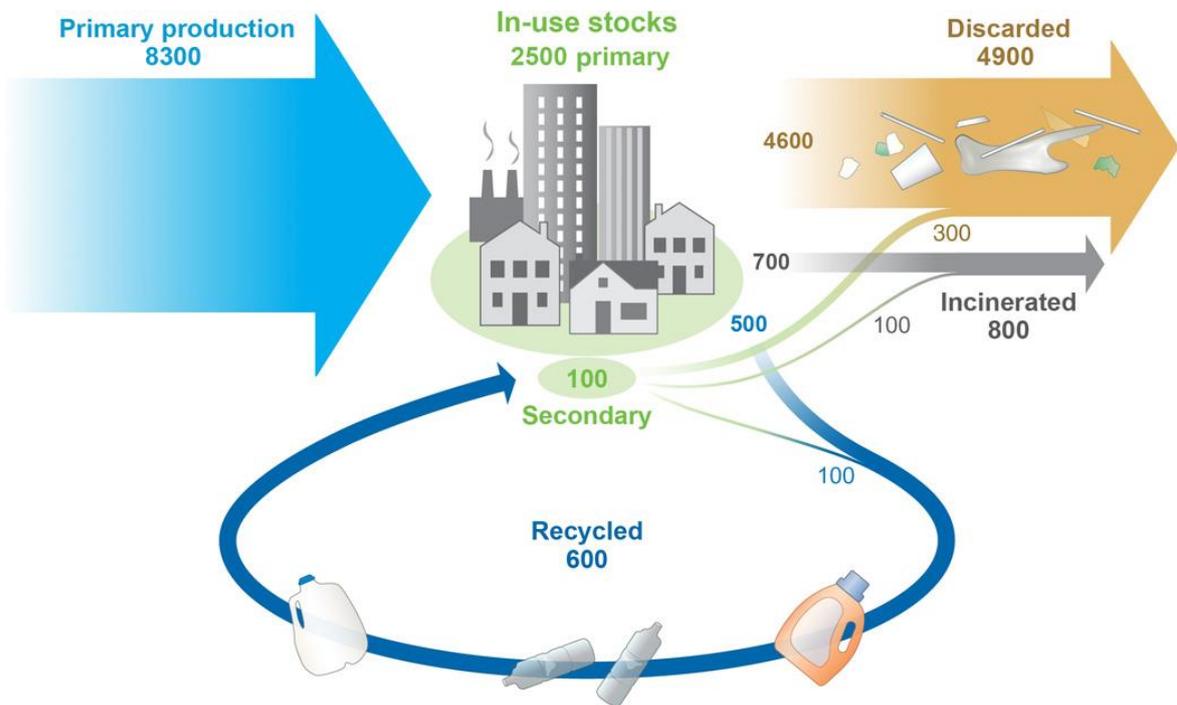


Fig. 13 - Produzione globale, uso e destino delle materie plastiche sintetiche (dal 1950 al 2015, in milioni di tonnellate).  
Fonte: Geyer et al., *Production, use, and fate of all plastics ever made*, 2017, p. 2.

Uno dei maggiori problemi è, infatti, che la maggior parte dei comuni materiali termoplastici fabbricati (PE, PP) sono utilizzati in imballaggi che hanno una vita utile relativamente breve, e che vanno a finire rapidamente nel ciclo dei rifiuti e della spazzatura. Ciò è grave tenuto conto della pervasività delle materie plastiche una volta disperse nell'ambiente. Le materie plastiche utilizzate nell'edilizia (ad es. PVC) rappresentano circa un terzo della produzione ma almeno hanno un ciclo di utilizzo effettivo più lungo (GESAMP, 2105).

### 3. IL PROBLEMA DEI RIFIUTI MARINI

Sebbene il benessere umano sia strettamente legato al mare e alle sue risorse naturali, l'umanità ha sostanzialmente modificato l'aspetto dell'oceano nel giro di pochi secoli. Pesca, inquinamento, eutrofizzazione, esplorazione d'idrocarburi in acque profonde, acidificazione e riscaldamento globale degli oceani, accompagnati dall'innalzamento del livello del mare a seguito della rapida fusione dei ghiacciai e dell'espansione termica dell'acqua di mare (IPCC 2014), sono esempi importanti delle pressioni esercitate dall'uomo sugli oceani con gravi ripercussioni ecologiche e socio-economiche. Di conseguenza, la protezione e la gestione dell'ambiente marino sono diventate questioni politiche e sociali integrali in molti paesi del mondo.

Negli ultimi decenni, l'inquinamento degli oceani da parte di rifiuti antropogenici (*Marine Litter*) è stato riconosciuto come una grave preoccupazione ambientale globale, vista l'importanza dell'ambiente marino e il suo impatto sul biota. L'uso crescente di prodotti monouso, lo smaltimento incontrollato dei rifiuti, insieme a cattive pratiche di gestione e riciclaggio, sono il motivo principale dell'accumulo di rifiuti nel mare. Quantità crescenti di rifiuti vengono perse dai flussi di rifiuti urbani ed entrano negli oceani. È significativo anche che la maggior parte dei detriti che si trovano in mare sono di materiale plastico, proprio perché è un materiale che resiste alla biodegradazione. Le plastiche disperse in ambiente marino assorbono inquinanti che poi vengono ingeriti dalla fauna marina ed entrano in circolo nella catena alimentare.

L'accumulo di rifiuti in mare e lungo le coste di tutto il mondo e le molte domande aperte riguardanti la quantità, la distribuzione e il destino dei rifiuti marini, nonché le potenziali implicazioni per la fauna marina e gli esseri umani, hanno sensibilizzato l'opinione pubblica, stimolato la ricerca scientifica e avviato un'azione politica per affrontare questo problema ambientale. Perciò è utile dare una definizione di *Marine Litter* e illustrare il problema che esso rappresenta a livello ambientale, in generale e riguardo la plastica in particolare.

### 3.1 - Marine Litter

Secondo lo United Nations Environment Program (UNEP) il *Marine Litter* è qualsiasi materiale solido scartato, fabbricato o trasformato, smaltito o abbandonato in ambiente marino o costiero (UNEP, 2019<sup>13</sup>). Si tratta di materiali durevoli e persistenti che, originati da attività umane, arrivano in mare per diverse ragioni e finiscono con il galleggiare, arenarsi sulle spiagge (il *Beach Litter*) o, ancor peggio, con l'annidarsi nei fondali.

Il *Marine Litter* è costituito quindi da oggetti, o residui di oggetti, che sono stati prodotti o utilizzati da persone e, volutamente o involontariamente, scartati nei fiumi o in mare, oppure sulle spiagge o portati indirettamente al mare attraverso i fiumi, le acque reflue, l'acqua piovana o dai venti.

I detriti marini (*Marine Debris*) comprendono una vasta gamma di materiali di origine antropica, come sacchetti di plastica, accendini, sigarette, bottiglie di vetro, boe, lattine, reti e lenze da pesca, rifiuti medici, corde, ecc. (Alessi e Di Carlo, 2018).

L'analisi della composizione dei rifiuti marini è importante in quanto fornisce informazioni sui rifiuti individuali e sulle relative fonti di ingresso. Per monitorare i rifiuti di plastica, è di fondamentale importanza capire i legami dinamici tra le fonti di ingresso dei rifiuti e gli elementi naturali che ne influenzano la distribuzione e l'accumulo, poiché la combinazione tra più punti d'ingresso diffusi e il trasporto non casuale dei detriti dai venti e dalle correnti si traduce in una grande variabilità spaziale e temporale di deposito e accumulo (Galgani et al., 2015; UNEP, 2016).

Il *Marine Litter* e il *Beach Litter* sono diffusi in tutti i mari e le coste. Le zone ad elevata concentrazione di rifiuti, chiamati *hotspot* di accumulo, sono presenti in tutti gli habitat marini, in particolare nelle spiagge, nelle acque superficiali pelagiche e nei substrati marini vicino alle aree più densamente popolate (Leite A et al., 2014; Vlachogianni et al., 2017). Ma zone di accumulo vengono trovate anche in aree più remote, distanti dalle fonti di inquinamento, per esempio in spiagge isolate, in mezzo al mare, e anche nei *canyon*

---

<sup>13</sup> “*Marine litter is any persistent, manufactured or processed solid material discarded, disposed of or abandoned in the marine and coastal environment*”, Unep, 2019.  
<https://www.unenvironment.org/explore-topics/oceans-seas/what-we-do/working-regional-seas/marine-litter>, consultato il 23/06/2019.

sottomarini, dove i rifiuti provenienti dalla terra si accumulano in grandi quantità e il processo di degradazione è molto più lento (Eriksen et al., 2014; Pham et al., 2014; Galgani et al., 2015).

In generale si può dire che i rifiuti marini hanno due origini: le fonti di origine terrestre e le fonti di origine marina.

Per Jambeck et al. (2015) circa l'80% dei rifiuti marini globali proviene da fonti di origine terrestre. Per quanto riguarda le spiagge e i mari più frequentati, una delle fonti principali di inquinamento da rifiuti solidi è il turismo. Ma le fonti di origine terrestre possono essere molte, per esempio:

- discariche comunali situate sulla costa o nell'entroterra;
- il trasporto fluviale dei rifiuti dalle discariche;
- lo scarico di acque reflue non trattate, compresa l'acqua piovana;
- la presenza di impianti industriali con il rilascio di rifiuti solidi (Jambeck et al., 2015);
- perdita accidentale;
- l'evenienza di eventi climatici estremi (Galgani et al., 2015) come Tsunami o tempeste tropicali.

Solo il 20% dei rifiuti in generale arriva da fonti di origine marina. Questi provengono per la maggior parte dal traffico marittimo di traghetti, navi da crociera e commerciali, pescherecci, flotte militari e di ricerca, imbarcazioni da diporto e le installazioni offshore come le piattaforme e gli impianti di acquacoltura (Vlachogianni et al., 2017).

Sono diverse quindi le attività umane, sia terrestri che marine, ricreative o economiche, che possono produrre l'inquinamento degli oceani, dei mari e delle spiagge. La tipologia, la composizione dei rifiuti in mare sono vari, e le quantità globali e le densità dei detriti sono in continuo aumento, anche se la produzione di rifiuti varia da paese a paese. Per esempio, la quantità di rifiuti mal gestiti generati dalla popolazione costiera di un singolo paese varia da 1,1 a 8,8 milioni tonnellate all'anno. Nel 2010 l'83% del totale dei rifiuti mal gestiti sono stati prodotti da paesi come la Cina, Indonesia, Filippine, Vietnam e Sri Lanka (Jambeck et al., 2015).

Possiamo distinguere i detriti marini a seconda delle zone in cui si trovano. Essi possono essere classificati in:

*Detriti galleggianti*: I detriti galleggianti marini sono quei rifiuti o residui di rifiuti che, giunti al mare attraverso varie vie, rimangono sulla superficie dell'acqua. I rifiuti galleggianti possono essere trasportati dalle correnti finché non affondano sul fondo marino, vengono depositati sulla riva o degradati nel tempo (Galgani et al., 2015).

I polimeri sintetici costituiscono la maggior parte dei detriti marini galleggianti, il cui destino dipende dalle loro proprietà fisico-chimiche e dalle condizioni ambientali (Galgani et al., 2015). Se l'individuazione di oggetti antropogenici galleggianti risale a decenni fa (Venrick et al., 1972; Morris, 1980; Ryan, 2015), la scoperta dell'esistenza di zone di accumulo di *Floating Marine Debris* (FMD) in vortici oceanici è relativamente recente e risale agli studi di Moore et al. (2001).

Negli oceani esistono *patch* di rifiuti marini galleggianti che si sono accumulati nei cinque *gyre* oceanici subtropicali. Un *gyre* è un grande sistema di rotazione delle correnti oceaniche, in particolare quelle coinvolte in ampi movimenti del vento, e che gli oceanografi si spiegano con le forze di attrito e con l'effetto Coriolis. Questo è un effetto che si esplica sui corpi in movimento sulla superficie terrestre, a causa della rotazione della Terra. È una forza apparente dovuta all'effetto della rotazione terrestre, per la quale qualsiasi oggetto che viaggia in linea retta subirà una

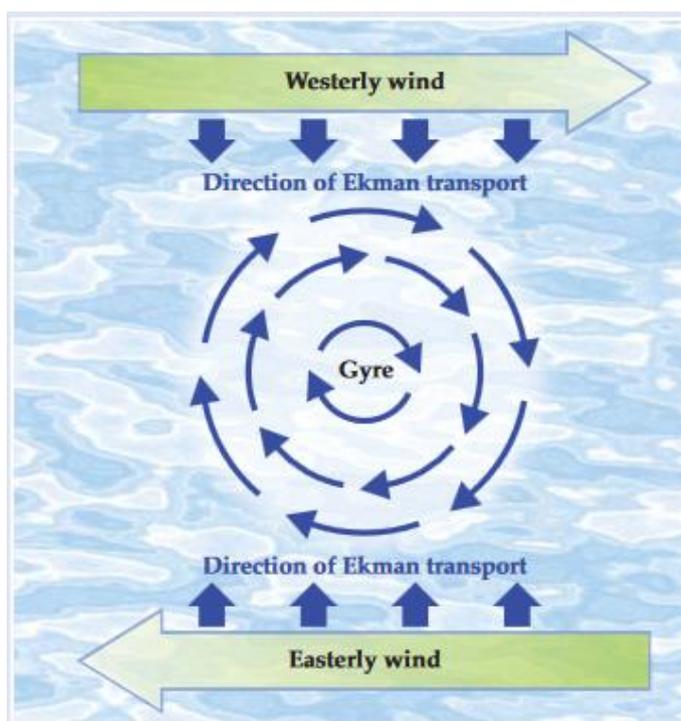


Fig. 14 - Schema di circolazione dell'acqua in un gyre, che scorre in senso orario nell'emisfero settentrionale e in senso antiorario nel sud. A causa del movimento di Ekman, il flusso di acqua perpendicolare ai venti che soffiano si insinua nel centro del vortice. Fonte: van Sebille, *The oceans' accumulating plastic garbage*, Physics Today, 2015, p. 60.

deviazione della traiettoria che lo porterà lontano dal punto desiderato. L'effetto Coriolis è

accompagnato da un altro fenomeno fisico, il trasporto di Ekman, cioè un flusso di acqua perpendicolare alla direzione del vento, in parte a causa delle forze di resistenza nell'oceano. Nella figura 14, che illustra la circolazione in un vortice oceanico dell'emisfero settentrionale, si vede che i venti occidentali (che soffiano da ovest a est sul lato polare di un vortice subtropicale) causano il deflusso dell'acqua verso l'equatore. D'altra parte, i venti orientali sul lato equatoriale del *gyre* spingono l'acqua verso il polo. Ciò causa il convergere dell'acqua alle medie latitudini del bacino subtropicale e crea un vortice al centro del *gyre*. Se l'acqua, che deve uscire dal sistema, può farlo in profondità, i rifiuti portati al centro del vortice dall'acqua non scorrono verso il basso con l'acqua in fuga perché galleggiano. Perciò essi rimangono indietro, e si accumulano (van Sebille, 2015).

L'accumularsi di questa spazzatura forma estese "isole" di rifiuti galleggianti. Si contano almeno cinque grandi "isole" di plastica negli oceani, in corrispondenza, appunto, dei grandi *gyre* oceanici: due sono nell'Oceano Pacifico, due si trovano nell'Oceano Atlantico e una nell'Oceano Indiano (Fig. 15) (Moore et al., 2001; Eriksen et al., 2017; Chen et al., 2017). Una zona di accumulo considerevole per la plastica galleggiante fu identificata nella parte orientale del *gyre* subtropicale del Pacifico settentrionale. Qua si è accumulata la più grande "isola" (*patch*) di rifiuti oceanici: il *Great Pacific Garbage Patch* (GPGP). È stato stimato che il 99% dei rifiuti marini che lo costituiscono siano materiali plastici, con circa 1,8 trilioni di pezzi di plastica di varia misura, con un peso complessivo di 79.000 tonnellate (Lebreton et al., 2018).

I rifiuti marini galleggianti possono essere presenti dappertutto, anche nelle zone più remote del pianeta come l'Oceano Artico (Bergmann e Klages, 2012) o quello Antartico (Ivar do Sul et al., 2011).

Oltre che ai fenomeni naturali, come il vento, le correnti, la presenza di fiumi, l'eventuale esistenza di *hotspot* di rifiuti si basa soprattutto sulla densità della popolazione costiera e sulle principali rotte di navigazione presenti nell'area in cui si formano (Galgani et al., 2015; Liubartseva et al., 2016). I dati esistenti sui rifiuti galleggianti mostrano una variabilità spaziale elevata, soprattutto riguardo i rifiuti di plastica, confermando che vi è una certa facilità di spostamento tra i *gyres* oceanici e tra gli emisferi, che ne aumenta la

diffusione in tutti i mari e gli oceani del mondo (Eriksen et al., 2014).

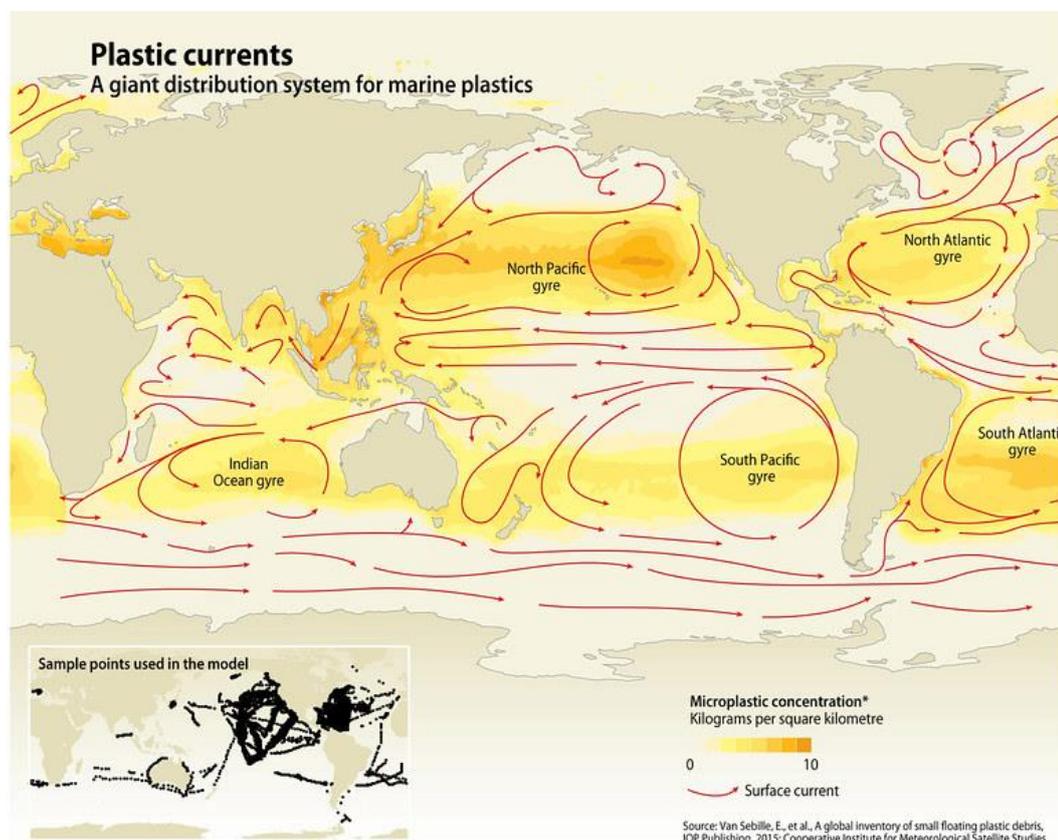


Fig. 15 – Fonte: UNEP e GRID-Arendal, *Marine Litter Vital Graphics*, United Nations Environment Programme and GRID-Arendal, Nairobi e Arendal, 2016, p. 37.

[https://gridarendal-website-live.s3.amazonaws.com/production/documents/:s\\_document/11/original/MarineLitterVG.pdf?1488455779](https://gridarendal-website-live.s3.amazonaws.com/production/documents/:s_document/11/original/MarineLitterVG.pdf?1488455779)

*Detriti nel fondale marino:* I rifiuti marini possono anche sprofondare sul fondo dei mari. Questo tipo di accumulo è molto meno indagato per via delle difficoltà che presenta lo studio del fondo marino: la difficoltà di campionamento, l'inaccessibilità e i costi elevati consentono raramente la ricerca in queste acque più profonde e la maggior parte degli studi si concentrano tipicamente su piattaforme continentali. Eppure, si stima che circa il 50% dei rifiuti marini di origine plastica affondano in mare (Galgani et al., 2015).

La distribuzione geografica di detriti sul fondo dell'oceano è fortemente influenzata dall'idrodinamica, dalla geomorfologia e da fattori umani (Pham et al., 2014).

### 3.2 - Beach Litter

Per quanto riguarda i rifiuti nelle spiagge, esso merita un paragrafo specifico in seno al presente lavoro.

Il problema dell'accumulo dei rifiuti colpisce le spiagge di tutti i paesi del mondo che si affacciano sul mare (Andrady, 2015). I rifiuti si accumulano nelle spiagge sia attraverso fonti dirette, quando vengono gettati direttamente in spiaggia, sia indirettamente, quando vengono portati dal mare. Tra questi ultimi ci sono soprattutto i rifiuti plastici. Infatti, la galleggibilità delle materie plastiche fa in modo che esse viaggino sulla superficie degli oceani anche per lunghe distanze, finché non vengono in parte gettate sulla costa dalle correnti e dalle onde (Andrady, 2015).

Sono diversi anche i fattori che intervengono perché una spiaggia possa trattenere i rifiuti o perderli in mare. A parte il regime onde-vento, che sembra influire molto sulla quantità di rifiuti raccolti sulle spiagge, l'orientamento e la geomorfologia di ciascuna spiaggia sono considerati ugualmente importanti. Oltre ai fattori naturali che influenzano la dinamica dei rifiuti da spiaggia, fattori antropici come la vicinanza ai centri urbani, la densità di popolazione, i visitatori della spiaggia e il traffico marittimo, svolgono un ruolo fondamentale per determinare la composizione e l'abbondanza del *Beach Litter* (Critchell et al., 2015; Prevenios et al., 2018). Indubbiamente, le condizioni oceanografiche locali svolgono un ruolo chiave. In alcuni casi, concentrazioni più elevate sono dovute alla presenza di discariche di rifiuti scarsamente controllate o illegali, a volte immediatamente adiacenti al litorale (UNEP, 2016).

Le acque costiere in molte regioni hanno concentrazioni più elevate di materie plastiche marine, in quanto ricevono le materie plastiche terrestri e costituiscono zone in cui si concentrano la pesca, l'acquacoltura, la navigazione commerciale e altre attività marittime. Sono stati osservati "*hot spot*" di plastica galleggiante nelle acque costiere adiacenti a paesi con alte popolazioni costiere e gestione inadeguata dei rifiuti, soprattutto nel sud-est asiatico (Ryan, 2013). In altri casi è proprio l'insieme della conformazione del bacino idrografico e l'uso che se ne fa, che permettono un forte accumulo di rifiuti nelle acque costiere e nelle stesse coste. Il Mediterraneo, per esempio, vede alti volumi di navigazione, ha un alto numero di popolazione costiera e un'industria turistica molto ben sviluppata. Ha

anche uno scambio molto limitato con l'Atlantico. Per tutti questi fattori non sorprendono gli alti livelli osservati di materie plastiche galleggianti, costiere e dei fondali. Inoltre, nel Mediterraneo occidentale la piattaforma continentale è molto stretta, con canyon sottomarini che si estendono da vicino alla riva in acque profonde. Questi hanno la funzione di incanalare i rifiuti depositati nelle acque costiere e nelle spiagge (Eriksen et al., 2014; Galgani et al., 2014).

In alcuni casi, le spiagge con attività balneari legate alla presenza dei turisti, hanno una densità di rifiuti locali ben al di sopra della media mondiale (Pham et al., 2014). Infatti, la concentrazione di detriti e rifiuti sulle spiagge può aumentare fino al 40% in estate a causa dell'alto numero di turisti. In alcune zone turistiche, oltre il 75% dei rifiuti annui sono generati in estate, dove i turisti producono in media il 10-15% in più rispetto agli abitanti (Galgani et al., 2015). È stato stimato che ogni turista produce circa 7,2 kg di rifiuti al giorno, che supera di gran lunga la quantità media di rifiuti generati dai locali che vivono nelle aree urbane (2,8 kg) e nelle aree rurali (1,0 kg) (UN Environment, 2017).

La presenza visibile di rifiuti marini ha un impatto sul valore estetico e sull'attrattiva di spiagge e coste. Se la quantità e la visibilità del *Marine Litter* oltrepassa una certa soglia, può essere un motivo per non visitare determinate aree costiere (Leggett et al., 2014; Williams et al., 2016;). Un numero ridotto di visitatori porta a una perdita di entrate per il settore turistico, che a sua volta porta a una perdita di entrate e posti di lavoro nell'economia locale e regionale (Tudor e Williams, 2003; Anfuso et al., 2017). Ciò può avere effetti a breve termine (ad es. quando un evento naturale specifico come un'alluvione o uno tsunami porta i rifiuti marini) e/o impatti a lungo termine (ad es. dove livelli costanti di rifiuti marini danneggiano la reputazione e l'immagine della zona come destinazione turistica scoraggiando così gli investimenti del settore privato) (UN Environment, 2017). Questi impatti possono essere abbastanza significativi in alcuni casi, in particolare laddove le economie locali dipendono fortemente dal settore turistico. Ad esempio, le Hawaii e le Maldive stanno affrontando un calo del numero di turisti e delle entrate a causa dei rifiuti marini, in particolare delle materie plastiche che minacciano di compromettere la reputazione delle isole come destinazioni turistiche ambite (Thevenon et al., 2014).

Oltre ad essere sgradevoli e antiestetici, i rifiuti marini possono comportare rischi per la salute e per la sicurezza di nuotatori, pescatori e altri visitatori costieri. Gli articoli industriali (ad es. fusti chimici, batterie ed elettrodomestici scartati) rilasciano composti tossici, mentre gli articoli per l'igiene personale/medica (ad es. pannolini usa e getta e prodotti sanitari) contaminano l'acqua. Oggetti taglienti come lattine di metallo, siringhe e vetri rotti possono potenzialmente ferire i visitatori costieri, mentre i bambini potrebbero inghiottire oggetti più piccoli come mozziconi di sigarette, ecc. (UN Environment, 2017).

# I DIECI OGGETTI TROVATI PIÙ FREQUENTEMENTE SULLE SPIAGGE

- 1 Bottiglie e tappi
- 2 Mozziconi di sigaretta
- 3 **Cotton fioc (bastoncini cotonati)**
- 4 Pacchetti di patatine, carte di caramella
- 5 Assorbenti igienici
- 6 Buste di plastica
- 7 **Posate e cannucce**
- 8 Coperchi di bibite e tazze
- 9 Palloncini e **bastoncini di palloncini**
- 10 Contenitori di cibo, inclusi quelli del fast-food

Gli oggetti in giallo saranno presto messi al bando. Le alternative non in plastica sono disponibili.



Fig. 16 - Fonte: Commissione Europea, 2019.

<http://www.europarl.europa.eu/news/it/headlines/society/20181005STO15110/plastica-negli-oceani-i-fatti-le-conseguenze-e-le-nuove-norme-infografica>

### 3.3 - Detriti di plastica nell'ambiente marino

Tra tutti i rifiuti presenti nelle acque e nelle spiagge, i più numerosi e pericolosi sono le materie plastiche. Si stima infatti che la maggior parte dei rifiuti solidi rinvenuti nei mari del mondo (secondo gli studi variano dal 60% al 90%) siano materiali plastici (Alessi e Di Carlo, 2018), di cui circa il 62 % proviene dall'imballaggio di cibo e bevande (Galgani et al., 2015). Infatti, le materie plastiche legate all'imballaggio hanno un uso breve, dominano la produzione di rifiuti di plastica urbani e, quindi, rappresentano anche la maggior parte i rifiuti mal gestiti che si riversano in mare (Geyer et al., 2017).

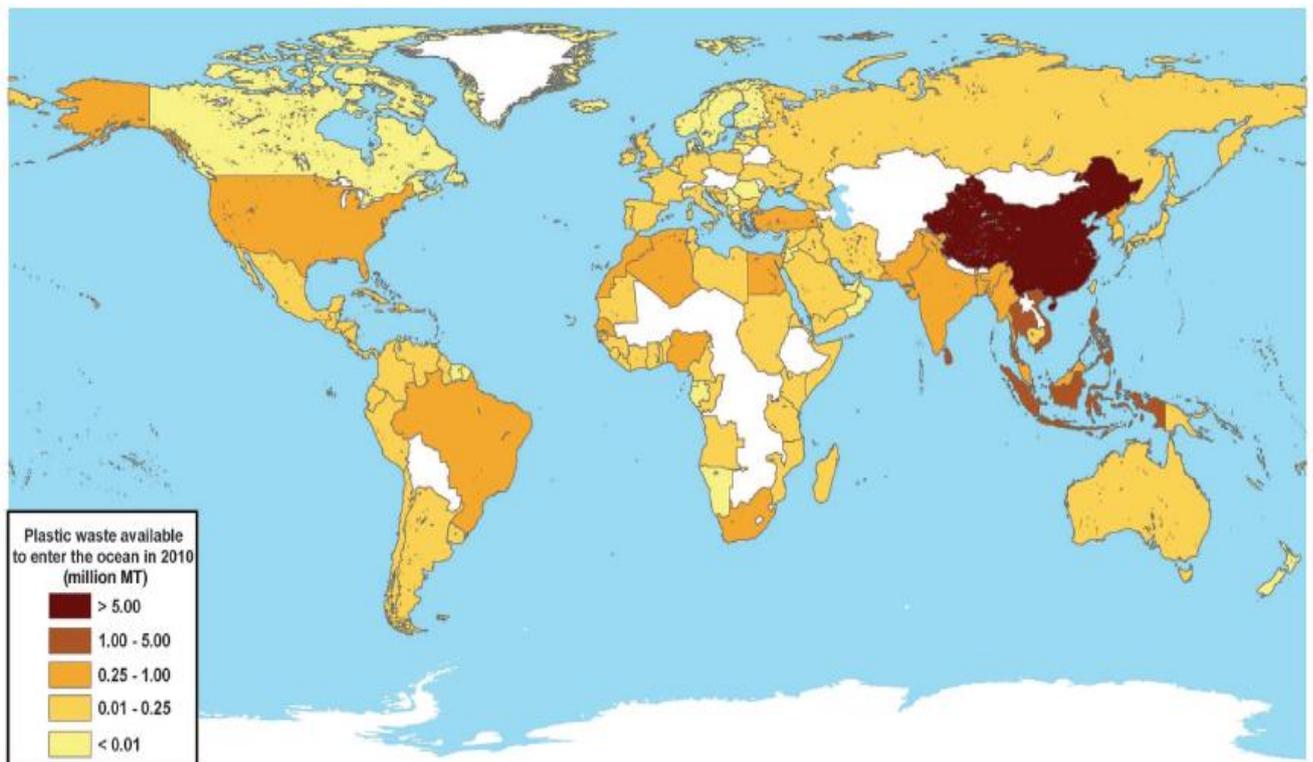


Fig. 17 - Quantità stimata di rifiuti plastici mal gestiti [milioni di tonnellate (MT)] generati nel 2010 da popolazioni che vivono entro 50 km dalla costa. Fonte: Jambeck et al., 2015, p. 2000.

Circa l'80% dei rifiuti plastici marini sono di origine terrestre, mentre solo il 20% proviene da attività antropiche marine (Andrady, 2011).

Si stima che vi siano in mare più di 5 miliardi di pezzi di plastica, con un peso di oltre 150 milioni di tonnellate (Alessi e Di Carlo, 2018), di cui tra 1,4 e 3,7 milioni di tonnellate solamente nei mari dell'UE (European Commission, 2018).

Calcolare quanta plastica finisce in mare ogni anno non è facile, e diversi studi hanno dato diverse risposte presentando dati annuali. Tra gli studi più importanti vi sono:

- da 4.8 Mt all'anno a 12.7 Mt all'anno (Jambeck et al., 2015);
- 12.2 Mt all'anno (EUNOMIA, 2016<sup>14</sup>);
- 10 Mt all'anno (Boucher e Friot, 2017);
- 8.28 Mt all'anno (UN Environment, 2018).

Boucher e Friot (2019), mettendo insieme questi studi insieme a dati statistici sulla produzione di plastica, hanno calcolato che oggi la quantità di rifiuti plastici che finiscono in mare ammonta a 12 milioni di tonnellate all'anno, il 3% della produzione di plastica globale.

Si stima che, entro il 2025, gli oceani conterranno 1 tonnellata di plastica ogni 3 tonnellate di pesce ed entro il 2050 ci sarà, in peso, più plastica che pesce (Alessi e Di Carlo, 2018).

Per quanto riguarda la dispersione della plastica, le fonti e le vie di inquinamento sono simili al resto dei rifiuti solidi (Fig. 20). Le perdite di plastica in mare, infatti, sono da imputarsi principalmente a:

- La gestione errata dei rifiuti solidi, per esempio lo smaltimento in discariche non adatte (3,9 milioni di tonnellate);
- L'incuranza dei cittadini che gettano la spazzatura nell'ambiente, anche nelle spiagge (0,8 milioni di tonnellate);
- Perdita di reti da pesca e altre attività connesse alla pesca (UN Environment, 2018).

---

<sup>14</sup> <https://www.eunomia.co.uk/reports-tools/plastics-in-the-marine-environment/>, consultato il 01/07/2019.

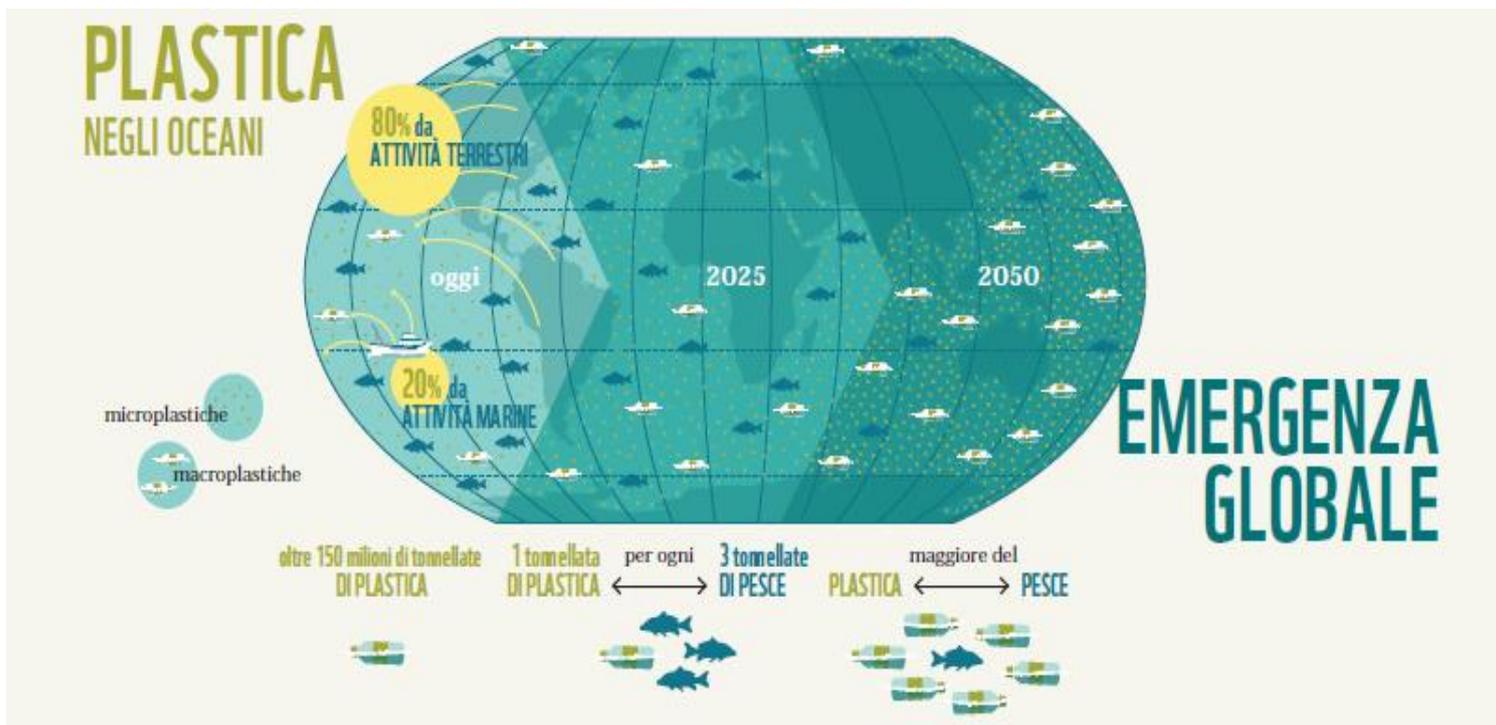


Fig. 18 - *Plastica negli oceani: un'emergenza globale*. Fonte: Alessi e Di Carlo, *Out of the plastic trap: saving the Mediterranean from plastic pollution*, Report del WWF Mediterranean Marine Initiative, Roma, 2018, p. 6.

Non vi è una completa corrispondenza tra il volume o l'andamento della produzione di particolari tipi o applicazioni di polimeri e le caratteristiche dei rifiuti marini. La varietà e la quantità di tipologie di materiali plastici prodotti si riflette inevitabilmente nella composizione dei detriti di plastica recuperati dall'ambiente marino, ma ci sono molti fattori in gioco nel determinare la distribuzione e la composizione dei rifiuti di plastica: sociali, economici, tecnici e ambientali. Per esempio, una proprietà chiave che influenza il comportamento della plastica nell'ambiente marino è la densità rispetto alla densità dell'acqua di mare. Gli oggetti che contengono un vuoto, come una bottiglia, tenderanno inizialmente a galleggiare, ma una volta che gli oggetti perdono la loro integrità è la densità della plastica che determinerà se gli oggetti galleggiano e affondano. La velocità con cui ciò accade influenzerà la distanza dell'oggetto rispetto alla sua sorgente. Inoltre, lo sviluppo di *biofilm* sulla superficie della particella del polimero può alterare la densità in modo sufficiente da farlo galleggiare, anche se il polimero "pulito" è meno denso dell'acqua di mare (GESAMP, 2015).

La persistenza delle plastiche nell'ambiente è il motivo principale per il quale esse rappresentano una grave minaccia per gli ecosistemi marini. Infatti, la maggior parte dei

materiali plastici non si biodegrada, e resta dispersa nell'ambiente per centinaia di anni (Fig. 19) (Geyer et al., 2017).

Le plastiche disperse in mare non si biodegradano facilmente, ma ciò non vuol dire che non subiscono delle modificazioni. Esse subiscono infatti processi di frammentazione in pezzi sempre più piccoli.

I processi che di solito intervengono nella degradazione dei detriti sono:

- Biodegradazione;
- Fotodegradazione: azione della luce del sole;
- Degradazione termo-ossidativa: ripartizione ossidativa lenta a temperature moderate;
- Degradazione termica: azione delle temperature elevate;
- Idrolisi: reazione con l'acqua.

L'unico processo che influenza la degradazione e la frammentazione delle materie plastiche in maniera consistente è la fotodegradazione, che colpisce soprattutto i rifiuti plastici che galleggiano nell'acqua e quelli che vengono dispersi sulle spiagge (Andrady, 2017).

La classificazione di questi frammenti varia a seconda degli studi presi in esame. La più semplice classificazione di questi frammenti dipende dalla loro grandezza. Essi si possono suddividere in:

- Macroplastica: detriti e frammenti superiori ai 25 mm.
- Mesoplastica: frammenti compresi tra i 5mm e i 25 mm;
- Microplastica: frammenti che vanno da 5 mm a 1 mm (*Large Microplastic*) e da 1 mm a 20  $\mu\text{m}$  (*Small Microplastic*)



Fig. 19 - Tempi stimati di degradazione di vari rifiuti marini. Fonte: MARILISCO, 2013, p. 6.

## Plastic debris in the ocean: a multiplicity of sources and pathways

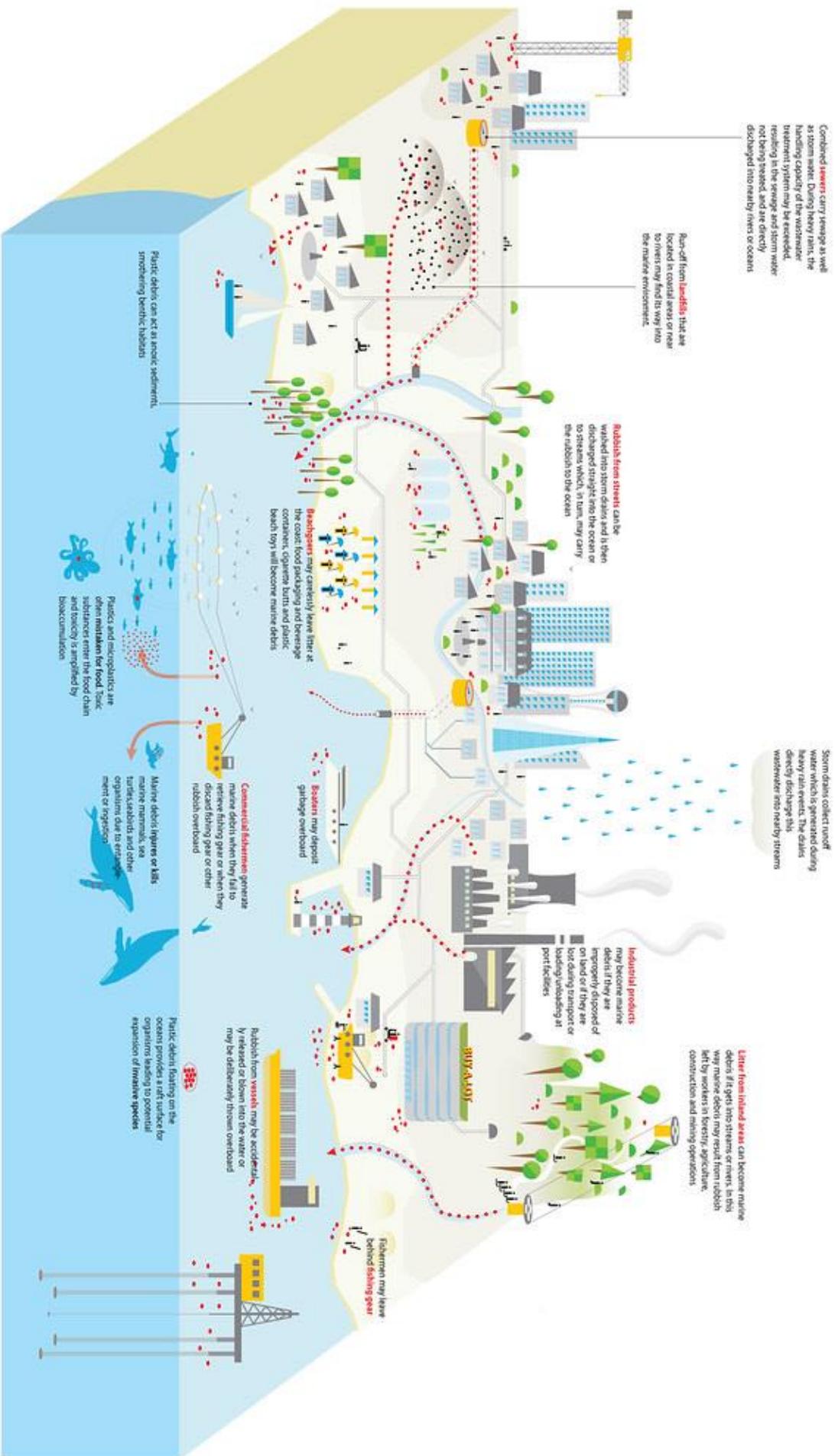


Fig. 20

Fonte: UNEP e GRID-Arendal, *Marine Litter Vital Graphics*, United Nations Environment Programme and GRID-Arendal, Nairobi e Arendal, 2016, pp. 28-29.

Un particolare approfondimento meritano le microplastiche, una serie molto eterogenea di particelle che variano in dimensioni, forma, colore, composizione chimica e densità. Esse possono essere suddivise in base all'utilizzo e alla sorgente da cui provengono in Microplastiche "Primarie" e Microplastiche "Secondarie":

- *Microplastiche primarie*: sono microplastiche fabbricate direttamente per essere di dimensioni ridotte. Possono essere usate in medicina, come base per formare altre materie plastiche e come polveri usate nello stampaggio. Ma soprattutto vengono usate nell'industria cosmetica. Negli *scrubber* e nei prodotti esfolianti, additivi di saponi, creme, gel, dentifrici; questi micro *pellet* hanno sostituito da tempo i materiali naturali che venivano usati tradizionalmente. I micro-detriti vengono poi trasportati dall'acqua domestica che fluisce attraverso la fognatura direttamente in mare o seguendo il corso dei fiumi. Le microplastiche primarie possono anche essere prodotte accidentalmente, per esempio, dalla polvere degli pneumatici o dall'uso e lavaggio di fibre sintetiche di indumenti.

A causa della loro persistenza nell'ambiente, i *pellet* sono spazialmente distribuiti e sono stati identificati nei sistemi marini di tutto il mondo, comprese le isole medio-oceaniche che non hanno impianti di produzione di plastica locali (Ivar do Sul et al., 2011).

- *Microplastiche secondarie*: Sono il risultato della frammentazione delle plastiche disperse sia in mare che sulla terraferma. Nel corso del tempo, i processi fisici, chimici e biologici possono ridurre l'integrità strutturale dei detriti di plastica, con conseguente frammentazione. La frammentazione è causata da una combinazione di forze meccaniche, ad esempio onde, e da processi fotochimici attivati dalla luce del sole (Thompson, 2015). L'esposizione delle materie plastiche alla luce solare può causare fotodegradazione e i raggi ultravioletti (UV) del sole causano l'ossidazione della matrice polimerica, portando al clivaggio dei frammenti (Abdelhafidi et al., 2015). Con una perdita d'integrità strutturale dovuta alla fotodegradazione, queste plastiche sono sempre più sensibili alla frammentazione che deriva dall'abrasione, dall'azione delle onde e dalla turbolenza, che le porta a frammentarsi perciò in pezzi sempre più piccoli. Più le temperature sono elevate,

più è forte il fenomeno di degradazione. Per questo la fotodegradazione è più veloce nelle materie plastiche sulla sabbia calda, e anche sulle spiagge che hanno sabbie dalla colorazione scura, poiché esse assorbono maggiormente i raggi UV. Al contrario le materie plastiche galleggianti sull'acqua subiscono una degradazione rallentata dalla temperatura più bassa dell'acqua e dalle incrostazioni naturali che possono ricoprire i detriti. Il fenomeno di fotodegradazione delle materie plastiche ha assunto un ruolo sempre più importante nella letteratura scientifica sul tema, per via delle importanti conseguenze che questi frammenti hanno sulla salute della fauna marina e sulla salute umana (Andrady, 2017).

La distribuzione delle microplastiche dipende da vari parametri di natura antropica (produzione e consumo di plastica, smaltimento di rifiuti, gestione delle acque reflue, ecc.), così come da parametri ambientali, come *biofouling*, l'idrodinamica, il vento, le correnti, anche le condizioni climatiche locali e le variazioni stagionali. Sono comunque onnipresenti nell'ambiente, tanto che si trovano microplastiche nel suolo (Rillig, 2012), nei fiumi e nei laghi (Lebreton et al., 2017) e negli oceani (Thompson, 2015).

Le coste ricevono frammenti di microplastica da entrambe le fonti terrestri e marine. Le fonti terrestri prevalgono di solito vicino alle aree urbane, ai siti turistici e nei pressi di flussi fluviali, mentre le fonti marine saranno predominanti nelle aree costiere meno popolate o con bassi flussi turistici (Ryan et al., 2009; Thompson, 2015).

I dati suggeriscono che 35.540 tonnellate di microplastiche rispetto a un minimo di 233.400 tonnellate di oggetti di plastica più grandi sono alla deriva negli oceani del mondo (Galgani et al., 2015).

Le microplastiche utilizzate soprattutto nei prodotti cosmetici o che derivano dal lavaggio degli indumenti possono entrare nei corsi d'acqua attraverso sistemi di drenaggio domestici o industriali. Mentre gli impianti di trattamento delle acque reflue faranno da trappola per le macroplastiche, una grande percentuale di microplastiche all'interno di stagni di ossidazione o fanghi di depurazione, passeranno attraverso tali sistemi di filtrazione. Le materie plastiche che entrano nei sistemi fluviali saranno poi trasportate verso il mare (Mason et al., 2016). L'inquinamento marino da plastica è onnipresente a

livello globale, e seppure ancora non vi siano certezze sul peso che possa avere sui meccanismi e processi del “Sistema-Terra”, di certo si accumulano le evidenze delle sue pesanti conseguenze ecologiche (Villarrubia-Gómez et al., 2018).

### 3.4 - Conseguenze del Marine Litter sull'ambiente e sulla salute

I rifiuti sono un pericolo per la fauna marina, e la maggior parte dei danni subiti dagli animali viene dalla plastica (Law, 2017). A livello globale, sono circa 700 le specie marine minacciate dalla plastica, di queste il 17% è elencato come “minacciato” o “in pericolo critico” di estinzione da IUCN (Gall e Thompson, 2015).



Fig. 21 - Il problema dell'entanglement colpisce gravemente anche la fauna mediterranea. Fonte: Alessi e Di Carlo, *Out of the plastic trap: saving the Mediterranean from plastic pollution*, Report del WWF Mediterranean Marine Initiative, Roma, 2018.

Uno dei pericoli maggiori per la fauna marina riguarda l'entanglement, cioè la possibilità che esemplari di specie marine possano rimanere impigliati o aggrovigliati nei detriti (Fig. 21). Questo può avvenire con i filamenti di reti da pesca, con i lacci ad anello o gli imballaggi (Consoli P. et al., 2019).

Globalmente 344 specie sono state trovate intrappolate nella plastica e nel Mediterraneo le vittime principali sono: uccelli (35%), pesci (27%), invertebrati (20%), mammiferi marini (13%) e rettili (tartarughe marine).

L'entanglement comporta ferite, deformità, impossibilità di fuggire ai predatori e di procacciarsi cibo (Gall e Thompson, 2015).

L'aumento numerico di microplastiche può intensificare la possibilità di mescolamento con fonti di cibo in superficie e può influire sulla capacità dei pesci che si nutrono di plancton e piccoli pesci di distinguere la plastica dal cibo naturale. I rifiuti di plastica vengono spesso scambiati per cibo dalla fauna marina, portando a complicazioni di salute e alla morte. L'ingestione di plastica è stata osservata in numerosi animali. Parti di plastica, per esempio, sono state trovate nello stomaco delle tartarughe; anche gli uccelli marini possono morire per ostruzione delle vie respiratorie o digestive da parte dei tappi di bottiglia. Oltre a problemi di intossicazione, spesso i pezzi di plastica ingeriti rimangono nell'apparato digerente dell'animale, che soffre di inappetenza e smette di cibarsi (Sharma e Chatterjee, 2017). Si è calcolato che il 90% degli uccelli marini ha nello stomaco dei frammenti di plastica (nel 1960 erano il 5%) e alcuni studi hanno previsto che nel 2050 saranno il 99% se non si prenderanno iniziative per ridurre la presenza di materie plastiche in mare (Wilcox et al., 2015).

Un altro problema è la tossicità delle sostanze chimiche che accompagnano i rifiuti marini. Anche se le plastiche sono considerate materiali biochimicamente inerti (cioè, grazie alla loro struttura macromolecolare, non reagiscono con la membrana cellulare di un organismo, né la penetrano), tuttavia la maggior parte delle materie plastiche non sono pure. Oltre alla loro struttura polimerica, sono costituiti da una varietà di sostanze chimiche che contribuiscono ad una determinata qualità delle materie plastiche (Al-Malaika et al., 2017; Verma et al., 2016).

Sostanzialmente, i rifiuti di plastica nell'ambiente marino possono comprendere due tipi di contaminanti tossici:

1. Additivi: comprendono, soprattutto, sostanze chimiche aggiunte durante la produzione e la lavorazione del materiale. Questi prodotti chimici sono incorporati nella plastica, da cui però possono fuoriuscire poiché la maggior parte di essi non è legata chimicamente. Come conseguenza dell'accumulo e della frammentazione della plastica negli oceani, gli additivi plastici potrebbero rappresentare un rischio eco-tossicologico crescente per gli organismi marini (Hermabessiere et al., 2017);

2. I prodotti chimici idrofobici che vengono assorbiti dall'acqua circostante. Ne fanno parte i contaminanti chimici presenti nell'oceano che si accumulano sulle plastiche quando diventano rifiuti, ad esempio Inquinanti Organici Persistenti (POP) e i metalli pesanti (Rochman, 2015; Gallo et al., 2018). L'ambiente marino è spesso il dissipatore finale per molte di queste sostanze.

Il 78% tra le sostanze chimiche elencate come inquinanti prioritari da parte dell'UNEP, sono associate ai rifiuti di plastica marina. La Commissione Europea (Commissione Europea, 2014) ha catalogato alcune di queste sostanze chimiche come inquinanti prioritari perché sono persistenti, bioaccumulabili e tossiche (Rochman, 2015). Molte di queste hanno dimostrato di avere effetti nocivi (Verma et al., 2016; Gallo et al., 2018). Per fare alcuni esempi, il Bisfenolo A, utilizzato nella produzione del policarbonato, può avere effetti negativi sul sistema endocrino; lo stirene e il monomero polivinilcloruro, utilizzato nella produzione di polistirolo e polivinil cloruro (PVC), possono essere cancerogeni e mutageni, e sono elencati come sostanze tossiche dalla maggior parte delle agenzie americane per la salute e per l'ambiente (EPA, ATSDR e OSPAR); il tributilstagno causa alterazioni del sistema endocrino nei molluschi; infine il cloruro di rame ha effetti sullo sviluppo dei pesci (Rochman, 2015; Azoulay et al., 2019).

Queste tossine concentrate potrebbero poi essere trasferite agli animali tramite l'ingestione e l'endocitosi (Heskett et al., 2012; Chen et al., 2017). Mangiando le microplastiche contaminate, gli organismi assumono dosi di sostanze inquinanti che non erano precedentemente accessibili da altre matrici.

I contaminanti assorbiti penetrano nei fluidi digestivi e possono essere trasferiti ad altri tessuti, dove si accumulano in concentrazioni elevate. La contaminazione della rete alimentare non fa che aumentare e diffondere la tossicità. (Au et al., 2017). Quest'ultima è stata particolarmente documentata nelle balene (Fossi et al., 2016; Panti et al., 2019), negli squali elefante (Fossi et al., 2014), negli uccelli marini, negli anfipodi e nei pesci (Ivar do Sul e Costa, 2014; Van Cauwenberghe e Janssen, 2014).

Questo fenomeno può influenzare negativamente sia l'attività di alimentazione che il valore nutritivo di una dieta a base di plancton, in particolare in quelle specie che non possono discriminare la fonte di cibo (Moore et al., 2001). Le specie del plancton, infatti,

costituiscono il fondamento di ogni rete alimentare marina, e il trasferimento dei contaminanti risulta quindi particolarmente pericoloso, anche perché dalla base della catena alimentare, il contaminante può risalire fino a minacciare la salute umana (Fig. 22) (Azoulay et al., 2019).

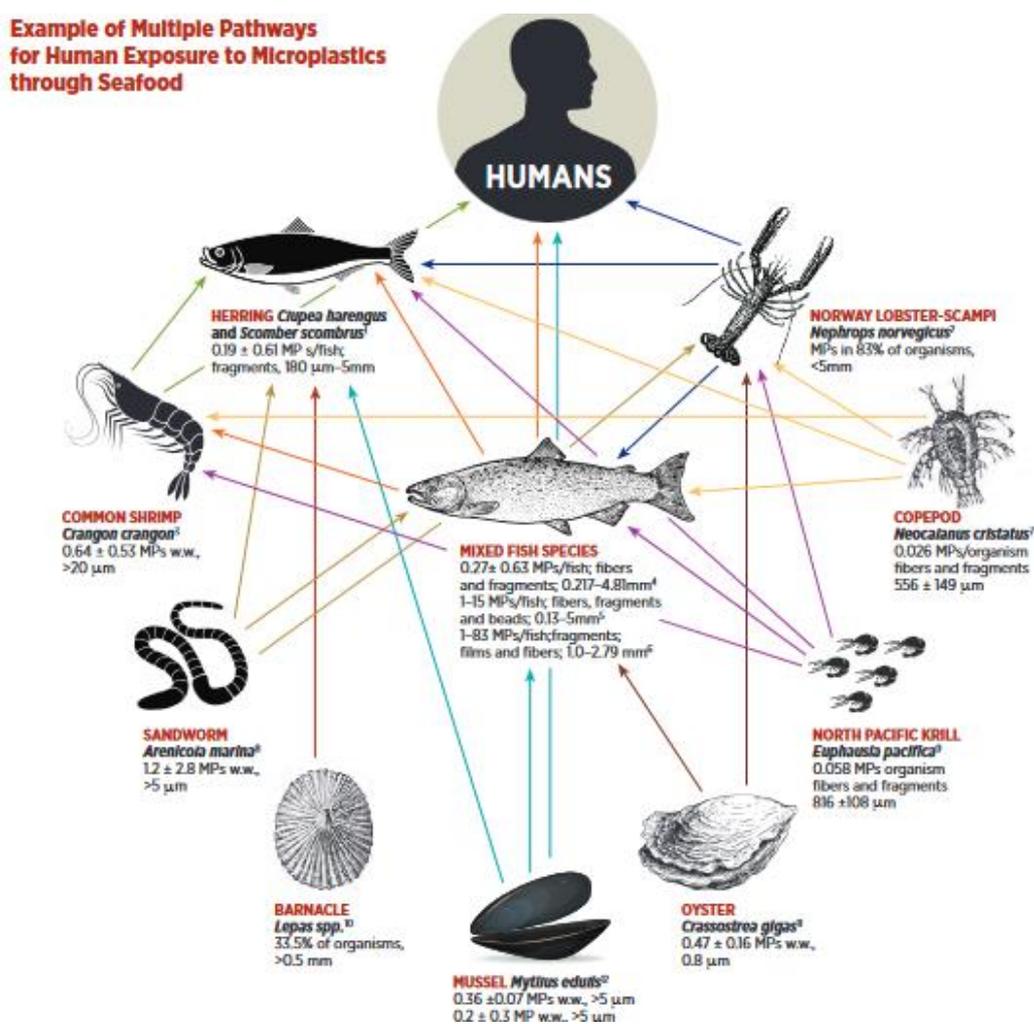


Fig. 22 - Diverse vie in cui l'essere umano può essere esposto alle microplastiche. Fonte: Azoulay et al., 2019, p. 55.

Le specie che abitano in zone industrializzate sono maggiormente esposte a concentrazioni elevate e possono essere più contaminate. Tuttavia, la quantità ipotizzata di contaminanti varia significativamente fra i frammenti all'interno della stessa zona, di conseguenza, la

tossicità di inquinanti e l'incorporazione nei tessuti corporei varia per ciascuna specie biologica (Ivar do Sul and Costa, 2014).

Il *Marine Litter* e il *Beach Litter* provocano anche problemi economici e sociali. I milioni di tonnellate di plastica che ogni anno finiscono negli oceani del pianeta provocano oltre 13 miliardi di dollari l'anno di danni agli ecosistemi marini. Sono incluse anche le perdite economiche dei settori della pesca e del turismo, così come i costi di pulizia delle spiagge (Arcadis, 2014; Millet et al., 2019). Il turismo, in particolare, è un settore che soffre enormemente per la presenza di rifiuti nelle spiagge, dovuto alla perdita di turisti, che comporta mancati introiti per le attività legate al tempo libero e, appunto, al turismo balneare (Brouwer et al., 2017; Krelling et al., 2017; Asensio-Montesinos et al., 2019).

#### 4. MARINE LITTER IN EUROPA, NEL MEDITERRANEO E IN ITALIA

Nel periodo 2004-2016 i rifiuti totali generati nell'UE-28 da tutte le attività economiche e le famiglie ammontavano a 2.533 milioni di tonnellate (Eurostat, 2019<sup>15</sup>). Nell'UE-28 nel 2016, poco più della metà (53,3%) dei rifiuti è stata trattata in operazioni di recupero: riciclo (37,8% del totale dei rifiuti trattati), interrimento (9,9%) o recupero di energia (5,6%). Il rimanente 46,7% è stato incenerito senza recupero di energia (1,0%) o smaltito in altro modo (45,7%). Tra gli Stati membri dell'UE si possono osservare differenze significative sull'uso e la scelta dei vari metodi di trattamento. Ad esempio, alcuni Stati membri hanno livelli di riciclo molto elevati (Italia e Belgio), mentre altri hanno favorito l'uso delle discariche

(Grecia, Bulgaria, Romania, Finlandia e Svezia) (Eurostat, 2019).

Per quanto riguarda la plastica, come si è visto, l'Europa è il primo produttore al mondo dopo la Cina. Questo comporta, dunque, che l'Europa produce un alto numero di rifiuti plastici.

Dagli oltre 60 milioni di tonnellate di plastica prodotti all'anno, si producono 27 milioni di tonnellate di rifiuti plastici, dei quali solo un terzo è riciclata (Fig. 23)

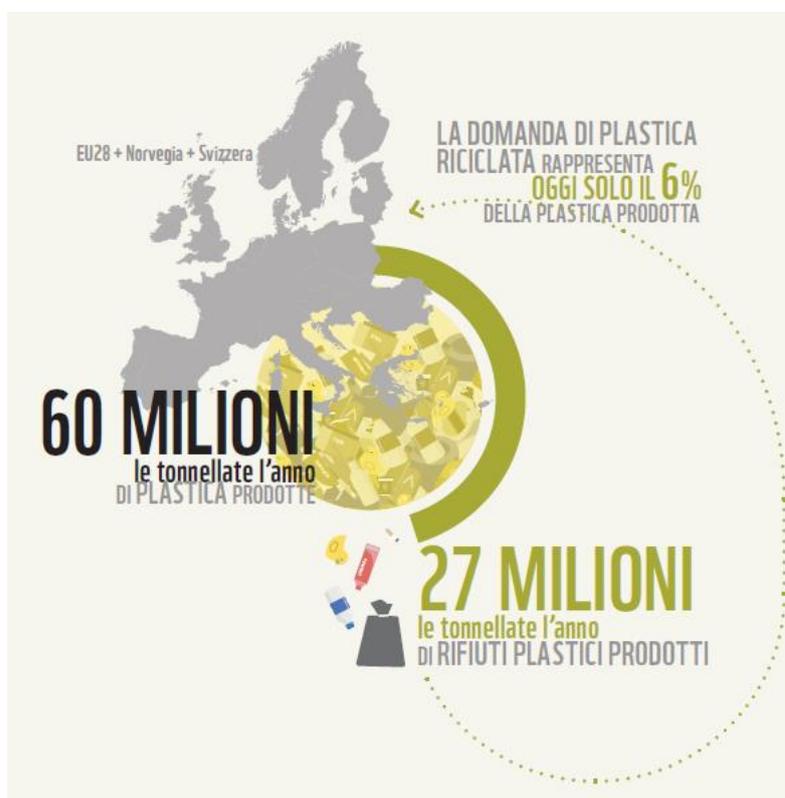


Fig. 23 - La plastica in Europa: domanda, produzione e rifiuti. Fonte: Alessi e Di Carlo, Out of the plastic trap: saving the Mediterranean from plastic pollution, Report del WWF Mediterranean Marine Initiative, Roma, 2018, p. 4.

<sup>15</sup> <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/pdfscache/1183.pdf>, consultato il 30/06/2019.

(PlasticsEurope, 2018).

Nel mercato europeo, infatti, la domanda di plastica riciclata è ferma al 6% (European Commission (b), 2018).

Nei mari europei finiscono ogni anno tra le 150.000 e le 500.000 tonnellate di rifiuti plastici ogni anno. Nonostante rappresentino solo una piccola percentuale dei rifiuti marini a livello mondiale, la plastica gettata nei mari europei raggiunge zone piuttosto vulnerabili e dall'equilibrio ambientale delicato, come il Mar Glaciale Artico e il Mediterraneo (European Commission, 2018).

Il Mediterraneo rappresenta un sistema peculiare in quanto è un bacino quasi chiuso, ma che comunica con l'Oceano Atlantico attraverso lo stretto di Gibilterra. Inoltre, vi si tuffano fiumi tra i più densamente popolati, come il Nilo e il Po. Infine, le sue coste sono molto popolate; si conta che vi abiti circa il 7% della popolazione mondiale (Cózar et al., 2015). Nei Paesi che si affacciano sul Mediterraneo vengono prodotti grossi quantitativi di rifiuti solidi urbani pro capite, tra i 208 e i 760 kg l'anno. In più gli oltre 200 milioni di turisti che ogni anno visitano le sue coste e il suo mare generano un aumento del 40% dell'inquinamento estivo da plastica (UNEP, 2016).

L'accumulo dei detriti galleggianti nel Mar Mediterraneo può essere facilitato dalle caratteristiche del flusso e reflusso di acqua con l'Oceano Atlantico. Il bacino importa acque superficiali provenienti dall'Atlantico e il flusso di ritorno verso l'Oceano Atlantico non si verifica in superficie ma in profondità. Di conseguenza, una volta entrati in ambiente marino, i rifiuti galleggianti sono quasi inevitabilmente destinati ad accumularsi, dove possono essere conservati all'interno *gyre* isolati e aree di convergenza prima di affondare o esser divisi in particelle sempre più piccole (Eriksen et al., 2014; Galgani et al., 2014).

Dei rifiuti dispersi nel Mar Mediterraneo, il 95% sono plastiche. Di queste, tra le 150 mila e le 500 mila tonnellate sono macroplastiche, mentre tra le 70 mila e le 130 mila tonnellate sono microplastiche (European Commission, 2018). Questi numeri fanno del Mediterraneo una delle zone di maggior accumulo di detriti al mondo, al pari delle cinque grandi isole di rifiuti in corrispondenza dei *gyres* oceanici. Per fare un esempio, nel Mediterraneo si

concentrano circa il 7% della microplastica globale, nonostante esso rappresenti solo l'1% delle acque mondiali (Cózar et al., 2015; Suaria et al., 2016).



Fig. 24 - Fonte: Alessi e Di Carlo, *Out of the plastic trap: saving the Mediterranean from plastic pollution*, Report del WWF Mediterranean Marine Initiative, Roma, 2018, p. 11.

Le zone più contaminate si trovano nella parte più orientale del Mediterraneo (Mar Egeo), nel mare che si affaccia sulla Catalogna e nell'area del delta del Po. Esattamente come succede a livello globale, l'inquinamento plastico del Mediterraneo è causato principalmente dalle fonti terrestri (Liubartseva et al., 2018).

Le spiagge che si affacciano nel Mediterraneo presentano anch'esse i segni dell'inquinamento da detriti plastici; detriti plastici sono molto presenti nel Mare Nostrum. Quantità notevoli di *beach litter* sono stati raccolti, ad esempio, nelle spiagge di: Corfù in Grecia (Prevenios et al., 2018), Lazio (Poeta et al., 2016), costa arabo-israeliana (Portman e Brennan, 2017), Adriatico Nord Occidentale (Munari et al., 2016), ecc.

Anche i mari italiani presentano quantità di plastica piuttosto importanti, come si vede nella figura 25.

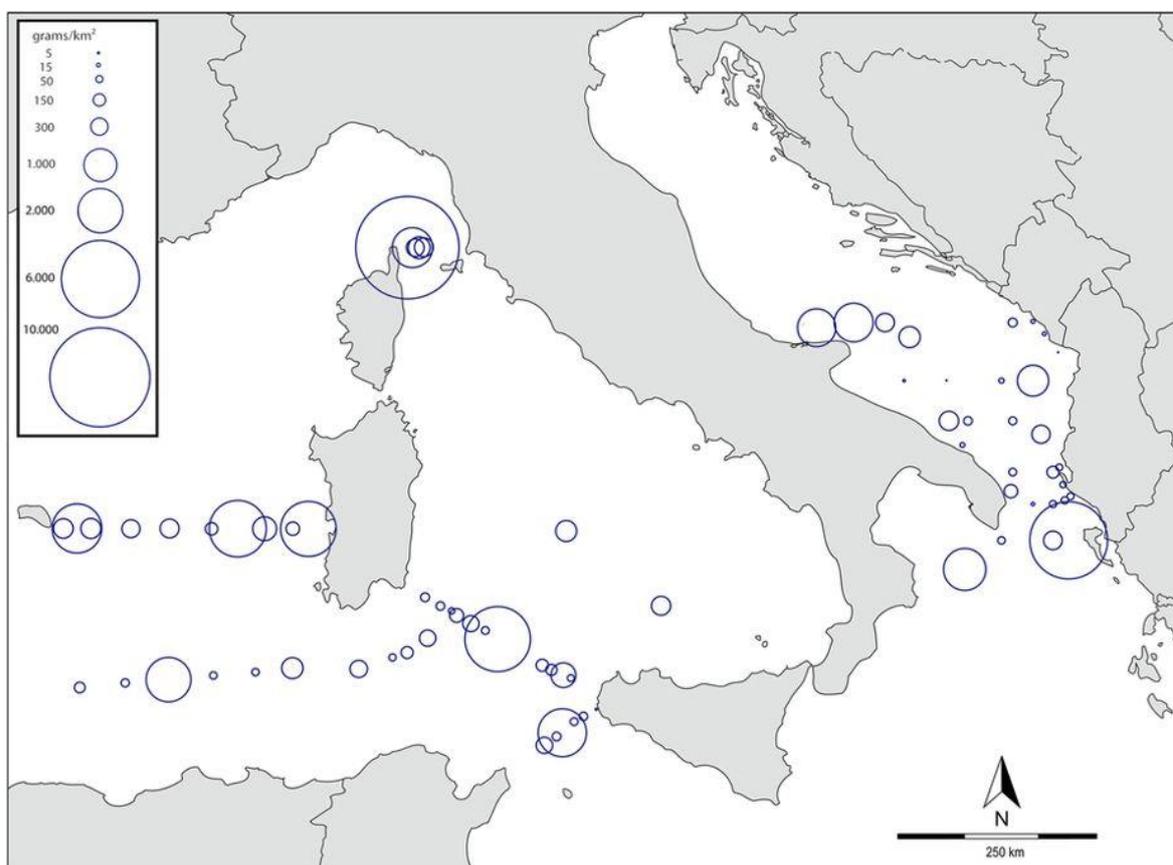


Fig. 25 - Mappa del Mediterraneo centro-occidentale che mostra l'ubicazione e la distribuzione di densità plastiche espresse in grammi di plastica per km<sup>2</sup>. La dimensione dei cerchi è proporzionale ai valori di concentrazione misurati su una scala logaritmica. Particelle <700 µm e fibre sintetiche non sono state incluse nei calcoli di densità. Fonte: Suaria et al., *The Mediterranean Plastic Soup: synthetic polymers in Mediterranean surface waters*, in *Scientific Reports*, 2016, p.4.

I dati pubblicati all'interno del rapporto “*Mare Mostrum*” di Greenpeace (2017), realizzato con il supporto scientifico dell'Università Politecnica delle Marche, Greenpeace e Istituto di Scienze Marine del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) di Genova, indicano che tra il 25 e il 30 per cento dei pesci e invertebrati analizzati nel Mar Tirreno, contengono micro-particelle di plastica.

Una ricerca condotta su 7 località e 31 siti nel mare Ionio e Adriatico riporta come valore medio di rifiuti rinvenuti sulla spiaggia 0.67 elementi/m<sup>2</sup> (Vlachogianni et al., 2018).

Un ulteriore report del WWF (Alessi, 2019), che si concentra sulla dispersione delle plastiche nelle coste e nei mari d'Italia, certifica che il 78% di esse (41.400 tonnellate) proviene dalle attività costiere a causa di una gestione inefficiente dei rifiuti, l'intenso flusso turistico e le attività ricreative. Le città costiere che producono più rifiuti sono Catania, Venezia, Bari, Roma, Palermo e Napoli. Il 18% (9.500 tonnellate) proviene da pesca, acquacoltura e navigazione che disperdono nasse per crostacei, retine per molluschi, cassette per il trasporto del pesce. Il 4% è trasportato dai fiumi italiani. Il Po è responsabile del 3% (1.350 tonnellate) della plastica che ogni anno finisce nel mare e rappresenta la decima maggiore fonte di inquinamento da plastica del Mediterraneo. Il Tevere, che attraversa la città di Roma, riversa in mare l'1% della plastica (600 tonnellate l'anno). In termini di *Beach Litter*, 12.600 tonnellate della plastica dispersa dall'Italia nel Mediterraneo ritornano sulle nostre coste entro 1 anno, mentre un ulteriore 2% arriva da attività costiere di altri paesi.

L'indagine più ampia svolta nelle spiagge italiane è quella di Legambiente (2019), che si occupa soprattutto di macroplastica, certificando che il problema del Beach litter è diffuso e importante. Nelle 93 spiagge monitorate sono stati trovati in totale di 968 rifiuti ogni 100 metri lineari di spiaggia, di cui l'81% rappresentato da materiali plastici.

Tra i materiali più trovati vi sono vetro e ceramica (7%), metallo (4%) e carta/cartone (3%) (Fig. 26).

I rifiuti più numerosi fanno parte dei 10 tipi di rifiuti che la

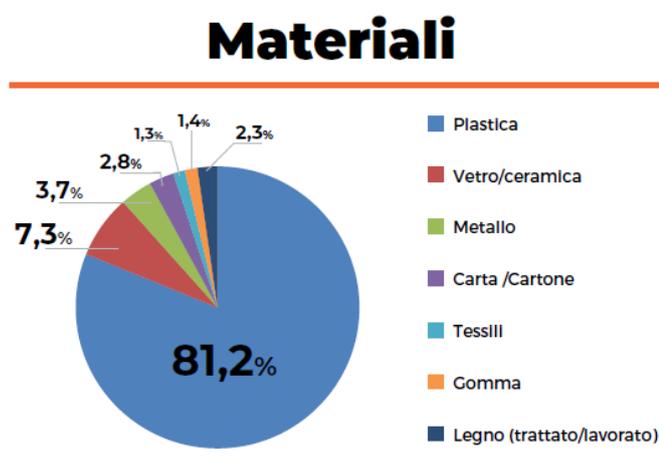


Fig. 26 - Percentuale dei materiali più diffusi trovati nelle spiagge italiane. Fonte: Legambiente, *Beach litter: Indagine sui rifiuti nelle spiagge italiane*, 2019, p.18.

proposta di DIRETTIVA DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO sulla riduzione dell'incidenza di determinati prodotti di plastica sull'ambiente<sup>16</sup> (2018), approvata il 27 marzo 2019, indica come i principali inquinanti delle spiagge europee, imponendo agli stati misure di prevenzione come bandi e *target* di riduzione. Questi rifiuti, la maggior parte dei quali di materiale plastico, rappresentano il 66% dei rifiuti trovati nelle spiagge monitorate da Legambiente.

I rifiuti più numerosi sono pezzi e frammenti di plastica o di polistirolo con il 21,3%. Tappi e coperchi di plastica sono al secondo posto, rappresentando il 9,6% di tutti i rifiuti ritrovati. In tutto sono stati trovati 9 mila frammenti di plastica, circa 8 mila di polistirolo e 8 mila tra tappi e coperchi di plastica.

Al quarto e al quinto posto tra i rifiuti più trovati vi sono rispettivamente i mozziconi di sigaretta (8%) e i cotton fioc (7,4%). Seguono i materiali da costruzione (il 7,4%) (Fig. 27). Questa classificazione generale non rende conto, però, delle diversità geografiche riscontrate. È infatti interessante notare che la composizione del beach litter cambia a seconda del mare nel quale si affaccia la spiaggia.

1. Nelle spiagge del Tirreno oltre la metà di tutti i rifiuti rinvenuti (il 53%) è rappresentato da mozziconi di sigaretta, frammenti di plastica e polistirolo, tappi e bastoncini cotonati per la pulizia delle orecchie;
2. Nell'Adriatico, se i rifiuti più numerosi sono i frammenti di plastica e polistirolo, tra i primi cinque si trovano le calze per la coltivazione dei mitili;
3. Nel Mar Ionio la classifica dei rifiuti è guidata da tappi e coperchi in plastica di bevande che rappresentano un oggetto su 10 di quelli registrati;
4. Infine, nelle isole maggiori di Sicilia e Sardegna, il primo posto è occupato dai bastoncini di *cotton fioc*.

---

<sup>16</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX:52018PC0340>, consultato il 30/06/2019.

	%	Totale rifiuti	Tipo di rifiuto	N. rifiuti su 100 metri
1	11,3%	10162	Pezzi di plastica (da 2,5 cm a 50cm)	109
2	10,0%	8964	Pezzi di polistirolo (da 2,5 cm a 50cm)	96
3	9,6%	8607	Tappi, coperchi e anelli	93
4	8,0%	7186	Mozziconi di sigaretta	77
5	7,4%	6672	Cotton fioc / bastoncini	72
6	4,7%	4227	Materiale da costruzione	45
7	4,6%	4187	Bottiglie e contenitori di plastica per bevande	45
8	3,5%	3179	Posate e piatti di plastica, posate e cannucce	34
9	3,4%	3027	Reti o sacchi per mitili o ostriche (calze)	33
10	3,1%	2774	Frammenti di vetro o ceramica	30

Fig. 27 - Classifica dei rifiuti più trovati nelle spiagge italiane. Fonte: Legambiente, *Beach litter: Indagine sui rifiuti nelle spiagge italiane*, 2019, p.15.

La fonte principale dei rifiuti è la cattiva gestione dei rifiuti urbani solidi (85%) assieme alla carenza dei sistemi depurativi e della cattiva abitudine di buttare i rifiuti urbani nel wc (l'8% dei rifiuti). Pesca e acquacoltura sono responsabili del 7% dei rifiuti monitorati.

### Stima delle fonti: particolare

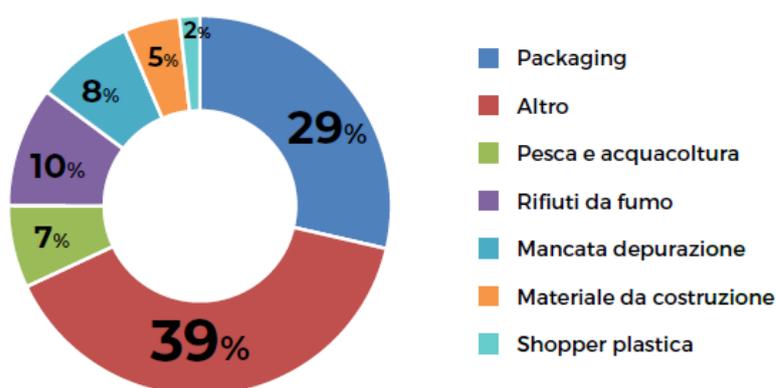


Fig. 28 - Fonte: Legambiente, *Beach litter: Indagine sui rifiuti nelle spiagge italiane*, 2019, p. 19.

Il 29% dei rifiuti dovuti alla cattiva gestione, è costituito da imballaggi alimentari e non. Seguono i rifiuti di fumo (8%) e i materiali derivanti dalle attività di pesca e acquacoltura (7%) (Fig. 28).

Per quanto riguarda la Sardegna, non si trovano una grande mole di dati riguardanti *Marine Litter* e *Beach Litter*, anche se negli ultimi anni si è iniziato a svolgere monitoraggi in alcune spiagge.

Per esempio, nel golfo di Oristano (Sardegna centro occidentale) sono state trovate concentrazioni di rifiuti con una media di 0.15 elementi/m<sup>2</sup> (Collignon et al., 2014; de Lucia et al., 2014).

Importante anche lo studio di Camedda et al. (2017), che ha monitorato il *Beach Litter* di 7 spiagge (Alghero, Is Arenas, San Giovanni, Porto Pino, Poetto, Costa Rei e La Cinta) per un periodo di 4 anni (dal 2013 al 2016). L'analisi della variabilità è stata eseguita per rilevare qualsiasi differenza di abbondanza e tipologia di rifiuti marini secondo il tempo, l'esposizione e il luogo. Si evince che sulla maggior parte delle spiagge turistiche, la deposizione diretta dei rifiuti è più alta. Un totale di 39.972 rifiuti è stato registrato e classificato durante l'intera attività di monitoraggio. La plastica è stata la tipologia di rifiuto più abbondante (34.551 unità pari all'86,43%, seguito da metallo con 3.330 unità (8,33%), vetro-ceramica con 755 unità (1,89%), tessuto con 452 unità (1,13 %), legno lavorato con 441 unità (1,10%), carta con 204 unità (0,51%), gomma con 201 (0,50%) e altri materiali con 38 unità (0,10%). Delle 165 categorie riportate sul protocollo MSFD (OSPAR, 2010; Galgani et al., 2013), qui sono state registrate 146 categorie. Le classi di dimensioni più rappresentative del litter sono "macro" (17.792 articoli; 44,51%), seguite da "meso" (12.414 articoli; 31,06%) e "mega" (9.766 articoli; 24,43%). Quindici categorie di rifiuti sono state identificate come le più abbondanti sulle spiagge sarde, che ammontano a 400 unità: piccoli frammenti di plastica, spugna di schiuma, altri frammenti di plastica, tappi di bottiglie per bevande, filtri per sigarette, filo, bastoncini di cotone, articoli in polistirolo, altri articoli in plastica/polistirolo, plastica cappucci, bastoncini, tazze e coperchi, corde e corde con diametro <1 cm, corde con diametro > 1 cm, buste di plastica. Dalle indagini condotte sulle spiagge sarde i rifiuti erano onnipresenti in tutti i siti.

Anche se la Sardegna ha una densità di popolazione molto bassa (68,6 abitanti per km<sup>2</sup>) e nonostante abbia una sola area costiera densamente popolata (la conurbazione di Cagliari), presenta un'alta concentrazione di rifiuti marini. L'analisi ha mostrato valori significativi nell'abbondanza di rifiuti sulle spiagge esposte al maestrale. Is Arenas, San

Giovanni e Alghero hanno mostrato alti valori di abbondanza dei rifiuti, anche se la frequentazione turistica in questi siti è inferiore rispetto alle altre spiagge (La Cinta, Costa Rei, Poetto, Porto Pino). Dall'analisi dei campioni si è riusciti a determinare, inoltre, che parte del *litter* era stato abbandonato direttamente dagli utenti della spiaggia. Inoltre, l'elevata densità dei filtri per sigarette registrati sulle spiagge turistiche delinea ancora una scarsa consapevolezza ambientale. È notevole il fatto che la presenza di rifiuti provenienti da attività dell'industria della pesca è stata segnalata in tutti i siti (anche lontano dai porti turistici).

Per concludere, lo studio evidenzia il prolungato inquinamento delle spiagge intorno alla Sardegna, che influenza negativamente l'isola come destinazione turistica.

Nella prospettiva di questo lavoro è utile riportare che, soprattutto per le analisi svolte nelle spiagge della Sardegna, l'attenzione si concentra prevalentemente sulla macroplastica, mentre pochissimi sono ancora i lavori che riguardano anche le microplastiche.

## 5. LEGGI, PROVVEDIMENTI E INIZIATIVE

Per ridurre l'impatto negativo dei rifiuti nell'ambiente marino sono stati sviluppati convenzioni, accordi, regolamenti, strategie, azioni, piani, programmi e linee guida, a livello internazionale, regionale e nazionale. Sebbene sia impossibile dare notizia di tutte le iniziative a livello globale, regionale e locale, in questa sede si cercherà di dare un quadro generale che possa dare un'idea di come si sono mossi (e si stanno muovendo) le varie organizzazioni e istituzioni politiche e civili per affrontare il problema del *Marine Litter*.

### 5.1 - Convenzioni, strategie e accordi internazionali

Uno dei primi accordi internazionali è la “Convenzione Internazionale per la Prevenzione dell'Inquinamento provocato dalle navi” (MARPOL 73/78<sup>17</sup>), del 1973. Rivisto nel 2011 ed entrato in vigore nel 2013, esso è uno dei principali strumenti internazionali per prevenire l'inquinamento marino proveniente dalle navi. Esso impone un divieto generale di scarico di rifiuti dalle navi in mare, ad eccezione di alcune circostanze chiaramente definite. Queste circostanze sono associate ai tipi di rifiuti che possono essere smaltiti, alle specifiche delle distanze dalla costa, allo scarico di rifiuti all'interno o al di fuori di aree speciali, al modo in cui possono essere smaltiti i rifiuti e i requisiti di rotta per lo scarico consentito (IMO(a), 2019).

Un altro strumento importante è il Protocollo di Londra<sup>18</sup>. Adottato nel 1996 ed entrato in vigore nel 2006, il Protocollo sostituisce la Convenzione di Londra del 1972. Se questa si limitava a gestire lo scarico di rifiuti dalle navi, il Protocollo mira a fermarlo. Esso infatti restringe la lista di materie che è possibile smaltire in mare. Inoltre, lo scarico di questi materiali (ad es.: fanghi di depurazione, rifiuti ittici, materiale geologico, ecc.) richiede un permesso, il quale rilascio è comunque regolamentato. Poi, il Protocollo proibisce

---

<sup>17</sup> [http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-\(MARPOL\).aspx](http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-(MARPOL).aspx), Consultato il 07/07/2019.

<sup>18</sup> <http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/LCLP/Documents/PROTOCOLAmended2006.pdf>, consultato il 07/07/2019.

l'incenerimento dei rifiuti in mare e l'esportazione di rifiuti verso altri paesi per lo scarico o l'incenerimento. Del protocollo fanno attualmente parte 51 paesi (IMO(b), 2019<sup>19</sup>).

Queste importanti iniziative sono state introdotte per gestire lo smaltimento dei rifiuti dalle barche o da piattaforme marine. Oggi però sappiamo che la maggior parte dei rifiuti marini deriva da fonti terrestri. La presa di coscienza di questo fenomeno, nonché una maggiore attenzione dell'opinione pubblica, ha portato dagli anni 2000 le nazioni e gli organismi transnazionali a rivedere le loro politiche e preparare iniziative legislative per diminuire in modo concreto la presenza del *Marine Litter* nell'ambiente marino (Xanthos e Walker, 2017).

Sempre a livello internazionale, nel 2003 l'UNEP *Regional Sea Programme* e il *Global Programme of Action* (GPA) hanno avviato lo sviluppo del *Global Initiative on Marine Litter* (Iniziativa Globale sul Marine Litter). Questa iniziativa è riuscita a organizzare e attuare attività sui rifiuti marini in tutto il mondo. Le attività incentrate sulla gestione dei rifiuti marini sono state organizzate, mediante accordi individuali, nel Mar Baltico, nel Mar Nero, nel Mar Caspio, in Mari dell'Asia orientale, dell'Africa orientale, nel Mediterraneo, nel Pacifico nord-occidentale, nell'Atlantico nord-orientale, nel Mar Rosso, nel Golfo di Aden, nei Mari dell'Asia meridionale, nel Pacifico sud-orientale e nei mari dei Caraibi (Chen, 2015).

In Europa, la DIRETTIVA 2008/56/CE<sup>20</sup> del 2008, meglio conosciuta con il nome di *Marine Strategy*, istituisce un quadro per l'azione comunitaria nel campo della politica per l'ambiente marino, ponendosi, come obiettivo, il raggiungimento del “buono stato ambientale” (*Good Environment Status*, GES). I danni dell'inquinamento marino possono essere di tre tipi: sociali (riduzione del valore estetico e sicurezza pubblica), economici (es. costo per turismo, danni alle navi, attrezzi e attrezzature da pesca, perdite per operazioni di pesca, costi di pulizia) ed ecologici (mortalità o effetti letali su piante e animali attraverso *entanglement*, danni fisici e ingestione, incluso l'assorbimento di microparticelle, principalmente microplastiche, il rilascio di sostanze chimiche associate, l'invasione di specie esotiche). Il “buono stato ambientale” definisce il danno accettabile in queste

---

<sup>19</sup> <http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/LCLP/Pages/default.aspx>, consultato il 07/07/2019.

<sup>20</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/HTML/?uri=CELEX:32008L0056&from=IT#d1e1011-19-1>, consultato il 30/06/2019.

categorie, valutando la quantità di rifiuti e i suoi impatti in diversi compartimenti dell'ambiente marino (fondo marino, superficie del mare, colonna d'acqua, costa), gli effetti ecologici dei rifiuti (ad es. materie plastiche ingerite da organismi marini, tassi di *entanglement*) e i problemi associati al degrado di rifiuti (microparticelle), nonché aspetti sociali ed economici (Galgani et al., 2010).

La Direttiva istituisce 11 descrittori<sup>21</sup> qualitativi per misurare e valutare il “buono stato ambientale”. Tra questi, il numero 10, relativo ai rifiuti marini, stabilisce che perché ci sia un “buono stato ambientale”: “Le proprietà e le quantità di rifiuti marini non provocano danni all’ambiente costiero e marino”.

Per ciascun descrittore, la Commissione Europea ha fornito i criteri e gli standard metodologici per poter attribuire un valore quantitativo a questi ultimi. Questo è fondamentale perché facilitata da parte degli Stati membri lo sviluppo di una strategia che porti a diminuire l’inquinamento dei mari, assecondando le diversità locali.

Altra importante iniziativa internazionale è la *Honolulu Strategy* del 2015. Essa deriva dalla Quinta Conferenza Internazionale sul *Marine Debris* svoltasi alle Hawaii nel 2011, organizzata dall’UNEP e dalla *National Oceanic and Atmospheric*. La Conferenza ha contribuito allo sviluppo e alla successiva messa a punto di una strategia globale per

---

<sup>21</sup> I Descrittori sono: “1) La biodiversità è mantenuta. La qualità e la presenza di habitat nonché la distribuzione e l’abbondanza delle specie sono in linea con le prevalenti condizioni fisiografiche, geografiche e climatiche; 2) Le specie non indigene introdotte dalle attività umane restano a livelli che non alterano negativamente gli ecosistemi; 3) Le popolazioni di tutti i pesci e molluschi sfruttati a fini commerciali restano entro limiti biologicamente sicuri, presentando una ripartizione della popolazione per età e dimensioni indicativa della buona salute dello stock; 4) Tutti gli elementi della rete trofica marina, nella misura in cui siano noti, sono presenti con normale abbondanza e diversità e con livelli in grado di assicurare l’abbondanza a lungo termine delle specie e la conservazione della loro piena capacità riproduttiva; 5) È ridotta al minimo l’eutrofizzazione di origine umana, in particolare i suoi effetti negativi, come perdite di biodiversità, degrado dell’ecosistema, proliferazione dannosa di alghe e carenza di ossigeno nelle acque di fondo; 6) L’integrità del fondo marino è ad un livello tale da garantire che le strutture e le funzioni degli ecosistemi siano salvaguardate e gli ecosistemi bentonici, in particolare, non abbiano subito danni; 7) La modifica permanente delle condizioni idrografiche non influisce negativamente sugli ecosistemi marini; 8) Le concentrazioni dei contaminanti presentano livelli che non danno origine a effetti inquinanti; 9) I contaminanti presenti nei pesci e in altri frutti di mare destinati al consumo umano non eccedono i livelli stabiliti dalla legislazione comunitaria o da altre norme pertinenti; 10) Le proprietà e le quantità di rifiuti marini non provocano danni all’ambiente costiero e marino; 11) L’introduzione di energia, comprese le fonti sonore sottomarine, è a livelli che non hanno effetti negativi sull’ambiente marino” (DIRETTIVA 2008/56/CE, Allegato 1, 2008)

prevenire e gestire i rifiuti marini. La *Honolulu Strategy*<sup>22</sup> si pone l'obiettivo di creare un *framework* per una collaborazione globale per diminuire l'impatto ecologico, economico e sulla salute umana dei detriti marini in tutto il mondo (UNEP e National Oceanic and Atmospheric Administration, 2015).

La Strategia è organizzata in base a tre obiettivi principali (UNEP e National Oceanic and Atmospheric Administration, 2015, p. 3):

- Obiettivo A: riduzione della quantità e dell'impatto di rifiuti e rifiuti solidi a terra introdotti nell'ambiente marino;
- Obiettivo B: quantità e impatto ridotti delle fonti marine di detriti marini tra cui rifiuti solidi, merci perse, ALDFG e navi abbandonate introdotte in mare;
- Obiettivo C: quantità e impatto ridotti dei detriti marini accumulati sulle coste, negli habitat bentonici e nelle acque pelagiche.

La Strategia di Honolulu è stata adattata in molte parti del mondo per soddisfare le esigenze specifiche di diverse aree geografiche, come il Canada, gli Stati Uniti e l'Europa (Pettipas et al., 2016; Xanthos e Walker, 2017). Due punti sono di particolare interesse, riguardano rispettivamente il mercato e le politiche. In particolare:

1. Si concentra su strumenti basati sulla produzione e sul *market* (ad es. su sacchetti di plastica e imballaggi) per minimizzare gli sprechi;
2. Si concentra su *policies*, regolamenti e legislazione per ridurre detriti marini (ad esempio, imponendo divieti su microsferi e / o produzione di sacchetti di plastica).

## 5.2 - Accordi, convenzioni e iniziative a livello europeo e nel Mediterraneo

Oltre alla *Marine Strategy*, in Europa esistono vari accordi e convenzioni per il monitoraggio e il controllo del *Marine Litter*.

---

<sup>22</sup> <https://www.unenvironment.org/resources/report/honolulu-strategy-1>, consultato il 04/07/2019.

La Convenzione di Helsinki del 1992 è uno strumento regionale volto a proteggere l'ambiente marino dell'intera area del Mar Baltico, comprese le acque interne nonché l'acqua marina stessa e il fondo marino. Questa convenzione ha portato, nel 2009, alla creazione dell'*European Union Strategy for the Baltic Sea Region* (EUSBSR<sup>23</sup>), che comprende una serie di misure e regolamenti con l'obiettivo di garantire il rispetto delle norme di scarico globali e regionali e per eliminare gli scarichi illegali di tutti i rifiuti nel Mare Baltico.

Molto importante è anche l'OSPAR<sup>24</sup>, meccanismo con cui 15 governi e l'UE cooperano per proteggere l'ambiente marino dell'Atlantico nord-orientale. L'OSPAR è iniziato nel 1972 con la Convenzione di Oslo contro il *dumping* ed è stato ampliato per includere le fonti di inquinamento marino e terrestre dalla Convenzione di Parigi del 1974. Queste due convenzioni sono state unificate, aggiornate ed estese dalla Convenzione OSPAR del 1992. Il nuovo allegato sulla biodiversità e sugli gli ecosistemi è stato adottato nel 1998 per coprire attività umane non inquinanti che possono influire negativamente sul mare. I paesi che attualmente aderiscono alla Convenzione sono: Belgio, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Islanda, Irlanda, Lussemburgo, Paesi Bassi, Norvegia, Portogallo, Spagna, Svezia, Svizzera e Regno Unito.

Per quanto riguarda il Mediterraneo esiste la *Convention for the Protection of the Marine Environment and the Coastal Region of the Mediterranean*, più comunemente detta Convenzione di Barcellona<sup>25</sup>. Essa è uno strumento volto a proteggere e promuovere lo sviluppo sostenibile dell'ambiente marino e costiero del Mediterraneo. Firmato nel 1995 e tuttora attivo, è formato da 7 protocolli che si occupano di specifici aspetti per la conservazione e protezione dell'ecosistema marino nel Mediterraneo. Per quanto riguarda il *Marine Litter*, il protocollo più importante è il *Land-based Sources and Activities Protocol* (LBS Protocol), in cui le parti contraenti si impegnano a eliminare le fonti di inquinamento da attività terrestri, e a eliminare sostanze nocive e bioaccumulabili, tra i quali i rifiuti. I 22 Paesi che fanno parte della Convenzione di Barcellona sono: Albania,

---

<sup>23</sup> <https://www.balticsea-region-strategy.eu/>, consultato il 07/07/2019.

<sup>24</sup> <https://www.ospar.org/>, consultato il 07/07/2019.

<sup>25</sup> [http://ec.europa.eu/environment/marine/international-cooperation/regional-sea-conventions/barcelona-convention/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/marine/international-cooperation/regional-sea-conventions/barcelona-convention/index_en.htm), consultato il 07/07/2019.

Algeria, Bosnia ed Erzegovina, Croazia, Cipro, Egitto, Francia, Grecia, Israele, Italia, Libano, Libia, Malta, Monaco, Montenegro, Marocco, Slovenia, Spagna, Siria, Tunisia Turchia e la Comunità Europea.

### 5.3 - Iniziative legislative

Nella cornice di queste convenzioni, accordi e protocolli internazionali, si inseriscono le iniziative legislative degli Stati e delle istituzioni transnazionali mirate ad affrontare il problema del *Marine Litter*. I provvedimenti per contrastare il *Marine Litter* sono vari in tutto il mondo, ma la maggior parte consistono nell'istituzione di divieti nell'uso e nel consumo di certi materiali, soprattutto gli oggetti monouso di plastica, oppure nell'introduzione di tasse che ne scoraggino l'utilizzo (Xanthos e Walker, 2017).

Molti paesi si stanno muovendo per ridurre o proibire del tutto la produzione e l'uso di sacchetti di plastica e di oggetti di polistirolo. Una spinta decisiva a questi provvedimenti è stata data dall'UE con la direttiva UE 2015/720<sup>26</sup>. Gli Stati membri dell'UE sono invitati, tra le altre opzioni, a ridurre la quantità di consumo di sacchetti di plastica leggeri a un massimo di 90 a persona all'anno entro la fine del 2019, e a un massimo di 40 entro la fine del 2025. È probabile che il numero di paesi che prenderanno provvedimenti contro la plastica monouso e i rifiuti più pericolosi crescerà in futuro. A tal proposito molti paesi in via di sviluppo hanno introdotto, o stanno studiando, provvedimenti che vanno in questa direzione (Fig. 29, 30) (UNEP, 2018). Inoltre, la risoluzione UNEP/EA.3/L.20 riguarda specificamente i rifiuti marini e le microplastiche e incoraggia gli Stati membri a ridurre l'uso di plastica non necessario e promuovere l'uso di alternative rispettose dell'ambiente, dando priorità alle politiche per ridurre la quantità di plastica che entra nell'ambiente marino.

- L'Africa è uno dei continenti in cui si trova il maggior numero di Paesi che hanno introdotto divieti nell'uso di sacchetti di plastica. Dei 25 Paesi Africani che hanno introdotto divieti, il 58% li ha adottati tra il 2014 e il 2017 (UNEP, 2018).

---

<sup>26</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32015L0720>, consultato il 08/07/2019.

- In Asia Orientale, vari paesi hanno introdotto tasse e prelievi sulla vendita e il consumo di plastica monouso, il Bangladesh, per esempio, più di 10 anni fa. Ma l'effettiva applicazione di queste misure è stata scarsa o inefficace, e i sacchetti di plastica monouso sono ampiamente usati e il loro smaltimento piuttosto mal gestito. Diverso il caso del Giappone, dove non sono in vigore divieti di plastica monouso, ma grazie a un sistema di gestione dei rifiuti molto efficace e ad un alto grado di consapevolezza sociale, il paese è responsabile di perdite relativamente limitate di materie plastiche monouso nell'ambiente e nei mari (UNEP, 2018).
- In Oceania la maggior parte degli stati australiani ha vietato l'uso dei sacchetti leggeri di plastica, e in Papua Nuova Guinea sono banditi tutti i sacchetti di plastica non biodegradabile.
- Nell'America centrale e meridionale, sono in vigore regolamenti per limitare il consumo di sacchetti di plastica a livello nazionale e subnazionale, e paesi come Haiti e Costa Rica regolano anche l'uso di prodotti in plastica espansa. La Costa Rica in particolare mira a diventare il primo paese al mondo ad eliminare le materie plastiche monouso entro il 2021.
- In Nord America, le normative sono state introdotte principalmente a livello statale o cittadino. I sacchetti di plastica leggeri sono vietati, ad esempio a Montreal (Canada), California e Hawaii (USA). L'azione contro i prodotti monouso in polistirolo è stata presa a New York City 62, che ha ripristinato nel 2017 il divieto dei contenitori monouso in polistirolo dopo un primo tentativo nel 2015.
- In Europa, a seguito della Direttiva UE 2015/720, i paesi hanno attuato varie misure per la diminuzione dell'uso dei sacchetti di plastica monouso, che vanno dai divieti, come in Italia e Francia, agli accordi con il settore privato, come ha fatto l'Austria.

Alcuni paesi avevano assunto iniziative in tal senso prima della direttiva. Per esempio, in Irlanda erano state introdotte tasse sui sacchetti non biodegradabili già dal 2007.

Anche l'Italia è stata uno dei primi paesi a introdurre norme restrittive sull'uso della plastica non biodegradabile. Nel 2011 è stato introdotto il bando di sacchetti

di plastica non biodegradabili <100μ, con esenzione di sacchetti di plastica riutilizzabili e promozione di borse riutilizzabili. Il divieto è diventato pienamente efficace solo nel 2014. Ciò ha portato alla riduzione del consumo di sacchetti di plastica di oltre il 55% dal 2011 al 2018, nonostante l'Italia fosse tra i primi consumatori al mondo (Surfrider Foundation Europe, 2018).

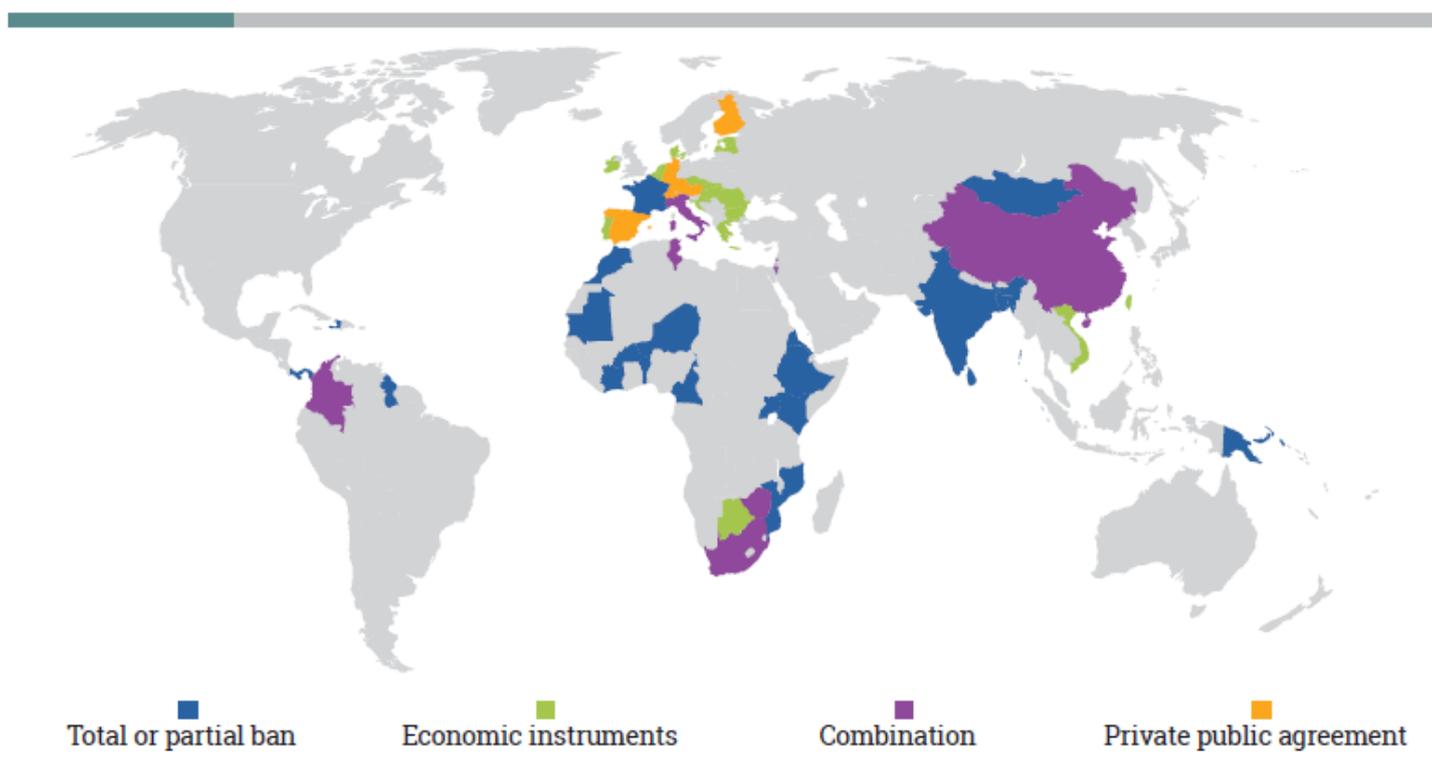
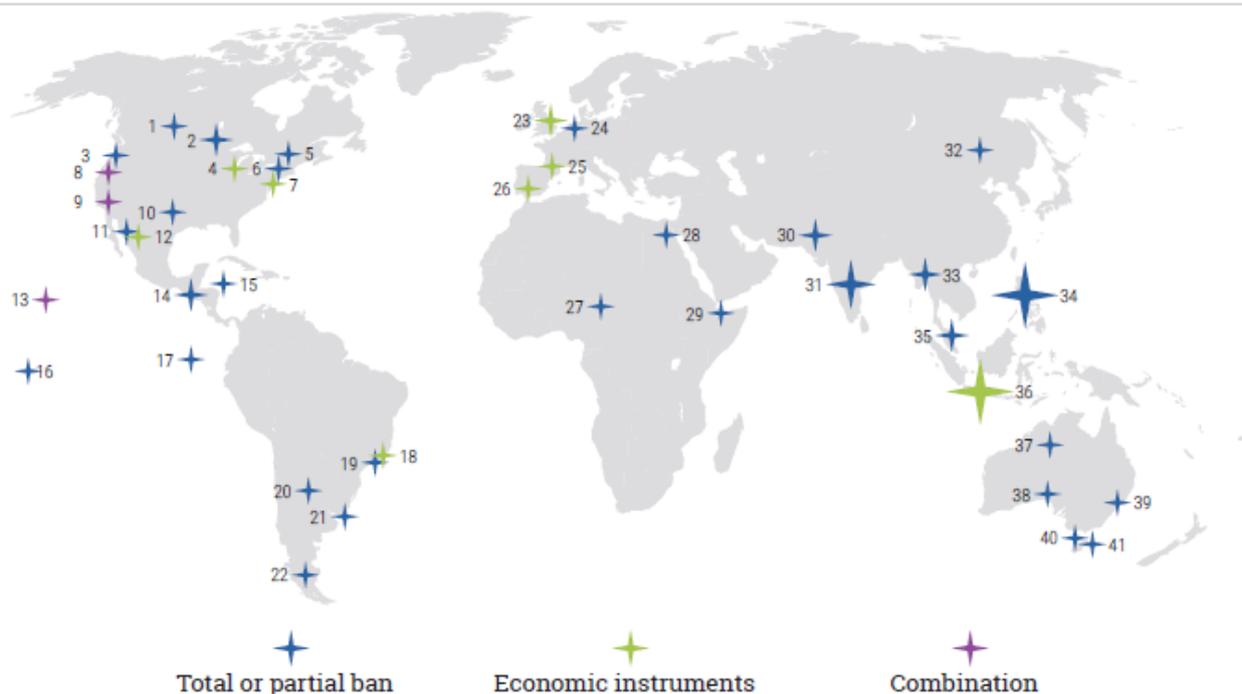


Fig. 29 - Provvedimenti sulla produzione e sul consumo dei sacchetti di plastica e di polistirolo a livello nazionale. Fonte: UNEP, 2018, p. 26.



Source: Data independently collected by authors

- |                       |                                |                                |                                      |
|-----------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| 1. Wood Buffalo       | 13. Hawaii                     | 23. 4 regions, UK              | 34. 27 cities/provinces, Philippines |
| 2. 2 cities, Manitoba | 14. 4 cities, Guatemala        | 24. 2 regions, Belgium         | 35. Federal Territories, Malaysia    |
| 3. Seattle            | 15. Bay Islands, Honduras      | 25. Catalonia, Spain           | 36. >20 cities, Indonesia            |
| 4. Chicago            | 16. America Samoa              | 26. Andalusia, Spain           | 37. Northern Territory               |
| 5. Montreal           | 17. Galapagos Islands, Ecuador | 27. NDjamena, Chad             | 38. South Australia                  |
| 6. New York City      | 18. Rio de Janeiro, Brazil     | 28. Hurghada, Egypt            | 39. Australian Capital Territory     |
| 7. Washington, D.C.   | 19. Sao Paolo, Brazil          | 29. Somaliland, Somalia        | 40. Tasmania                         |
| 8. San Francisco      | 20. Cordoba, Argentina         | 30. 4 regions, Pakistan        | 41. Coles Bay                        |
| 9. California         | 21. Buenos Aires, Argentina    | 31. >9 cities/provinces, India |                                      |
| 10. Austin            | 22. Pinta Arena, Chile         | 32. Jilin Province, China      |                                      |
| 11. Querétaro, Mexico |                                | 33. 3 cities, Myanmar          |                                      |
| 12. Mexico City       |                                |                                |                                      |

Fig. 30 - Provvedimenti sulla produzione e sul consumo dei sacchetti di plastica e di polistirolo a livello sub-nazionale. Fonte: UNEP, 2018, p. 26.

Riguardo gli oggetti monouso in plastica, anche in questo caso i due principali meccanismi utilizzati dai governi nazionali sono relativi a divieti o restrizioni sulla produzione, sull'uso, sulla distribuzione, sulla vendita o sul commercio e prevedono strumenti basati sul mercato come tasse o imposte. Ventisette paesi hanno emanato divieti di qualche tipo sulla produzione, distribuzione, uso, vendita e/o importazione di materie plastiche monouso.

In 22 paesi, i divieti mirano a prodotti specifici, come piatti, tazze e utensili. In 16 paesi, materiali specifici (polimeri) sono vietati, più comunemente polistirene e polistirolo espanso. In alcuni casi, vengono presi di mira particolari usi della plastica, come utensili in polistirolo e scatole da asporto negli stabilimenti di ristorazione. In altri casi, i paesi hanno stabilito restrizioni di produzione, limitando la quantità o lo spessore delle materie plastiche monouso o richiedendo una percentuale di materiale riciclato (Fig. 31) (UNEP, 2019, p. 50).

Ventinove paesi hanno emanato un qualche tipo di tassa sulle materie plastiche monouso, sia come tassa ambientale speciale, tasse o oneri per lo smaltimento dei rifiuti, sia sotto forma di accise più elevate per le materie plastiche monouso. L'Europa ha 17 paesi che tassano la plastica monouso, più di ogni altra area geografica. Cinque paesi dell'America Latina e dei Caraibi, quattro in Africa e tre in Asia e nel Pacifico, impongono alcune forme di tassazione. Due aree, l'Asia occidentale e il Nord America, non hanno normative fiscali nazionali o federali in materia di plastica monouso (UNEP, 2019).

Sessantatré paesi hanno esteso la responsabilità del produttore (*Extended Producer Responsibility*, EPR) per le materie plastiche monouso. L'Europa ha la più forte diffusione dell'EPR con 38 paesi. Ciò è soprattutto una risposta alle direttive UE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio (direttiva 94/62/CE e direttiva (UE) 2015/720), che impongono agli Stati membri di istituire sistemi di restituzione, raccolta, recupero, riciclaggio per i rifiuti di imballaggio. Seguono 9 paesi nella regione Asia-Pacifico, 9 paesi dell'America Latina e dei Caraibi e sette 7 paesi dell'Africa. Nessun EPR federale o nazionale è stato trovato in Asia occidentale e in Nord America, anche se alcuni paesi di queste regioni, così come le altre aree geografiche, potrebbero invece avere regolamenti subnazionali o iniziative volontarie incentrate sull'industria. Altri paesi, come Sudafrica, Nuova Zelanda,

Malesia e Vanuatu, consentono l'imposizione di EPR nella legislazione, ma non sono state imposte regole specifiche.

Dunque, i mandati EPR si rivolgono principalmente all'utilizzo di imballaggi in plastica e

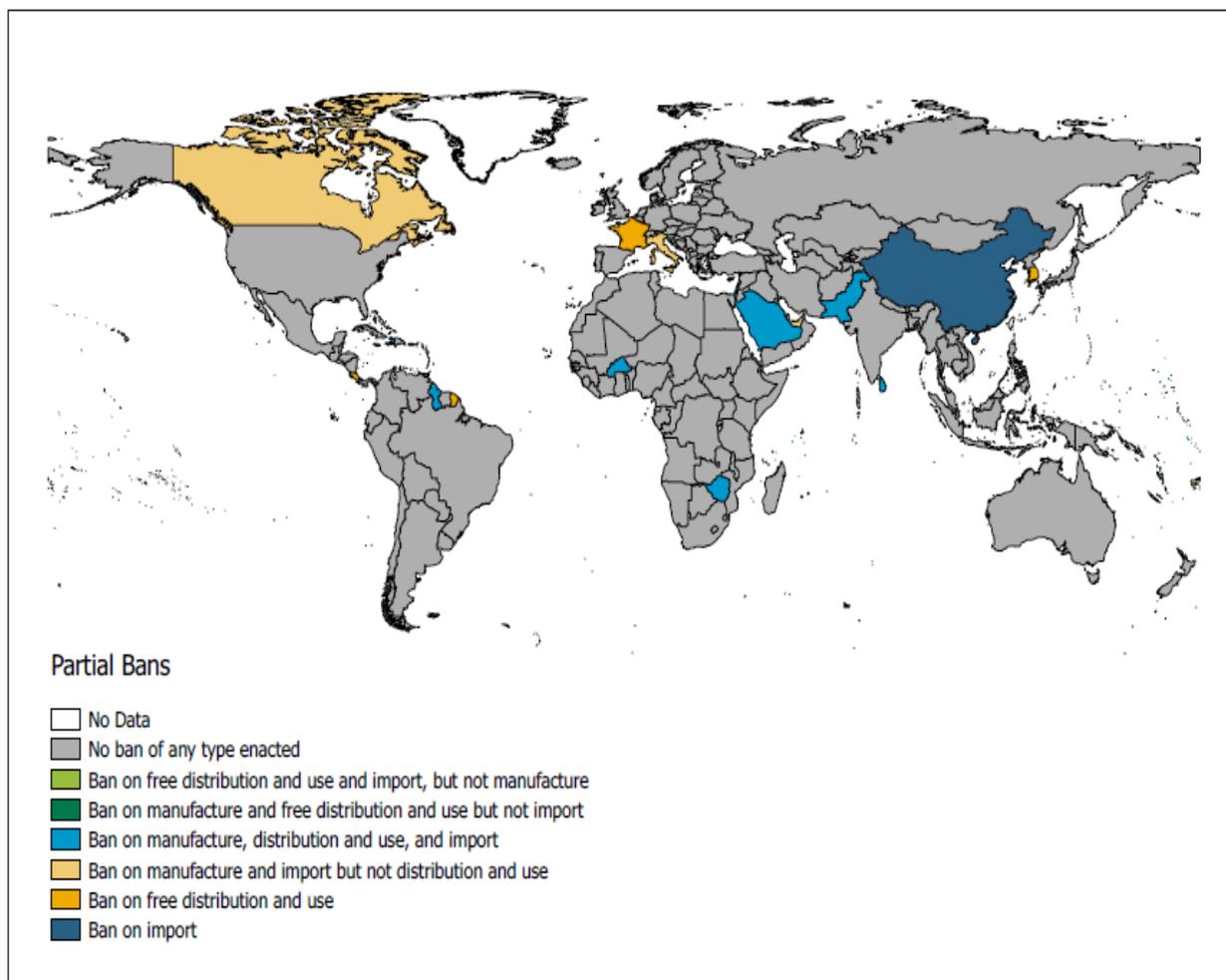


Fig. 31 - Divieti sulla produzione, sulla distribuzione, sull'uso e sull'importazione di plastica monouso per nazione. Fonte: UNEP, 2019, p. 50.

altri articoli monouso, e i loro obblighi specifici variano da paese a paese.

Molti paesi estendono gli obblighi EPR sia ai produttori che ai rivenditori o distributori, ma ci sono alcuni paesi che impongono la responsabilità solo al distributore o al rivenditore.

Per quanto riguarda le microplastiche, solo otto Paesi hanno introdotto una qualche forma di divieto sull'uso, la produzione o la vendita di prodotti che le contengono, soprattutto prodotti cosmetici (UNEP 2019). Questi Paesi sono: Canada, Francia, Italia, Repubblica di Corea, Nuova Zelanda, Svezia, Regno Unito e Stati Uniti d'America (USA) (Fig. 32). Questi provvedimenti differiscono in alcuni aspetti a seconda del paese, per esempio sulla definizione delle microplastiche, sull'elencazione specifica dei prodotti proibiti, sul fatto che il divieto colpisce solo l'uso, la vendita, la produzione o tutti questi aspetti, o sui tempi di messa al bando.

In Italia la legge finanziaria del 2018 (Legge n. 205 di 27, art.1, sezioni da 543 a 548, dicembre 2017<sup>27</sup>), definendo le microplastiche come particelle solide di plastica di 5mm o inferiori, ne vieta la vendita in prodotti cosmetici per risciacquo con un'azione esfoliante o detergente. Nella legge non sono però fatti esempi specifici dei prodotti vietati. Il divieto entrerà in vigore nel gennaio 2020.

51 paesi hanno mandati regolatori espliciti per quanto riguarda il riciclaggio della plastica, al di là degli obiettivi di politica generale sullo smaltimento dei rifiuti.

Tuttavia, le normative variano da paese a paese. La maggior parte sono limitate ai requisiti generali e/o agli obiettivi per il riciclaggio della plastica, mentre altri paesi richiedono il riciclaggio come componente dell'EPR. 26 paesi includono obiettivi di riciclaggio specifici. Nove paesi hanno fornito incentivi fiscali per promuovere attività di riciclaggio.

Nel gennaio 2018 l'Europa ha adottato una nuova “Strategia per le materie plastiche in un'economia circolare” (*European Strategy for Plastics in a Circular Economy*<sup>28</sup>). L'idea è di modernizzare l'industria della plastica, migliorare la progettazione di materie plastiche e

---

<sup>27</sup> [http://www.edizionieuropee.it/LAW/HTML/210/zn27\\_08\\_055.html](http://www.edizionieuropee.it/LAW/HTML/210/zn27_08_055.html), consultato i 10/07/2019.

<sup>28</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX:52018DC0028>, consultato il 10/7/2019.

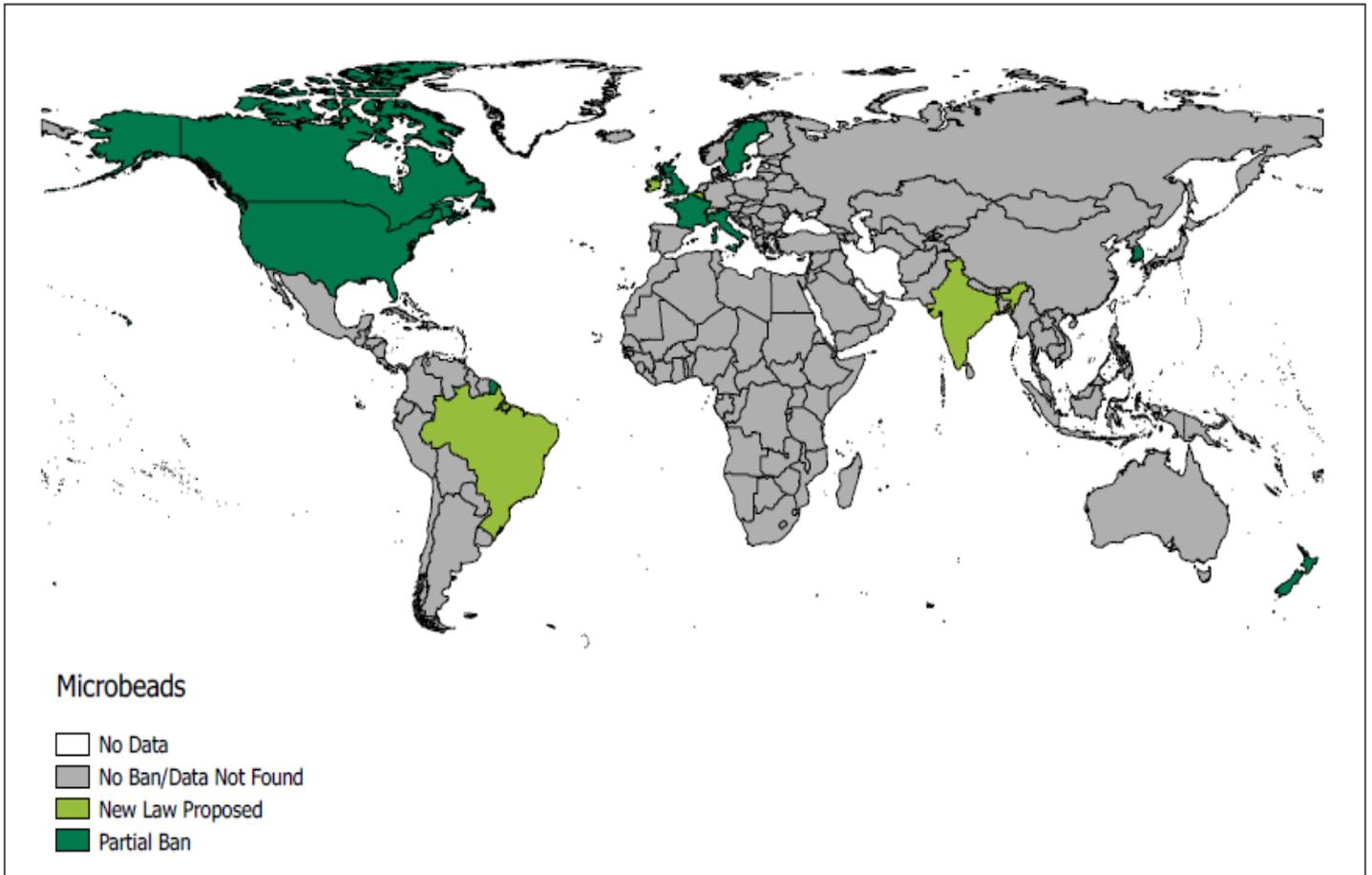


Fig. 32 - Paesi che hanno introdotto divieti sulla produzione, la vendita o l'uso di prodotti contenenti microplastiche. Fonte: UNEP, 2019, p.70.

di plastica, aumentare il riutilizzo e il riciclaggio degli oggetti in plastica, nonché aumentare la domanda di plastica riciclata e l'utilizzo di materiali più sostenibili.

Per combattere nello specifico il problema del *Marine Litter*, il 27 marzo 2019 il Parlamento europeo ha votato a favore di nuove regole per arginare il problema dei prodotti di plastica monouso e degli attrezzi di pesca perduti in mare. La Direttiva (EU) 2019/904<sup>29</sup> del 5 giugno 2019 sulla “riduzione dell’incidenza di determinati prodotti di plastica sull’ambiente” si concentra soprattutto sui 10 oggetti trovati in prevalenza nel mare e sulle spiagge.

È stato approvato il divieto totale (da applicare entro il 2021) per gli oggetti di plastica monouso di cui esiste una versione alternativa già disponibile sul mercato: *cotton fioc* (in Italia il divieto esiste già dal gennaio del 2019), posate, piatti, cannucce, bastoncini, miscela bevande e bastoncini da palloncino. Gli eurodeputati hanno aggiunto alla lista dei prodotti da vietare anche i contenitori per cibo da fast-food in polistirene.

Sono state approvate anche altre misure, come l'estensione della responsabilità per alcune aziende, in particolare per le multinazionali del tabacco, che dovranno contribuire a coprire i costi di gestione e bonifica e i costi delle misure di sensibilizzazione. Tale modello si applica anche ai produttori di attrezzatura da pesca, in questo modo si evita che siano i pescatori a dover affrontare i costi della raccolta delle reti da pesca perse in mare.

Fra le altre proposte approvate, l’obiettivo di raggiungere entro il 2029 la raccolta del 90% delle bottiglie di plastica (per esempio attraverso il sistema dei vuoti a rendere) e l’obbligo di etichettatura per i prodotti di tabacco con filtri, i bicchieri di plastica, gli assorbenti igienici e le salviettine umidificate, in modo che gli utenti sappiano come smaltirli correttamente, il tutto corredato da un’attività di sensibilizzazione.

Infine, è stato stabilito che una parte del materiale utilizzato per produrre le bottiglie di plastica debba provenire dalla plastica riciclata in percentuali pari al 25% entro il 2025 e al 30% entro il 2030.

---

<sup>29</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32019L0904>, consultato il 10/07/2019.

## 6. METODOLOGIA

Lo studio sviluppa due distinte tematiche: la prima presenta i risultati di un'indagine condotta sulle spiagge dell'Asinara con la finalità di determinare una stima della presenza di rifiuti marini in un'area protetta e controllata. La seconda analizza la conoscenza e la percezione dei turisti sull'importanza e l'impatto dei rifiuti, in particolare le plastiche, presenti nella zona litorale, tramite la distribuzione di questionari mirati.

### 6.1 - Linee guida internazionali per la raccolta del Beach Litter

La raccolta di dati sul *Marine Litter* può fornire informazioni su quantità, composizione e fonti dei rifiuti marini. Diversi organismi nazionali e internazionali hanno sviluppato protocolli per condurre indagini sul *Marine Litter*, compreso il monitoraggio dei detriti sulle spiagge, per esempio negli USA la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA, 2013<sup>30</sup>), in Africa la Western Indian Ocean Marine Science Association (WIOMSA, 2018<sup>31</sup>), e in Europa la commissione OSPAR (OSPAR, 2010<sup>32</sup>). Questi e altri protocolli, sono progettati per ridurre la variabilità e il *bias* nelle osservazioni, stabilendo linee guida per definire i protocolli di campionamento, come la lunghezza e la posizione dei transetti, e per precisare le istruzioni di catalogazione degli oggetti trovati all'interno di un numero di categorie predeterminate.

Anche l'Unione Europea ha sviluppato delle linee guida che, in accordo con la *Marine Strategy Framework Directive*, permettono di omologare i protocolli di monitoraggio dei vari Paesi e delle varie agenzie transnazionali, per verificare l'adeguamento al descrittore 10 del "buono stato ambientale" riguardo i mari europei. Queste linee guida, sviluppate

---

<sup>30</sup> <https://marinedebris.noaa.gov/sites/default/files/Lippiatt%20et%20al%202013.pdf>, consultato il 15/07/2019.

<sup>31</sup> <https://www.wiomsa.org/wp-content/uploads/2018/09/Guide-on-Marine-Litter-FINAL.pdf>, consultato il 15/07/2019.

<sup>32</sup> [https://www.ospar.org/ospar-data/10-02e\\_beachlitter%20guideline\\_english%20only.pdf](https://www.ospar.org/ospar-data/10-02e_beachlitter%20guideline_english%20only.pdf), consultato il 15/07/2019.

nel 2013 dal *Joint Research Centre* della Commissione Europea (Galgani et al., 2013<sup>33</sup>), forniscono spesso il punto di riferimento per lo sviluppo dei vari protocolli di monitoraggio, non solo a livello europeo.

Dal 2013, in seguito a un sempre più acceso interesse verso l'inquinamento da rifiuti marini, e con il conseguente moltiplicarsi delle ricerche, campionamenti e analisi a livello accademico e istituzionale, vi è stato il tentativo di creare delle linee guida sempre più condivise.

La Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) nel 2016 ha prodotto due protocolli di monitoraggio, che si concentrano però uno sugli strumenti da pesca abbandonati o persi (FAO, 2016a<sup>34</sup>), e l'altro sui detriti marini ingeriti dai pesci e dal biota marino (FAO, 2016b<sup>35</sup>). Ancora del 2016 sono le linee guida prodotte dal DeFishGear<sup>36</sup>, progetto per lo studio e il monitoraggio del *Marine Litter* nel Mar Adriatico e nel Mar Ionio.

Tra i protocolli più recenti troviamo quello della Baltic Marine Environment Protection Commission - Helsinki Commission (HELCOM, 2018<sup>37</sup>), incentrato soprattutto sul *Beach Litter*, e quello dell'International Council for the Exploration of the Sea (ICES, 2018<sup>38</sup>), sulla raccolta di materie plastiche sul fondo del Mare.

Infine, il GESAMP (Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection, organo consultivo delle Nazioni Unite) nel 2019<sup>39</sup> ha proposto un aggiornamento dei protocolli dell'Unione Europea, prendendo come base le linee guida del 2013, e attingendo anche da altre fonti, a partire dai protocolli del NOAA e dell'OSPAR. Il risultato è un lavoro che confronta e propone varie metodologie per evidenziarne limiti e potenzialità, in modo che gli stati e le organizzazioni possano

---

<sup>33</sup> <https://mcc.jrc.ec.europa.eu/documents/201702074014.pdf>, consultato il 15/07/2019.

<sup>34</sup> <http://www.fao.org/3/a-i5051e.pdf>, consultato il 16/07/2019.

<sup>35</sup> <http://www.fao.org/3/a-i7677e.pdf>, consultato il 16/07/2019.

<sup>36</sup> <http://www.defishgear.net/media-items/publications>, consultato il 16/07/2019.

<sup>37</sup> <http://www.helcom.fi/action-areas/monitoring-and-assessment/manuals-and-guidelines/beach-litter-guidelines>, consultato il 16/07/2019.

<sup>38</sup> <http://ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Expert%20Group%20Report/HAPISG/2018/01%20WGML%20-%20Report%20of%20the%20Working%20Group%20on%20Marine%20Litter.pdf>, consultato il 16/07/2019.

<sup>39</sup> <https://oceanbestpractices.net/bitstream/handle/11329/889/rs99e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, consultato il 15/07/2019.

decidere quale sia la metodologia migliore a seconda degli scopi del lavoro e del contesto ambientale e temporale del monitoraggio.

## *6.2 - Area di Studio*

L'analisi dei rifiuti marini si è concentrata su due spiagge dell'Isola dell'Asinara: Cala dei Ponzesi (o Cala Sabina) e nell'area di Punta Salippi la spiaggia di Cala Spalmatore. L'Isola è sede del Parco Nazionale dell'Asinara e dell'Area Marina Protetta omonima.

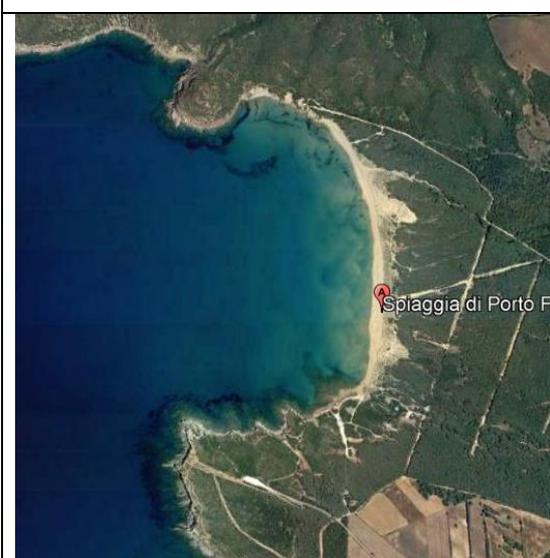
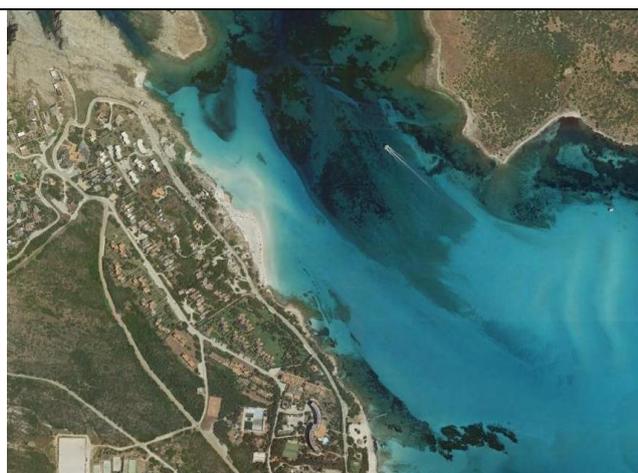
L'Area Marina Protetta Isola dell'Asinara è compresa nel territorio di Porto Torres, ma influisce su un'area vasta che comprende i comuni che si affacciano sull'omonimo Golfo, in particolare i comuni di Stintino, Sassari e Sorso. Essa si allarga attorno a tutta la costa dell'isola dell'Asinara, sede dell'omonimo Parco Nazionale. L'AMP interessa quasi 80 km di perimetro costiero, ha un'estensione di circa 108 km<sup>2</sup>, e si estende fino a 1-2 km a largo dei principali promontori dell'isola. L'Isola dell'Asinara fa parte delle aree che compongono la rete Natura 2000, una rete ecologica diffusa su tutto il territorio dell'Unione Europea atta a garantire il mantenimento a lungo termine degli habitat naturali e delle specie di flora e fauna.

Il promontorio di Punta Sabina si trova nella parte nord-orientale dell'Asinara, che presenta una morfologia irregolare e collinare, a causa di un basamento strutturale paleozoico, derivante da un lungo periodo di emergenza ed esposizione agli agenti atmosferici (Ginesu et al., 1998). L'isola è composta da 4 principali unità fisiografiche separate da istmi (Ginesu et al., 1998).

Nel 2010, è stato stimato un numero di turisti di 81.400, poi ridotto a 74.467 nel 2011 e progressivamente aumentato negli anni successivi fino a raggiungere le 121.597 visite nel 2016 (i dati sono stati forniti dal Parco Nazionale dell'Asinara). La massima frequentazione turistica si verifica durante il periodo estivo (da maggio a settembre con un picco ad agosto). L'offerta turistica (Corbau et al., 2019) è piuttosto varia e ci sono numerosi servizi turistici come visite guidate, informazioni turistiche, attività sportive o educazione ambientale, ecc. Le visite all'interno del Parco sono controllate da una serie di regolamenti

di fruizione emanati dall'autorità del Parco. Il Parco Nazionale dell'Asinara offre anche al visitatore un'esperienza storica e culturale. Ogni edificio e ogni rovina sono la testimonianza di eventi passati dalla preistoria ai giorni nostri (Carboni D. *et al.*, 2015).

Per quanto riguarda i questionari, le due spiagge dell'Isola dell'Asinara sono state inserite in un'area più vasta per meglio inquadrare il problema, infatti i questionari oltre che sull'Isola dell'Asinara (pocket-beach naturale) sono stati distribuiti anche nelle spiagge della Pelosa (spiaggia urbanizzata), Porto Ferro (pocket-beach naturale), Porto Torres (pocket-beach urbanizzata) e Stintino (spiaggia urbana). La spiaggia di Cala dei Ponzesi (nota anche come Cala Sabina), quella di Porto Torres (Balai) e la Spiaggia di Stintino paese sono prive di attrezzature balneari, mentre le altre due sono attrezzate. Inoltre, la spiaggia di Porto Ferro è stata selezionata perché affaccia sul versante occidentale dell'isola contrariamente alle altre quattro.



1. Isola Asinara – Caladei Ponzesi (nota anche come Cala Sabina)
2. Stintino – Spiaggia della Pelosa
3. Sassari – Spiaggia di Porto Ferro
4. Porto Torres – Spiaggia di Balai
5. Stintino – Spiaggia di Stintino paese

### 6.3 - Metodologie di campionamento

Il monitoraggio nell'area oggetto di studio è iniziato nel 2017 con un campionamento su macro (>5mm), meso (1- 5 mm) e micro (<1 mm) litter, ed è proseguito nel 2019 con un campionamento stagionale condotto in primavera e durante l'estate (Marzo e Luglio). I campionamenti sono stati eseguiti uno in primavera a marzo, e uno in estate a luglio, per monitorare le eventuali variazioni sulla quantità e composizione del *Marine Litter* dovute ai cambiamenti climatici e ai ambientali stagionali, o dovute al cambiamento nel flusso dei turisti tra bassa e alta stagione. Sebbene si raccomandino almeno altri due campionamenti in autunno e in inverno (come suggerito da UNEP/MAP, 2016), per le esigenze temporali del progetto, il presente lavoro si basa sull'analisi eseguita nel 2017 e sui due campionamenti (marzo e a luglio) del 2019, numero minimo suggerito dalle linee guida DeFishGear.

Il campionamento è stato eseguito secondo le linee guida operative per la valutazione rapida dei rifiuti da spiaggia descritte dall'UNEP (Cheshire et al., 2009; UNEP/MAP, 2016) e dal *Joint Research Centre* nell'ambito del *Marine Strategy Framework Directive* (Galgani et al., 2013); inoltre è stato usato il Protocollo del progetto internazionale di cooperazione DeFishGear, finanziato nell'ambito del programma europeo IPA Adriatico.

In ogni spiaggia è stata delimitata un'area con un transetto lungo 100 m in direzione parallela alla spiaggia, diviso a sua volta in aree di lunghezza pari a 10 m in modo da formare 10 "striscie" all'interno del transetto. Ogni "striscia" così formata all'interno del transetto è stata numerata da 1 a 10. L'altezza del transetto va dalla quella che viene definita la "*strand line*", cioè la linea-limite di sabbia bagnata lasciata dall'alta marea, al retro della spiaggia, delimitata dall'inizio delle dune o dalla vegetazione. Di ogni transetto sono state rilevate le posizioni delle aree con un GPS per poter rilevare la stessa area, se possibile, nel successivo campionamento.

Per minimizzare il rischio di contaminazione è stato eseguito per primo il campionamento della microplastica più piccola (*Small Microplastic* o **SMP**, 20 µm – 1 mm). Sono stati raccolti dei sedimenti (sempre entro i confini del transetto) in 5 aree vicino alla "*strand line*" e in 5 aree nella parte più alta del transetto. Ogni area era distante l'una dall'altra

almeno 5 metri. Il sedimento è stato raccolto facendo attenzione a prelevare i primi 3 cm di sabbia, utilizzando un cucchiaino o paletta in metallo, e posizionandosi sulla “strand line”; si è prelevato il sedimento (approssimativamente 15 ml per ogni cucchiaino) a intervalli regolari ed in modo tale da formare un’area ad arco o un semicerchio. Il materiale raccolto è stato messo all’interno di barattoli di vetro, uno per ogni area raccolta, etichettati con il nome della spiaggia e la posizione all’interno del transetto, e spediti in laboratorio per le analisi.

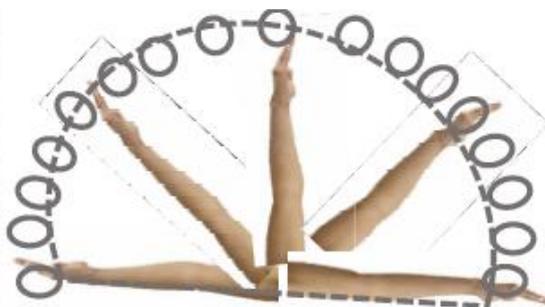


Fig. 33 - Esempio della modalità di campionamento delle “Small microplastic” (SMP) secondo la configurazione ad arco.

Il campionamento delle microplastiche più grandi (**Large Microplastics** o **LMP**, 1 mm – 5 mm) è stato eseguito in 5 aree accanto a quelle dove si sono campionate le *Small*

*Microplastics* della parte bassa della spiaggia, o comunque nelle immediate vicinanze, e delle quali è stata rilevata la posizione tramite GPS. In queste aree è stato piazzato un quadrato (100 cm x 100 cm) metallico o in legno sulla superficie sabbiosa, e



Fig. 34 - Materiali per campionamento delle Large Microplastics e delle Mesoplastiche

all'interno di esso sono stati prelevati i primi 3 cm di sedimento; la sabbia raccolta è stata quindi depositata in un *becker* di 2 litri in modo tale da calcolare il volume di sedimento campionato e passare il contenuto raccolto attraverso un setaccio con maglia di 1 mm. Questo *step* è stato ripetuto più volte fino a quando non si è campionata l'intera superficie del quadrato. Il materiale trattenuto dal setaccio è stato depositato infine in contenitori di vetro (etichettati con nome della spiaggia e tipo di plastica campionata) che sono stati trasferiti, infine, in laboratorio per la separazione delle microplastiche.

Questo protocollo di campionamento è stato usato anche per la raccolta della **Mesoplastica** e del **Mesolitter** (5 mm – 25 mm), utilizzando un setaccio con maglia di 5 mm, per separare i detriti con dimensioni maggiori ai 5 mm dal sedimento di spiaggia.

Per quanto riguarda la **Macroplastica** e i **MacroLitter** (**Macrorifiuti**, < 25 mm), si è prima di tutto compilato il modulo di identificazione della spiaggia (Appendice II). Il campionamento è stato eseguito camminando metodicamente attraverso la spiaggia, ortogonalmente dalla linea di costa, all'interno delle 10 aree di 10 m di lunghezza in cui è stato diviso il transetto di 100 m (Fig. 35) e raccogliendo tutti i rifiuti solidi sulla superficie della spiaggia, anche parzialmente coperti dalla sabbia. Questi rifiuti sono stati raccolti in sacchetti etichettati con il nome della spiaggia e numerati da 1 a 10 a seconda della striscia in cui sono stati campionati. Sono da escludere quelli trovati scavando e anche gli oggetti di dimensioni inferiori ai 25 mm. Quando necessario si sono presi appunti e foto di alcuni rifiuti, anche a titolo illustrativo.

I rifiuti naturali e antropogenici di dimensioni superiori ai 50 cm sono stati fotografati, ne è stata rilevata la posizione con il GPS, e annotata la “striscia” di riferimento.

I rifiuti raccolti sono stati catalogati in laboratorio tramite la *List of Marine Litter* per la catalogazione di **MacroLitter** e **MesoLitter** (Appendice I, b)



Fig. 35 - Esempio di transetto diviso in 10 “strisce” di 10 metri di larghezza, numerati da 1 a 10.

### Separazione ed analisi delle **Small Microplastic**

Ogni campione raccolto al fine di determinare la presenza di **SMP**, avente approssimativamente un volume pari a 250 ml, è stato suddiviso in 5 parti, ognuna dal volume di circa 50 ml. Per ogni replica così prodotta se ne è determinato il peso mediante l'utilizzo di una bilancia tecnica al centigrammo.

Per la separazione delle microplastiche dai granuli terrigeni costituenti il sedimento di spiaggia si è utilizzata una soluzione satura di NaCl, avente densità pari a  $1.2 \text{ g/cm}^3$ . Tale soluzione salina è stata preparata sciogliendo 360 g di NaCl in 1 litro di acqua distillata entro un becker di vetro, avendo cura di mantenere in agitazione (con un agitatore meccanico dotato di pala in acciaio) per 20 – 25 minuti. Al termine dell'agitazione la soluzione è stata filtrata su batteria di filtrazione, utilizzando un filtro in fibra di vetro (Wathman GF/D) allo scopo di eliminare eventuali impurità presenti. Su alcune soluzioni la densità è stata controllata mediante l'utilizzo di un picnometro ad He.

Ad ogni sub-campione di sedimento sono stati, successivamente, aggiunti 200 ml di soluzione salina entro un becher di vetro. Il campione è stato posto in agitazione, mediante un agitatore magnetico, per 2 minuti e, infine, lasciato sedimentare per circa 4 minuti (Fig. 36a) (nota: se il campione contiene molto *silt* allora ci sono due soluzioni: a) si aumenta il tempo di sedimentazione, per es. 10 min; b) si usa diversi filtri).



Fig. 36a e 36b - Agitatore magnetico (a sinistra) e batteria di filtraggio con imbuto Büchner (a destra)

Il surnatante (fase liquida che sovrasta la fase solida), contenente le eventuali particelle plastiche,

prelevato per mezzo di una siringa in vetro, è stato trasferito alla batteria di filtraggio (Fig. 36b) dotata di filtri in fibra di vetro (Whatman GF/D) atti al recupero delle particelle plastiche.

Al termine della precedente operazione i filtri sono stati accuratamente trasferiti in contenitori in vetro (capsule di Petri), debitamente siglati e sigillati.

La batteria di filtrazione è stata, infine, risciacquata con 200-500 ml di acqua distillata per rimuovere i residui della soluzione salina.

I filtri contenuti nelle capsule di Petri sono stati lasciati asciugare a temperatura ambiente e trasferiti presso il laboratorio di microscopia per le successive fasi analitiche.

I filtri derivanti dalla filtrazione (Fig. 37), una volta essiccati, sono stati posti in osservazione attraverso uno stereomicroscopio dotato di obiettivo 80x (Fig. 38).



*Fig. 37 - Capsule petri contenenti i filtri da analizzare.*



*Fig. 38 - Microscopio stereoscopico Zeiss Stemi 508 con fotocamera utilizzato per l'individuazione delle Small Microplastic (SMP)*

### *Analisi in laboratorio delle **LMP** e **Mesolitter***

**a) Separazione in laboratorio delle *Large MicroPlastic* (LMP, 1 mm – 5 mm) e del MesoLitter (5 mm – 25 mm):**

Il sedimento proveniente dai siti di campionamento viene asciugato (se necessario) e setacciato utilizzando una batteria di setacci metallici aventi dimensioni pari a 25 mm, 5 mm ed 1 mm.

Dal sedimento con dimensioni comprese tra **25 e 5 mm** è prelevato il **MesoLitter**, mentre dal sedimento con dimensioni comprese tra **5 ed 1 mm** sono estratti i frammenti plastici appartenenti alla classe delle **Large MicroPlastic (LMP)**.

Dai sedimenti così separati e distribuiti su vassoi metallici, i frammenti plastici sono identificati mediante ispezione visiva (attuata con l'ausilio di una lente di ingrandimento 4x) e separati per mezzo di pinzette metalliche.

Successivamente ogni oggetto plastico appartenente alla classe del **MesoLitter** è categorizzato in accordo con la classificazione “*List of Marine Litters*” (Fig. 39, completo appendice I,b).

Code	Items name	Item counts	Total
<b>ARTIFICIAL POLYMER MATERIALS</b>			
G1	4/6-pack yokes, six-pack rings		
G3	Shopping Bags		
G4	Small plastic bags, e.g. freezer bags, including pieces		
G5	Plastic bag collective role; what remains from rip-off plastic bags		
G7	Drink bottles <=0.5l		
G8	Drink bottles >0.5l		
G9	Cleaner bottles & containers		
G10	Food containers incl. fast food containers		
G11	Beach use related cosmetic bottles and containers, eg. Sunblocks		
G12	Other cosmetics bottles & containers		
G13	Other bottles & containers (drums)		
G14	Engine oil bottles & containers <50 cm		
G15	Engine oil bottles & containers > 50 cm		
G16	Jerry cans (square plastic containers with handle)		
G17	Injection gun containers		
G18	Crates and containers / baskets		

Fig. 39 - Estratto della *List of Marine Litter* con la quale sono stati categorizzati gli oggetti aventi dimensioni maggiori ai 25 mm e il mezzo litter (5 mm – 1mm).

Gli oggetti plastici appartenenti alla classe delle **LMP**, una volta separati, sono classificati in termini di tipologia (Tab. 1, Fig. 40) e colore (Tab. 2) e ne sono determinate le dimensioni massime utilizzando un calibro di precisione (per oggetti di forma irregolare si è assunta come dimensione caratteristica quella identificata dalla diagonale maggiore).

<b>Table 1: Categories of micro litter Items</b>
<i>Fragments (Frammenti)</i> G103, G104, G105 and G106
<i>Pellets</i> G107, G108, G109, G110, G111
<i>Granules (Granuli)</i> G116
<i>Filaments (Filamenti)</i> G113
<i>Films</i> G114
<i>Foam</i> G115, G117
<i>Other (materiale non plastico)</i> G217
<i>Uncategorized plastic pieces*</i>

<b>Table 2: Colour of plastic items</b>
White (bianco)
Clear-white-cream (crema)
Red (rosso)
Orange (arancione)
Blue (blu)
Black (nero)
Grey (grigio)
Brown (marrone)
Green (verde)
Pink (rosa)
Tan (marrone chiaro)
Yellow (giallo)

**Fragments < 5 mm (G103, G104, G105, G106)**

Forma irregolare, stato solido, bordi spessi e affilati:



*Figura 40a - Frammenti*

**Films < 5 mm (G114)**

Forma irregolare, flessibile (non solido), sottile:



*Figura 40b - Films*

**Pellets < 5 mm (G107, G108, G109, G110, G111)**

Forma rotonda irregolare, normalmente piatta da un lato:



*Figura 40c - Pellets*

**Granules < 5 mm (G116)**

Forma rotonda regolare:



*Figura 40d - Granuli*

### **Filaments < 5 mm (G113)**

Fibre sottili, corte e lunghe



*Figura 40e - Filamenti*

### **Foams < 5 mm (G115, G117)**

Stato morbido, solitamente polistirolo espanso e schiume poliuretaniche, colori da giallo a bianco



*Figura 40f - Foam*

Per la registrazione dei macrorifiuti, si è utilizzato per ogni sacco raccolto il modulo di catalogazione del *Beach Litter* (“*BEACH LITTER SAMPLING FORM*” (100 m)) (Appendice II, a), dove va indicato il nome della spiaggia, il numero della “striscia” dalla





	containers, eg. Sunblocks		
G12	Other cosmetics bottles & containers		
G13	Other bottles & containers (drums)		
G14	Engine oil bottles & containers <50 cm		
G15	Engine oil bottles & containers > 50 cm		
G16	Jerry cans (square plastic containers with handle)		
G17	Injection gun containers		
G18	Crates and containers / baskets		
G19	Car parts		
G21	Plastic caps/lids drinks		
G22	Plastic caps/lids chemicals, detergents (non-food)		
G23	Plastic caps/lids unidentified		
G24	Plastic rings from bottle caps/lids		
G25	Tobacco pouches / plastic cigarette box packaging		
G26	Cigarette lighters		
G27	Cigarette butts and filters		
G28	Pens and pen lids		
G29	Combs/hair brushes/sunglasses		
G30	Crisps packets/sweets wrappers		
G31	Lolly sticks		
G32	Toys and party poppers		
G33	Cups and cup lids		
G34	Cutlery and trays		
G35	Straws and stirrers		
G36	Fertiliser/animal feed bags		
G37	Mesh vegetable bags		

G40	Gloves (washing up)		
G41	Gloves (industrial/professional rubber gloves)		
G42	Crab/lobster pots and tops		
G43	Tags (fishing and industry)		
G44	Octopus pots		
G45	Mussels nets, Oyster nets		
G46	Oyster trays (round from oyster cultures)		
G47	Plastic sheeting from mussel culture (Tahitians)		
G49	Rope (diameter more than 1cm)		
G50	String and cord (diameter less than 1cm)		
G51	Fishing net		
G53	Nets and pieces of net < 50 cm		
G54	Nets and pieces of net > 50 cm		
G56	Tangled nets/cord		
G57	Fish boxes - plastic		
G58	Fish boxes - expanded polystyrene		
G59	Fishing line/monofilament (angling)		
G60	Light sticks (tubes with fluid) incl. packaging		
G62	Floats for fishing nets		
G63	Buoys		
G64	Fenders		
G65	Buckets		
G66	Strapping bands		
G67	Sheets, industrial packaging, plastic sheeting		
G68	Fibre glass/fragments		

G69	Hard hats/Helmets		
G70	Shotgun cartridges		
G71	Shoes/sandals		
G72	Traffic cones		
G73	Foam sponge		
G75	Plastic/polystyrene pieces 0 - 2.5 cm		
G76	Plastic/polystyrene pieces 2.5 cm >< 50cm		
G77	Plastic/polystyrene pieces > 50 cm		
G78	Plastic pieces 0 - 2.5 cm		
G79	Plastic pieces 2.5 cm >< 50cm		
G80	Plastic pieces > 50 cm		
G81	Polystyrene pieces 0 - 2.5 cm		
G82	Polystyrene pieces 2.5 cm >< 50cm		
G83	Polystyrene pieces > 50 cm		
G84	CD, CD-box		
G85	Salt packaging		
G86	Fin trees (from fins for scuba diving)		
G87	Masking tape		
G88	Telephone (incl. parts)		
G89	Plastic construction waste		
G90	Plastic flower pots		
G91	Biomass holder from sewage treatment plants		
G92	Bait containers/packaging		
G93	Cable ties		
G95	Cotton bud sticks		
G96	Sanitary towels/panty liners/backing strips		
G97	Toilet fresheners		

G98	Diapers/nappies		
G99	Syringes/needles		
G100	Medical/Pharmaceuticals containers/tubes		
G101	Dog faeces bag		
G102	Flip-flops		
G108	Industrial pellets		
G124	Other plastic/polystyrene items (identifiable)		
<b>RUBBER</b>			
G125	Balloons and balloon sticks		
G126	Balls		
G127	Rubber boots		
G128	Tyres and belts		
G129	Inner-tubes and rubber sheet		
G130	Wheels		
G131	Rubber bands (small, for kitchen/household/post use)		
G132	Bobbins (fishing)		
G133	Condoms (incl. packaging)		
G134	Other rubber pieces		
<b>CLOTH/TEXTILE</b>			
G137	Clothing / rags (clothing, hats, towels)		
G138	Shoes and sandals (e.g. Leather, cloth)		
G139	Backpacks & bags		
G140	Sacking (hessian)		
G141	Carpet & Furnishing		
G142	Rope, string and nets		
G143	Sails, canvas		
G144	Tampons and tampon applicators		

G145	Other textiles (incl. rags)		
<b>PAPER/CARDBOARD</b>			
G147	Paper bags		
G148	Cardboard (boxes & fragments)		
G150	Cartons/Tetrapack Milk		
G151	Cartons/Tetrapack (others)		
G152	Cigarette packets		
G153	Cups, food trays, food wrappers, drink containers		
G154	Newspapers & magazines		
G155	Tubes for fireworks		
G156	Paper fragments		
G158	Other paper items		
<b>PROCESSED/WORKED WOOD</b>			
G159	Corks		
G160	Pallets		
G161	Processed timber		
G162	Crates		
G163	Crab/lobster pots		
G164	Fish boxes		
G165	Ice-cream sticks, chip forks, chopsticks, toothpicks		
G166	Paint brushes		
G167	Matches & fireworks		
G171	Other wood < 50 cm		
G172	Other wood > 50 cm		
<b>METAL</b>			
G174	Aerosol/Spray cans industry		
G175	Cans (beverage)		

G176	Cans (food)		
G177	Foil wrappers, aluminum foil		
G178	Bottle caps, lids & pull tabs		
G179	Disposable BBQ's		
G180	Appliances (refrigerators, washers, etc.)		
G181	Tableware (plates, cups & cutlery)		
G182	Fishing related (weights, sinkers, lures, hooks)		
G184	Lobster/crab pots		
G186	Industrial scrap		
G187	Drums, e.g. oil		
G188	Other cans (< 4 L)		
G189	Gas bottles, drums & buckets (> 4 L)		
G190	Paint tins		
G191	Wire, wire mesh, barbed wire		
G193	Car parts / batteries		
G194	Cables		
G195	Household Batteries		
G198	Other metal pieces < 50 cm		
G199	Other metal pieces > 50 cm		
<b>GLASS/CERAMICS</b>			
G200	Bottles, including pieces		
G201	Jars, including pieces		
G201	Light bulbs		
G203	Tableware (plates & cups)		
G204	Construction material (brick, cement, pipes)		
G205	Fluorescent light tubes		
G206	Glass buoys		

G207	Octopus pots		
G208	Glass or ceramic fragments >2.5cm		
G210	Other glass items		
<b>UNIDENTIFIED AND/OR CHEMICALS</b>			
G211	Other medical items (swabs, bandaging, adhesive plaster, etc.)		
G213	Paraffin/Wax		

## Appendice II

<b>BEACH IDENTIFICATION</b>			
<b>Organization (Who):</b>			
<b>Email:</b>			
<b>State, region:</b>			
<b>Telephone number:</b>			
<b>City</b>		<b>Date</b>	
		<b>Responsible</b>	
<b>Beach name</b>			
<b>Investigation area's coordinates (gg,ggg°)</b>			
<b>Start</b>		<b>End</b>	
<b>LAT:</b>	<b>LONG:</b>	<b>LAT:</b>	<b>LONG:</b>
<b>Investigation area's effective width (m)</b>		100 m X ....width	
<b>Beach description</b>			
<b>Are there urban areas?</b>		<b>Yes</b>	<b>No</b>
<b>City/Town</b>	<b>City</b>	<b>City</b>	
<b>Distance from the investigation areas (km)</b>			
<b>Are there rivers' estuaries or water sewers? Yes No</b>		<b>Yes</b>	<b>No</b>
<b>Rivers/sewers name</b>	<b>River</b>	<b>River</b>	
<b>Distance from the investigation areas (km)</b>			
<b>Are there harbours nearby? Yes No</b>		<b>Yes</b>	<b>No</b>
<b>Name of the closer harbours</b>	<b>Harbour</b>	<b>Harbour</b>	
<b>Distance from the investigation areas (km)</b>			
<b>Are there industrial sites nearby? Yes No</b>		<b>Yes</b>	<b>No</b>
<b>Name of the closer sites Site</b>	<b>Site</b>	<b>Site</b>	
<b>Distance from the investigation areas (km)</b>			
<b>Are there beach</b>			

resorts/kiosks nearby? Yes No			
Is it a bathing beach? Yes No			
<b>Access to the beach</b> Vehicles Yes No Pedestrian Yes No Only by the sea Yes No			
<b>Other</b>			
<b>Beach type</b>			
SILT - SAND – PEBBLES			
<b>NOTES (events that can influence the sampling)</b>			
i.e wind, rain, etc...			

#### *6.4 - Strutturazione e distribuzione del questionario*

Uno dei metodi più utilizzati per valutare e comprendere i comportamenti, le preferenze e le opinioni dei turisti su diversi aspetti correlati al luogo in cui soggiornano, si basa sulla distribuzione di questionari per la definizione della percezione dell'intervistato (Micallef e Williams, 1999; Vaz et al., 2009; Zacarias et al., 2011).

La raccolta dei dati inerenti alla percezione dell'intervistato sulla presenza ed importanza dei rifiuti in mare e nelle spiagge è avvenuta attraverso la somministrazione e compilazione in forma anonima di un questionario articolato in 23 domande aperte, dicotomiche ed a scelta multipla. Per la redazione del questionario si è fatto riferimento alle più significative e recenti esperienze pubblicate in ambito internazionale (Morgan e Williams, 1995; Marin et al., 2009; Vaz et al., 2009; Zacarias et al., 2011; Almeida-García et al., 2016).

Il questionario è formato da 23 domande, strutturate fondamentalmente attraverso la divisione in due parti. La prima parte (domande dalla 1 alla 8) fornisce informazioni socio-demografiche da cui si ricava il profilo dell'intervistato (sesso, età, residenza, nazionalità, professione, frequentazione della spiaggia, con chi è venuto e quante volte va in spiaggia, ecc.). Nella seconda parte del questionario vengono analizzate invece la percezione e le conoscenze del turista sulla presenza dei rifiuti sulle spiagge, in particolare dei rifiuti di plastica e vengono altresì valutate le conoscenze sulla permanenza/durata dei rifiuti, sulla loro provenienza e le possibili conseguenze legate alla loro presenza nell'ambiente (domande dalla 9 alla 16). Inoltre, sempre nella seconda parte, si raccolgono informazioni sulla coscienza del turista riguardo la presenza dei rifiuti nella spiaggia che sta attualmente frequentando (domande 17 e 18). Infine, l'ultimo gruppo (domande dalla 19 alla 23) si focalizza sulle conoscenze del turista in merito alle microplastiche.

Località	Giorni di distribuzione	Questionari raccolti
Asinara - Cala dei Ponzesi	22/07/2019 15/08/2019	23
Stintino - La Pelosa	22-23-24/07/2019 11-13/08/2019	79
Stintino Paese	22-23/07/2019	14
Porto Torres- Balai	22-24/07/2019	22
Sassari- Porto Ferro	30/07/2019 05/08/2019	46

*Tabella 2- Sintesi del numero di questionari raccolti nei 5 siti osservati (Cala Sabina, La Pelosa, Stintino, Porto Torres e Porto Ferro) con le relative date di distribuzione.*

Il questionario è stato distribuito, in modalità casuale, nel periodo di luglio - agosto 2019 (Tab. 2). Si è deciso di adottare questa modalità per dare ad ogni persona presente nella spiaggia la stessa probabilità di risposta (Williams e Micallef, 2009). Nonostante in letteratura non sia indicato un numero specifico di questionari compilati per ritenere valida l'indagine, nello studio condotto sono state ritenuti significativi i 184 questionari raccolti. I dati raccolti sono stati digitalizzati in databases Access (Microsoft) elaborati con utilizzo del software Statistical Package for Social Science (IBM SPSS Statistics v.20) e di Excel (Microsoft).

## **7. RISULTATI DEL MONITORAGGIO NELLE SPIAGGE DELL'ASINARA**

### *7.1 - Macroplastica*

Nel 2017 sono stati raccolti 1.971 elementi sulle due insenature di Cala dei Ponzesi (o Cala Sabina); la densità media dei rifiuti individuata in questo campionamento è di 1,9 elementi/m<sup>2</sup>. Nel campionamento del 2019 un totale di 816 rifiuti è stato raccolto nell'intero periodo di monitoraggio nel sito di Cala dei Ponzesi, per un peso complessivo di 1.942 gr. È stata stimata una media pari a 0,81 elementi/m<sup>2</sup>.

Nel sito di Cala Spalmatore sono stati raccolti 289 rifiuti, per un peso complessivo di 2.906 gr e un valore medio di 0, 21 elementi/m<sup>2</sup>.

Le abbondanze di macroplastica tra i periodi di campionamento investigati sono altamente variabili: il numero di elementi raccolti sulle spiagge di Cala ei Ponzesi nell'inverno del 2017 risulta 4 volte superiore all'ultimo campionamento del 2019. Inoltre, l'analisi diversificata dei monitoraggi svolti a marzo e a luglio registra una crescita di rifiuti dalla stagione primaverile a quella estiva. L'incremento nel 2019 dalla primavera all'estate è del 27% e 39% rispettivamente per Cala Sabina e Cala Spalmatore.

I risultati della percentuale di rifiuti totali in ogni campagna e per ogni categoria (Vetro/ceramica, Metallo, Legno, Carta, Tessuto, Gomma, Polimeri artificiali) sono rappresentati in Figura 41.

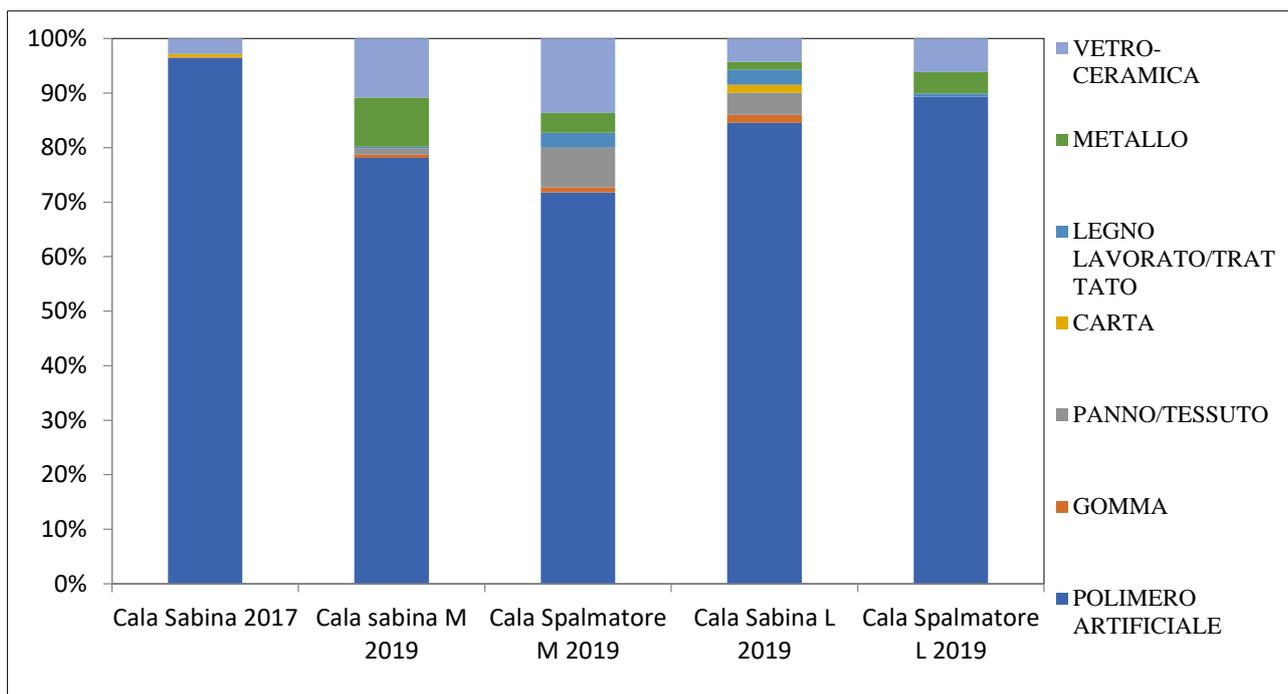


Figura 41 - Risultati della percentuale di rifiuti totali per tipo (Vetro/ceramica, Metallo, Legno, Carta, Tessuto, Gomma, Polimeri artificiali). M indica il monitoraggio eseguito a marzo 2019, L quello eseguito a luglio 2019.

La categoria dei polimeri artificiali, quindi gli oggetti e i frammenti di plastica, è quella maggiormente presente. Tra le diverse categorie di rifiuto si mantengono proporzioni più o meno simili nelle aree di campionamento, con una prevalenza preponderante, appunto, di materiale polimerico (dal 75% a 96%). Nella tabella 3 sono state selezionate le 20 tipologie di materiale polimerico più abbondanti con la relativa percentuale di elementi, mentre nella figura 42 viene illustrata la suddivisione delle 20 principali categorie di rifiuti in plastica trovata nelle spiagge durante i tre diversi momenti di campionamento. I frammenti di plastica con dimensione compresa tra 2,5 e 50 cm rappresentano quasi il 25% del totale dei rifiuti di plastica, seguiti dal 18% costituito da frammenti di plastica di dimensione inferiore ai 2,5 cm.

Codice delle categorie	Categoria di rifiuto	Percentuale nei campioni osservati
G3	Buste della spesa	0,9
G4	Piccoli sacchetti di plastica, ad es. sacchetti per congelatore	2,8
G9	Bottiglie e contenitori più puliti	1,2
G19	Ricambi auto	1,3
G21	Bevande in plastica per coperchi / coperchi	0,8
G22	Tappi / coperchi in plastica prodotti chimici, detergenti	1,1
G23	Cappucci / coperchi in plastica non identificati	4,7
G24	Anelli di plastica da tappi di bottiglia / coperchi	1,7
G31	Bastoncini di lecca lecca	5,8
G32	Giocattoli e petardi	3,3
G49	Corda (diametro superiore a 1 cm)	2,1
G50	Corda e cavo (diametro inferiore a 1 cm)	3,4
G54	Reti e pezzi di rete > 50 cm	0,4
G75	Pezzi di plastica / polistirolo 0 - 2,5 cm	1,5
G76	Pezzi di plastica / polistirolo 2,5 cm > < 50 cm	4,1
G77	Pezzi di plastica / polistirolo > 50 cm	5,9
G78	Pezzi di plastica 0 - 2,5 cm	18,0
G79	Pezzi di plastica 2,5 cm > < 50 cm	24,7
G80	Pezzi di plastica > 50 cm	5,2
G81	Pezzi di polistirolo 0 - 2,5 cm	0,2

Tabella 3 - Percentuale delle 20 principali classi della categoria dei polimeri artificiali (protocollo DeFishGear) calcolata sul numero totale di rifiuti di plastica in tutte le spiagge oggetto di indagine.

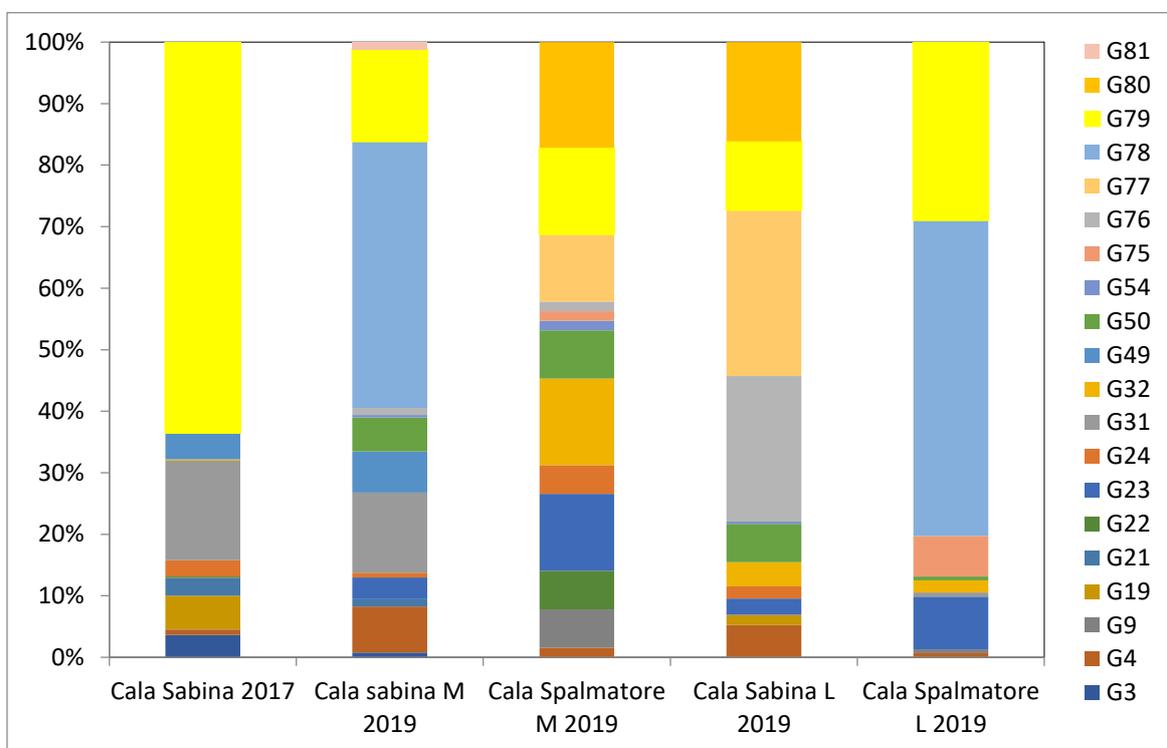


Figura 42 - Suddivisione delle 20 principali categorie di rifiuti in plastica trovata nelle spiagge durante i due diversi momenti di campionamento. La tipologia di rifiuto è indicata utilizzando il codice delle categorie presente nel protocollo DeFishGear. La lista dei rifiuti corrispondenti ad ogni codice è presente nella Tabella 2.

Osservando nel dettaglio la suddivisione della categoria di materiale polimerico per sito di campionamento in Figura 42, si nota la presenza preponderante di frammenti di plastica di dimensioni comprese tra 2,5 e 50 cm e tra 0 - 2,5 cm (G78 e G79). Nel caso dell'ultimo rilievo (luglio 2019) in Cala Spalmatore, i frammenti di plastica rappresentano l'80% di rifiuti collezionati. Le altre classi di rifiuti sono presenti in percentuali molto ridotte, inferiore al 6%. Due classi la cui presenza è abbastanza consistente sono la G4, che comprende sacchetti di plastica e la G31, che rappresenta bastoncini.

L'abbondanza di frammenti potrebbe far pensare ad una loro possibile origine dovuta a frammentazione di oggetti in plastica di più grandi dimensioni come ipotizzato anche da Isobe et al. (2014). Così come i frammenti di buste di plastica potrebbero indicare una

disgregazione di oggetti più grandi. In Figura 43 vengono mostrati i campioni di rifiuti durante il conteggio e la classificazione in laboratorio.



Figura 43 - Caratterizzazione dei rifiuti marini effettuata utilizzando la lista delle categorie del protocollo proposto da Defishgear.

## 7.2 - Mesoplastica e microplastica

Un totale di 165 elementi (di cui 12 pellets e 153 frammenti di plastica e vetro) appartenenti alla categoria delle mesoplastiche sono stati isolati nelle cinque campagne condotte sulle spiagge dell'Asinara, con un peso complessivo di 14,7 grammi. I risultati mostrano un *trend* simile per entrambi i siti analizzati con un incremento del numero di elementi durante la primavera del 2019. I frammenti sono la forma più comune, e la classe più abbondante compresa ha una dimensione tra 0,5 e 1 mm. Per le mesoplastiche riscontriamo una variazione stagionale confrontabile con altri studi condotti nel Mediterraneo (Baini et al., 2018). Variazioni stagionali nell'abbondanza delle plastiche sono già state studiate nel Mar Mediterraneo anche da Collignon et al. (2014), dove sono state mostrate concentrazioni molto basse nei mesi invernali e un incremento nei mesi primaverili presi in considerazione anche in questo studio.

Per quanto concerne le microplastiche, le elaborazioni dei dati riguardano al momento soltanto il campionamento di Dicembre 2017; i dati relativi ai campionamenti del 2019 sono ancora in fase di analisi ed elaborazione presso i laboratori dell'Università di Ferrara e saranno resi noti non appena disponibili.

Al momento sono state trovate 269 microplastiche (SMP) nel solo sito di Cala dei Ponzesi relative al 2017. È stata stimata la presenza di 0,26 elementi/m<sup>2</sup>. La tipologia dominante sono le fibre (più del 98%). Come si può osservare dal grafico (Fig 44) il 90,7% è dato da fibre di colore blu e azzurro. Alcune immagini delle fibre trovate sono riportate nelle Fig. 45a, 45b e 45c

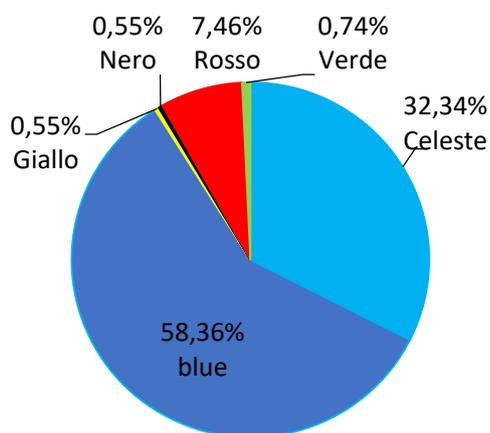
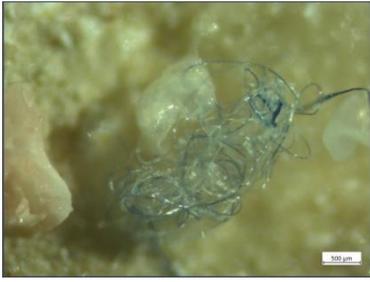
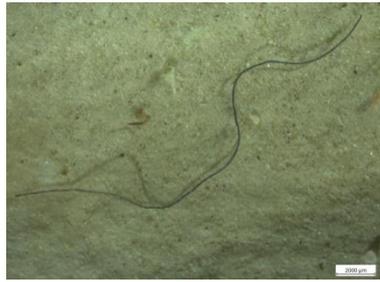


Figura 44 - Proporzione dell'abbondanza totale di particelle di plastica osservate allo stereomicroscopio presenti nelle sabbie nel sito di Cala Sabina.



(a)



(b)



(c)

*Figura 45 - Immagini di fibre microplastiche osservate allo stereomicroscopio con ingrandimento 80x.*

## 8. QUESTIONARIO: RISULTATI

Chi è il turista o il frequentatore di una spiaggia? Per rispondere a questa domanda, che può apparire semplice ed immediata, in realtà c'è la necessità di acquisire una serie di informazioni su numerosi aspetti anche di natura marcatamente sociologica e psicologica. Infatti, come hanno evidenziato precedenti studi, le esigenze di chi si trova in località turistiche vanno di pari passo con la soddisfazione delle aspettative dell'esperienza che sta vivendo. Queste aspettative dipendono da molteplici fattori: attitudini dei residenti verso i turisti, il profilo del turista, il livello di coinvolgimento esperienziale, la conservazione ambientale e la bellezza del territorio circostante (Brougham e Butler, 1981; Graefe e Vaske, 1987; Bimonte e Punzo, 2003; Williams e Micallef, 2009). A livello internazionale è oramai assodato che la soddisfazione del turista costituisca un presupposto essenziale per la definizione di politiche condivise di sviluppo, di tutela dell'ambiente, di gestione della spiaggia e per lo sviluppo di specifiche misure (Dahm, 2003; Santos et al., 2005; Williams e Micallef, 2009).

### *Profilo dell'intervistato*

L'età degli intervistati (Fig. 46a), in prevalenza femmine (58%), è risultata maggiormente compresa nelle fasce tra i 21 ed i 30 anni (29%) e tra 31- 40 (21%); meno frequenti sono state le compilazioni fatte da utenti con età inferiore a 21 anni (12%) e solo circa il 11% superiore a 61 anni (il 10% non ha risposto alla domanda). Le fasce di età sono state suddivise seguendo la metodologia di Morgan et al. (1995). La nazionalità degli intervistati è per circa il 94% italiana e circa il 63% abita a meno di 50 km di distanza da dove è stato intervistato (Fig. 46b). Questo dato è probabilmente legato all'intervallo temporale in cui è stato somministrato il questionario (luglio e agosto 2019), infatti la nazionalità dei visitatori in Sardegna varia a seconda dei mesi dell'anno (Carboni et al., 2015).

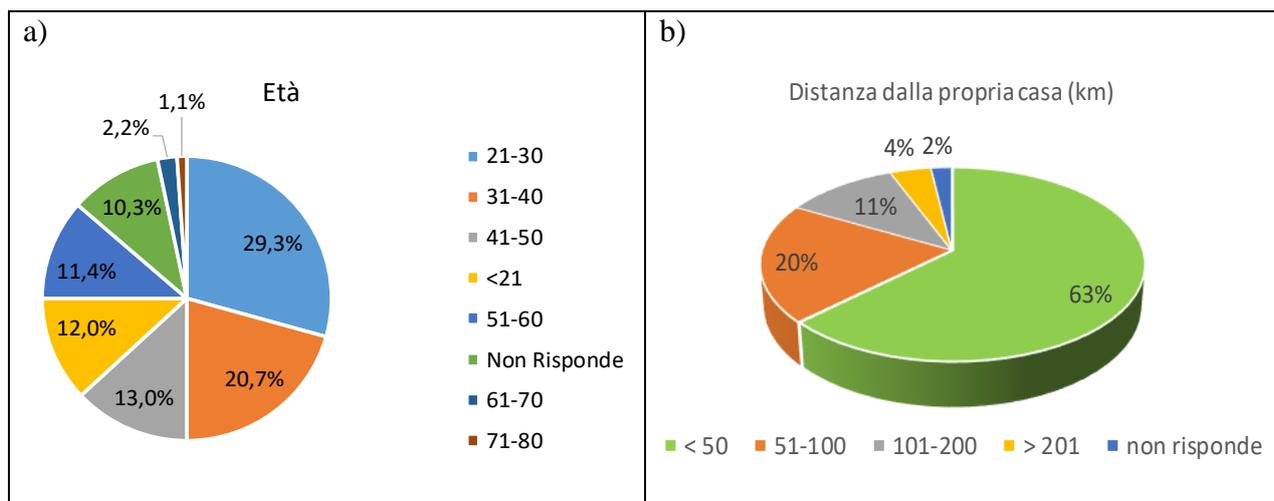


Figura 46 - Dati relativi alla popolazione degli intervistati per conoscerne l'età (a) e la distanza della propria abitazione dalla costa (b).

In merito alle professioni è emerso che le categorie percentualmente più rappresentate sono studenti (23,9%), dipendenti (18,5), professionisti (11,4%) e docenti (11,4%) che complessivamente raggruppano il 65,2% degli intervistati. La presenza dei pensionati (4,3%) risulta molto bassa (Tab. 4).

Professione	Percentuale	Professione	Percentuale
<b>Studente</b>	23,9%	<b>Barista/Cameriere</b>	6,0%
<b>Dipendente</b>	18,5%	<b>Pensionato</b>	4,3%
<b>Professionista</b>	11,4%	<b>Venditore</b>	3,8%
<b>Docente</b>	11,4%	<b>Operaio/Artigiano</b>	3,3%
<b>Professionista laureato</b>	7,1%	<b>Non Risponde</b>	2,2%
<b>Disoccupato</b>	7,1%	<b>Imprenditore</b>	1,1%

Tabella 4 - Professione degli intervistati

L'analisi dei risultati evidenzia che la popolazione intervistata frequenta abitualmente le spiagge sotto indagine. Infatti, quasi il 72% è già venuto o è un frequentatore abituale (Fig. 47a). Generalmente l'intervistato privilegia la vacanza "tradizionale" con la famiglia ed amici oppure in coppia (ben il 94 % degli intervistati; Fig. 47b).

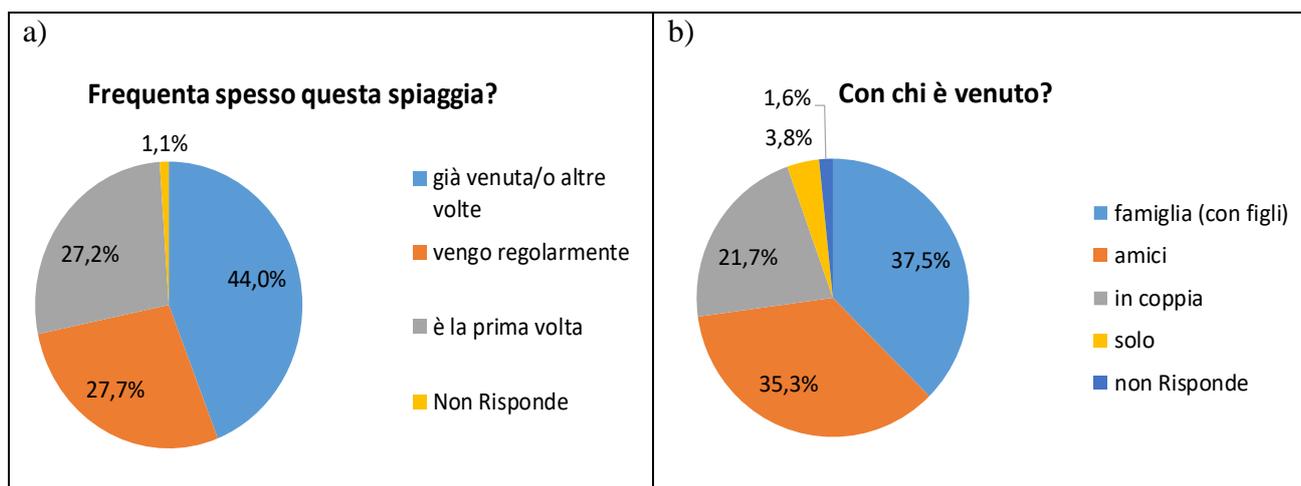


Figura 47 - Elaborazione delle informazioni relative alla frequentazione della spiaggia oggetto dell'indagine.

Dai questionari emerge pertanto una prevalenza utenti che hanno già frequentato la spiaggia, quindi una popolazione caratterizzata da una conoscenza del luogo e dalla vicinanza alla propria residenza (44% residenti).

In merito alla spiaggia di **Cala dei Ponzesi** è importante ricordare che fa parte del Parco Nazionale dell'Asinara, dove non esiste una significativa struttura turistica ricettiva né una popolazione residente; infatti la permanenza ha, di solito, una durata giornaliera. L'isola può essere definita come un museo della natura a cielo aperto e la balneazione, che non rappresenta certamente il motivo principale della visita, è limitata a pochi siti. La validità delle risposte è anche in parte condizionata dal limitato numero di questionari raccolti.

Pur con queste premesse il profilo del turista non si discosta in modo sostanziale dall'analisi complessiva condotta sulle cinque spiagge.

Anche in questo caso studio la presenza delle femmine (64% circa) è superiore ai maschi e prevale nettamente la nazionalità italiana (96%). L'età media del turista risulta leggermente più alta della media complessiva, poiché la classe che presenta la maggior frequenza (Fig.

48a) è quella dei 31-40 anni (41%) seguita da 21-30 (18%) e 51-60 (14%). Anche in questo caso i turisti con più di 60 anni sono relativamente pochi (5%). Inoltre, come nel caso precedente, circa il 64% abita ameno di 50 km dall'isola dell'Asinara (Fig. 48b).

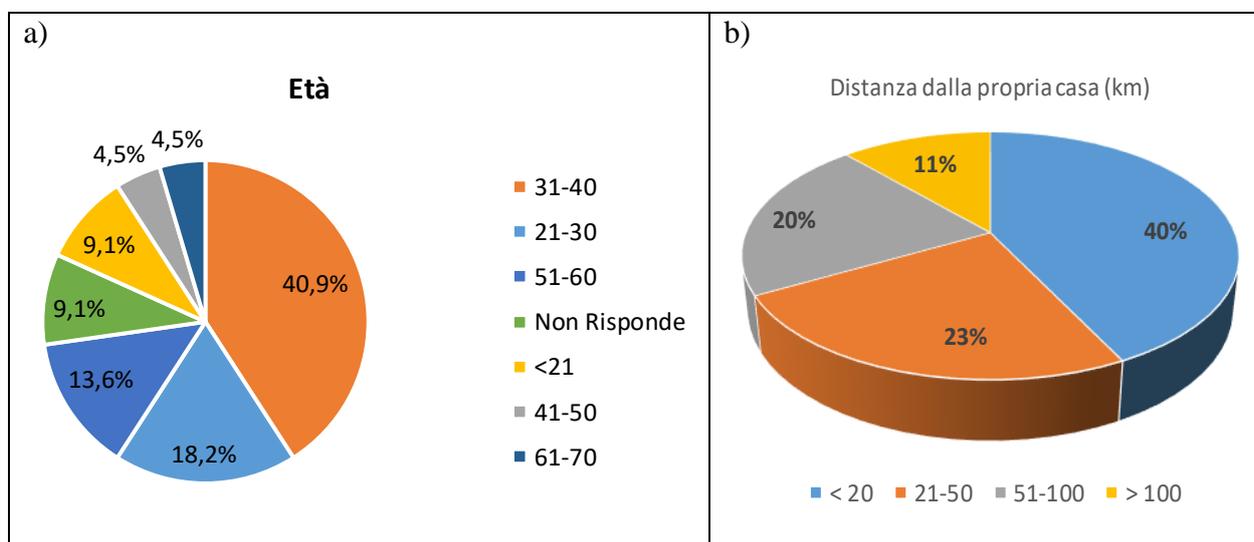


Figura 48 - Dati relativi alla popolazione degli intervistati nel sito di Cala Sabina.

Per quanto riguarda le professioni (Tab. 5) esercitate dagli intervistati quella più rappresentata (professionista) si attesta attorno al 18% mentre le meno frequenti (venditore e pensionato) raggiungono il valore del 4,5%.

Professione	Percentuale	Professione	Percentuale
<b>Professionista</b>	18,2%	<b>Barista/Cameriere</b>	9,1%
<b>Studente</b>	13,6%	<b>Dipendente</b>	9,1%
<b>Professionista laureato</b>	13,6%	<b>Venditore</b>	4,5%
<b>Docente</b>	13,6%	<b>Non risponde</b>	4,5%
<b>Disoccupato</b>	9,1%	<b>Pensionato</b>	4,5%

Tabella 5 - Professioni degli intervistati a Cala Sabina

Un'informazione interessante emerge dal quesito sulla frequentazione della spiaggia (Fig. 49a). Infatti, contrariamente alle premesse sul turismo dell'Asinara, i dati mostrano come circa il 64% degli intervistati abbia già visitato o abitualmente frequenta l'isola. Per una migliore comprensione di questi dati è importante precisare che il 41% degli intervistati afferma di essere residente, inteso come residente nei comuni limitrofi all'isola (Stintino e Porto Torres). Inoltre, dai questionari emerge che le visite sono effettuate prevalentemente (Fig. 49b) in compagnia di amici (41%), con la famiglia (32%) ed in minor misura in coppia (18%).

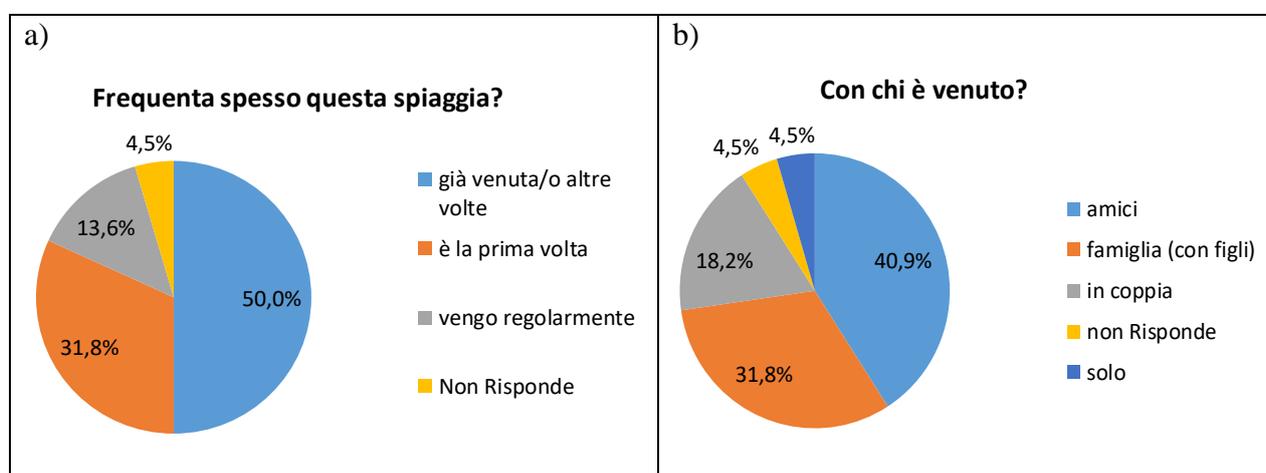


Figura 49 - Elaborazione delle informazioni relative alla frequentazione della spiaggia di Cala Sabina.

### Motivazioni sulla scelta della destinazione

Dalla lettura dei dati raccolti, complessivamente emerge come la scelta delle località (Tab. 6) sia principalmente legata al mare e alla spiaggia (37%), alla natura e paesaggio (28%), alla ricerca di relax e tranquillità (16%) e, in minor misura, alla vicinanza della spiaggia alla propria casa (11%). Le altre motivazioni elencate nel questionario riguardano complessivamente solo l'8% delle risposte fornite dagli intervistati.

Per quali motivi ha scelto questa spiaggia	Percentuale
buona qualità dei servizi	1,5
natura e paesaggio	28,3
parcheggio	0,9
possiedo una casa di villeggiatura	1,8
tradizioni culturali	1,5
vicinanza da casa	10,8
relax/tranquillità	16,0
altro	2,1
mare/spiaggia	37,0

Tabella 6 - Risposte degli intervistati riguardo le ragioni per le quali scelgono di frequentare la spiaggia in oggetto.

### *Conoscenza delle tematiche inerenti al Marine Litter*

Agli intervistati sono state poste alcune domande a carattere generale per indagare sulle loro conoscenze riguardanti i rifiuti che si possono rinvenire lungo i litorali.

A seconda delle loro caratteristiche i rifiuti hanno un diverso tempo di degradazione se lasciati nell'ambiente: il tempo di decomposizione/degradazione è influenzato da luce, acqua, batteri e altri esseri viventi. In mare si deteriorano prima ma sono più pericolosi. Da letteratura emerge che i tempi di permanenza dei rifiuti elencati nel questionario variano moltissimo (Tab. 7).

Quanto tempo impiega per decomporsi in ambiente marino	Tempo da letteratura
bottiglia di vetro	indeterminato
bottiglia di plastica	400 anni
lattina	200 anni
tessuto	1 - 5 anni
legno	1 - 3 anni
carta / cartone	2 - 3 mesi

*Tabella 7 - Periodi relativi alla decomposizione/degradazione dei materiali in ambiente marino (ottenuti da un'analisi in letteratura) considerati nelle domande del questionario.*

L'analisi delle risposte raccolte con il questionario evidenzia come il problema sia conosciuto (valore massimo di non risposte mai superiore al 5% circa – Tab. 8) anche se sembra essere sottostimato.

Quanto tempo impiega per decomporsi in ambiente marino	lattina	bottiglia di plastica	bottiglia di vetro	carta cartone	legno	tessuto
Anni	92,9%	95,1%	85,9%	44,6%	46,7%	41,3%
Mesi	6,0%	3,8%	9,2%	29,9%	35,9%	35,9%
Settimane	0,5%	0,0%	2,7%	14,7%	13,6%	16,3%
Non risponde	0,5%	1,1%	1,6%	8,7%	2,7%	4,9%
Giorni	0,2%	0,1%	0,5%	2,2%	1,1%	1,6%

*Tabella 8 - Elaborazione in percentuale delle risposte degli intervistati relativamente ai periodi di decomposizione di alcuni materiali (Lattine, bottiglie di plastica, bottiglie di vetro, carta e cartone, legno, tessuto) in ambiente marino.*

Dai dati relativi alla provenienza dei rifiuti (Tab. 9) si evidenzia come gli intervistati ritengano che le fonti maggiori di rifiuti siano da imputarsi alle attività turistiche (28%), alle discariche a terra mal gestite (19%) e allo scarico incontrollato di reflui (17%). Alle attività che vengono svolte a mare viene dato un minor peso: traffico marittimo (12%), industrie offshore (11%), pesca e acquacoltura (5%). La capacità di trasporto dei fiumi appare chiaramente sottovalutata (7%).

Da dove provengono maggiormente i rifiuti marini	Percentuale
discariche a terra mal gestite	19,3
fiumi	7,2
industrie offshore	11,5
pesca ed acquacoltura	4,6
scarico di reflui incontrollato	17,0
traffico marittimo	12,4
turismo	28,2

*Tabella 9 - Provenienza dei rifiuti presenti negli ambienti marini secondo gli intervistati.*

Con una successiva domanda si è cercato di individuare quali sono i comportamenti, secondo gli intervistati, che maggiormente influenzano la produzione di rifiuti. Ad ogni comportamento doveva essere assegnato un peso compreso fra 1 (poco importante) a 5 (molto importante). I risultati (Tab. 10) evidenziano come la dispersione e produzione dei rifiuti sia, per gli intervistati, principalmente legata al comportamento dell'uomo (4,8), all'uso della plastica nei prodotti ed imballaggi (4,4) ed alla gestione dello smaltimento dei rifiuti (4,1).

Quanta influenza hanno i seguenti fattori sull'accumulo dei rifiuti marini (da 1 a 5)	Peso
Comportamento dell'uomo	4,8
Uso della plastica nei prodotti e imballaggi	4,4
Gestione dello smaltimento dei rifiuti	4,1
Natura monouso dei prodotti	3,9
Mancanza di cestini nelle aree pubbliche	3,4
Pesca, ristoranti, turismo	3,3
Perdite durante il trasporto	3,1

*Tabella 10 - Comportamenti che maggiormente influenzano la produzione di rifiuti secondo gli intervistati. Ad ogni comportamento è stato assegnato un peso compreso fra 1 (poco importante) a 5 (molto importante).*

Analizzando le risposte raccolte sugli impatti negativi derivanti dalla presenza del *Marine Litter* sulla zona litorale (Tab. 11) emerge come siano maggiormente percepiti dagli intervistati le conseguenze correlate all'inquinamento (34%), scarsa qualità dell'acqua (22%) e della spiaggia (17%), ed alla possibilità che i rifiuti favoriscano l'insorgere di malattie (11%). Stranamente la presenza di rifiuti sembra incidere in modo non significativo nelle dinamiche del turismo (6%).

Quali conseguenze producono i rifiuti sui litorali	Percentuale
inquinamento	34,0
scarsa qualità dell'acqua	22,3
scarsa qualità della spiaggia	17,1
malattie	10,9
perdita di turisti	5,7
incremento di insetti/topi	4,6
odori	3,3
altro	1,4
non risponde	0,8

*Tabella 11 - Conseguenze della presenza dei rifiuti sui litorali.*

### Percezione del turista sulla presenza dei rifiuti sulla spiaggia in cui si trova

Con alcune domande si è cercato di valutare l'attenzione che l'intervistato pone alla presenza dei rifiuti sulla spiaggia in cui si trova. Dalle risposte emerge (Fig. 50a) che l'intervistato fa attenzione alla presenza del *Marine Litter* sempre (47%) o spesso (41%). Alla domanda se avesse notato rifiuti nella spiaggia in cui si trovava al momento della compilazione del questionario, il 47% degli intervistati ha risposto no ed il 51% si (Fig. 50b).

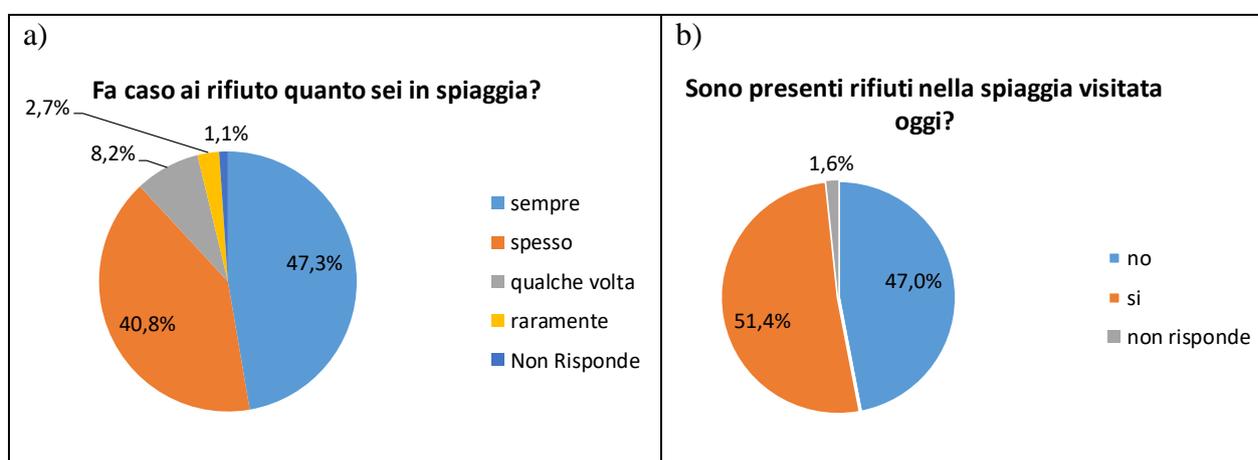


Figura 50 - a) Dati relativi alla percezione dei rifiuti in spiaggia; b) Elaborazione delle risposte relative alla presenza di rifiuti in spiaggia nel giorno dell'intervista.

Per valutare se la gestione delle spiagge possa ridurre la presenza dei rifiuti, è stata posta una domanda sulla loro presenza nelle spiagge attrezzate e nelle spiagge libere. Per gli intervistati i rifiuti risultano maggiormente presenti nelle spiagge libere (Fig. 51). In particolare, riguardo la loro quantità, il trend è lo stesso sia nei giudizi riferiti ad “abbastanza” (libere 25%, attrezzate 15%) e a “moltissimi” (libere 30%, attrezzate 25%). Nel giudizio “molti”, dove si addensano le maggiori percentuali delle risposte, prevalgono quelli riferiti alle spiagge attrezzate (43%) rispetto a quelle libere (33%).

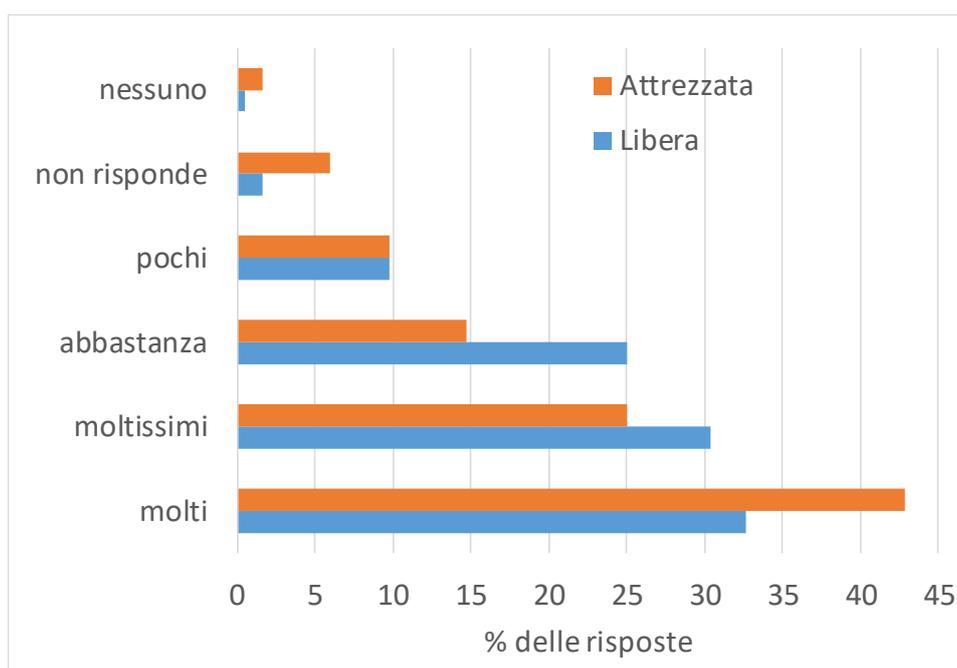


Figura 51 - Percentuale della presenza di rifiuti secondo gli utenti (espressa attraverso il giudizio: nessuno, pochi, abbastanza, molti, moltissimi) nelle spiagge libere ed attrezzate.

La domanda successiva evidenzia una incongruenza. Infatti, se pure solo circa la metà degli intervistati nota la presenza di rifiuti, quasi la totalità esprime una stima sulla quantità e tipologia del *Marine Litter* presente. Il giudizio doveva essere valutato, in modo comparativo, assegnando un peso compreso fra 0 (assenza) a 5 (grande prevalenza). I risultati (Tab. 12) evidenziano come tra i rifiuti presenti prevalgono le plastiche (2,7), seguiti dai rifiuti organici (2,4), e dalle sigarette (2,2). I dati evidenziano una grande dispersione della tipologia del rifiuto senza una significativa prevalenza.

Stima della quantità dei rifiuti presenti (da 0 a 5)	Peso
Plastica	2,7
Rifiuti organici (alghe, rami, conchiglie)	2,4
Media di sigaretta	2,2
Rifiuti misti	1,9
Altro	1,8
Bastoncini	1,7
Media di vetro e lattine	1,7
Carta	1,5
Gomma	1,2
Metallo	1,0

Tabella 12 - Stima sulla quantità e tipologia del Marine Litter presente in spiaggia, assegnando un peso compreso fra 0 (assenza) a 5 (grande prevalenza) ad un elenco di rifiuti (rifiuti organici, mozziconi di sigaretta, bottiglie di vetro e lattine, plastica, carta, metallo, gomma, rifiuti misti, bastoncini e altro).

Confrontando i dati totali con quelli della sola isola dell'Asinara (Fig. 52) emerge che la valutazione sulla stima della quantità tipologica dei rifiuti presenti, esprime una stessa scala di frequenza della tipologia ma una valutazione del peso sempre maggiore rispetto alla totalità dei dati.

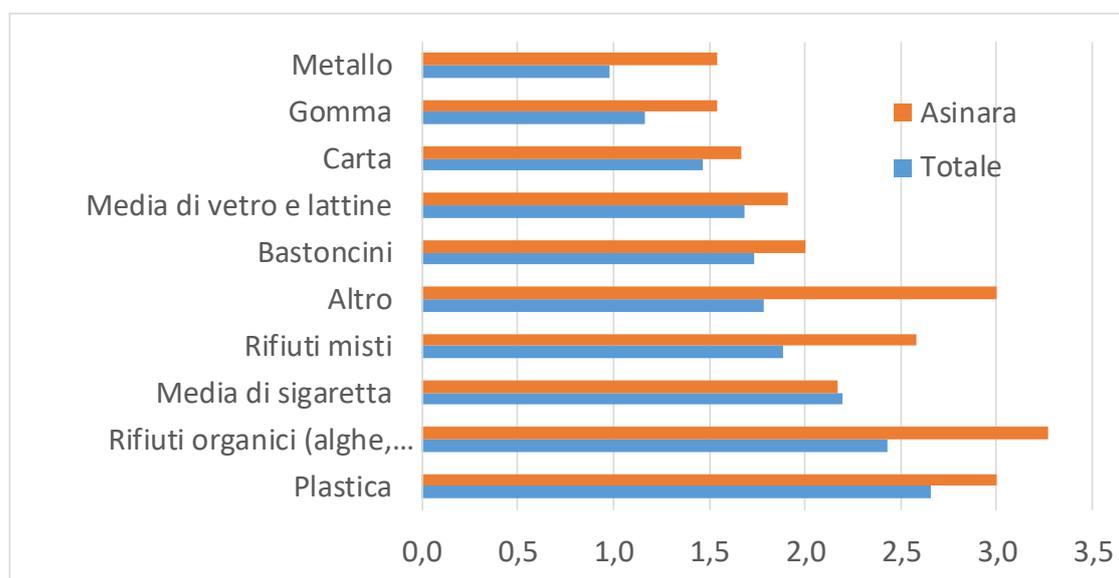


Figura 52 - Confronto dei dati sulla quantità e tipologia del Marine Litter presente nella totalità dei siti indagati e sulla spiaggia dell'Asinara.

### Conoscenza delle tematiche inerenti alle microplastiche

Poco meno della metà degli intervistati (44%) dichiara (Fig. 53a) di non sapere cosa sono le microplastiche. Il 26% afferma che tutti i materiali di plastica possono diventare microplastica (Fig. 53b), ma la percentuale maggiore di risposte, che si concentra nel “forse” (59%), evidenzia un livello di informazione non esaustivo.

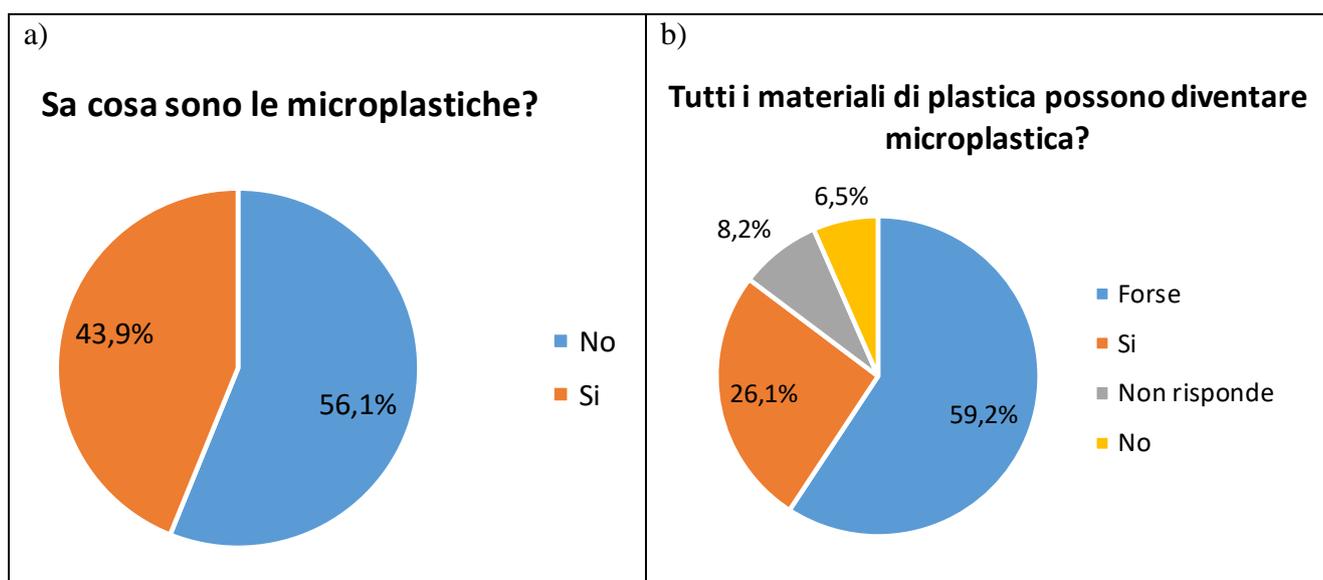


Figura 53 - a) Valutazione della conoscenza del problema delle microplastiche, stima delle risposte degli intervistati espressa in percentuale; b) Elaborazione dei risultati delle risposte alla domanda sull'eventuale trasformazione di tutti i materiali di plastica in microplastica.

In merito a dove si possono trovare le microplastiche, gli intervistati evidenziano significativi dubbi. Infatti, la percentuale della risposta forse varia tra il 54% ed il 32% (Tab. 13). Tra i luoghi ed ambienti elencati nella domanda, emerge che mari e oceani (56%), fondali marini (51%) e fiumi (50%) sono quelli in cui, con più certezza, gli intervistati pensano che si possano ritrovare le microplastiche.

Si possono trovare le microplastiche	scarichi trattamento delle acque	fiumi	mari	sedimenti	fondali
			oceani		marini
Forse	54,3%	39,7%	31,5%	40,8%	35,9%
Si	28,3%	50,0%	56,0%	42,4%	51,1%
Non risponde	12,5%	9,8%	10,3%	14,1%	11,4%
No	4,9%	0,5%	2,2%	2,7%	1,6%

Tabella 13 - Percentuale di risposta sulla possibilità di trovare le microplastiche in ambienti specifici (Scarichi di trattamento delle acque, fiumi, mari e oceani, sedimenti, fondali marini).

È altresì evidente che per gli intervistati l'inquinamento da microplastica rappresenta un problema a scala globale (Fig. 54). Il 59% ha infatti risposto "sì", il 30% "forse", mentre solo lo 0,5% ha dato una risposta negativa.

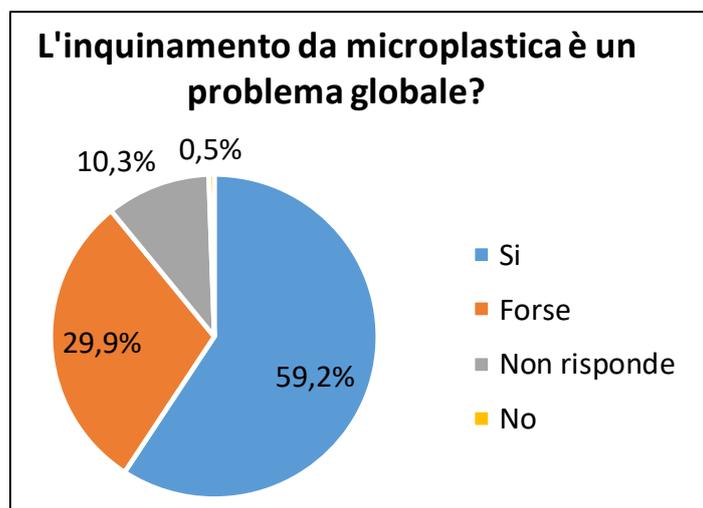


Figura 54 - Opinione degli intervistati circa l'entità del problema dovuto alla presenza delle microplastiche in ambiente marino.

Altre domande sono state poste per individuare se gli intervistati ritengano che la presenza e diffusione delle microplastiche rappresentino un pericolo per l'ambiente e per l'uomo (Fig. 55a-b). In entrambi i casi sono prevalsi in modo netto i "sì", nello specifico il 79% per l'ambiente e 70% per l'uomo.

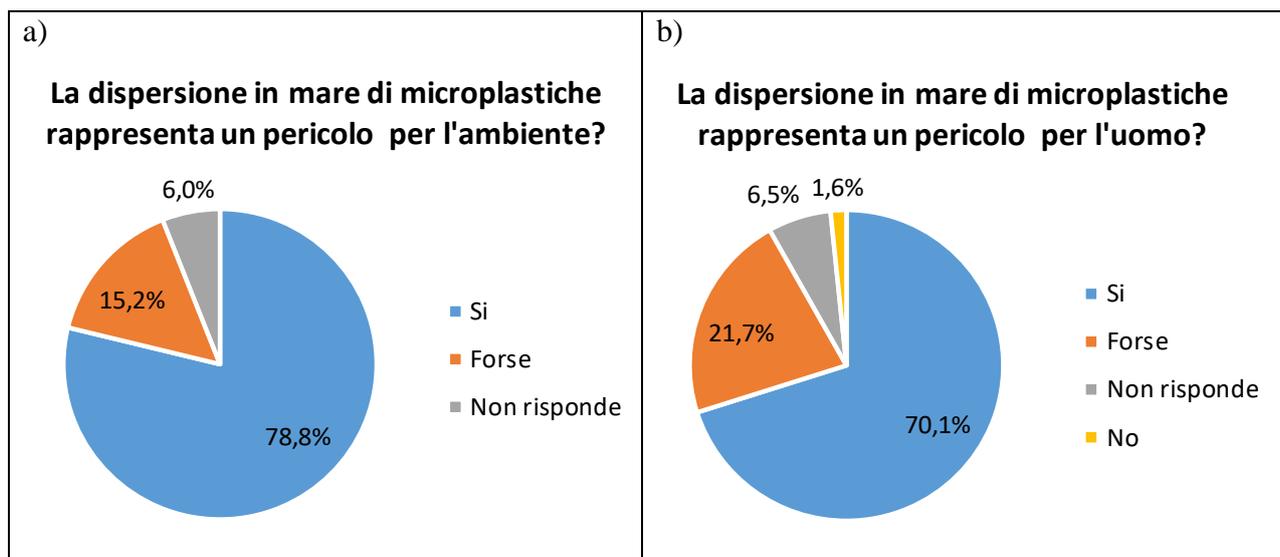


Figura 55 - Pareri degli intervistati riguardo il pericolo generato dalla dispersione delle microplastiche per a) l'ambiente e b) per l'uomo.

## 9. CONCLUSIONI

### 9.1 - Campionamento e analisi del Beach Litter

In merito ai risultati dei campionamenti effettuati nell'isola dell'Asinara, per valutare la presenza della macro e microplastica, risulta evidente come l'adozione di un piano di monitoraggio periodico durante l'anno ha permesso di considerare alcune variazioni relative alla stagionalità. I risultati hanno mostrato una distribuzione eterogenea tra diverse le campagne. Le diverse tipologie di *marine litter* descritte in questo lavoro evidenziano un *trend* inverso nella presenza di macro e mesoplastiche: le macroplastiche subiscono un aumento nei mesi estivi mentre le mesoplastiche durante i mesi primaverili.

Per quanto riguarda le macroplastiche, dal 2017 (**1,9 elementi/m<sup>2</sup>**) al 2019 (**0,8 elementi/m<sup>2</sup>**), esse subiscono un'importante diminuzione, probabile segnale degli interventi di sensibilizzazione condotti negli ultimi anni da media ed enti nazionali. La densità di rifiuti resta in ogni caso abbastanza alta se si considera che studi sulle coste del Mare Adriatico e del Mar Ionio hanno riportato una densità di **0,67 elementi/m<sup>2</sup>** (Vlachogianni et al., 2018).

Ciò è interessante perché l'accumulo diretto di rifiuti nelle coste è spesso correlato alla densità abitativa di una regione geografica (Galgani et al., 2015; Liubartseva et al., 2016), o all'intenso sfruttamento turistico delle spiagge. Le spiagge analizzate in questo lavoro fanno parte del Parco Nazionale dell'Asinara che non è abitato stabilmente e ha un flusso di turisti medio, inoltre fa parte di una regione, la Sardegna, con una densità abitativa poco elevata. Perciò l'abbondanza della densità media di rifiuti trovata in questo studio (soprattutto macroplastiche e mesoplastiche), in linea con precedenti studi in altre zone della Sardegna (de Lucia et al., 2014; Camedda et al., 2017), porta a supporre che il *Beach Litter* possa essere arrivato anche da fonti lontane, trasportato dal vento e dalle correnti attraverso le acque del Mediterraneo, e depositate in Sardegna dal vento e dalle correnti. Anche in considerazione del fatto che le spiagge del Parco Nazionale dell'Asinara fanno parte di un'Area Marina Protetta nella quale vengono adottate delle misure di tutela particolari, si può ipotizzare che l'origine dei rifiuti rinvenuti nelle aree campionate sia di origine prevalentemente marina, quindi probabilmente dovuta alle correnti.

Infatti, la presenza dei rifiuti su una spiaggia è la conseguenza di una serie di fattori e condizionamenti che possono essere interpretati dall'attenta analisi del singolo oggetto e dal suo stesso indice di conservazione. Tuttavia, una serie di elementi subentra a determinare il suo accumulo e la differenza di distribuzione la quale è legata ad una serie di fattori fisici condizionati a loro volta da processi esogeni in atto in quella particolare condizione geografica e, non secondariamente, da fattori geomorfologici che ne condizionano profondamente il suo trasporto e la sua sedimentazione. Appare evidente dalla situazione che si può osservare nel promontorio di Punta Sabina, dove le spiagge sono situate in posizioni opposte e la granulometria delle insenature si rivela profondamente diversa; in questo breve tratto di costa si condensano i possibili risultati della dinamica del mare associata alle condizioni geomorfologiche dei luoghi. Mentre la spiaggia campionata di Cala dei Ponzesi, nota anche come Cala Sabina, è soggetta all'influenza del moto ondoso da sud, la seconda, Cala del Turco (al momento non rilevata), invece, risente del moto ondoso proveniente dai quadranti nord, quelli decisamente più efficaci; se la prima mostra una fascia sabbiosa con residui di un limitato campo dunare, la seconda è caratterizzata da una sabbia ghiaiosa e ciottolosa mentre la parte sabbiosa è oramai prevalentemente nella spiaggia sommersa.

La varietà di materiale antropico proveniente prevalentemente dal mare è soprattutto condizionata dal moto ondoso per gli oggetti che hanno elevata capacità di galleggiamento, mentre quelli in sospensione o al limite della superficie sono spesso trascinati dalle correnti di deriva.

Il ruolo del vento diventa sempre più determinante nel trasporto del materiale anche di dimensioni considerevoli verso l'interno, dove talora si accumula in trappole morfologiche dalle quali necessita di una energia eolica sempre maggiore per poter superare lo sbarramento morfologico. In alcuni casi, soprattutto con il materiale plastico di dimensioni importanti (bidoni, recipienti, forme a stampo, ecc.) si formano accumuli a distanza notevole dalla linea di costa; non deve stupire poiché i venti del IV Quadrante possono superare frequentemente i 100/km orari anche in situazioni apparentemente riparate come la costa orientale dell'Asinara, dove, risiedono queste due spiagge.

La condizione della seconda spiaggia analizzata, quella di Cala Spalmatore nell'area di Punta Salippi, invece, appare differente ed il materiale rilevato ed analizzato lo dimostra chiaramente; anche questa situazione deve essere considerata nel profondo cambiamento delle condizioni morfoclimatiche che possiedono un minore effetto rispetto ai flussi di deriva che interessano questa parte dell'isola, essa è ubicata, infatti, lungo i canali di ingresso ed uscita delle acque provenienti da occidente, dal quel mare che i locali conoscono come "il mare di fuori" riferendosi alle acque del Mar di Sardegna i cui fondali si immergono rapidamente verso le zone di piattaforma profonda, contrariamente al Golfo dell'Asinara dove l'indice di pendenza della spiaggia sommersa è molto basso, pari a solo pochi gradi.

Il passaggio continuo di queste correnti determina lo spostamento del materiale lungo costa favorendo l'eventuale trasporto di oggetti per erosione diretta della costa sarda. Questa situazione è ancora più evidente nei giorni successivi ad un grande evento alluvionale, quando, nelle spiagge del canale dell'Asinara vengono depositati e sedimentati molti materiali organici, in cui sovrabbondano i resti dei canneti erosi dalle piene fluviali.

Per avere un quadro più completo della situazione occorre, tuttavia effettuare campionamenti almeno nelle diverse stagioni dell'anno e a seguire di eventi singolari come subito dopo una mareggiata.

L'analisi dei dati evidenzia che l'abbondanza di rifiuti marini appartenenti alla categoria dei materiali polimerici è in ogni sito maggiore del 75%. Osservando nel dettaglio le 20 tipologie di rifiuto polimerico maggiormente rinvenuto, si nota che oltre ai frammenti di varie dimensioni (inferiori o maggiori di 2,5 cm), le macroplastiche più frequentemente raccolte sono state

- tappi di bottiglie;
- tappi non identificati;
- cerchietti delle bottiglie;
- pezzi di buste;
- bastoncini.

Questo dimostra, come confermano tutti gli studi, che la plastica è il più diffuso e abbondante rifiuto presente in ambiente marino.

E ciò evidenzia la necessità di riconoscere il fatto che i rifiuti marini non sono semplicemente un problema di gestione dei rifiuti. Una delle cause principali dell'accumulo di rifiuti a terra è l'uso di prodotti a breve durata, monouso. A questo proposito, la strategia dell'UE sulla plastica recentemente adottata dovrebbe portare ad una drastica riduzione dell'uso e dell'impatto degli articoli in plastica monouso sulle spiagge.

Nel complesso, l'eterogeneità spaziale trovata in questo studio potrebbe essere dovuta a molteplici fattori che hanno influenzato la distribuzione di particelle di plastica sulle spiagge indagate.

Questo lavoro sottolinea l'importanza del monitoraggio del *Marine Litter* sulle spiagge e l'esigenza di utilizzare un piano di campionamento standardizzato per comprendere meglio il trasporto e l'identificazione delle possibili fonti di microplastiche.

## 9.2 - Questionario

Pur con le dovute cautele è possibile ricostruire un identikit degli intervistati presenti nelle 5 spiagge indagate in Sardegna. È importante ricordare che la spiaggia dell'Asinara si distingue dalle altre per la mancanza di residenti e per l'assenza di strutture ricettive turistiche.

Dalle risposte fornite emerge che la maggioranza degli intervistati ha un'età compresa tra i 21 e 40 anni, con una prevalenza della fascia d'età di 21-30 anni ed una percentuale di giovani (< 21 anni) relativamente esigua. Risiede mediamente vicino al luogo dove è stato intervistato (63% a meno di 50 km) e la maggioranza (65,2%) è rappresentata da studenti, dipendenti, professionisti e docenti. La popolazione intervistata, che è in prevalenza femminile (58%), frequenta abitualmente la spiaggia in cui è stato intervistato (72% delle risposte) e generalmente è arrivato con la famiglia o con amici (78%).

Dalla lettura dei dati complessivamente raccolti emerge come la scelta delle località in cui si trova l'intervistato sia principalmente legata al mare e alla spiaggia (37%), alla natura e

paesaggio (28%), alla ricerca di relax e tranquillità (16%) e, in minor misura, segue la vicinanza da casa (11%).

Considerando solo i dati raccolti sull'isola dell'Asinara il profilo del turista non si discosta in modo sostanziale dall'analisi complessiva. Anche in questo caso studio la presenza delle femmine (64% circa) è superiore ai maschi mentre e prevale nettamente la nazionalità italiana (96%). L'età media del turista risulta leggermente più alta della media complessiva poiché la classe che presenta la maggior frequenza è quella dei 31- 40 anni (41%), seguita da 21-30 (18%) e 51-60 (14%); i rispondenti con più di 60 anni sono relativamente pochi (5%). Circa il 64% degli intervistati abita a meno di 50 km dall'isola. Le motivazioni che hanno spinto l'intervistato a visitare l'Asinara sono principalmente legate al mare e spiaggia (39%), natura e paesaggio (32%), relax e tranquillità (19%) e dalla vicinanza da casa (7%)

In sintesi, emerge che l'intervistato predilige una vacanza "tradizionale" caratterizzata da una conoscenza del luogo e dalla vicinanza alla propria residenza. Privilegia una vacanza di relax e tranquillità con la famiglia ed amici.

Le analisi delle aspettative e delle percezioni del turista consentono di evidenziare alcuni punti di forza e di debolezza attribuiti alle località considerate.

Le motivazioni per cui ha scelto di recarsi nella località in cui è stato intervistato privilegiano gli aspetti ambientali come la bellezza del mare, della natura e del paesaggio più che la distanza dalla propria residenza.

Inoltre la netta predominanza degli italiani rispetto agli stranieri evidenzia la necessità di incentivare flussi turistici nazionali e internazionali.

In merito al *Marine Litter* le risposte raccolte attraverso la somministrazione del questionario evidenziano come tra gli intervistati sia conosciuta la problematica e come essa desti una giustificata preoccupazione. In particolare, il problema del tempo di persistenza dei rifiuti è percepito, anche se temporalmente è sottostimato, mentre vengono indicate come maggiori responsabili della loro presenza lungo i litorali le attività legate al turismo, alle discariche a terra mal gestite e allo scarico incontrollato di reflui. Alle attività che vengono svolte a mare, viene però dato un minor peso: traffico marittimo,

industrie offshore, pesca e acquacoltura. Inoltre, la capacità di trasporto dei fiumi appare chiaramente sottovalutata.

Dall'analisi dei dati raccolti emerge anche come i comportamenti che maggiormente contribuiscono alla loro produzione e dispersione sono legati al comportamento dell'uomo, all'uso della plastica nei prodotti ed imballaggi, ed alla gestione dello smaltimento dei rifiuti.

Gli intervistati sono altresì coscienti che dalla presenza di rifiuti possono nascere importanti impatti negativi. In particolare, sono maggiormente percepite le conseguenze correlate all'inquinamento, scarsa qualità dell'acqua e della spiaggia, ed alla possibilità che i rifiuti favoriscano l'insorgere di malattie. Stranamente la presenza di rifiuti sembra incidere in modo non significativo nelle dinamiche del turismo.

Con riferimento al luogo in cui si trovava il rispondente, emerge che la maggioranza pone attenzione alla presenza dei rifiuti e che la maggioranza ne ha notata la presenza nel luogo. Generalmente ritiene in base alla propria esperienza che ve ne siano di più sulle spiagge libere rispetto a quelle attrezzate e che i rifiuti siano prevalentemente costituiti da plastica, rifiuti organici e sigarette.

Confrontando i dati totali con quelli della sola isola dell'Asinara emerge che la valutazione sulla stima della quantità tipologica dei rifiuti presenti una stessa scala di frequenza della tipologia, ma una valutazione del peso maggiore rispetto alla totalità dei dati soprattutto per quanto riguarda "altro" e "rifiuti misti".

Inoltre, poco meno della metà degli intervistati dichiara di non sapere cosa sono le microplastiche e solo un quarto afferma che tutti i materiali di plastica possono diventare microplastica. In merito a dove si possono trovare le microplastiche gli intervistati evidenziano significativi dubbi, infatti la percentuale della risposta forse varia tra il 54 ed il 32%. Tra i luoghi ed ambienti elencati nella domanda, emerge anche che principalmente le microplastiche si possono trovare, per gli intervistati, nei mari e negli oceani, nei fondali marini e nei fiumi.

Risulta inoltre evidente che per gli intervistati l'inquinamento da microplastica rappresenta, a scala globale, un problema e che loro presenza e diffusione rappresenta un pericolo per l'ambiente e per l'uomo.

In definitiva le risposte ottenute pongono in evidenza una sufficiente conoscenza della tematica inerente al *Marine Litter* e viene ritenuta significativa la presenza della plastica nei rifiuti. Meno conosciuto è il problema delle le microplastiche, considerate un problema globale e con significativi impatti negativi sull'uomo e sull'ambiente, ma per il quale non c'è un livello di informazione esaustivo.

Sicuramente da approfondire, e molto interessante per il proseguo della ricerca, al fine di consentire la valutazione del grado di alterazione antropico delle due spiagge campione, sarebbe conoscere le caratteristiche geochimiche dei sedimenti, analizzare se e quali siano le sostanze contaminanti presenti nell'ecosistema costiero, elementi maggiori ed in tracce, C organico e N totale.

## Bibliografia

Abdelhafidi A., Babaghayoua I.M., Chabiraa S.F., Sebaaa M., 2015, *Impact of solar radiation effects on the physicochemical properties of polyethylene (PE) plastic film*, in *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 195, pp. 2922-2929.

<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.09.002>

Al-Malaika S., Axtell F., Rothon R., Gilbert M., 2017, *Additives for Plastics*, in *Brydson's Plastics Materials* (a cura di Gilbert M.), in Elsevier, Butterworth-Heinemann, Oxford, UK, pp. 127-168.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-323-35824-8.00007-4>

Alessi E., Di Carlo G., 2018, *Out of the plastic trap: saving the Mediterranean from plastic pollution*, Report del WWF Mediterranean Marine Initiative, Roma, Italia.

<https://wwf.fi/mediabank/11094.pdf>

Alessi E., 2019, *Fermiamo L'inquinamento da Plastica. Italia: una Guida Pratica per Uscire dalla Crisi della Plastica*, Report del WWF Mediterranean Marine Initiative, Roma, Italia.

[http://assets.wwfit.panda.org/downloads/fermiamo\\_inquinamentoplastica\\_giu2019.pdf](http://assets.wwfit.panda.org/downloads/fermiamo_inquinamentoplastica_giu2019.pdf)

Alkalay R., Pasternak G., Zask A., 2007, *Clean-coast index: a new approach for beach cleanliness assessment*, in *Ocean & Coastal Management*, Vol. 50 (5-6), pp. 352-362.

Almeida-García F., Peláez-Fernández M.A., Balbuena-Vázquez A., Cortés-Macias R., 2016, *Residents' perceptions of tourism development in Benalmádena (Spain)*, in *Tourism Management*, Vol. 54, pp. 259-274. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2015.11.007>

Andrady A.L., Neal M.A., 2009, *Applications and societal benefits of plastics*, in *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, Vol. 364 (1526). <http://doi.org/10.1098/rstb.2008.0304>

Andrady A.L., 2011, *Microplastics in the marine environment*, in *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 62 (8), pp. 1596-1605. <http://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.05.030>

Andrady A.L., 2015, *Persistence of plastic litter in the oceans*, in *Marine Anthropogenic Litter* (a cura di Bergmann M., Gutow L., Klages M.), Springer, Londra, UK, pp. 57-72.

Andrady A.L., 2017, *The plastic in microplastics: a review*, in *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 119 (1), pp. 12-22. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.01.082>

Anfuso G., Williams A.T., Casas Martínez G., Botero C.M., Cabrera Hernández J.A., Pranzini E., 2017, *Evaluation of the scenic value of 100 beaches in Cuba: implications for coastal tourism management*, in *Ocean and Coastal Management*, Vol. 142, pp. 173-185. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.03.029>

Arcadis, 2014, *Marine Litter study to support the establishment of an initial quantitative headline reduction target - SFRA0025*, European Commission DG Environment, Project number BE0113.000668, Final Report. [https://ec.europa.eu/environment/marine/good-environmental-status/descriptor-10/pdf/final\\_report.pdf](https://ec.europa.eu/environment/marine/good-environmental-status/descriptor-10/pdf/final_report.pdf)

Asensio-Montesinos F., Anfuso G., Corbí H., 2019, *Coastal scenery and litter impacts at Alicante (SE Spain): management issues*, in *Journal of Coastal Conservation*, Vol. 23 (1), pp. 185-201. <https://doi.org/10.1007/s11852-018-0651-8>

Au S.Y., Lee C.M, Weinstein J.E, van den Hurk P., Klaine S.J., 2017, *Trophic transfer of microplastics in aquatic ecosystems: Identifying critical research needs*, in *Integrated Environmental Assessment and Management*, Vol. 13 (3), pp. 505-509.

<https://doi.org/10.1002/ieam.1907>

Azoulay D., Villa P., Arellano Y., Gordon M., Moon D., Miller K., Thompson K., 2019, *Plastic & Health: The Hidden Costs of a Plastic*, CIEL. [www.ciel.org/plasticandhealth](http://www.ciel.org/plasticandhealth)

Baini M., Fossi M., Galli M., Caliani I., Campani T., Finoia M., Panti C., 2018, *Abundance and characterization of microplastics in the coastal waters of Tuscany (Italy): The application of the MSFD monitoring protocol in the Mediterranean Sea*, in *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 133, pp. 543-552. <http://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.06.016>

Bergmann, M., Klages, M., 2012. *Increase of litter at the arctic deep-sea observatory hausgarten*, in *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 64 (12), 2734-2741. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.09.018>

Bertolotti G. e Capitelli V., 2007, *Dizionario delle materie plastiche*, Tecniche Nuove, Milano, Italia.

Bimonte S., Punzo L. F. (a cura di), 2003, *Turismo, sviluppo economico e sostenibilità: teoria e pratica*, Università degli Studi di Siena – Facoltà di economia, Protagon.

Boucher J., Friot D., 2017, *Primary Microplastics in the Oceans: Global Evaluation of Sources*, Gland, Svizzera: IUCN. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.CH.2017.01.en>

Boucher J., Friot D., 2019, *The challenges of measuring plastic pollution*, in *Field Actions Science Reports*, Special Issue 19, pp. 68-75. <http://journals.openedition.org/factsreports/5319>

Brougham J.E., Butler R.W., 1981, *A segmentation analysis of resident attitudes to the social impact of tourism*, in *Annals of Tourism Research*, Vol. 8 (4), pp. 569-590. [https://doi.org/10.1016/0160-7383\(81\)90042-6](https://doi.org/10.1016/0160-7383(81)90042-6)

Brouwer R., Hadzhiyska D., Ioakeimidis C., Ouderdorp H., 2017, *The social costs of marine litter along European coasts*, in *Ocean & Coastal Management*, Vol. 138, pp. 38-49. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.01.011>

Camedda A., Coppa S., Palazzo L., Marra S., Massaro G., Brundu R., De Lucia G.A., 2017, *First characterization and impact assessment of beach litter in Sardinia (Western*

*Mediterranean*), 15th International Conference on Environmental Science and Technology, Rodi, Grecia.

[https://cest2017.gnest.org/sites/default/files/presentation\\_file\\_list/cest2017\\_00662\\_poster\\_paper.pdf](https://cest2017.gnest.org/sites/default/files/presentation_file_list/cest2017_00662_poster_paper.pdf)

Carboni D., Congiatu P., De Vincenzi M., 2015, *Asinara National Park. An Example of Growth and Sustainability in Tourism*, in *Journal of Environmental and Tourism Analyses*, Vol. 3 (1), pp. 44-60.

[http://jeta.rev.unibuc.ro/wp-content/uploads/2014/10/JETA\\_2015\\_3\\_31.pdf](http://jeta.rev.unibuc.ro/wp-content/uploads/2014/10/JETA_2015_3_31.pdf)

Cheshire A.C., Adler E., Barbière J., Cohen Y., Evans S., Jarayabhand S., Jeftic L., Jung R.T., Kinsey S., Kusui E.T., Lavine I., Manyara P., Oosterbaan L., Pereira M.A., Sheavly S., Tkalin A., Varadarajan S., Wenneker B., Westphalen G., 2009, *UNEP/IOC Guidelines on survey and monitoring of marine litter. UNEP Regional Seas Reports and Studies, No. 186. IOC, Technical Series No. 83.*

[https://tamug-ir.tdl.org/bitstream/handle/1969.3/29139/Marine\\_Litter\\_Survey\\_and\\_Monitoring\\_Guidelines.pdf?sequence=1](https://tamug-ir.tdl.org/bitstream/handle/1969.3/29139/Marine_Litter_Survey_and_Monitoring_Guidelines.pdf?sequence=1)

Chen C.L., 2015, *Regulation and Management of Marine Litter*, in *Marine Anthropogenic Litter* (a cura di Bergmann M., Gutow L., Klages M.), Springer, Londra, UK, pp. 395-428.

Chen Q., Reisser J., Cunsolo S., Kwadijk C., Kotterman M., Proietti M., Slat B., Ferrari F.F., Schwarz A., Levivier A., Yin D., Hollert H., Koelmans A.A., 2017, *Pollutants in plastics within the North Pacific subtropical gyre*, in *Environmental Science Technology*, Vol. 52 (2), pp. 446-456.

<https://doi.org/10.1021/acs.est.7b04682>

Collignon A., Hecq J.H., Glagani F., Voisin P., Collard F., Goffart A., 2012, *Neustonic microplastic and zooplankton in the North Western Mediterranean Sea*, in *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 64 (4), pp. 861-864.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22325448>

Collignon A., Hecq J.H., Jousseau M., Goffart A., 2014, *Annual variation in neustonic micro- and meso-plastic particles and zooplankton in the Bay of Calvi (Mediterranean–Corsica)*, in *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 79 (1–2), pp. 293-298.

<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.11.023>

Consoli P., Romeo T., Angiolillo M., Canese S., Esposito V., Salvati E., Scotti G., Andaloro F., Tunesi L., 2019, *Marine litter from fishery activities in the Western Mediterranean sea: The impact of entanglement on marine animal forests*, in *Environmental Pollution*, Vol. 249, pp. 472-481. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.03.072>

Corbau C., Benedetto G., Congiatu P.P., Simeoni U., Carboni D., 2019, *Tourism analysis at Asinara Island (Italy): Carrying capacity and web evaluations in two pocket beaches*, in *Ocean & Coastal Management*, Vol. 169, pp. 27-36. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.12.004>

Corrado S., Sala S., 2018, *Food waste accounting along global and European food supply chains: State of the art and outlook*, in *Waste Management*, Vol. 79, p. 120-131. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.07.032>

Cózar A., Sanz-Martín M., Martí E., González-Gordillo J.I., Ubeda B., Gálvez J.Á., Irigoien X., Duarte C.M., 2015, *Plastic Accumulation in the Mediterranean Sea*, in *PLoS ONE*, Vol. 10 (4), e0121762. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0121762>

Critchell K., Grech, A. Schlaefer J., Andutta F.P., Lambrechts J., Wolanski E., Hamann M., 2015, *Modelling the fate of marine debris along a complex shoreline: lessons from the great barrier reef*, in *Estuarine Coastal and Shelf Science*, Vol. 167, 414-426. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2015.10.018>

Dahm C., 2003, *Beach User Values and Perception of Coastal Erosion*, Report commissioned by the Environment Waikato (p. 68), Technical Report.

de Lucia G.A., Caliani I., Marra S., Camedda A., Coppa S., Alcaro L., Campani T., Giannetti M., Coppola D., Cicero A.M., Panti C., Bainsi M., Guerranti C, Marsili L., Massaro G., Fossi M.C., Matiddi M., 2014, *Amount and distribution of neustonic microplastic off the western Sardinian coast (Central-Western Mediterranean Sea)*, in *Marine Environmental Research*, Vol. 100, pp. 10-16. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2014.03.017>

Edjabou M.E, Jensen M.B., Götze R., Pivnenko K., Petersen C., Scheutz C., Astrup T.F., 2015, *Municipal solid waste composition: Sampling methodology, statistical analyses, and case study evaluation*, in *Waste Management*, Vol. 36, pp. 12-23. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.11.009>

Eriksen M., Lebreton L.C.M., Carson H.S., Thiel M., Moore C.J., Borerro J.C., 2014, *Plastic Pollution in the World's Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250,000 Tons Afloat at Sea*, in PLoS ONE, Vol. 9 (12): e111913.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111913>

Eriksen M., Thiel M., Lebreton L., 2017, *Nature of Plastic Marine Pollution in the Subtropical Gyres*, in *Hazardous Chemicals Associated with Plastics in the Marine Environment, The Handbook of Environmental Chemistry* (a cura di Takada H., Karapanagioti H.), Vol. 78, Springer, Cham, pp. 135-162.

[http://doi.org/10.1007/698\\_2016\\_123](http://doi.org/10.1007/698_2016_123)

European Commission, 2018, *A European Strategy for Plastic in a Circular Economy*.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/HTML/?uri=CELEX:52018DC0028&from=EN>

Eurostat, 2019, *Waste statistics: Statistics Explained*.

<https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/pdfscache/1183.pdf>

FAO(a), 2016, *Abandoned, lost and discarded gillnets and trammel nets: Methods to estimate ghost fishing mortality, and the status of regional monitoring and management* (a cura di Gilman E., Chopin F., Suuronen P., Kuemlangan B.), Fao Fisheries and Aquaculture Technical Paper, Vol. 600, Roma. <http://www.fao.org/3/a-i5051e.pdf>

FAO(b), 2016, *Microplastics in fisheries and aquaculture: Status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety* (a cura di Lusher A., Hollman P., Mendoza-Hill J.), Fao Fisheries and Aquaculture Technical Paper, Vol. 615, Roma.

<http://www.fao.org/3/a-i7677e.pdf>

Fossi M.C., Coppola D., Bains M., Giannetti M., Guerranti C., Marsili L., Panti C., de Sabata E., Simona Clò S., 2014, *Large filter feeding marine organisms as indicators of microplastic in the pelagic environment: The case studies of the Mediterranean basking shark (*Cetorhinus maximus*) and fin whale (*Balaenoptera physalus*)*, in *Marine Environmental Research*, Vol. 100, pp. 17-24.

<https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2014.02.002>

Fossi M.C., Marsili L., Bains M., Giannetti M., Coppola D., Guerranti C., Caliani I., Minutoli R., Giancarlo G., Finocchia M.G., Rubegni F., Panigada S., Bérubé M., Jorge

Ramírez J., Panti C., 2016, *Fin whales and microplastics: The Mediterranean Sea and the Sea of Cortez scenarios*, in Environmental Pollution, Vol. 209, pp. 68-78.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2015.11.022>

Freinkel S., 2011, *Plastic: A Toxic Love Story*, Houghton Mifflin Harcourt, New York, USA.

Galgani F., Fleet D., Van Franeker J., Katsanevakis S., Maes T., Mouat J., Oosterbaan L., Poitou I., Hanke G., Thompson R.C., Amato E., Birkun A., Janssen C., 2010, *MARINE STRATEGY FRAMEWORK DIRECTIVE Task Group 10 Report: Marine litter*, JRC (European Commission) Scientific and Technical Reports, European Union, IFREMER and ICES.

<http://doi.org/10.2788/86941>

Galgani F., Hanke G., Werner S., Oosterbaan L., Nilsson P., Fleet D., Kinsey S., Thompson R.C., van Franeker J., Vlachogianni T., Scoullou M., Mira Veiga J., Palatinus A., Matiddi M., Maes T., Korpinen S., Budziak A., Leslie H., Gago J., Liebezeit G., 2013, *Monitoring Guidance for Marine Litter in European Seas*, MSFD GES Technical Subgroup on Marine Litter (TSG-ML). DRAFT REPORT, European Commission.

<https://mcc.jrc.ec.europa.eu/documents/201702074014.pdf>

Galgani F., Deudero S., Fossi M.C., Ghiglione J.F., 2014, *Marine litter in the Mediterranean and Black Seas*, in CIESM, Marine litter in the Mediterranean and Black Seas. CIESM Workshop Monograph n° 46 (a cura di F. Briand), CIESM Publisher, Monaco, Germania.

Galgani F., Hanke G., Maes T., 2015, *Global Distribution, Composition and Abundance of Marine Litter*, in *Marine Anthropogenic Litter* (a cura di Bergmann M., Gutow L., Klages M.), Springer, Londra, UK, pp. 29-56.

Gall S.C., Thompson R.C., 2015, *The impact of debris on marine life*, in Marine Pollution Bulletin, Vol. 92 (1-2), 170-179. <http://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.12.041>

Gallo F., Fossi C., Weber R., Santillo D., Sousa J., Ingram I., Nadal A., Romano D., 2018, *Marine litter plastics and microplastics and their toxic chemicals components: the need for urgent preventive measures*, in Environmental Science Europe, Vol. 30.

<https://doi.org/10.1186/s12302-018-0139-z>

GESAMP, 2015, *Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: a global assessment* (a cura di Kershaw P.J.), (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). Rep. Stud. GESAMP, n. 90.

GESAMP, 2019, *Guidelines for the monitoring and assessment of plastic litter and microplastics in the ocean* (a cura di Kershaw P.J., Turra A., Galgani F.), (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP/ISA Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection), Rep. Stud. GESAMP n. 99.

<https://oceanbestpractices.net/bitstream/handle/11329/889/rs99e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Geyer R., Jambeck J. R., Lavender Law K.L., 2017, *Production, use, and fate of all plastics ever made*, in Science Advances, Vol. 3 (7), e1700782.

<http://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>

Gilbert M., 2017, *Plastics Material: Introduction and Historical Development*, in Brydson's Plastics Materials (a cura di Gilbert M.), Elsevier, Butterworth-Heinemann, Oxford, UK, pp. 1-18. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-35824-8.00001-3>

Ginesu S., Pirino M., Pusceddu A., Sias S., Trebini L., 1998, *L'indagine geomorfologica del territorio dell'Asinara*, in *L'isola dell'Asinara: l'ambiente, la storia, il parco* (a cura di Gutierrez M., Mattone A., Valsecchi F.), Poliedro, Nuoro, Italia, pp. 133-138.

Goldstein M.C., Goodwin D.S., 2013, *Gooseneck barnacles (Lepas spp.) ingest microplastic debris in the North Pacific Subtropical Gyre*, in Peer J, Vol. 1, p. e184

<http://doi.org/10.7717/peerj.184>

Graefe A. R., Vaske J. J., 1987, *A framework for managing quality in the tourist experience*, in Annals of Tourism research, Vol. 14 (3), pp. 390-404.

[http://doi.org/10.1016/0160-7383\(87\)90110-1](http://doi.org/10.1016/0160-7383(87)90110-1)

Greenpeace, 2017, *Un Mediterraneo pieno di plastica. Ricerca sull'inquinamento marino derivante dalla plastica, impatti e soluzioni*.

[https://storage.googleapis.com/planet4-italy-stateless/2018/11/b3feaa17-b3feaa17-un\\_mediterraneo\\_pieno\\_di\\_plastica.pdf](https://storage.googleapis.com/planet4-italy-stateless/2018/11/b3feaa17-b3feaa17-un_mediterraneo_pieno_di_plastica.pdf)

HELCOM, 2018, *HELCOM Guidelines for monitoring beach litter*, Working Group on the State of the Environment and Nature Conservation, Klaipeda, Lithuania.

<https://portal.helcom.fi/meetings/STATE%20-%20CONSERVATION%208-2018-500/MeetingDocuments/3MA-3%20HELCOM%20monitoring%20guidelines%20for%20marine%20litter%20on%20beaches.pdf>

Hermabessiere L., Dehaut A., Paul-Pont I., Lacroix C., Jezequel R., Soudant P., Duflos G., 2017, *Occurrence and effects of plastic additives on marine environments and organisms: A review*, in *Chemosphere*, Vol. 182, pp. 781-793.

<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.05.096>

Heskett M., Takada H., Yamashita R., Yuyama M., Ito M., Yeo Bee Geok, Ogata Y., Kwan C., Heckhausen A., Taylor H., Powell T., Morishige C., Young D., Patterson H., Robertson B., Bailey E., Mermoz J., 2012, *Measurement of persistent organic pollutants (POPs) in plastic resin pellets from remote islands: toward establishment of background concentrations for International Pellet Watch*, in *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 64 (2), pp. 445-448. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.11.004>

ICES, 2018, *Interim Report of the Working Group on Marine Litter (WGML)*, ICES CM 2018/HAPISG:10, Copenhagen, Danimarca.

<http://ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Expert%20Group%20Report/HAPISG/2018/01%20WGML%20-%20Report%20of%20the%20Working%20Group%20on%20Marine%20Litter.pdf>

IPCC, 2014, *Climate change: Synthesis report. Contribution of working groups I, II and III to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*, Geneva, Svizzera.

[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/AR5\\_SYR\\_FINAL\\_Front\\_matters.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/AR5_SYR_FINAL_Front_matters.pdf)

Isobe A., Kubo K., Tamura Y., Kako S., Nakashima E., Fujii N., 2014, *Selective transport of microplastics and mesoplastics by drifting in coastal waters*, in *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 89, pp. 324-330. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.09.041>

Ivar do Sul J.A., Barnes D.K.A., Costa M.F., Convey P., 2011, *Plastics in the Antarctic environment: Are we looking only at the tip of the iceberg?*, in *Oecologia Australis*, Vol. 15 (1), pp. 150-170. <http://doi.org/10.4257/oeco.2011.1501.11>

Ivar do Sul J.A., Costa M.F., 2014, *The present and future of microplastic pollution in the marine environment*, in *Environmental Pollution*, Vol. 185, pp. 352-364.

<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.10.036>

Jambeck J.R., Geyer R., Wilcox C., Siegler T.R., Perryman M., Andrady A., Narayan R., Law K.L., 2015, *Plastic waste inputs from land into the ocean*, in *Science*, Vol. 347 (6223), pp. 768-771. <http://doi.org/10.1126/science.1260352>

Karlsson T.M., Arneborg L., Broström G., Almroth B.C, Gipperth L., Hassellöv M., *The unaccountability case of plastic pellet pollution*, 2018, in *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 129, pp. 52-60. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.01.041>

Kawai K. e Tasaki T., 2016, *Revisiting estimates of municipal solid waste generation per capita and their reliability*, in *Journal of Material Cycles and Waste Management*, Vol. 18 (1), pp. 1-13. <http://doi.org/10.1007/s10163-015-0355-1>

Kaza S., Yao L., Bhada-Tata P., Van Woerden F., 2018, *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*, World Bank, Washington DC, USA.

<https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1329-0>

Krelling A.P., Williams A.T., Turra A., 2017, *Differences in perception and reaction of tourist groups to beach marine debris that can influence a loss of tourism revenue in coastal areas*, in *Marine Policy*, Vol. 85, pp. 87-99.

<https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.08.021>

Kubowicz S., Booth A.M., 2017, *Biodegradability of Plastics: Challenges and Misconceptions*, in *Environmental Science Technology*, Vol. 51, pp. 12058-12060.

<https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acs.est.7b04051?rand=2ksqjc65>

Law K.L., 2017, *Plastics in the Marine Environment*, in *Annual Reviews Marine Science*, Vol. 9, pp. 205-229. <http://doi.org/10.1146/annurev-marine-010816-060409>

Lebreton L., van der Zwet J., Damsteeg J.W., Slat B., Andrady A., Reisser J., 2017, *River plastic emissions to the world's oceans*, in *Nat. Commun.*, Vol. 8, e15611.

<http://doi.org/10.6084/m9.figshare.4725541>

Lebreton L., Slat B., Ferrari F., Sainte-Rose B., Aitken J., Marthouse R., Hajbane S., Cunsolo S., Schwarz A., Levivier A., Noble K., Debeljak P., Maral H., Schoeneich-Argent

R., Brambini R., Reisser J., 2018, *Evidence that the Great Pacific Garbage Patch is rapidly accumulating plastic*, in *Scientific Reports*, Vol. 8, e4666.

<https://doi.org/10.1038/s41598-018-22939-w>

Lebreton L., Andrady A., 2019, *Future scenarios of global plastic waste generation and disposal*, in *Palgrave Communications*, Vol. 5 (6).

<https://doi.org/10.1057/s41599-018-0212-7>

Legambiente, 2019, *Beach litter: Indagine sui rifiuti nelle spiagge italiane* (a cura di Carpentieri S., Colombo L., Di Vito S., Grasso P., Merlo V., Scocchera E.).

[https://www.legambiente.it/wp-content/uploads/dossier\\_beachlitter2019.pdf](https://www.legambiente.it/wp-content/uploads/dossier_beachlitter2019.pdf)

Leggett C., Scherer N., Curry M., Bailey R., 2014, *Assessing the Economic Benefits of Reductions in Marine Debris: A Pilot Study of Beach Recreation in Orange County, California. Final Report: June 15 2014*, in *National Oceanic and Atmospheric Administration*, Cambridge, USA.

[https://marinedebris.noaa.gov/sites/default/files/publications-files/MarineDebrisEconomicStudy\\_0.pdf](https://marinedebris.noaa.gov/sites/default/files/publications-files/MarineDebrisEconomicStudy_0.pdf)

Leite A.S., Santos L.L., Costa Y., Hatje V., 2014, *Influence of proximity to an urban center in the pattern of contamination by marine debris*, in *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 81, pp. 242-247. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.01.032>

Letcher M., Vallero D.A., 2019, *Waste: A Handbook for Management*, Academic Press, Cambridge, UK,.

Liubartseva S., Coppini G., Lecci R., Creti S., 2016, *Regional approach to modeling the transport of floating plastic debris in the Adriatic Sea*, in *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 103 (1–2), pp. 115-127. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.12.031>

Liubartseva S., Coppini G., Lecci R., Clementi E., 2018, *Tracking plastics in the Mediterranean: 2D Lagrangian model*, in *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 129 (1), pp. 151-162. <http://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.02.019>

Marchetto D., Lattella A., Pojana G., 2017, *Le Microplastiche nell'Ambiente Marino*, in *La Chimica e l'Industria Online*, Società Chimica Italiana, Vol. 1, pp. 18-25.

<http://dx.medra.org/10.17374/CI.2017.99.1.18>

MARILISCO, 2013, *Rifiuti solidi in mare (Marine Litter): problemi e possibili soluzioni* (a cura di Alcaro L.).

[http://www.marlisco.eu/tl\\_files/marlisco/Video-Contest/Downloads/Rifiuti\\_Solidi\\_In\\_Mare.pdf](http://www.marlisco.eu/tl_files/marlisco/Video-Contest/Downloads/Rifiuti_Solidi_In_Mare.pdf)

Marin V., Palmisani F., Ivaldi R., Dursi R., Fabiano M., 2009, *Users' perception analysis for sustainable beach management in Italy*, in *Ocean & Coastal Management*, Vol. 52 (5), pp. 268-277. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2009.02.001>

Mason S.A., Garneau D., Sutton R., Chu Y., Ehmann K., Barnes J., Fink P., Papazissimos D., Rogers D. L., 2016, *Microplastic pollution is widely detected in US municipal wastewater treatment plant effluent*, in *Environmental Pollution*, Vol. 218, pp. 1045-1054. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.08.056>

Matsuoka T., Nakashima T., Nagasawa N., 2005, *A review of ghost fishing: scientific approaches to evaluation and solutions*, in *Fisheries Science.*, Vol. 71, pp. 691-702. <http://doi.org/10.1111/j.1444-2906.2005.01019.x>

Micallef A., Williams A.T, 1999, *User preferences and priorities on Maltese beaches: findings and potential importance for tourism*, in *Coastal Environmental Management* (a cura di Randazzo G.), EUCC-Italy.

Millet H., Vangheluwe P., Block C., Sevenster A., Garcia L., Antonopoulos R., 2019, *The Nature of Plastics and Their Societal Usage*, in *Plastic and Environment* (a cura di Harrison R.M., Hester R.E.), Royal Society of Chemistry, Londra, UK, pp. 1-20. <http://doi.org/10.1039/9781788013314-00001>

Moore C.J., Moore S.L., Leecaster M.K., Weisberg S.B., 2001, *A comparison of plastic and plankton in the north pacific central gyre*, in *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 42 (12), pp. 1297-1300. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(01\)00114-X](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(01)00114-X)

Morgan R., Williams A.T, 1995, *Socio-demographic parameters and user priorities at Gower beaches, UK*, in *Directions in European Coastal Management* (a cura di Healy M.G. e Doody J.P.), EUCC & Samara Publishing, Tresaith, UK, pp.83-90.

Morris, J.R., 1980, *Floating plastic debris in the Mediterranean*, in *Marine Pollution Bulletin* (11), p. 125.

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*, in *Waste Management* 49, 483-490.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2015.12.010>

NOAA, 2013, *Marine Debris Monitoring and Assessment: Recommendations for Monitoring Debris Trends in the Marine Environment*, NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-46 (a cura di Lippiatt S., Opfer S., Arthur C.).  
<https://marinedebris.noaa.gov/sites/default/files/Lippiatt%20et%20al%202013.pdf>

Ocean Conservancy, 2010, *A rising tide of ocean debris. 2009 Report*, Washington DC, USA.

OSPAR, 2010, *Guideline for Monitoring Marine Litter on the Beaches in the OSPAR Maritime Area*.  
[https://www.ospar.org/ospar-data/10-02e\\_beachlitter%20guideline\\_english%20only.pdf](https://www.ospar.org/ospar-data/10-02e_beachlitter%20guideline_english%20only.pdf)

Panti P., Bains M., Lusher A., Hernandez-Milan G., Bravo Rebolledo E.L., Unger B., Syberg K., Simmonds M.P., Fossi M.C., 2019, *Marine litter: One of the major threats for marine mammals. Outcomes from the European Cetacean Society workshop*, in *Environmental Pollution*, Vol. 247, pp.72-79. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.01.029>

Pettipas S., Bernier M., Walker T.R., 2016, *A Canadian policy framework to mitigate plastic marine pollution*, in *Marine Policy*, Vol. 68, pp. 117-122.  
<https://doi.org/10.1016/j.marpol.2016.02.025>

Pham C.K., Ramirez-Llodra E., Alt C.H., Amaro T., Bergmann, M., Canals M., Davies J., Duineveld G., Galgani F., Howell K.L., Veerle A. I. Huvenne, Isidro E., Jones D.O.B., Lastras G., Morato T., Nuno Gomes-Pereira J., Purser A., Stewart H., Tojeira I., Tubau X., Van Rooij D., Tyler P.A., 2014, *Marine litter distribution and density in european seas, from the shelves to deep basins*, in *PloS ONE*, Vol. 9 (4), e95839.  
<http://doi.org/10.1371/journal.pone.0095839>

PlasticsEurope, 2018, *Plastics - the Facts 2018: An analysis of European plastics production, demand and waste data*.  
<https://www.plasticseurope.org/it/resources/publications/619-plastics-facts-2018>

Poeta G., Conti L., Malavasi M., Battisti C., Acosta A.T.R., 2016, *Beach litter occurrence in sandy littorals: The potential role of urban areas, rivers and beach users in central Italy*, in *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Vol. 181, pp. 231-237.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2016.08.041>

Portman M.E., Brennan R.E, 2017, *Marine litter from beach-based sources: Case study of an Eastern Mediterranean coastal town*, in *Waste Management*, Vol. 69, pp. 535-544.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2017.07.040>

Prevenios M., Zeri C., Tsangaris C., Liubartseva S., Fakiris E., Papatheodorou G., 2018, *Beach litter dynamics on Mediterranean coasts: Distinguishing sources and pathways*, in *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 129, pp. 448-457.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.10.013>

Rillig M.C., 2012, *Microplastic in terrestrial ecosystems and the soil*, in *Environmental Science Technology*, Vol. 46 (12), pp. 6453-6454. <https://doi.org/10.1021/es302011r>

Rochman C.M., 2015, *The Complex Mixture, Fate and Toxicity of Chemicals Associated with Plastic Debris in the Marine Environment*, in *Marine Anthropogenic Litter* (a cura di Bergmann M., Gutow L., Klages M.), Springer, Londra, UK, pp. 117-140.

<http://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3>

Ryan P.G., Moore C.J, Van Franeker J.A., Moloney C., 2009, *Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment*, in *Philosophical Transactions of The Royal Society B Biological Sciences*, Vol. 364 (1526), pp. 1999-2012.

<http://doi.org/10.1098/rstb.2008.0207>

Ryan, P.G., 2013, *A simple technique for counting marine debris at sea reveals steep litter gradients between the Straits of Malacca and the Bay of Bengal*, in *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 69 (1-2), pp. 128-136. <http://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.01.016>

Ryan P.G., 2015, *A Brief History of Marine Litter Research*, in *Marine Anthropogenic Litter* (a cura di Bergmann M., Gutow L., Klages M.), Springer, Londra, UK, pp. 1-25.

<http://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3>

Santos I.R., Friedrich A.C., Wallner-Kersanach M., Fillmann G., 2005, *Influence of socio-economic characteristics of beach users on litter generation*, in *Ocean & Coastal Management*, Vol. 48 (9), pp. 742-752.

<http://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2005.08.006>

Sharma S., Chatterjee S., 2017, *Microplastic pollution, a threat to marine ecosystem and human health: a short review*, in *Environmental Science and Pollution Research.*, Vol. 24, pp. 21530-21547.

<http://doi.org/10.1007/s11356-017-9910-8>

Suaria G., Avio C.G., Mineo A., Lattin G.L., Magaldi M.G., Belmonte G., Moore C.J., Regoli F., Aliani S., 2016, *The Mediterranean Plastic Soup: synthetic polymers in Mediterranean surface waters*, in *Scientific Reports*, Vol. 6 (37551).

<https://doi.org/10.1038/srep37551>

Surfrider Foundation Europe, 2018, *Enough Excuses: Time for Europe to act against plastic bag pollution*.

[https://www.surfrider.eu/wp-](https://www.surfrider.eu/wp-content/uploads/2017/06/report_EUMemberStateslegislations_PlasticBags_web_en.pdf)

[content/uploads/2017/06/report\\_EUMemberStateslegislations\\_PlasticBags\\_web\\_en.pdf](https://www.surfrider.eu/wp-content/uploads/2017/06/report_EUMemberStateslegislations_PlasticBags_web_en.pdf)

Thevenon F., Carroll C., Sousa J. (a cura di), 2014, *Plastic Debris in the Ocean: The Characterization of Marine Plastics and their Environmental Impacts, Situation Analysis Report*, IUCN, Gland, Svizzera. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2014.03.en>

Thompson R.C., Swan S.H., Moore C.J., vom Saal F.S., 2009, *Our Plastic Age*, in *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, Vol. 364, pp. 1973-1976.

<http://doi.org/10.1098/rstb.2009.0054>

Thompson R.C., 2015, *Microplastics in the Marine Environment: Sources, Consequences and Solutions*, in *Marine Anthropogenic Litter* (a cura di Bergmann M., Gutow L., Klages M.), Springer, Londra, UK, pp. 185-200.

Tomás J., Guitart R., Mateo R., Raga J.A., 2002, *Marine debris ingestion in loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, from the Western Mediterranean*, in *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 44 (3), pp. 211-216. [http://doi.org/10.1016/S0025-326X\(01\)00236-3](http://doi.org/10.1016/S0025-326X(01)00236-3)

Tudor D.T., Williams A., 2003, *Public Perception and Opinion of Visible Beach Aesthetic Pollution: The Utilisation of Photography*, in *Journal of Coastal Research*, Vol. 19 (4), pp. 1104-1115. <https://www.jstor.org/stable/4299252>

UE, 2008, *Direttiva 2008/98/EC del Parlamento Europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008 relativa ai rifiuti e che abroga alcune Direttive*.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/HTML/?uri=CELEX:32008L0098&from=EN>

UNEP, 2016, *Marine plastic debris and microplastics - Global lessons and research to inspire action and guide policy change*, United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya.

<https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/17561/Marine%20Plastic%20Debris%20and%20Microplastic%20Technical%20Report%20Advance%20Copy.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

UNEP, 2018, *Single-Use Plastics: A Roadmap for Sustainability* (a cura di Giacobelli C.), United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya.

<https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/25496>

UNEP, 2019, *Legal Limits on Single-Use Plastics and Microplastics: A Global Review of National Laws and Regulations* (a cura di Excell C., Salcedo-La Viña C., Worker J., Moses E.), United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya.

<https://www.unenvironment.org/resources/publication/legal-limits-single-use-plastics-and-microplastics-global-review-national>

UNEP/MAP, 2016, *Integrated Monitoring and Assessment Programme of the Mediterranean Sea and Coast and Related Assessment Criteria*, UNEP/MAP, Athens, Greece.

UNEP e National Oceanic and Atmospheric Administration, 2015, *The Honolulu Strategy: A Global Framework for Prevention and Management of Marine Debris*.

<https://www.unenvironment.org/resources/report/honolulu-strategy-1>

UN Environment, 2017, *Marine Litter Socio Economic Study*, United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya.

[https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/26014/Marinelitter\\_socioeco\\_study.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/26014/Marinelitter_socioeco_study.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

UN Environment, 2018, *Mapping of Global Plastics Value Chain and Plastics Losses to the Environment (With a Particular Focus on Marine Environment)* (a cura di Wyberg M., Laurent A., Hauschild M.), United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya.

<https://gefmarineplastics.org/files/2018%20Mapping%20of%20global%20plastics%20value%20chain%20and%20hotspots%20-%20final%20version%20r181023.pdf>

Van Cauwenberghe L, Janssen C.R, 2014, *Microplastics in bivalves cultured for human consumption*, in *Environmental Pollution*, Vol. 193, pp. 65-70.

<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.06.010>

van Sebille E., 2015, *The oceans' accumulating plastic garbage*, in *Physics Today*, Vol. 68 (2), pp. 60-62. <http://doi.org/10.1063/PT.3.2697>

Vaz B., Williams A.T., Pereira da Silva C., Phillips M., 2009, *The importance of users' perception for beach management*, in *Journal of Coastal Research*, Vol. 56, pp. 1164-1168.

<https://www.jstor.org/stable/25737970>

Venrick E.L., Backman T.W., Bartram W.C., Platt C.J., Thornhill M.S., Yates R.E., 1972, *Man-made objects on the surface of the Central North Pacific Ocean*, in *Nature* (241), p. 271. <https://www.nature.com/articles/241271a0>

Verma V., Vinoda K.S., Papireddy M., Gowda A.N.S., 2016, *Toxic Pollutants from Plastic Waste- A Review*, in *Procedia Environmental Sciences*, Vol. 35, Pages 701-708.

<https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.07.069>

Villarrubia-Gómez P., Cornell S.E., Fabres J., 2018, *Marine plastic pollution as a planetary boundary threat – The drifting piece in the sustainability puzzle*, in *Marine Policy*, Vol. 96, pp. 213-220. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.11.035>

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 e ISPRA.

[http://www.isprambiente.gov.it/files2017/notizie/FinalMLAsalonia\\_final.pdf](http://www.isprambiente.gov.it/files2017/notizie/FinalMLAsalonia_final.pdf)

Vlachogianni T., Fortibuoni T., Ronchi F., Zeri C., Mazziotti C., Tutman P., Bojanić Varezić D., Palatinus A., Trdan Š., Peterlin M., Mandić M., Markovic O., Prvan M., Kaberi H., Prevenios M., Kolutari J., Kroqi G., Fusco M., Scoullou M., 2018, *Marine litter on the beaches of the Adriatic and Ionian Seas: An assessment of their abundance, composition and sources*, in *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 131, Part A, pp. 745-756.

<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.05.006>

Wilcox C., van Sebille E., Hardesty B.D., 2015, *Threat of plastic pollution to seabirds is global, pervasive, and increasing*, in *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Vol. 112 (38), pp. 11899-11904.

<https://doi.org/10.1073/pnas.1502108112>

Williams A.T., Micallef A., 2009, *Beach Management: Principles and practices*, Earthscan, Londra, UK.

Williams A.T., Rangel-Buitrago N.G., Anfuso G., Cervantes O., Botero C.M., 2016, *Litter impacts on scenery and tourism on the Colombian north Caribbean coast*, in *Tourism Management*, Vol. 55, pp. 209-224. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2016.02.008>

WIOMSA, 2018, *Guideline to Marine Litter Monitoring*.  
<https://www.wiomsa.org/wp-content/uploads/2018/09/Guide-on-Marine-Litter-FINAL.pdf>

World Economic Forum, 2016, *The new plastics economy: Rethinking the future of plastics.*, World Economic Forum, Geneva, Svizzera.

Xanthos D., Walker T.R., 2017, *International policies to reduce plastic marine pollution from single-use plastics (plastic bags and microbeads): A review*, in *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 118, pp. 17–26. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.02.048>

Yadav P., Samadder S.R., 2017, *A global prospective of income distribution and its effect on life cycle assessment of municipal solid waste management: a review*, in *Environmental Science and Pollution Research*, Vol. 24 (10), pp. 9123-9141.  
<https://doi.org/10.1007/s11356-017-8441-7>

Zacarias D. A., Williams A. T., Newton A., 2011, *Recreation carrying capacity estimations to support beach management at Praia de Faro, Portugal*, in *Applied Geography*, Vol. 31 (3), pp. 1075-1081. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2011.01.020>.

## Sitografia

EU Baltic Sea Region Strategy:

- <https://www.balticsea-region-strategy.eu>

Eur-Lex:

- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX:52018PC0340>
- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/HTML/?uri=CELEX:32008L0056&from=IT#d1e1011-19-1>
- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32015L0720>

- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX:52018DC0028>
- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32019L0904>

Eunomia:

- <https://www.eunomia.co.uk/reports-tools/plastics-in-the-marine-environment/>

Eurostat:

- <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/pdfscache/1183.pdf>

European BioPlastic:

- <https://www.european-bioplastics.org/bioplastics/materials/>

European Commission:

- [https://ec.europa.eu/environment/marine/international-cooperation/regional-sea-conventions/barcelona-convention/index\\_en.htm](https://ec.europa.eu/environment/marine/international-cooperation/regional-sea-conventions/barcelona-convention/index_en.htm)

International Maritime Organization (IMO):

- [http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-\(MARPOL\).aspx](http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-(MARPOL).aspx)
- <http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/LCLP/Documents/PROTOCOLAmended2006.pdf>
- <http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/LCLP/Pages/default.aspx>

Legambiente:

- <https://www.legambiente.it/>
- [https://www.legambiente.it/wp-content/uploads/dossier\\_beachlitter2019.pdf](https://www.legambiente.it/wp-content/uploads/dossier_beachlitter2019.pdf)

Ospar:

- <https://www.ospar.org/>

PlasticEurope:

- <https://www.plasticseurope.org>
- <https://www.plasticseurope.org/it/resources/publications/619-plastics-facts-2018>
- <https://www.plasticseurope.org/en/about-plastics/what-are-plastics/large-family>

Parlamento Europeo:

- <http://www.europarl.europa.eu/news/it/headlines/society/20181005STO15110/plastica-negli-oceani-i-fatti-le-conseguenze-e-le-nuove-norme-infografica>

Enciclopedia Treccani:

- [http://www.treccani.it/enciclopedia/materie-plastiche\\_%28Enciclopedia-Italiana%29/](http://www.treccani.it/enciclopedia/materie-plastiche_%28Enciclopedia-Italiana%29/)
- <http://www.treccani.it/enciclopedia/nylon/> - consultato il 01.07.2019

UNEP:

- <https://www.unenvironment.org>
- <https://www.unenvironment.org/explore-topics/oceans-seas/what-we-do/working-regional-seas/marine-litter>
- <https://www.unenvironment.org/resources/report/honolulu-strategy-1>

UNEP e GRIDA:

- [https://gridarendal-website-live.s3.amazonaws.com/production/documents/:s\\_document/11/original/MarineLitterVG.pdf?1488455779](https://gridarendal-website-live.s3.amazonaws.com/production/documents/:s_document/11/original/MarineLitterVG.pdf?1488455779)