

PLASTICA: UNA GRANDE FAMIGLIA FRA CHIARI E SCURI

Sebbene nell'uso comune si utilizzi il termine *plastica*, in realtà quella delle *materie plastiche* è una famiglia cui appartiene una gran varietà di polimeri sintetici o semi-sintetici.

Le materie plastiche interessano quasi ogni settore della vita umana, apportando miglioramenti e risparmi sui costi: pur se la loro storia ebbe inizio intorno al 1861 –quando l'inglese Parker brevettò il primo materiale plastico semisintetico a base di nitrato di cellulosa– il loro secolo fu il '900.

Nel 1910 venne brevettata la *bakelite*, nel 1912 venne messo a punto il processo per la produzione del *PVC* (polivinilcloruro) e nel 1913 quello del *cellophane*.

Negli anni '30 iniziò la creazione dell'industria moderna per la produzione della plastica e nel 1935 venne sintetizzato il *nylon* mentre nel 1941 il *PET* (polietilene tereftalato), il cui ingresso nel mondo dell'imballaggio alimentare risale al 1973.

Nel 1945 fu registrato il *teflon* (politetrafluoroetilene) da cui derivò nel 1970 il *Gore-Tex*, entrambi utilizzati per una grande varietà di applicazioni: guarnizioni e isolanti, e tessuti tecnici ad alte prestazioni ([Wikipedia](#))

Negli anni '50 comparve la *formica* e nel 1954 Giulio Natta vinse il Premio Nobel per la scoperta del polipropilene isotattico, prodotto industrialmente come *moplen*; negli anni '60 divenne famosissima una fibra tessile poliestere commercializzata con il nome di *terital*.

I decenni successivi furono quelli dello sviluppo dei *tecnopolimeri* (come il polimetilpentene, le poliimmidi, le resine acetaliche, il policarbonato e molti altri) che si affermarono –e si affermano– per applicazioni sempre più sofisticate grazie alla loro versatilità ([Corepla](#)). Alcuni di questi tecnopolimeri per ingegneria sono dotati di caratteristiche fisico-meccaniche e di resistenza al calore così elevate da consentire loro di sostituire i metalli ([Treccani](#)).

I materiali polimerici puri si distinguono in due categorie: termoplastici e termoindurenti. I termoplastici si ammorbidiscono con il calore e tornano rigidi per raffreddamento, e possono essere modellati e rimodellati molte volte; i termoindurenti si ammorbidiscono per riscaldamento ma, se vengono riscaldati dopo l'indurimento, si carbonizzano.

A questi si aggiungono gli elastomeri, copolimeri che possono essere sia termoplastici che termoindurenti.

In linea generale, le plastiche si ottengono dalla lavorazione del petrolio; in funzione dell'applicazione a cui la materia plastica è destinata vengono aggiunte sostanze ausiliarie quali plastificanti, coloranti, antiossidanti, lubrificanti o elasticizzanti ([Wikipedia](#)).

Produzione, consumo, recupero

Oggi la plastica è il terzo materiale umano più diffuso sulla Terra dopo l'acciaio e il cemento ([Sofidel](#)).

La filiera delle materie plastiche è composta da quattro soggetti: i produttori, i trasformatori, i riciclatori e i produttori delle macchine utilizzate dai primi tre.

Il rapporto [Plastic - the Facts 2020](#), pubblicato dall'associazione europea dei produttori di materie plastiche, riporta dati relativi al 2019 e nel contempo segnala come nell'immediato futuro si registreranno gli effetti della pandemia da Covid-19 sulla filiera.

Ecco i principali dati:

- nel 2019 la produzione di plastica a livello mondiale ha raggiunto 368 milioni di tonnellate, il 31% delle quali prodotte in Cina e il 16% in Europa;
- nel biennio 2018-2019 la domanda a livello europeo è stata di 50,7 milioni di tonnellate, il 40% circa per il mercato dell'imballaggio e il 20% circa per quello delle costruzioni;
- nel periodo 2006-2018 la quantità dei rifiuti di plastica avviati al riciclaggio in Europa è raddoppiata, ma nel 2018 ancora il 25% della plastica post-consumo veniva portata in discarica;
- a livello europeo nel 2018 sono state raccolte 29,1 milioni di tonnellate di plastica post-consumo, di cui 17,8 rappresentate da imballaggi il 42% dei quali riciclati; l'esportazione dei rifiuti di plastica è diminuita del 39% dal 2016 al 2018;
- in Italia nel 2018 sono state raccolte 3,6 milioni di tonnellate di plastica post-consumo, di cui 2,3 milioni facenti capo agli imballaggi (domestici, industriali

e commerciali), il cui riciclaggio ha raggiunto la quota del 44,6% (Fig. 1 e 2).

Il riciclaggio dei rifiuti plastici provenienti dalla raccolta differenziata

La filiera di recupero inizia a livello delle amministrazioni comunali e dei cittadini, il cui comportamento virtuoso consente di migliorare la raccolta delle materie plastiche e di raggiungere gli obiettivi fissati dalla normativa.

La raccolta differenziata dei rifiuti di imballaggi in plastica viene effettuata dal gestore del servizio (generalmente il Comune o un consorzio di Comuni) e i materiali vengono conferiti ai *centri di raccolta* convenzionati con i consorzi di riciclo: questi centri fungono da piattaforma di conferimento e di pressatura (con o senza pre-pulizia) dei rifiuti.

L'attività di selezione degli imballaggi viene effettuata nei *centri di selezione* dove i rifiuti sono sottoposti a selezione automatizzata. I rifiuti viaggiano su nastri ad alta velocità ove potenti soffi d'aria separano gli imballaggi leggeri dai più pesanti; all'interno di un vaglio rotante viene eseguita una selezione di tipo meccanico separando le famiglie di plastiche in funzione della dimensione; intervengono anche i lettori ottici, che eseguono una separazione in base ai polimeri presenti nel prodotto da riciclare e all'eventuale colorazione. Segue poi una cernita manuale di quella piccola parte di rifiuti che le macchine non riescono a separare automaticamente.

I materiali selezionati vengono pressati e legati in balle per poi essere avviati alle vere e proprie operazioni di riciclo (Corepla).

Nel riciclo meccanico il rifiuto plastico, già selezionato per polimero, viene sottoposto a operazioni quali triturazione, depolve-

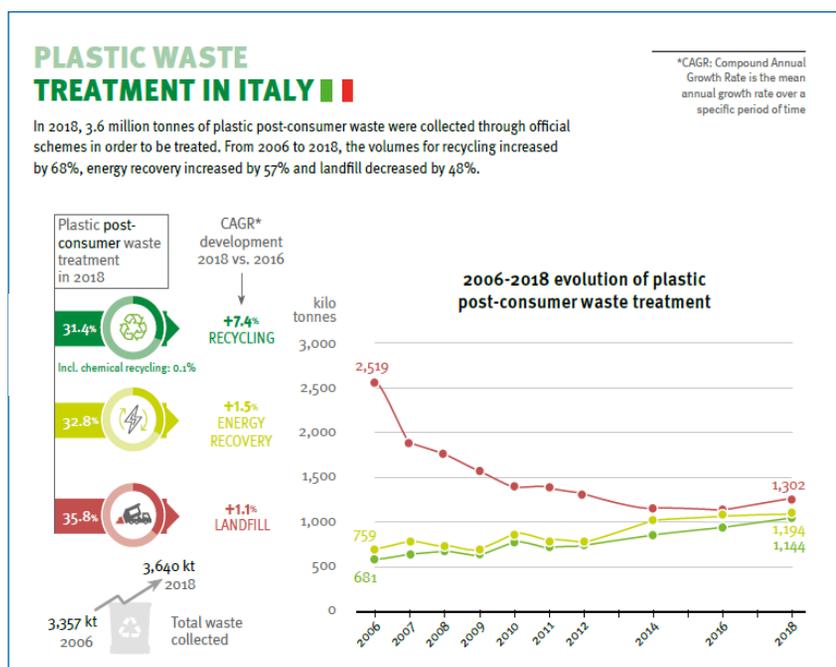


Fig. 1. Andamento del destino della plastica post-consumo in Italia (da Plastic-the Fact 2020).

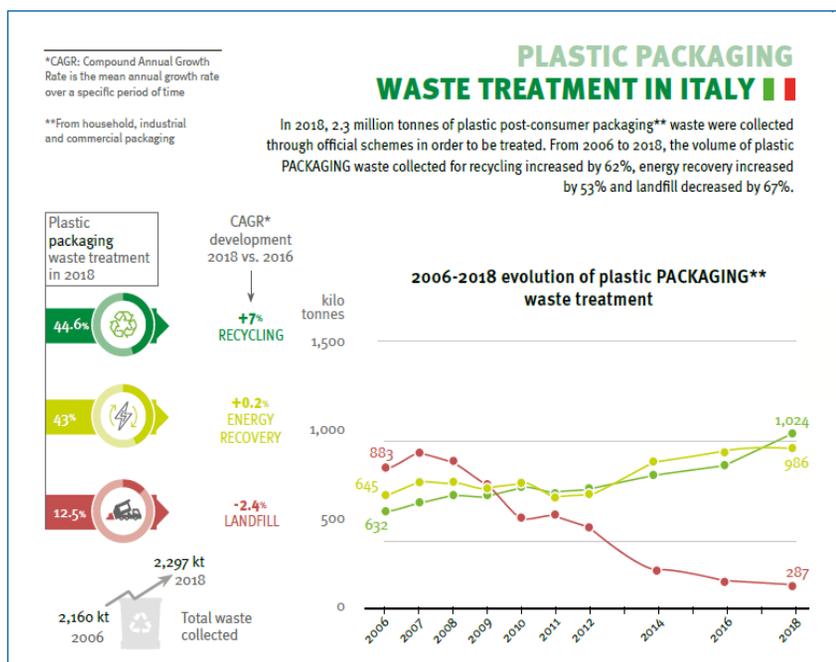


Fig. 2. Andamento del destino degli imballaggi in plastica post-consumo in Italia (da Plastic-the Fact 2020).

razione e lavaggio per generare un materiale chiamato scaglia. Questa viene successivamente trattata nelle macchine granulatrici per l'ottenimento di granuli di plastica

conformi alla serie di norme UNI 10667 "Materie plastiche prime-secondarie".

È evidente che la bontà del risultato del riciclo meccanico di-

pende dal grado di selezione ottenuto e ciò spiega la crescente attenzione nello sviluppo di sistemi industriali in grado di raffinare sempre meglio il materiale plastico.

Le frazioni plastiche non riciclabili derivanti dal processo di selezione costituiscono materiale di scarto non idoneo al recupero di materia; possono però essere sottoposte a recupero energetico negli impianti di produzione di CSS (Combustibile Solido Secondario), che può trovare impiego in impianti (come cementifici, acciaierie o centrali termoelettriche) in sostituzione dei combustibili tradizionali ([arpav](#)). La criticità dell'impiego energetico è legata all'intrusione di plastiche contenenti cloro –come il comune PVC– che ad alte temperature producono diossine; per questo motivo, gli impianti che utilizzano il CSS devono essere caratterizzati da tecnologie di combustione e depurazione dei fumi in grado di rispettare i limiti normativi ([Wikipedia](#)).

Plastica biodegradabile, plastica compostabile, bioplastica

La plastica biodegradabile e quella compostabile possono essere prodotte a partire da materie prime a base biologica oppure fossile, e la plastica a base biologica può essere progettata per essere compostabile o biodegradabile o meno.

La sostenibilità ambientale dei materiali a base biologica dipende dalle tecniche di produzione, dalla durata dei prodotti e dal trattamento post-consumo. E lo stesso vale per le plastiche a base fossile.

A termini di legge, biodegradabilità e compostabilità degli imballaggi sono definite dalla Direttiva 94/62/CE, alcune delle cui lacune interpretative sono sta-

te colmate dalla normativa UNI EN 13432:2002 *Requisiti per imballaggi recuperabili mediante compostaggio e biodegradazione*, normativa su base volontaria armonizzata a livello di Unione Europea ([consulenza-qualità](#)).

I diversi tipi di plastica biodegradabile e compostabile sono progettati per biodegradarsi in determinate condizioni operative: in altre condizioni potrebbero biodegradarsi lentamente o frammentarsi in microplastiche.

Ad esempio, i prodotti in “plastica compostabile industrialmente” sono progettati per degradarsi in condizioni specifiche e controllate negli impianti di compostaggio industriale; potrebbero invece non essere completamente compostabili nelle compostiere domestiche in cui le temperature raggiunte non sono sufficientemente alte e in cui condizioni quali l'umidità e la carica microbica sono molto variabili ([greenreport](#)).

All'interno degli impianti industriali di compostaggio, invece, la presenza di bioplastiche diverse dai sacchetti in bioplastica con cui vengono conferiti i rifiuti organici potrebbe determinare –soprattutto in prospettiva– alcune criticità nella fase di trattamento. Le condizioni e i tempi di compostabilità degli imballaggi in bioplastica potrebbero essere diversi da quelli del materiale organico trattato negli impianti di compostaggio ad oggi esistenti, progettati per trattare prevalentemente rifiuti biodegradabili di cucine e mense e rifiuti biodegradabili di giardini e parchi: ciò potrebbe determinare difficoltà nel successivo utilizzo del compost per la visibile presenza di frazioni bioplastiche non completamente compostate ([greenreport](#)).

Le plastiche biodegradabili e compostabili sono tecnicamente riciclabili, ma attualmente il processo non viene generalmente atti-

vato; esse, inoltre, sono considerate come un'impurità nel processo convenzionale di riciclaggio della plastica ([EEA](#)).

Da una recente [intervista](#) ad un'esperta nel campo dell'uso sostenibile delle risorse e dei rifiuti dell'Agenzia Europea dell'Ambiente è possibile estrapolare tre aspetti principali:

- la riduzione all'origine dei rifiuti di plastica resta la massima priorità;
- occorre individuare i prodotti per i quali è ragionevole utilizzare plastiche biodegradabili o compostabili e i casi in cui questi prodotti potrebbero arrecare più danni che benefici;
- è necessario informare i consumatori perché conoscano tutte queste differenze, e sensibilizzare l'opinione pubblica.

Microplastiche e nanoplastiche

Presenti soprattutto nei mari e nei corsi d'acqua, le microplastiche corrispondono alle particelle di plastica di dimensioni comprese tra 0,1 e 5000 μm , e le nanoplastiche a quelle di dimensioni comprese fra 0,001 e 0,1 μm ([EFSA](#)).

Le microplastiche originano da differenti fonti e possono essere distinte in due categorie: le microplastiche primarie –contaminanti prodotti dall'uso diretto dei materiali da parte dell'uomo– e le microplastiche secondarie, che originano dalla frammentazione dei rifiuti in plastica attraverso l'esposizione prolungata alla luce ultravioletta e l'abrasione fisica. Le nanoplastiche possono derivare da composti di natura industriale oppure dall'ulteriore frammentazione delle microplastiche.

Le forme primarie rappresentano il 15-31% delle microplastiche presenti nell'oceano (e hanno come origini principali il lavaggio dei capi sintetici e l'abrasione degli

pneumatici durante la guida) mentre le forme secondarie rappresentano il 68-81% delle microplastiche presenti nell'oceano.

Le quantità di microplastiche presenti negli ambienti marini sono in aumento; esse possono essere inghiottite dagli animali a livello di tutte le comunità marine, e arrivare nel cibo dell'uomo attraverso la catena alimentare ([Euro-parl](#)).

I frammenti di plastica possiedono proprietà fisiche e idrofobicità superficiale paragonabili a quelle della materia organica sospesa naturale e possono quindi influenzare il destino ambientale degli inquinanti organici persistenti (POP). Grandi quantità di POP idrofobici –inclusi IPA, PCB e PBDE– possono dunque essere captati dalle microplastiche e concentrati di più ordini di grandezza rispetto alle concentrazioni presenti nell'acqua marina. Le microplastiche contaminate rappresentano dunque una via attraverso la quale i POP possono entrare nella rete alimentare marina ([Danieli A., 2020](#)).

In uno studio del 2019 condotto nella baia di Monterey, a sud di San Francisco, sono state raccolte acque a dieci profondità di campionamento (cinque fino a 100 m e altre cinque fino a 1000 m) dimostrando la presenza di microplastiche nell'intera colonna d'acqua: la concentrazione di microplastiche vicino alla superficie del mare è risultata fra le più basse mentre quella a 200 m è risultata la più alta, con 15 particelle per metro³ ([Nature](#)).

Un altro studio del 2020 condotto al largo della Corsica evidenzia come il trasporto, l'accumulo e la potenziale risospensione delle microplastiche siano governati dagli stessi processi che regolano il trasporto e il deposito dei sedimenti più fini, e quindi siano governati dalle correnti marine

profonde. Queste correnti sono le stesse che governano il trasporto dei nutrienti e dell'ossigeno, elementi che condizionano la localizzazione degli hotspots di biodiversità nelle acque più profonde: lo studio ripropone quindi il tema della sovrapposizione tra hotspots di biodiversità marina e di microplastiche ([Science](#)).

Le isole di plastica

I rifiuti che giorno dopo giorno si riversano in mare da tutte le coste del mondo vengono spinti dalle correnti, andando a concentrarsi in determinate zone ove rimangono intrappolati in vortici acquatici: questo meccanismo crea degli accumuli di rifiuti (per lo più plastici) e detriti così densi e grandi da sembrare vere e proprie isole.

I rifiuti e i detriti che costituiscono queste isole sono di varia natura e dimensione: le microplastiche sono particolarmente dannose ma anche i rifiuti più grandi possono determinare gravi danni alla fauna marina ([viviamosostenibile](#)).

Le isole di plastica che nel mondo hanno raggiunto dimensioni allarmanti sono almeno sei: due sono nell'Oceano Atlantico (una a nord e una a sud), due nell'Oceano Pacifico (una a nord e una a sud), una nell'Oceano Indiano e una nel Mare di Barents.

La più nota –e più grande e più vecchia– è la *Great Pacific Garbage Patch* (o *Pacific Trash Vortex*), la cui estensione viene spesso paragonata a quella della Penisola Iberica. Si trova nel Pacifico tra la California e l'Arcipelago Hawaiano e si sposta seguendo la corrente oceanica del vortice subtropicale del Nord Pacifico; la plastica è assolutamente prevalente, ma sono presenti anche metalli leggeri e residui organici in decomposizione ([CorriereInnovazione](#)).

Anche il Mar Mediterraneo è colpito da questo problema: secondo gli studi dell'IFREMER (Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la MER) tra l'isola d'Elba e la Corsica è possibile intravedere un'isola di plastica temporanea lunga parecchi chilometri: essa si forma ciclicamente a seconda delle correnti del mare (che nel Mediterraneo hanno un andamento stagionale), persiste da poche settimane a qualche mese per poi scomporsi ([francebleu](#)).

Per studiare il fenomeno dei rifiuti in mare, a livello europeo è stato istituito uno specifico Gruppo Tecnico nell'ambito della strategia comune di implementazione della *Marine Strategy Framework Directive*. Tale Gruppo rende disponibili numerosi documenti tecnici che spaziano dall'identificazione dei rifiuti in mare ai danni che essi determinano, dal monitoraggio dei rifiuti portati al mare dai fiumi alla contaminazione delle spiagge ([jrc](#)).

Da molti anni i rifiuti plastici in mare sono causa di morte per gli animali marini. Ecco un piccolo esempio: nel lontano 1984 un capodoglio maschio di circa 10 anni –occasionalmente presente nelle poco profonde acque dell'Adriatico– si spiaggiò sulla battigia di Silvi (TE); il capodoglio fu rimesso vivo in mare e si allontanò nuotando autonomamente. Il giorno successivo fu rinvenuto senza vita e le cause della morte furono attribuite alla presenza nello stomaco di notevoli quantità di rifiuti in materiale plastico e di spezzoni di reti da pesca in materiale sintetico; fu perfino ritrovato un proiettile nello sfiatatoio ([Torre del Cerrano](#)).

La bonifica in acqua

Liberare gli oceani e i mari dai rifiuti di plastica estraendo

grossi quantitativi di scarti è una sfida già iniziata. Non sembra però realistico pensare a una pulizia completa in quanto moltissima plastica si trova sotto la superficie dell'acqua fino ad elevate profondità; non sembra inoltre prospettarsi a breve una soluzione per recuperare le microplastiche, operazione probabilmente impossibile a causa della vastità del fenomeno e delle dimensioni delle particelle.

Questa carrellata non esaustiva descrive otto proposte.

– Il sistema più noto è quello ideato dall'organizzazione senza scopo di lucro *The Ocean Cleanup*, rappresentato da una barriera galleggiante; dopo tre anni di tentativi senza successo e molte modifiche al sistema sperimentale, recentemente sta finalmente raccogliendo i primi risultati positivi.

Si tratta di una grande barriera galleggiante che, trasportata dai venti e dalle correnti, passa attraverso le isole di plastica e rifiuti; per raccogliere quanto più materiale possibile, è dotata di una fitta rete che raggiunge i tre metri di profondità. La barriera viene trainata da un rimorchiatore fino al punto desiderato, e nel momento in cui viene sganciata assume la forma a U; dopo alcune settimane di raccolta il rimorchiatore torna a richiudere la rete galleggiante e traina i rifiuti raccolti per il successivo trattamento ([ilpost](#)).

Questa proposta ha suscitato numerose critiche a causa del fatto che potrebbe determinare rischi per la fauna marina. La barriera potrebbe infatti simulare i risultati del FAD (Fish Aggregating Device), il dispositivo utilizzato dai pescatori per aggregare i pesci d'altura verso un'area centrale per poterli catturare più facilmente ([national-geographic](#)).

– Il progetto britannico *Ocean Savour* propone un catamarano lungo 70 metri progettato per individuare, raccogliere e riciclare in situ la plastica oceanica. I materiali plastici vengono raccolti con un apparato che si dispiega sui fianchi dell'imbarcazione (comunque in grado di liberare gli animali accidentalmente catturati); le plastiche vengono immesse in un trasportatore di bordo, triturate finemente, macinate e lavorate attraverso un impianto di gassificazione a plasma che le distrugge completamente (generando emissioni in atmosfera minime); il syngas prodotto viene utilizzato per alimentare la nave, che diviene quindi auto-alimentata ([marinecuc](#)).

– Anche il progetto dell'associazione *The Sea Cleaners* è un'imbarcazione oceanica in grado di raccogliere i macro-rifiuti galleggianti prima che si frammentino: per questo motivo – e per far arrivare meno plastica al largo – l'imbarcazione opererà (presumibilmente a partire dal 2022) prevalentemente alla foce dei fiumi, responsabili di trasportare oltre l'80% della plastica presente in ambiente marino.

Si tratta di un catamarano dalla forma di una manta, alimentato ad energia solare ed eolica, che in navigazione utilizzerà un impianto sonoro per allontanare pesci e cetacei durante le operazioni di raccolta dei rifiuti; a bordo i rifiuti saranno selezionati e compattati e successivamente portati a terra per il riciclaggio ([swissinfo](#); [el-ledecor](#)).

– Anche la proposta *Great Bubble Barrier* è finalizzata a impedire che le plastiche raggiungano il mare attraverso le vie d'acqua terrestri. Consiste semplice-

mente nel posizionare sul fondo del fiume o del canale un tubo forato in cui pompare aria ad elevata pressione, creando così una barriera di bolle; il tubo va posizionato diagonalmente, in modo tale che la plastica galleggiante possa essere incanalata verso la zona di raccolta situata vicino alla riva. La barriera di bolle non infastidisce i pesci e ha inoltre il benefico effetto di ossigenare l'acqua.

Dal 2019 la barriera viene utilizzata ad Amsterdam, in un punto in cui la rete di canali della città sfocia nel lago IJ (il lungomare di Amsterdam); a sua volta, esso è direttamente collegato al Mare del Nord grazie all'omonimo Canale ([thegreatbubblebarrier](#)).

– Paragonabile alla precedente la proposta della start up SEADS (*Sea Defence Solutions*) che prevede l'installazione di barriere galleggianti e rigide progettate per resistere a condizioni di piena e a oggetti di dimensioni rilevanti come i tronchi d'albero, e nel contempo per non interferire con la fauna del fiume e non impedire il passaggio di barche. Le barriere –almeno due per progetto, sfalsate e posizionate in diagonale rispetto al flusso dell'acqua– presentano una parte sommersa per circa un metro sotto il pelo dell'acqua, creano una corrente trasversale al flusso del fiume e trasportano le plastiche verso il bacino laterale di collezione; qui vengono accumulate, raccolte periodicamente e indirizzate verso il riciclo. Le barriere seguono le variazioni di livello dell'acqua, rimanendo efficaci; la struttura è comunque dotata di un sistema di apertura in caso di eventi imprevisti ([tekneco](#)).

Il primo test a scala reale di que-

ste Blue Barriers è stato realizzato nel 2019 sul fiume Lamone e i risultati della raccolta sono stati molto incoraggianti ([sea-defencesolutions](#)).

- La società *Green Tech Solution* propone invece un servizio di pattugliamento sistematico denominato *Litter Hunter*. Si tratta di un sistema integrato per l'identificazione e il recupero dei rifiuti galleggianti composto da tre elementi: il rilevamento in aria mediante droni, il recupero in acqua attraverso imbarcazioni automatizzate (robot marino ad energia elettrica dotato di un filtro di tre metri d'ampiezza), e il coordinamento terrestre (per supervisionare le unità automatiche e verificare le condizioni meteomarine). Ovviamente *Litter Hunter* può essere utilizzato sia in ambito marino che in contesto di acque interne, in particolare per prevenire lo spiaggiamento dei rifiuti solidi galleggianti ([premiobestpractices](#)).

Il sistema è stato utilizzato per la prima volta in campagne svolte sulla Costiera Amalfitana nell'estate del 2019 ([meteoweb](#)).

- Dall'Australia arriva il *Seabin*, cestino della spazzatura marina da posizionare all'interno dei porti e in grado di catturare anche microplastiche e microfibre. Il *Seabin* generalmente viene fissato al pontile con la parte superiore del dispositivo a livello della superficie dell'acqua; gra-

zie al vento e alle correnti l'acqua entra nel bidone ove viene filtrata ed espulsa mediante una pompa elettrica, mentre i rifiuti restano all'interno del contenitore. Se posizionato correttamente un *Seabin* può raccogliere oltre 500 kg di rifiuti all'anno, filtrando 25000 l di acqua all'ora; le operazioni di svuotamento (ogni due settimane) sono molto facili e i rifiuti raccolti vengono conferiti negli appositi contenitori.

Numerosi *Seabin* sono già attivi in Italia da alcuni anni, sia in ambito marino che lacustre e fluviale ([nonsprecare](#)).

- Tutta italiana la proposta del *robot-granchio Silver2* progettato per ripulire i fondali marini dalla microplastica (e che prossimamente verrà dotato di un braccio robotico per raccogliere le macroplastiche). Il robot può scendere fino a 200 m di profondità ed è dotato di sei zampe articolate e molleggiate che gli permettono di saltellare sul terreno senza danneggiarlo e di aggirare gli ostacoli; può essere guidato a distanza grazie a una boa superficiale che riceve i dati e li trasmette al computer dell'operatore; è inoltre dotato di carotatori per raccogliere campioni del fondale ([santanapisa](#)).

Le capacità del robot-granchio sono state saggiate in campo per la prima volta nel 2019, a profondità comprese fra 0,5 e 12 m ([robotics.sciencemag](#)).

Conclusioni

Da oltre cento anni le materie plastiche sono parte integrante della vita umana a livello mondiale, e nel contempo il loro smaltimento rappresenta una delle più grandi sfide ambientali.

Le qualità di questi materiali sono anche la loro condanna: le plastiche non si degradano, ma si possono frammentare in particelle microscopiche che rappresentano una forma di inquinamento molto insidioso.

È quindi necessario lavorare sulla composizione chimica dei materiali e sulla tracciabilità delle categorie polimeriche perché possano essere separate efficacemente in forma pura e possano essere sempre più riciclate.

È soprattutto necessario ridurre all'origine la quantità dei rifiuti di plastica post-consumo.

E per quanto riguarda l'inquinamento del mare non si può non essere d'accordo con quanto sostiene il navigatore francese Yvan Bourgnon: *la soluzione al problema della plastica in mare si trova sulla terraferma*.

Rossella Azzoni
Riccardo Spaggiari

Informazioni sugli autori:

Rossella Azzoni: Socio fondatore ed ex Presidente CISBA, dirigente biologo in quiescenza di ARPA Lombardia; e-mail: ross.azzoni@yahoo.com

Riccardo Spaggiari: Tecnologo alimentare, referente ambientale SABAR RE; e-mail: rcrspg@gmail.com