



Progetto FIRM “Una rete da pesca per la filiera dei rifiuti marini”

Studio per la definizione di una filiera delle materie prime seconde

Misura	1.26 (CUP B29J21003960009)
Data Inizio	11/10/2021
Data Fine	20/02/2023
Autori	Marcella De Martino, Responsabile scientifico (CNR-IMAA) Assunta Martone, Marina d'Antonio (CNR-IRISS) Valentina Castronuovo, Cristian Russello, Anna Volpicelli, Seyed Abolfazl Mohseni (Assegnisti di Ricerca CNR-IRISS)
Monografia	DOI: 10.19257/iriss02 URL: http://eprints.bice.rm.cnr.it/id/eprint/22516 OA - Accesso aperto



Indice del rapporto

1. Introduzione	4
2. Rassegna di studi, progetti e di buone pratiche di riciclo dei rifiuti marini	8
2.1 Iniziative di “Circular Economy” per il riciclo dei rifiuti marini	12
2.2 Buone pratiche di riciclo dei rifiuti marini	15
2.3 Prodotti realizzati dal riciclo dei rifiuti marini	30
3. La raccolta dei rifiuti marini nella Regione Campania: tipologie e quantitativi	35
4. Caratterizzazione chimico fisico e riciclo dei rifiuti marini pescati	40
4.1 Il riciclo meccanico del polietilene tramite estrusione	42
4.2 Il riuso delle reti da pesca	51
5. Impianti di selezione e trattamento delle frazioni secche riciclabili	53
5.1 Esiti delle verifiche e risultati dell’indagine empirica	60
6. Impianti industriali per la produzione di materia prima seconda in Campania	65
6.1 Classificazione delle materie prime seconde (MPS) e fattibilità tecnica	75
7. Prodotti realizzabili dal riciclo dei rifiuti marini	79
7.1 Polimeri da plastica rigenerata	80
7.2 Prodotti da polimeri riciclati	86
7.3 Prodotti dal riciclo dei rifiuti marini	87
8. Sostenibilità economica della filiera dei rifiuti marini	94
9. Conclusioni	99
Allegato 1: Riutilizzo dei polimeri riciclati nel food packaging	103
Riferimenti bibliografici	112





1. Introduzione

La produzione di rifiuti marini, così come il loro smaltimento, è riconosciuta come problema globale con impatti ad ampio raggio anche sull'ambiente marino.

L'OSPAR – la Commissione per la protezione dell'ambiente marino dell'Atlantico nord-orientale - definisce i rifiuti marini (*marine litter*) come “materiale solido che è stato deliberatamente gettato via, abbandonato o perso involontariamente sulle spiagge, sulle coste o in mare, compresi i materiali trasportati nell'ambiente marino dalla terraferma attraverso fiumi, sistemi di drenaggio, fognature o venti. È compreso qualsiasi materiale solido persistente, fabbricato o lavorato”.

Si tratta di rifiuti risultanti da attività umane che si svolgono sia a terra che in mare, il cui ultimo destino è quello di accumularsi nell'ambiente marini.

Si stima che l'80% dei rifiuti presenti nell'ambiente marino provenga prevalentemente dalla terraferma, in particolare da fonti quali discariche, impianti industriali, la pesca, il trasporto marittimo, l'abbandono illegale di materiale, le attività ricreative sulla costa. I materiali che più comunemente compongono i rifiuti marini sono plastica, gomma, carta, metallo, legno, vetro, stoffa, e possono galleggiare sulla superficie del mare, essere trasportati sulle spiagge oppure giacere sui fondali. Nonostante la varietà, gli imballaggi e piccoli oggetti di plastica costituiscono quasi l'80% dei rifiuti marini la cui gestione risulta ancora molto limitata, sebbene l'inquinamento della plastica è stato identificato come uno dei primi 10 problemi ambientali globali emergenti (Peng et al., 2020)

Nel 2016, il Programma delle Nazioni Unite per l'ambiente (UNEP) ha evidenziato che i rifiuti marini non sono solo una minaccia per le specie e gli ecosistemi marini, ma vi è una crescente preoccupazione per il potenziale pericolo per la salute umana e per i notevoli impatti negativi sul benessere umano. Da un punto di vista economico, industrie come il turismo, la pesca, l'acquacoltura ed i trasporti marittimi sono tutte influenzate negativamente; con conseguenti perdite economiche sostanziali per individui, imprese e comunità. Si stima che questo tipo di inquinamento causi, ogni anno, circa \$13 miliardi di danni all'economia.

Per queste ragioni, negli ultimi anni affrontare il problema dei rifiuti marini è diventato un obiettivo prioritario degli Stati membri dell'UE e delle Commissioni regionali per il mare (OSPAR, Barcellona, Bucarest e HELCOM). Le Nazioni Unite, di concerto, chiedono alla maggior parte dei paesi del



mondo di prevenire e ridurre significativamente l'inquinamento marino entro il 2025 (United Nations General Assembly, 2015).

Il piano d'azione dell'UE per l'inquinamento zero, l'economia circolare (compresa la strategia sulle materie plastiche), la direttiva quadro sulla strategia per l'ambiente marino e la direttiva sulla plastica monouso mirano a rendere più efficace il quadro legislativo e la governance dei rifiuti, promuovendo conoscenza, ricerca e innovazione, richiedendo agli Stati Membri di promuovere modelli di sviluppo di economia circolare nei settori della pesca e dell'acquacoltura, con la conseguente riduzione degli impatti all'ambientale causato da un'economia di tipo estrattivo.

Il Progetto FIRM “Filiera Innovativa Rifiuti Marini” nasce con la finalità di contrastare il problema dei rifiuti marini, creando le basi per lo sviluppo di una innovativa filiera dei rifiuti marini nella Regione Campania. Ispirandosi ai modelli di economia circolare, il progetto si focalizza su alcune categorie specifiche di rifiuti - reti da pesca e plastica – e prevede la co-progettazione di una serie di soluzioni innovative in grado di generare valore economico, sociale ed ambientale per l'intero territorio e le comunità locali in una prospettiva di sviluppo sostenibile.

Nel presente documento vengono presentate le attività svolte dal partenariato del progetto FIRM per la creazione di una filiera innovativa dei rifiuti marini nella Regione Campania. Per la co-progettazione delle soluzioni innovative, si è adottato un approccio di lavoro multidisciplinare, grazie al quale i ricercatori del CNR, con competenze complementari, hanno interagito costantemente con le organizzazioni regionali dei pescatori, ed i vari stakeholder locali coinvolti nella gestione del ciclo dei rifiuti marini - quali le amministrazioni comunali, le imprese di smaltimento rifiuti - per sostenere lo sviluppo di partenariati estesi ad altri attori territoriali (impianti di trattamento delle frazioni secche riciclabili ed impianti industriali in grado di riutilizzare la materia prima seconda recuperata in mare). Lo scopo del presente rapporto, quindi, non è solamente quello di raccogliere informazioni utili su quelle che possono essere esperienze positive in materia di recupero del rifiuto marino e di possibile avvio di filiere produttive ma anche quello di stimolare una riflessione sulle possibilità e le opportunità che possono esistere nell'ambito del mercato, tenendo presente che l'attuazione di una filiera del rifiuto marino contiene al suo interno alcuni vincoli di natura tecnologica ed organizzativa. Esiste un vincolo tecnologico e merceologico che riguarda il grado possibile di contaminazione del rifiuto raccolto che rappresenta indubbiamente un aspetto tecnico di cui si deve forzatamente tenere



conto e che ha la potenzialità di guidare il processo di recupero in una direzione specifica, in relazione al grado di contaminazione e/o deterioramento del materiale raccolto. I prodotti potenzialmente ottenibili nell'ambito del processo di costruzione della filiera sono ovviamente caratterizzati da prestazioni funzionali ma non appare secondario il messaggio ambientale che essi veicolano, che può risultare tanto più efficace quanto più si riesce ad identificare e far emergere il legame con l'ambiente marino.

I vincoli di natura organizzativa afferiscono alla possibilità di sviluppare partenariati locali, al fine di sviluppare accordi di filiera per il recupero ed il riciclo dei rifiuti marini. Le attività, a tal riguardo, sono state svolte in collaborazione con la Open Consulting Srl, con cui è stato predisposto uno piano operativo per lo svolgimento di indagini empiriche presso gli impianti di selezione e trattamento delle frazioni secche riciclabili, e degli impianti industriali in grado di riutilizzare le materie prime seconde, principalmente ubicate nella Regione Campania. Le informazioni ottenute, ed in particolare, la disponibilità da parte degli attori industriali locali a collaborare e sperimentare nuove produzioni dal recupero dei rifiuti marini, pone le base per la creazione di una e più filiere dei rifiuti marini, portatrici di un sistema del valore che prescinde dalla sostenibilità economica, grazie ai grandi benefici che esse possono generare in termini ambientali, sociali e culturali.

Il rapporto risulta essere così strutturato, in attività e fasi logicamente collegate, necessarie per poter progettare una filiera innovativa del rifiuto marino, avendo attenzione anche ai fattori di prossimità geografica dei possibili stakeholder con cui stringere rapporti collaborativi:

1. Rassegna degli studi/progetti, e delle buone pratiche di riciclo dei rifiuti marini;
2. La raccolta dei rifiuti marini nella Regione Campania: tipologie e quantitativi;
3. Caratterizzazione chimico fisica di campioni di rifiuti marini da parte dei ricercatori.
4. Individuazione delle innovazioni tecnologie per il riciclaggio della plastica e delle reti da pesca, rispetto ai livelli di contaminazione;
5. Identificazione delle frazioni secche riciclabili sulla base di un monitoraggio preliminare dei materiali raccolti a bordo dei vascelli da pesca;



6. Indagine presso gli impianti industriali in grado di riutilizzare la materia prima seconda recuperata in mare e selezionata presso impianti di trattamento;
7. Prodotti realizzabili con la materia prima seconda generata dal recupero dei rifiuti a mare;
8. Sostenibilità economica della filiera innovativa dei rifiuti marini.

I risultati del presente lavoro sono stati presentati durante il convegno finale “Innovazione, governance e future sfide per la filiera dei rifiuti marini in Campania”, Napoli, 28 febbraio 2023. Esso è stato inoltre condiviso e distribuito alle varie Amministrazioni comunali che hanno partecipato al progetto e a differenti stakeholders locali, al fine di sensibilizzarli e coinvolgerli nel processo di creazione ed attivazione della filiera.



2. Rassegna di studi, progetti e di buone pratiche di riciclo dei rifiuti marini¹

La revisione sistematica di studi e progetti sui rifiuti marini è stata sviluppata con l'obiettivo di individuare alcune delle tipologie di azioni messe in atto in Europa e in alcuni paesi extraeuropei. Sono state, dunque, censite le progettualità e le reti collaborative più ricorrenti fino ad oggi, gli ambiti di ricerca e gli orientamenti di mercato che mostrano approcci ancora embrionali.

Lo studio è stato realizzato sulla base di database prodotti nell'ambito di progetti e su report di ricerca elaborati da Commissioni internazionali che operano in materia di protezione dell'ambiente marino attraverso convenzioni e altri strumenti legislativi. In particolare, in questa sede si è provveduto ad esaminare le informazioni contenute nel "Report of Identification of the initiatives, measures and actions to reduce the presence of litter in the marine environment" (CleanAtlantic, 2021), stilato nell'ambito del progetto Interreg Atlantic Area "CleanAtlantic. Tackling Marine Litter in the Atlantic Area", coordinato dal Department of Control and Management of the Marine Environment and Resources Centro Tecnológico del Mar – Fundación CETMAR, Pontevedra, Spagna e nell'"OSPAR scoping study on best practices for the design and recycling of fishing gear as a means to reduce quantities of fishing gear found as marine litter in the North-East Atlantic" (Ospar, 2020).

Entrambi gli studi hanno identificato le esperienze esistenti in tema di gestione dei rifiuti marini nell'area atlantica rendendole accessibili attraverso database opensource interrogabili e di facile consultazione.

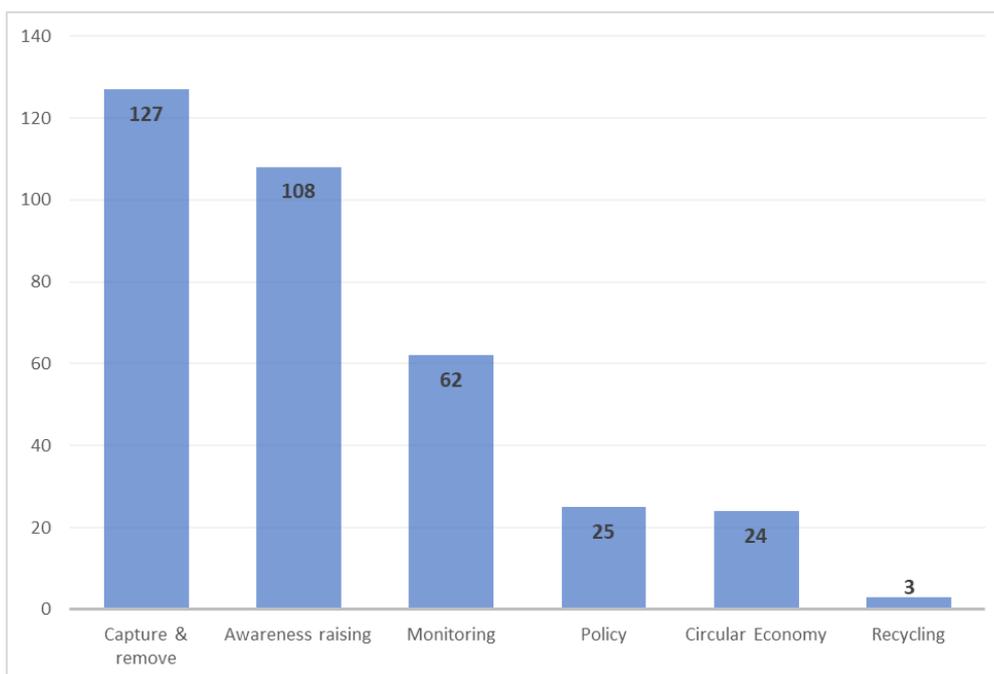
L'analisi dei dati ha rivelato 382 tra studi e progetti che hanno per oggetto la protezione dell'ambiente attraverso il trattamento specifico dei rifiuti marini. Gli stessi sono stati organizzati per categoria di attività, tipologia di attori coinvolti e luogo di attività. In particolare, sono state individuate 6 categorie di attività prevalenti sul totale degli studi e dei progetti censiti: "Capture & remove"; "Awareness raising"; "Circular Economy"; "Monitoring"; "Recycling"; "Policy" (Grafico 1).

La categoria "Capture & remove" comprende progetti e studi che riguardano operazioni di bonifica dei fondali, del galleggiante e delle coste, ideazione e/o utilizzo di strumenti e macchinari digitali di supporto che facilitino le operazioni di pulizia e raccolta o che limitino la dispersione di rifiuti (cestini marea, cassonetti galleggianti, reti, ecc.); la categoria "Monitoring" raggruppa operazioni di indagine

¹ Questa sezione, compreso il paragrafo 1.1 è stato svolto dalla dott.ssa Valentina Castronuovo, assegnista di ricerca CNR-IRISS.

sui rifiuti, valutazioni dell'impatto dei rifiuti marini; ideazione e/o utilizzo di strumenti e attrezzature digitali di supporto per l'osservazione e il monitoraggio dei rifiuti, spedizioni in mare. La categoria "Circular Economy" comprende iniziative dedicate all'organizzazione della catena del recupero e della catena di valorizzazione dei rifiuti recuperati.

Grafico 1. Overview degli studi e dei progetti sulla trattazione dei rifiuti marini analizzati. Totali per categoria.



Fonte: elaborazione su dati CleanAtlantic, 2021 e Ospar, 2020.

La categoria "Policy" comprende azioni di impegno contro l'abbandono dei rifiuti o programmi di investimento per la loro trasformazione, emanate almeno a livello nazionale su iniziativa di un governo o a livello internazionale da parte di un'organizzazione internazionale o una ONG. La categoria "Awareness Raising" comprende attività divulgative, di promozione e campagne educative rivolte al pubblico in genere o a specifici stakeholder così come attività di sensibilizzazione sul campo. La categoria "Recycling" si riferisce agli studi e ai progetti destinati alla riammissione nel ciclo di produzione di nuovi prodotti delle materie prime contenute nei rifiuti marini. Sono sostanzialmente progetti che vedono reti o vecchi attrezzi da pesca recuperati in mare prendere nuova vita all'interno della filiera produttiva. Le attività riferite a questa categoria sono certamente presenti anche all'interno della categoria "Circular Economy" alla quale, però, si è voluto dare uno specifico

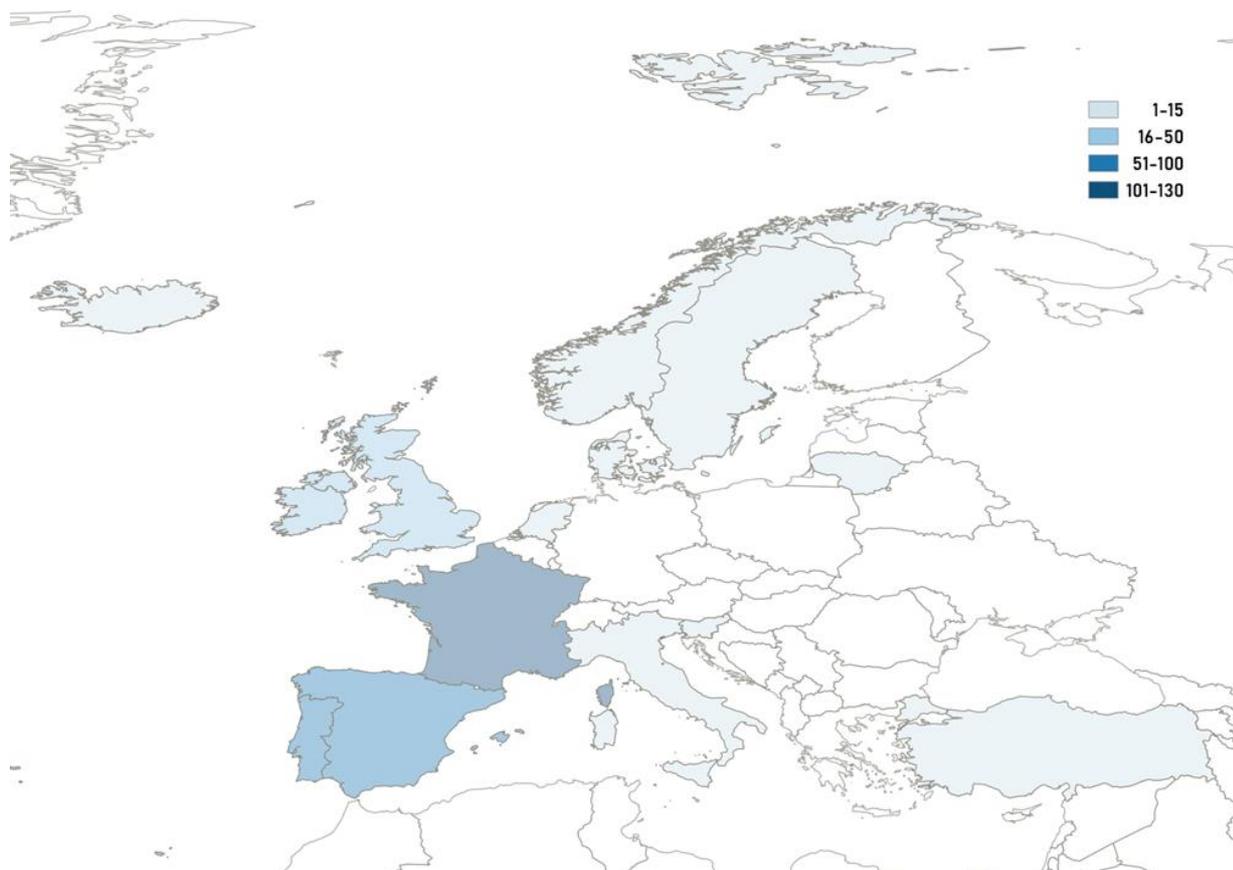
risalto a fronte delle innovazioni tecnologiche individuate in tema di riciclo e trattamento dei rifiuti che estendessero il ciclo di vita dei neo-prodotti, contribuendo a ridurre i rifiuti al minimo.

Dall'analisi dei dati è emerso come il 67% degli studi e dei progetti censiti rientrano nelle categorie di attività "Capture & remove" (36%) e "Awareness raising" (31%). Il 18% dei casi riguarda attività di "Monitoring" e solo l'1% sono attività relative a operazioni di "Recycling".

Le categorie "Policy" e "Circular Economy" rappresentano rispettivamente circa il 7% sul totale.

La distribuzione spaziale degli studi e dei progetti censiti dimostra la presenza di aree geografiche con una progettualità prevalente rispetto ad altre (Grafico 2). La Francia e la Spagna sono i paesi con la presenza di più progetti in corso (rispettivamente 130 e 93) seguiti da Portogallo, Regno Unito e Irlanda.

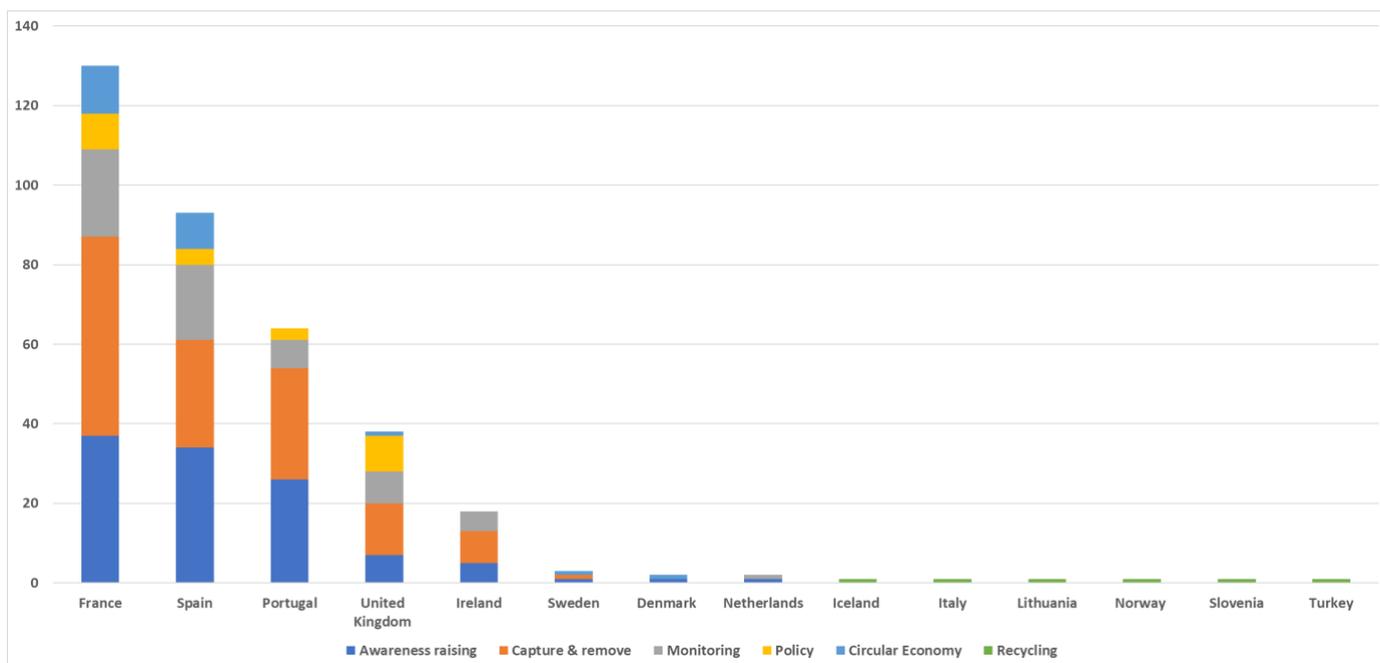
Grafico 2. Distribuzione geografica degli studi e dei progetti sulla trattazione dei rifiuti marini analizzati.



Fonte: elaborazione su dati CleanAtlantic, 2021 e Ospar, 2020.

Gli ambiti di azione prevalenti riguardano “Capture & remove”; “Awareness raising”, seguite da una percentuale copiosa di azioni di “Monitoring”.

Grafico 3. Ambiti di azione degli studi e dei progetti sulla trattazione dei rifiuti marini analizzati per paese.



Fonte: elaborazione su dati CleanAtlantic, 2021 e Ospar, 2020.

In generale, tutti i 14 paesi che rappresentano le aree geografiche di competenza degli studi e delle ricerche analizzati hanno introdotto specifiche misure di sensibilizzazione al problema dei rifiuti marini, introducendo iniziative di "Fishing for Litter" o schemi simili di raccolta e monitoraggio.

Irlanda, Paesi Bassi, Norvegia, Portogallo, Spagna e Regno Unito stanno conducendo attività di educazione e sensibilizzazione per evitare che i rifiuti prodotti dall'industria della pesca diventino rifiuti marini. Belgio, Danimarca, Norvegia e Spagna e hanno introdotto, inoltre, un sistema di tasse indirette per i processi di raccolta e smaltimento dei rifiuti marini in ottemperanza della Direttiva (UE) 2019/883.



2.1 Iniziative di “Circular Economy” per il riciclo dei rifiuti marini

A seguito dell’elaborazione quantitativa dei dati ci si è concentrati sull’approfondimento qualitativo delle soluzioni pertinenti l’economia circolare individuate. Si tratta di attività progettuali, spot o ongoing, che operano per la prevenzione della produzione di rifiuti marini e che innervano soluzioni di governance sostenibile anche come risposta diretta ad indicazioni a carattere legislativo, sviluppate soprattutto grazie all’esistenza di incentivi diretti e regolamentazioni governative (Morseletto, 2020a; Morseletto, 2020b; Biganzoli et al., 2018).

Si tratta di 21 iniziative a carattere prevalentemente privato. Il 38% delle stesse, opera secondo un modello di governance “pubblico-privato”. L’analisi qualitativa delle iniziative è stata approfondita al fine di individuare meccanismi specifici del modello di business attuato, potenzialmente replicabili all’interno de progetto FIRM.

Il mondo pubblico-istituzionale e gli altri attori subnazionali, come le imprese private, sono attori importanti nella mitigazione della crisi ambientale (Bulkeley, 2010; Revi et al., 2014; van der Heijden, 2018; van der Heijden et al., 2018; Kuramochi et al., 2020). Il passaggio dal governo alla governance ha aumentato l’importanza percepita del settore privato e degli approcci partecipativi nella gestione degli affari ambientali spesso basati sulla tessitura di reti e sulla leadership pubblica e privata, incentrata sulla facilitazione anziché sul comando e sul controllo (Bodin, 2017, Heikkinen et al 2022).

L’analisi qualitativa dei progetti orientati ad azioni di economia circolare ha indicato, inoltre, il potenziale *Technology Readiness Level (TRL)*, e cioè il Livello di Maturità Tecnologica degli stessi. Il TRL è una metodologia sviluppata originariamente dalla NASA nel 1974 e successivamente modificata. Essa è basata su una scala di valori da 1 a 9, dove “1” rileva la sola definizione dei principi base e “9”, il valore più alto, dimostra l’utilizzo del sistema tecnologico ideato all’interno di un ambiente operativo.

Nel 2013, l’Organizzazione internazionale per la normazione (ISO)² ha pubblicato un proprio standard per definire i livelli di maturità tecnologica ed i relativi criteri di valutazione.

² ISO 16290:2013 - Systèmes spatiaux - Definition des Niveaux de Maturité de la Technologie (NMT) et de leurs critères d’évaluation

I livelli di Maturità Tecnologica (TRL) secondo la Commissione Europea³ sono:

1. TRL 1 Osservazione dei principi fondamentali
2. TRL 2 Formulazione del concetto della tecnologia
3. TRL 3 Prova di concetto sperimentale
4. TRL 4 Tecnologia convalidata in laboratorio
5. TRL 5 Tecnologia convalidata in ambiente (industrialmente) rilevante
6. TRL 6 Tecnologia dimostrata in ambiente (industrialmente) rilevante
7. TRL 7 Dimostrazione di un prototipo di sistema in ambiente operativo
8. TRL 8 Sistema completo e qualificato
9. TRL 9 Sistema reale provato in ambiente operativo (produzione competitiva, commercializzazione)

Grafico 4. TRL degli studi e dei progetti sui rifiuti marini analizzati – Categoria “Circular”

PROJECT/ACTIVITY NAME	COUNTRY	TYPE OF ACTORS INVOLVED	ORGANISATION/LEAD PARTNER NAME	NETWORK TYPE	TRL
Paddle for plastic	The United Kingdom	NGO	Odyssey Innovation Ltd	Private	1
Amarcrete	France	Port authority	Pôle mer Bretagne Atlantique	Private	5
Fil & Fab	France	SME	Fil et Fab	Public-private	9
Net Sea	France	NGO	Palana Environnement	Private	3
Pechpropre 1 & 2	France	Fishermen	Cooperation Maritime	Private	1
Terre-Mer Chantiers	France	Insertion NGO	Navicule bleue	Public-private	1
MegO!	France	SME	MegO!	Private	9
Reseaclons	France	Fishermen	Seaquarium du Gra u du Roi	Public-private	5
Plastic Odyssey	France	Local authorities	Plastic Odyssey	Private	3
Kokozen	France	SME	Kokozen	Private	9
Bagage Océan	France	Students	Lycée maritime d'Etel	Private	4
Eco-conception de filets de pêche	France	Agency	PNM-EPMO	Public-private	4
SEA®113	France	SME	ICCI SeaBird	Private	4
Upcycling the oceans España	Spain	SME	Fundacion ECOALF	Private	9
REPESCA_PLAS project	Spain	Technological institute	AIMPLAS	Public-private	1
3r-Fish	Spain	Consortium of stakeholders	CETMAR	Public-private	4
Orlegi Sarea	Spain	SME	EKO-REC	Public-private	2
Upcycling the oceans España	Spain	SME	Fundacion ECOALF	Private	9
Urak Dakarreña	Spain	SME	Astore	Private	9
La Fábrica de Coge3	Spain	NGO	Surfruler	Public-private	4
Proyecto REDERAS	Spain	NGO/SME	Oceánidas	Private	2
Sea2See	Spain	NGO	Sea2See	Private	9
Plastix Global A/S	Denmark	Associations, collection and pre-pro	Plastix	Private	9
Fiskereturnen	Sweden	Fisheries Associations	Fiskareföreningen Norden	Private	9

Fonte: elaborazione su dati CleanAtlantic, 2021 e Ospar, 2020.

L'individuazione, su base qualitativa, del TRL dei progetti analizzati rivela un livello generale medio-alto laddove su 24 progetti 9 si attestano sul valore massimo dell'indicatore. Sono progetti/attività orientati prevalentemente al mercato e che hanno già commercializzato prodotti derivati dalla

³ Technology readiness levels (TRL), HORIZON 2020 – WORK PROGRAMME 2018-2020 General Annexes, Extract from Part 19 - Commission Decision C(2017)7124



trasformazione del rifiuto marino e/o delle sue componenti chimico-fisiche riutilizzate come materia prima all'interno del ciclo di produzione di nuovi prodotti. Tra le attività con TRL a valore "9", vi è "Nylo®", coordinata dalla Fil & Fab s.a.s leader francese in processi di riciclo di materiali da pesca, nata a carattere privato ma caratterizzata da una larga rete di attori territoriali. Si tratta di un vero e proprio ecosistema dell'innovazione costruito intorno al problema del mancato riciclo locale delle reti da pesca. Il partenariato che ingloba soggetti del mondo marittimo, pubblico, finanziario e tecnico (tra gli altri, la Regione Bretagna, associazioni della pesca professionale, aree marine protette, comunità di comuni, autorità portuali e associazioni di professionisti) ha risposto a questo problema concentrandosi sul riciclo delle parti in poliammide e recuperando altre parti delle corde per nuove reti da pesca o per altre aziende del riciclo.

Il progetto "REPESCA_PLAS" prevede, invece, il recupero materico di rifiuti plastici prelevati da ambiente marino, la loro caratterizzazione e la loro applicazione per l'ottenimento di prodotti finali attraverso il riciclo meccanico o attraverso trattamenti alternativi deputati all'economia circolare. Il progetto vede la partecipazione di associazioni di categoria, fondazioni private, autorità portuali, aziende di smistamento dei rifiuti, università e laboratori di ricerca e del Ministero per la Transizione Ecologica e la Sfida Demografica spagnolo. È cofinanziato dalla Federazione spagnola dei comuni e delle province (FEMP). Articolato in 4 anni, ha stabilito un modello per la logistica-raccolta, il riciclo e l'ottenimento di prodotti riciclati dalla frazione plastica dei rifiuti marini. È un sistema economicamente sostenibile che si sostiene grazie all'azione congiunta del settore della pesca e dell'industria della plastica (trasformatori e riciclatori).

Sette delle iniziative individuate rivelano, invece, un livello TRL contenuto tra i valori 4 e 5. Si tratta di azioni orientate alla sperimentazione di innovazioni tecnologiche per il trattamento dei rifiuti marini già convalidate in laboratorio o in ambiente industrialmente rilevante.

AMARCRETE è un progetto destinato al recupero delle cime di ormeggio delle navi destinate all'industria del calcestruzzo. Una cima d'ormeggio è costituita da una guaina intrecciata che circonda un'anima composta da diversi materiali nobili come il Kevlar®, da cui l'interesse per il loro riciclo. La disponibilità di una grande quantità di cime d'ormeggio dismesse è stata rilevata dal Grand Port Maritime (GPM) di Nantes Saint-Nazaire. Si tratta di uno studio intrapreso da aziende di settore (tra cui la Chryso, Sermaises, e Malestroit, capofila del progetto) e centri di ricerca che dovrebbero, quindi, rivelare i tipi di calcestruzzo e le potenziali applicazioni in cui queste fibre forniscono un



significativo guadagno meccanico, al fine di sostituire le fibre polimeriche tradizionali. Queste fibre di ormeggio riutilizzate nel calcestruzzo saranno poi testate su scala industriale per le applicazioni individuate.

Altra iniziativa degna di nota è “La Fábrica de Coge3”, un progetto sviluppatosi nella Spagna nord-occidentale in cui aziende, università, gruppi di stakeholder privati e scuole, dopo le attività di raccolta, sensibilizzazione e ricerca, hanno operato per lo sviluppo di alcune macchine per convertire i detriti marini in oggetti utili, in particolare per l’ottenimento di filamenti per stampanti 3D.

Le restanti 8 iniziative si attestano su un TRL incluso tra i valori 1 e 3. Si tratta di iniziative che si sono sviluppate sui principi fondamentali della gestione sostenibile del *marine litter* ma che restano nell’ambito della formazione sperimentale di concetti e/o di prototipi.

2.2 Buone pratiche di riciclo del rifiuto marino

In questa sezione vengono descritte una serie di buone pratiche disponibili sul mercato, sia in termini di produzione di nuova materia prima sia in termini di possibili soluzioni per il progetto FIRM.

Il lavoro è stato organizzato utilizzando una scheda che fornisce informazioni generali riguardo alle varie “iniziative” che possano portare un contributo utile in termini di risultati, procedure di gestione e prodotti, per la costruzione di una filiera legata al *marine litter*. Le informazioni sono state raccolte attraverso una desk analysis, suddividendo le stesse in a) iniziativa di produzione di materia prima seconda e/o prodotti di consumo e b) progetti europei, fornisce indicazioni generali e riferimenti web a cui fare riferimento per ulteriori approfondimenti.

Questa sezione è inoltre corredata di un allegato che raccoglie esempi di beni di consumo che sono stati prodotti a partire da materiale raccolto a bordo delle flotte di pesca e/o spiaggiato. In questo senso appare opportuno specificare fino da adesso che uno dei vincoli che sembra costantemente presente nelle note tecniche che descrivono il prodotto realizzato a partire dal materiale raccolto sembra essere quello dello stato di contaminazione biologica e/o deterioramento dello stesso: spesso la percentuale di materiale risultante da operazioni di recupero risulta relativamente bassa (rispetto al materiale vergine) proprio a causa degli ostacoli tecnologici e conseguentemente economici che risultano dal dover trattare il prodotto raccolto (quota eccessiva di biofouling o eccessivo deterioramento del materiale dovuto a lunghi periodi di immersione e flottaggio).



Iniziativa EUMEPS

Tipologia	Comunicazione tecnica sulle potenzialità del riciclaggio di EPS (polistirolo espanso)
Descrizione	L'iniziativa riguarda il riciclaggio meccanico e chimico di cassette da pesca prodotte in polistirolo espanso (EPS boxes by EUMEPS) ed è coordinata dall'associazione dei produttori europei di polistirene espanso (EUMEPS) Europea. I membri dell'associazione coprono l'intera catena del valore dell'EPS, dai fornitori di materie prime ai convertitori e riciclatori di EPS, oltre a sostenere le industrie, compresi i fornitori di macchinari e additivi. I membri includono singole aziende e 23 associazioni nazionali europee.
Sitografia e commenti relativi	Lo studio del sito (www.eumeps.org) evidenzia le possibilità applicative, anche in riferimento ai vantaggi ambientali (isolamento termico degli edifici, possibilità di realizzazione di nuovo packaging), sottolineando le possibilità di riciclaggio del materiale sia in termini chimici sia in termini meccanici. Il sito è collegato anche a Smart packaging Europe, un'alleanza di aziende grandi e piccole che riflette la diversità dell'industria europea del polistirene espanso (EPS); oltre 1.000 produttori di materie prime, convertitori, fornitori di additivi, riciclatori e produttori di macchinari, la maggior parte delle quali piccole e medie imprese (PMI), che generano un fatturato annuo di oltre 5 miliardi di euro e impiegano direttamente più di 60.000 persone in tutta Europa.



Iniziativa OGYRE

Tipologia	Recupero del marine litter, incentivazione, corretto smaltimento e produzione di beni di consumo
Descrizione	<p>Ogyre, è una startup B Corp che crede nella salvaguardia dei mari e che incentiva i pescatori locali a riportare a riva i rifiuti recuperati durante la loro attività. La definizione di una filiera di produzione di beni di consumo a partire dal marine litter recuperato dalle flotte di pesca e l’incentivazione diretta dei pescatori nell’attività specifica del recupero (“fishing for litter”) sono i punti di forza dell’iniziativa. I prodotti risultanti dall’attività di riciclo del materiale riguardano abbigliamento (giacche termiche, bikini e shorts) e accessori (borracce) prodotti a partire dal materiale plastico raccolto dai battelli da pesca. Inoltre una sezione specifica dell’iniziativa riguarda la collaborazione con Corona, che lavora sulla raccolta, smistamento e corretto smaltimento, oltre al collegamento a una collezione che prende il nome di “Salvamare” (Costumi da bagno, borse da spiaggia, shorts)</p>
Sitografia e commenti relativi	<p>Il sito (www.ogyre.com) illustra il progetto OGYRE che è evidenzia alcuni aspetti specifici del progetto:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 – il meccanismo di incentivazione e supporto dato ai pescatori che raccolgono e depositano in porto il materiale, che viene successivamente preso in consegna da addetti del progetto 2 – i prodotti realizzati che hanno specifici vincoli in termini di percentuale di materiale riciclato utilizzabile, dovuti alla contaminazione organica ed allo stato di degrado del materiale raccolto 3 – viene sottolineata il legame tra prodotti di consumo e azione positiva in termini ambientale (che aumenta il valore aggiunto ambientale del prodotto. 4 – il sito sottolinea inoltre la possibilità di procedere ad un’incentivazione diretta dei pescatori coinvolti nel progetto (Brasile, Indonesia e Italia)



Iniziativa POPSICASE

Tipologia	Produzione di beni di consumo da reti da pesca e rottami di alluminio
Descrizione	<p>L'iniziativa Popsicase (Regenerated plastics from derelict fishing gear) riguarda la realizzazione di custodie per smartphones riciclabili e ottenute da reti da pesca abbandonate e recuperate e rottami di alluminio.</p> <p>Il materiale plastico ottenuto dal recupero delle reti da pesca è chiamato NetViva.</p>
Sitografia e commenti relativi	<p>Il sito (www.popsicase.com) è strutturato in modo da avere la funzione anche di negozio elettronico con custodie per vari modelli e cartella colori diversificata; le realizzazioni sono anche il frutto di collaborazioni con artisti, attivisti ambientalisti, ecc. Il sito evidenzia il legame virtuoso tra l'azione di pulizia del mare ed il fatto che da questa azione si possano realizzare oggetti semplici ma di grande diffusione ed utilità (le custodie degli smartphone) e che questo, dopo la fine del loro ciclo di vita possano essere spedite nuovamente a Popsicase che provvede a recuperarle ulteriormente.</p>



Iniziativa BLUECYCLE

Tipologia	Produzione di complementi d'arredo e giocattoli
Descrizione	<p>BlueCycle (Recycled plastics from shipping and fishing activities) è un'iniziativa di economia blu e circolare che mira a riutilizzare i rifiuti di plastica marina generati dalle attività di navigazione e pesca. Il suo obiettivo è creare nuovo materiale di alta qualità adatto alla reintegrazione nell'industria e esplorare e promuovere un approccio olistico al problema dei rifiuti marini.</p> <p>La materia prima recuperata è trasformata in mobili, accessori per la casa e giochi; il tutto frutto della collaborazione con diversi designers e architetti.</p> <p>Accessori per la casa, giocattoli, contenitori per fiori e piante.</p> <p>Prezzi alti, dal 50% al 70% del materiale riciclato</p>
Sitografia e commenti relativi	https://bluecycle.com/en/



Iniziativa GS4C

Tipologia	Materia prima tessile innovativa
Descrizione	<p>GS4C è una PMI italiana innovativa che si occupa di ricerca e trasferimento tecnologico di materiali compositi sostenibili e riciclabili. L'azienda in Europa distribuisce FILAVA®, una fibra alternativa alla fibra di vetro prodotta dalla belga Isomatex, per uso marittimo. La fibra in questione vuol essere una possibile risposta ai problemi di smaltimento della VTR a fine vita quale materiale da costruzione di scafi da diporto. La fibra è un polimero a base di basalto che può essere riciclato a fine vita in modo molto più agevole della VTR. In generale l'azienda è comunque attiva nella sperimentazione di nuove fibre quale materiale costruttivo per scafi da diporto.</p> <p>Si è scelto di inserire anche questa esperienza nella rassegna delle buone pratiche in quanto, pur non essendo strettamente attinente a quanto analizzato dal progetto e interessando una frazione di materiale diversa, rappresenta comunque un interessante esperienza che intercetta una frazione di materiale che potrebbe rivelarsi critica in termini di approccio di economia circolare e che può costituire anche parte del materiale intercettato dalle flotte di pesca costiera.</p>
Sitografia e commenti relativi	https://gs4c.com/index.html



Iniziativa SEA2SEE

Tipologia	Produzione di beni di consumo
Descrizione	Sea2see progetta e produce Orologi, cinturini, occhiali da sole e montature per occhiali (montature da vista), interamente realizzati con plastica marina riciclata raccolta dai pescatori in Spagna, Francia e Africa occidentale.
Sitografia e commenti relativi	https://www.sea2see.org/

Iniziativa LANKHORST

Tipologia	Produzione di supporti per la portualità turistica
Descrizione	<p>Dal 1975 Lankhorst Recycling Products fornisce prodotti e servizi innovativi che si adattano a un ambiente verde e sostenibile. Oltre a pali in plastica riciclata e assi in plastica, producono anche pontili in plastica completi, palancole in plastica, coperture in plastica, pannelli per facciate in plastica, tavolati in plastica e pontili in plastica.</p> <p>KLP® è il marchio per i prodotti realizzati con plastica riciclata. È l'abbreviazione di Kunststoff (Plastic) Lankhorst Product, garantiscono il materiale come esente da manutenzione.</p> <p>I prodotti in plastica KLP® sono realizzati con materiale riciclato e non trattati chimicamente in alcun modo. Inoltre, se necessario, la plastica sostenibile di KLP® può essere nuovamente riciclata.</p> <p>Prodotti di vario tipo</p> <ul style="list-style-type: none">• Prodotti KLP®• Ingegneria marina• Rivestimento in plastica riciclata• Arredo urbano• Blocchi di fondazione• Applicazioni in giardino
Sitografia e commenti relativi	https://www.lankhorst-recycling.com/en



ECONYL by Aquafil

Tipologia	Produzione di filato nuovo da materiale riciclato
Descrizione	I rifiuti in nylon, come le reti da pesca non più utilizzabili e gli scarti di produzione tessile, destinati allo smaltimento, vengono recuperati e trasformati in un filo nuovo, avente le stesse caratteristiche del nylon ricavato da materia prima standard. La produzione riguarda filo per abbigliamento, filo per tappeti, polimeri come materia prima seconda.
Sitografia e commenti relativi	https://www.aquafil.com/it/



Iniziativa Seaqual

Iniziativa	The Seaqual initiative
Tipologia	
Descrizione	<p>SEAQUAL INITIATIVE è una comunità con una sola voce contro l'inquinamento da plastica. S.I. riunisce individui, organizzazioni e aziende, per aiutare a pulire i nostri oceani, aumentare la consapevolezza sul problema della plastica marina e mettere in luce coloro che stanno lavorando per risolverlo.</p> <p>SEAQUAL® YARN è un filato di poliestere riciclato post-consumo al 100% di alta qualità contenente SEAQUAL® MARINE PLASTIC di SEAQUAL INITIATIVE. SEAQUAL® YARN è quasi identico nelle proprietà fisiche al poliestere vergine ed è disponibile in una varietà di dimensioni e finiture (sia in filamento continuo che in fiocco). SEAQUAL® YARN è utilizzato in una moltitudine di applicazioni, tra cui abbigliamento e accessori, tappezzeria contract e automobilistica, arredamento per la casa e tessuti tecnici. SEAQUAL® YARN contiene circa il 10% di SEAQUAL® MARINE PLASTIC (da rifiuti marini in plastica), il restante 90% è PET post-consumo proveniente da fonti terrestri.</p> <p>FIDIVI (azienda di produzione di filati di Poirino -TO) realizza SEALIFE, un tessuto multifunzionale realizzato in SEAQUAL® YARN, una fibra di poliestere che contiene circa il 10% di plastica recuperata degli oceani e il 90% di plastica post-consumo da fonti terrestri.</p> <p>Upcycled Marine Plastic è fatta da rifiuti marini recuperati da oceani, spiagge, fiumi ed estuari. SEALIFE, realizzato con SEAQUAL® YARN, è certificato GRS (Global Recycled Standard) che garantisce la presenza di materiale riciclato post consumo nel tessuto.</p>
Sitografia e commenti relativi	<p>https://www.seaqual.org/</p> <p>https://www.fidivi.com/news/sealife-il-nostro-tessuto-realizzato-con-seaqual-yarn-il-filato-che-viene-dall-oceano/</p>



Progetto Plasticbuster/LifeMuscles

Tipologia	Progetto Finanziato UE
Descrizione	<p>Il progetto ha l'obiettivo di avviare la transizione verso un modello economico circolare all'interno del settore della produzione di mitili nelle aree interessate attraverso il recupero e il riciclo di calze in polipropilene (PP) utilizzate per l'allevamento di mitili; uno degli scopi è quello di aumentare la sostenibilità del settore dell'allevamento di mitili nelle aree interessate, promuovendo sia la sostituzione delle calze in PP con quelle in biopolimero biodegradabile e compostabile (BP) sia convalidando la fattibilità del riciclaggio meccanico e organico delle calze biopolimeriche (BP).</p> <p>Allo scopo di avviare il processo è stato fornito ai mitilicoltori italiani un impianto di riciclaggio mobile (300 kg/giorno) in grado di operare direttamente presso gli allevamenti di mitili</p>
Sitografia e commenti relativi	<p>https://plasticbusters.unisi.it/muscles/</p> <p>https://lifemuscles.eu/azioni-life-muscles/</p>



Progetto CAP4LITTER

Tipologia	Progetto finanziato UE (Interreg Europe)
Descrizione	<p>CAPonLITTER (Capitalising good coastal practices and improving policies to prevent marine litter) mira a migliorare le politiche e le pratiche che possono aiutare a prevenire i rifiuti marini derivanti dal turismo costiero e dalle attività ricreative. Frazioni chiave di rifiuti, come contenitori in plastica per alimenti e bevande provenienti da stabilimenti balneari ed eventi ricreativi, dovute a comportamenti scorretti dei consumatori ma anche alla mancanza di incentivi e strutture per la prevenzione, la raccolta e il riciclo dei rifiuti.</p> <p>Il progetto coinvolge autorità e organizzazioni di Portogallo, Spagna, Francia, Croazia, Grecia, Bulgaria e Germania focalizzate allo scambio di esperienze e apprendimento reciproco, a migliorare le loro politiche regionali e promuovere l'attuazione delle migliori pratiche, con la partecipazione attiva delle principali parti interessate. (sono stati realizzati 7 piani d'azione regionali).</p>
Sitografia e commenti relativi	https://projects2014-2020.interregeurope.eu/caponlitter/



Progetto COMMON

Tipologia	Progetto finanziato UE (ENI CBC Med)
Descrizione	Il progetto COMMON (COastal Management and MONitoring Network for tackling marine litter in Mediterranean sea) applica i principi della gestione integrata delle zone costiere (ICZM) alla sfida dei rifiuti marini, migliorando la conoscenza del fenomeno, migliorando le prestazioni ambientali di 5 aree costiere pilota in Italia, Tunisia e Libano e coinvolgendo le parti interessate locali nei rifiuti marini gestione.
Sitografia e commenti relativi	https://www.enicbcmed.eu/projects/common



Progetto PLASTEKO

Iniziativa	PLASTEKO
Tipologia	Progetto finanziato UE (ENI CBC Med)
Descrizione	<p>PLASTEKO - CURBING PLASTICS WASTE AND LITTERING IN EU REGIONS</p> <p>Il progetto PLASTEKO è sviluppato in linea con la “Strategia europea per la plastica in un'economia circolare”, supporta i territori partecipanti a compiere i passi necessari per una transizione verso una “nuova economia della plastica”. Il focus del progetto riguarda i progressi nella gestione dei rifiuti, l'eliminazione della plastica monouso dalle catene del valore regionali e lo stimolo alla crescita attraverso l'ecoinnovazione. PLASTEKO copre le aree della gestione dei rifiuti, degli appalti pubblici, dei finanziamenti/investimenti, delle materie prime secondarie e della sensibilizzazione dei portatori d'interesse.</p> <p>PLASTEKO sostiene 8 partner di 8 paesi dell'UE, attraverso sforzi congiunti di apprendimento delle politiche e scambi di esperienze, per beneficiare dello slancio della strategia dell'UE sulla plastica e raggiungere i loro obiettivi in termini di protezione dell'ambiente, aumento dell'efficienza delle risorse, riduzione degli effetti sulla salute e stimolare l'innovazione. Le attività consentono ai partner e alle principali parti interessate di:</p> <ul style="list-style-type: none"> - valutare la situazione attuale, il potenziale e gli ostacoli nelle loro regioni; - identificare percorsi per una crescita sostenibile nelle catene del valore della plastica; - ideare e attuare nuove misure e normative politiche. <p>L'implementazione di PLASTEKO consentirà inoltre di:</p> <ul style="list-style-type: none"> - portare a 180 dipendenti delle pubbliche amministrazioni una maggiore capacità di supportare efficacemente nuove traiettorie di crescita e sicurezza energetica - potenziale 19 milioni di euro sbloccati per sostenere progetti su riutilizzo della plastica, ecoinnovazione, tecnologie alternative - conseguire una maggiore consapevolezza e creazione di consenso tra i produttori di plastica ed i consumatori/il pubblico <p>I risultati possono essere sintetizzati in:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 8 piani d'azione per migliorare le politiche affrontate, a vantaggio delle autorità di gestione e delle parti interessate

	<ul style="list-style-type: none"> - 4 workshop interregionali, 2 visite di studio e 2 procedure congiunte di pianificazione delle politiche e revisione strategica, per promuovere lo sviluppo di capacità tra partner e parti interessate - 3 studi tematici congiunti sui fabbisogni territoriali e le buone pratiche
Sitografia e commenti relativi	https://projects2014-2020.interregeurope.eu/plasteco

Progetto MARGNET

Tipologia	Progetto finanziato UE (EMFF)
Descrizione	<p>Il progetto ha l'obiettivo di ideare e testare soluzioni multi-livello per monitorare, mappare, prevenire, rimuovere e riciclare ML da fonti marine presenti sul fondo del mare.</p> <p>Per raggiungere gli obiettivi, il progetto 'marGnet' funziona su due siti pilota situati nell'Adriatico settentrionale – la Laguna di Venezia in Italia e l'arcipelago di Cherso e Lussino in Croazia. Questi luoghi sono stati scelti in quanto entrambi sono elencati come Siti di importanza comunitaria (SIC) all'interno della rete Natura 2000 dell'UE. Inoltre, questi siti hanno due diversi tipi di fondali marini, pertanto verrà effettuata una serie di attività sul campo sia in fondali sabbiosi che rocciosi, nonché nelle aree costiere e lagunari. L'obiettivo principale del WP4 è di fornire un prototipo completamente portatile che impieghi la tecnologia innovativa di SINTOL per la trasformazione di rifiuti marini in combustibili marini utilizzando la pirolisi a bassa temperatura. L'obiettivo secondario è la valutazione completa della qualità del carburante e dell'impatto ambientale del prototipo. Pertanto, verranno eseguite analisi appropriate su campioni reali raccolti durante l'utilizzo del prototipo utilizzando rifiuti marini, recuperati nell'ambito delle attività del WP2 e del WP3, come materia prima.</p>
Sitografia e commenti relativi	https://www.margnet.eu/it/home/

2.3 Prodotti realizzati dal riciclo dei rifiuti marini

In questa sezione si descrivono esempi di prodotti che sono stati realizzati nell'ambito di alcune iniziative/progetti illustrati nelle schede precedenti.

Gli esempi che seguono sono relativi all'iniziativa OGYRE che, come già accennato nella scheda di dettaglio, a partire dal concetto di incentivazione del recupero di materie plastiche disperse in mare, realizza i prodotti delle foto seguenti. Da sottolineare come l'iniziativa, nel contesto generale del recupero di materiale disperso in mare, ha realizzato una collaborazione commerciale con Corona, realizzando una collana dedicata chiamata "Salvamare".

<p>Salvamare Tote è 100% poliestere riciclato certificato SEAQUAL® YARN, circa 20% deriva da plastiche marine rigenerate, mentre circa 80% da post-consumer PET riciclato. La tecnologia disponibile sul mercato non ci permette di utilizzarne in percentuale maggiore per ottenere un poliestere di qualità pari al vergine. Acquistando la Tote Salvamare contribuisce a rimuovere 1 kg di rifiuti dal mare, equivalente al peso di 100 bottiglie di plastica.</p> <p>La Salvamare Tote è pensata per essere facilmente riciclata una volta esaurito il suo ciclo di vita.</p>	
	<p>Salvamare TOTE costo al pubblico 25 €</p>

I prodotti illustrati della linea Salvamare hanno attenzione specifica anche nella progettazione dell'oggetto, nel senso che è stata prestata, fino dalla fase di progettazione, una particolare attenzione alla sostenibilità e la riciclabilità del fine vita.

Salvamare Swimsuit è un costume creato da plastiche recuperate in mare e post-consumer PET. Contiene l'equivalente di 5 bottiglie di plastica rigenerate; per ogni costume acquistato vengono recuperati 2 kg di rifiuti marini. Il prodotto è composto da 80% poliammide riciclato e 20% elastane.



Salvamare Swimsuit costo al pubblico 49 €

Salvamare Shorts è 100% poliestere riciclato certificato SEAQUAL® YARN: circa 10% deriva da plastiche marine rigenerate, - circa 90% da post-consumer PET riciclato

La plastica marina è corrosa e degradata. La tecnologia disponibile sul mercato non permette di utilizzarne in percentuale maggiore per ottenere un poliestere di qualità pari al vergine.



Salvamare SHORTS costo al pubblico 49 €

Ojaket è composto da 100% poliestere riciclato certificato SEAQUAL® YARN. La parte esterna è così composta

circa il 10% da plastiche marine rigenerate.

- circa 90% deriva da post-consumer PET riciclato.

SEAQUAL® YARN è certificato OEKO-TEX STANDARD 100 e ISO 9001 e GRS.

La parte interna è così composta:

100% fibre di poliestere riciclato Eco Circle™.

Il sistema Eco Circle™ permette di ridurre del 50% il consumo di energia e le emissioni legate al processo di riciclaggio. Eco Circle™ Fibers è certificato OEKO-TEX Standard 100 e Intertek.

L'imbottitura è composta da 100% poliestere riciclato Repreve®. L'imbottitura è ottenuta rigenerando bottiglie di plastica e rifiuti post consumer. Repreve® Recycled Polyester è certificato SCS Global Services, OEKO-TEX STANDARD 100, GRS e U TRUST Verification Program. **Peso 470g Costo 149uro**



Oshorts è 100% poliestere riciclato certificato SEAQUAL® YARN:

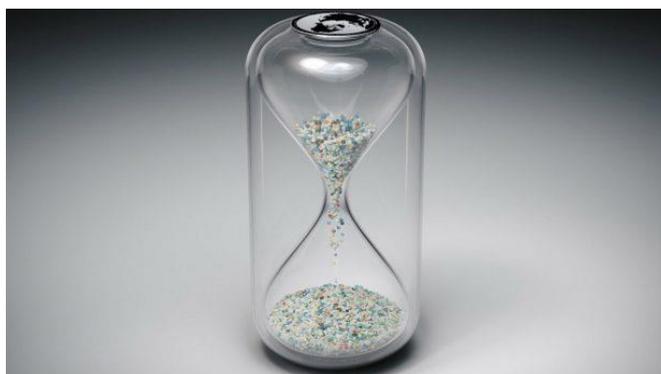
- circa 10% deriva da plastiche marine rigenerate

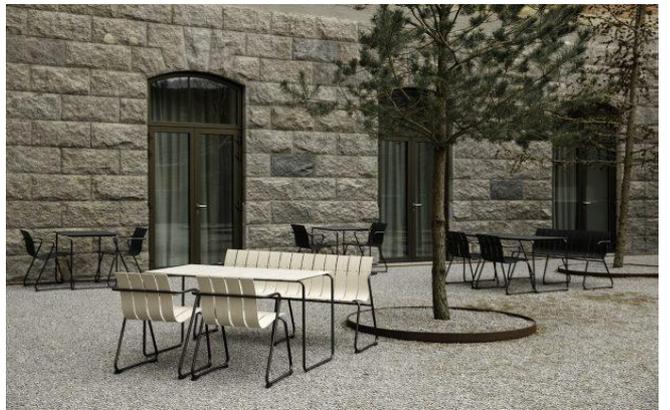
- circa 90% da post-consumer PET riciclato

Oshort è pensato per essere facilmente riciclato una volta esaurito il suo ciclo di vita:

Nessun cerchietto di metallo, nessun velcro, nessun inserto di plastica vergine, Laccetti ribattuti e non chiusi con altri materiali.

Il sito Design street (<https://designstreet.it/plastica-marina-riciclata/>) ha una sezione specifica molto interessante su varie esperienze di utilizzazione di plastica riciclata derivata da rifiuti marini. Molti designer stanno provando a dare il loro contributo, sviluppando progetti con la plastica marina riciclata. Sedie realizzate dal recupero delle reti da pesca, tessuti creati con bottigliette di plastica riciclate, clessidre che sostituiscono la sabbia con frammenti di plastica. Tante idee, un unico obiettivo: trasformare i rifiuti marini in bellezza. Il sito illustra una selezione di questi esempi. Si tratta perlopiù di beni di consumo relativamente complessi e basati su un lavoro di design specifico (arredo di interni ed esterni) ma non mancano esempi di beni più semplici quali custodie per smartphones, borse e tovaglie.







3. La raccolta dei rifiuti marini nella Regione Campania: tipologie e quantitativi

Ad oggi però una stima dei quantitativi dei rifiuti marini accidentalmente pescati, e quindi dello stato di inquinamento del mare nella Regione Campania, non è stato ancora realizzato in modo sistematico né tanto meno approfondito.

La metodologia utilizzata nel progetto punta a sviluppare un modello di governance incentrato sulle Amministrazioni Comunali, in grado di garantire una gestione efficiente ed efficace del ciclo del rifiuto marino, coinvolgendo tre ambiti marini diversi:

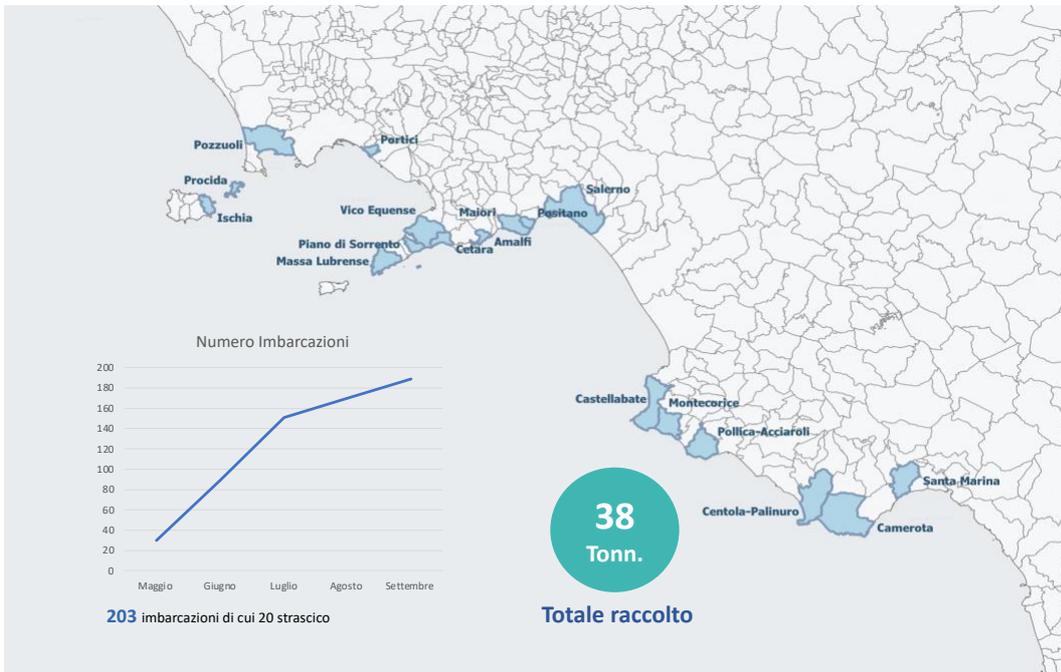
1. acque superficiali costiere, con il recupero di rifiuti galleggianti;
2. fondali marini sensibili in generale compresi nella fascia da 0 ad 80 metri di profondità;
3. fondali profondi.

La raccolta dei rifiuti marini nell'ambito di cui al punto 1 e 2 ha previsto il coinvolgimento delle imbarcazioni della piccola pesca costiera che si sono dedicate, secondo un determinato calendario spazio-temporale, all'attività di raccolta. Le aree di intervento e la tempistica sono state concordate anche con le amministrazioni comunali e le capitanerie di porto che hanno aderito all'iniziativa.

La raccolta sui fondali profondi di cui al punto 3 è realizzata mediante il sistema a strascico e quello a circuizione. La modalità di svolgimento prevede lo stoccaggio dei rifiuti pescati negli appositi bag a bordo e il successivo conferimento presso gli appositi contenitori di raccolta. In caso di recupero di rifiuti ingombranti, l'attività di raccolta è stata concordata anche con l'autorità marittima, per consentire il deposito temporaneo in aree opportunamente predisposte.

Ogni imbarcazione partecipante alla raccolta dei rifiuti ha compilato la "scheda giornaliera di recupero" in cui inserire tutte le informazioni riguardanti il numero di ore ed il personale a bordo, la tipologia di rifiuto, ed il suo quantitativo. Grazie alla sottoscrizione di 22 Accordi di collaborazione, oltre 200 imbarcazioni di pescatori hanno partecipato al progetto, apportando un enorme beneficio all'ecosistema marino: oltre 38 tonnellate di rifiuti marini (Figura 1).

Figura 2: Comuni della Regione Campania e numero le imbarcazioni di pesca



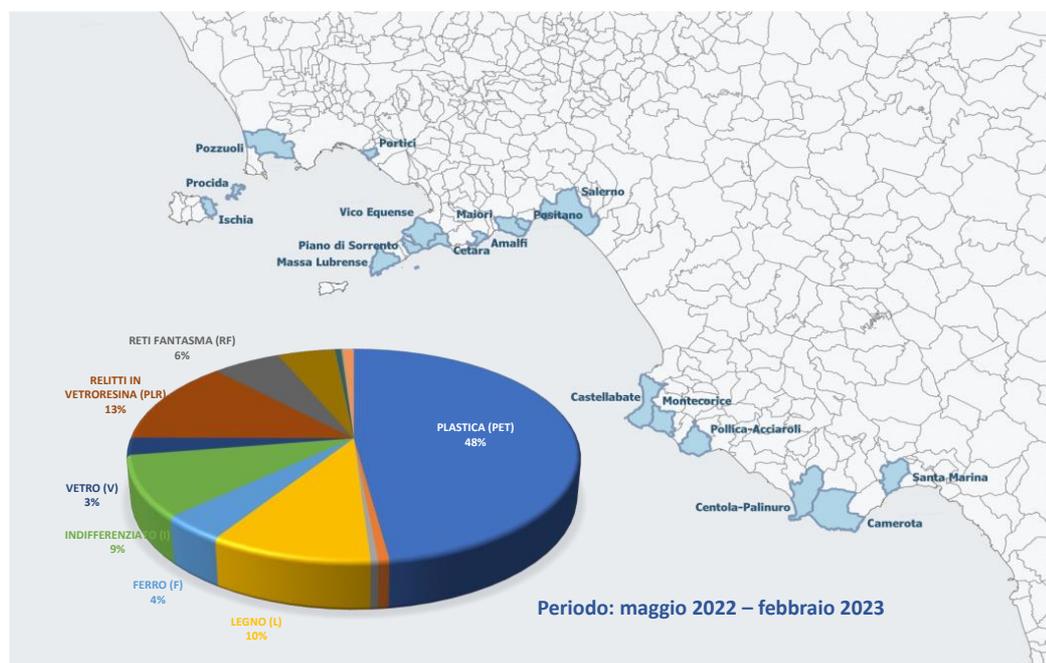
Qui si riportano alcune immagini dei rifiuti marini raccolti dalle cooperative dei pescatori in alcuni dei comuni partecipanti al progetto. Le prime due immagini sono rifiuti marini raccolti da imbarcazioni di piccola pesca, spesso differenziabile, mentre le ultime due immagini da imbarcazioni che operano lo strascico, che chiaramente presentano un alto grado di contaminazioni, e pertanto non è differenziabile.





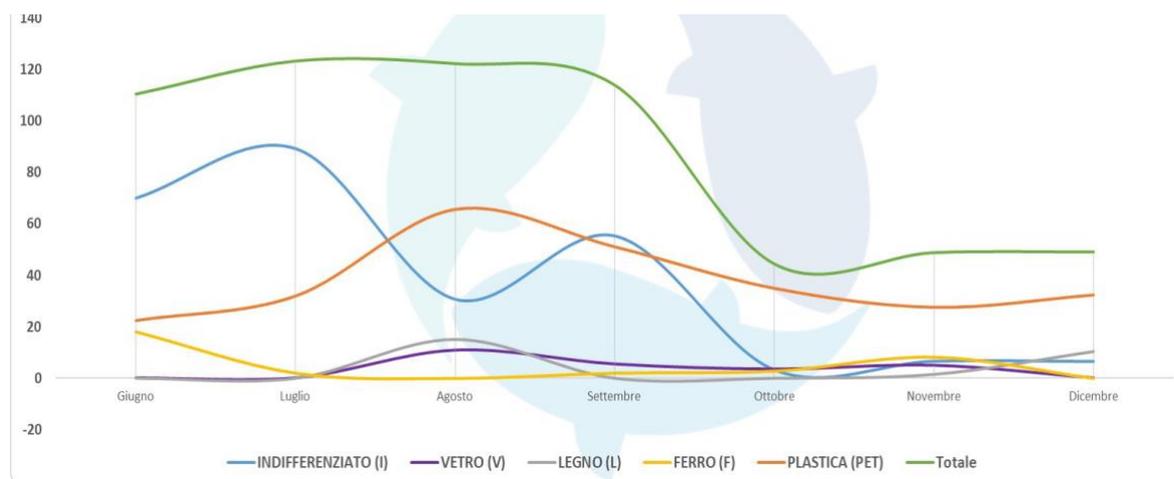
Dai dati raccolti dalle cooperative dei pescatori, durante tutto l'arco temporale del progetto, il rifiuto maggiormente pescato è la plastica (48%), seguito da legno (10%) ed indifferenziato (9%).

Figura 3: Tipologie di rifiuti marini pescati nei comuni del progetto FIRM



Dai dati raccolti nei mesi della sperimentazione (maggio 2022-febbraio 2023), si registra una tendenza stagionale nei quantitativi dei rifiuti marini, con picchi nei mesi estivi di luglio ed agosto, spesso a causa di comportamenti scorretti da parte dei turisti e diportisti. In particolare, nella Figura 4 si riportano a titolo esemplificativo le tendenze registrate uno dei comuni costieri. Si registrano chiaramente volumi alti nei mesi estivi, per poi decrescere dal mese di ottobre. C'è inoltre da sottolineare che grazie al costante rapporto tra il comparto della pesca e gli operatori locali preposti alla raccolta e smaltimento dei rifiuti, i pescatori hanno adottato modalità corrette di selezione dei rifiuti marini recuperati, differenziando i rifiuti plastici con bassi livelli di contaminazione, raccolti solitamente dalle piccole imbarcazioni della pesca costiera.

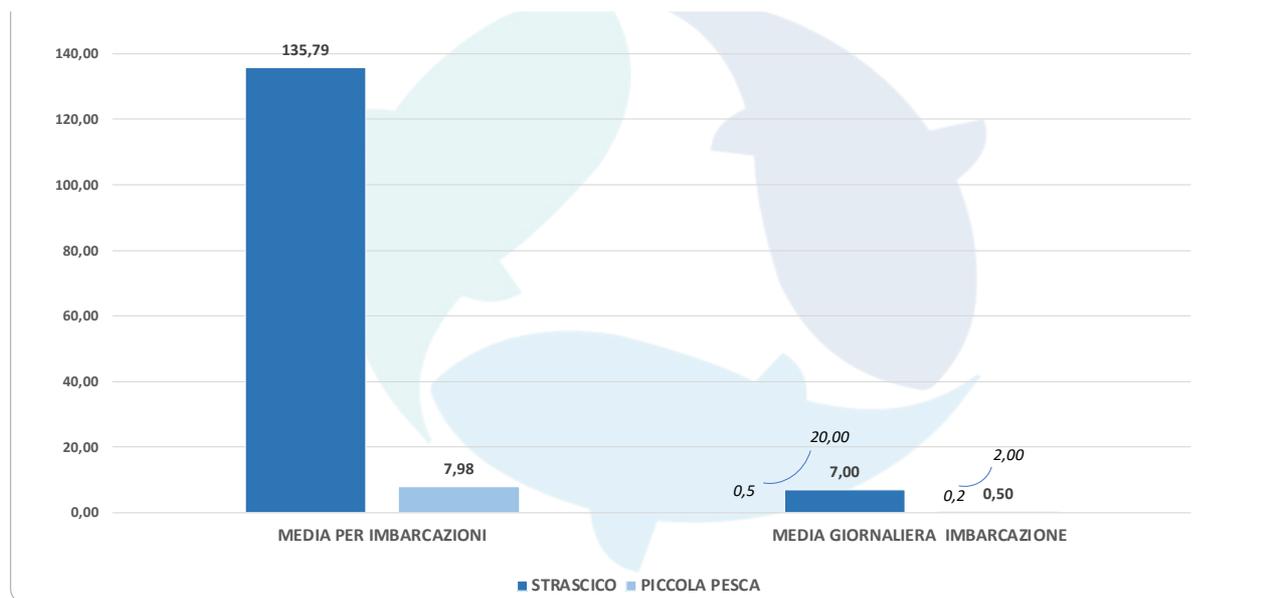
Figura 4: Trend stagionali nella raccolta dei rifiuti marini



N° imbarcazioni piccola pesca: 13

Infine, un ulteriore dato interessante può essere offerto dal confronto tra il quantitativo medio raccolto sui fondali profondi, mediante il sistema a strascico e quello a circuizione, e quello realizzato dalle imbarcazioni della piccola pesca costiera, e cioè il recupero di rifiuti galleggianti o in fondali marini compresi nella fascia da 0 ad 80 metri di profondità (Figura 5).

Figura 5: Quantitativi medi raccolti dalla pesca a strascico e dalla piccola pesca costiera



In particolare, i quantitativi medi raccolti in tre mesi di progetto (ottobre – dicembre), sono seguenti:

- Pesca a strascico. Ogni imbarcazione ha raccolto circa 135 kg di rifiuti marini in tutto il periodo della sperimentazione. Il quantitativo medio giornaliero è di 7kg di rifiuti marini raccolti ad uscita, con valori che oscillano tra i 500 gr a valori massimi di 20Kg.
- Piccola pesca costiera. Ogni imbarcazione ha raccolto circa 7,8 kg di rifiuti durante il periodo della sperimentazione, con una media giornaliera pari a 500 gr, che oscilla tra un minimo di 200 gr ad un max di 2kg.



4. Caratterizzazione chimico fisica e riciclo dei rifiuti marini pescati⁴

Nel 2021 in Europa sono state prodotte 57.2 milioni di tonnellate di plastica, di queste solo il 10% proveniva da materiali riciclati, il 2% da fonti rinnovabili, il resto da fonti fossili. I settori degli imballaggi e dell'edilizia sono quelli per i quali si ha la maggiore domanda di materie plastiche e i materiali maggiormente prodotti sono polietilene, polipropilene, polivinilcloruro (PVC) e polietilene tereftalato (PET). Delle 29.5 milioni di tonnellate di rifiuti plastici prodotte in Europa nel 2020, il 35% è stato riciclato, il 42% termovalorizzato e il 23% è stato dismesso in discarica (Plastics Europe, 2022). Pertanto, risulta evidente che quella del riciclo non costituisce ancora la scelta preferenziale quando si tratta di smaltimento dei rifiuti in plastica. Per comprendere meglio il perché di questo dato è necessario entrare più nel dettaglio nei concetti legati al mondo della plastica.

In primo luogo, con il termine “plastica” non ci riferiamo ad un solo materiale, ma ad una moltitudine di materiali con caratteristiche chimiche e fisiche diverse tra loro che necessitano di differenti metodologie di recupero più o meno complesse. Pertanto, dopo l'arrivo dei rifiuti all'impianto, il primo step necessario a garantire una migliore riuscita in termini di omogeneità, proprietà e caratteristiche del materiale finale, è quello della separazione e della selezione. La miscelazione di diverse tipologie di plastiche con caratteristiche diverse, più o meno incompatibili tra di loro, può portare ad un significativo abbassamento delle proprietà del materiale finale e all'impossibilità di utilizzo per nuove applicazioni. La selezione avviene per peso, colore e tipologia. Quest'ultima avviene tramite l'utilizzo di detector a raggi infrarossi in grado di individuare e distinguere le diverse plastiche. Una prima difficoltà che può ostacolare il riciclo è quindi l'impossibilità di separare plastiche intrinsecamente legate tra loro o l'assenza di un'adeguata tecnologia di riciclo per il tipo di plastica selezionato.

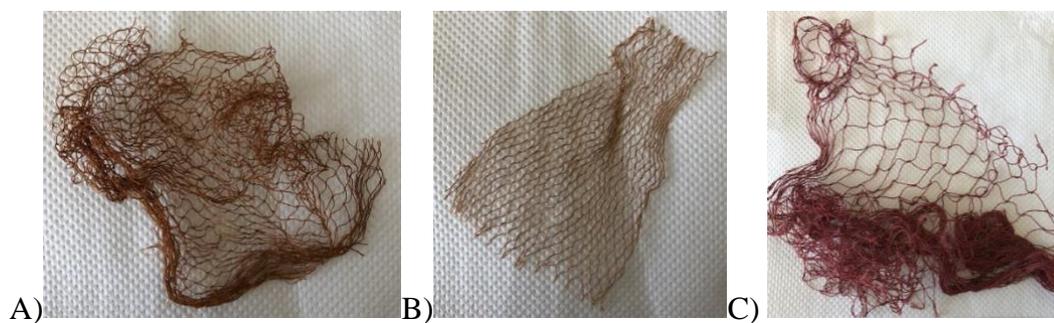
Durante le attività di raccolta dei rifiuti marini nell'ambito del progetto, sono stati recuperati dei campioni di materiale in due diverse località, a Cetara il 3/08/2022 e a Castellabate il 14/09/2022 e a Pozzuoli il 25/10/2022. Altri recuperi sono stati effettuati in un diverso periodo dell'anno (gennaio 2023) a Castellabate e a Salerno. In figura 1 è possibile vedere tutti i campioni raccolti. Sono state inoltre recuperate delle reti da pesca (figura 2).

⁴ Questa attività è stata svolta dal gruppo di ricercatori dell'Istituto per i Polimeri Compositi e Biomateriali (IPCB) del CNR coordinato dalla Dott.ssa Mariacristina Cocca. Qui si riportano i principali risultati delle attività svolte.

Figura 1: Campioni di rifiuti marini recuperati: Cetara (agosto) (A), Castellabate (settembre) (B), Pozzuoli (Ottobre) (C), Castellabate (Gennaio) (D), Salerno (Gennaio) (E)



Figura 2: Campioni di rete da pesca recuperati da ambiente marino





È stata evidenziata la presenza di un alto grado di contaminazione superficiale sui campioni recuperati, costituito da strati di conchiglie, alghe e altro; pertanto, è stata necessaria una pulizia in acqua prima di effettuare le analisi spettroscopiche. Gli spettri infrarossi sono stati collezionati mediante uno spettrometro Spectrum 100 FTIR (PerkinElmer, Waltham, MA, USA), dotato di un accessorio di riflettanza totale attenuato (ATR). L'intervallo del numero d'onda scansionato era di 4000-600 cm^{-1} . Tutti gli spettri sono stati registrati con una risoluzione di 4 cm^{-1} e per ogni campione sono state effettuate 4 scansioni. Le analisi ATR-FTIR hanno consentito l'identificazione dei materiali costituenti i campioni raccolti.

Dai campionamenti eseguiti in varie località della Campania tra agosto 2022 e gennaio 2023 durante le attività di pesca nell'ambito del progetto FIRM, è emerso che le plastiche maggiormente ritrovate sono polietilene, PET, polipropilene e nylon.

Il riciclo delle plastiche provenienti da ambiente marino presenta molte sfide. Tali materiali generalmente presentano sulla superficie un alto grado di impurità: alghe, conchiglie, sabbia, sali, ecc. e possono essere più o meno degradati a causa della loro permanenza in mare.

Nell'ambito del progetto FIRM le attività di ricerca sono state orientate in due principali direzioni:

- Riciclo meccanico del polietilene tramite estrusione;
- Riutilizzo di reti da pesca mediante modifica di superficie.

4.1 Il riciclo meccanico del polietilene tramite estrusione

L'approccio più utilizzato è quello del riciclo meccanico ed è impiegato soprattutto per materiali quali polietilene e PET, i quali vengono tipicamente usati nel settore degli imballaggi (bottiglie, flaconi, shopper, ecc.). Tale approccio consiste nella trasformazione delle materie plastiche in materie prime secondarie tramite un processo a caldo che le porta alla fusione senza comportare una significativa alterazione della struttura chimica del materiale di partenza. Poiché comporta la fusione e la lavorazione del materiale da riciclare, tale tecnologia è adatta alle plastiche cosiddette "termoplastiche", sulle quali ha un impatto minimo o nessuno in termini di qualità. Vi è un'altra tipologia di plastica, detta "termoindurente", è il caso ad esempio delle resine, che per azione del calore si induriscono, rendendo impossibile la successiva lavorazione. Le prime fasi del riciclo meccanico sono quelle della macinazione, lavaggio e asciugatura. Queste ultime in particolare sono fasi che richiedono consumo di acqua ed energia. Il processo a caldo avviene tramite estrusione.

Fasi del riciclo meccanico

Il materiale da riciclare viene introdotto in una macchina denominata “estrusore”, composta da una camera riscaldata, al cui interno vi sono una o più viti (corotanti o controrotanti) che spingono in avanti il materiale fuso fino ad attraversare uno stampo da cui fuoriesce il materiale in lunghi fili simili a spaghetti che poi vengono tagliati in granuli che possono essere rilavorati e utilizzati per nuove applicazioni.



Estrusore (fonte: <https://www.comacplast.com>)

Il materiale fuoriesce dalla testa dell'estrusore



Altre tecnologie sono il riciclo chimico e il riciclo tramite dissoluzione.

Il riciclo chimico comprende un insieme di tecnologie (pirolisi, gassificazione, depolimerizzazione) che modificano la struttura chimica del materiale da riciclare. I materiali polimerici sono costituiti da lunghe catene costituite dalla successione di molte molecole elementari, chiamate monomeri, che, tramite questi processi, vengono spezzate in frazioni o monomeri di idrocarburi più corti. Queste molecole più corte possono poi essere utilizzate come materia prima per nuove reazioni chimiche per produrre nuove plastiche riciclate e altri prodotti chimici.

La dissoluzione invece, è un processo di purificazione mediante il quale il materiale viene disciolto in modo selettivo impiegando un solvente adatto a quel tipo di plastica, in modo da essere separato dagli altri rifiuti plastici senza modificarne la natura chimica.

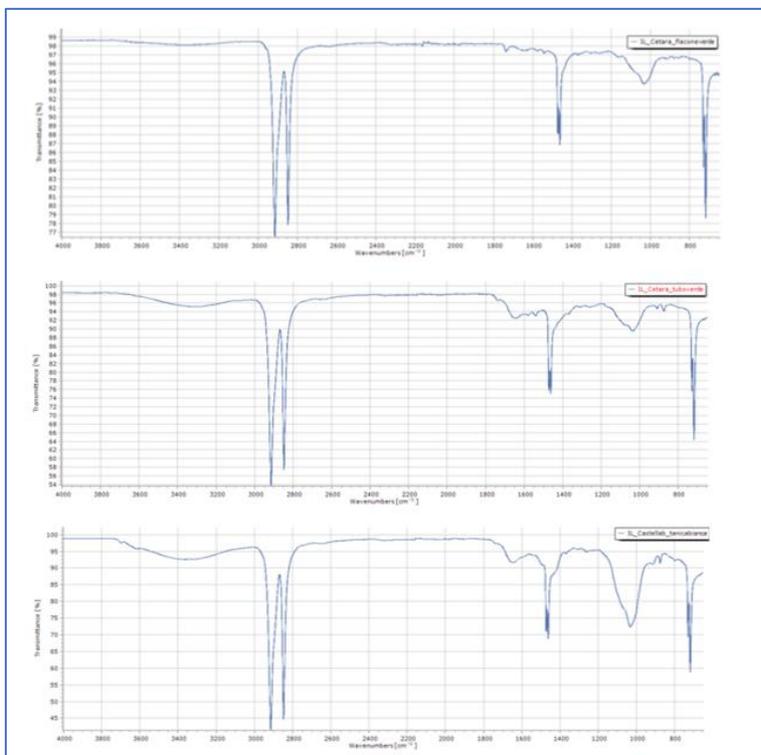
Il processo di riciclo meccanico è stato effettuato sia su materiali non lavati che su materiali recuperati e lavati, in modo da verificare la possibilità di saltare lo step di lavaggio che risulta essere impattante. Sono state seguite le tipiche fasi del riciclo meccanico di cui si è precedentemente parlato e i materiali ottenuti sono stati testati tramite prove meccaniche per verificarne le proprietà. È stato riscontrato che si ottengono proprietà migliori senza saltare la fase di lavaggio, ma anche i materiali non lavati hanno esibito proprietà interessanti.

Poiché dai campionamenti il polietilene è risultato il materiale più diffuso, sono stati selezionati alcuni campioni composti da quest'ultimo (figura 3) e in figura 4 vi sono gli spettri ottenuti in ATR-FTIR.

Figura 3: campioni selezionati



Figura 4: Spettri in ATR-FTIR dei campioni selezionati



Sono stati tagliati e mescolati insieme, una parte è stata sottoposta a lavaggio con acqua e una parte no (figura 5).

Figura 5: Rifiuti marini per l'analisi termica



I materiali pre e post lavaggio sono stati sottoposti ad analisi termica mediante calorimetria differenziale a scansione (DSC). La calorimetria differenziale a scansione è una delle principali tecniche di analisi termica utilizzabile di analizzare le transizioni termiche e quindi ricavare informazioni riguardo la T_g (temperatura di transizione vetrosa) di materiali polimerici amorfi e semicristallini, i valori della temperatura e cambiamenti dell'entalpia associati a transizioni di fase

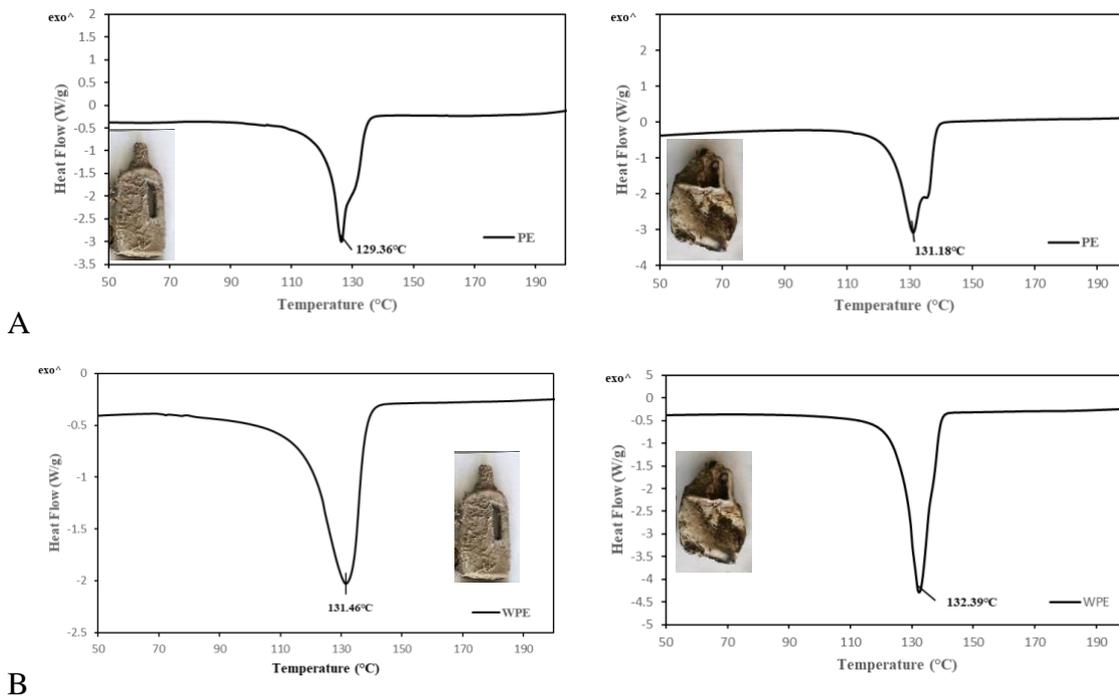
del I ordine (fusione, cristallizzazione). Le misure sono state condotte utilizzando un calorimetro differenziale a scansione TA Instruments modello Q2000, in flusso di azoto.

Per tutti i campioni, il primo riscaldamento è stato necessario per azzerare la storia termica del campione. Segue poi un ciclo di raffreddamento e secondo riscaldamento. Tutti i termogrammi in riscaldamento e raffreddamento sono stati registrati alla velocità di scansione di 10 °C/min.

In figura 6 si riportano i termogrammi DSC ottenuti su due dei campioni scelti per essere sottoposti alle successive fasi di riciclo. L'analisi dei termogrammi ottenuti ci consente di determinare le temperature di fusione dei materiali analizzati e valutare l'effetto del processo di lavaggio. Il profilo DSC dei campioni lavati presenta un picco di fusione ben definito e non presenta spalle o ulteriori picchi attribuibili a contaminazioni.

Il dato sarà inoltre utilizzato come parametro di riferimento per evidenziare eventuali effetti dei successivi processi di macinazione, additivazione, estrusione etc.

Figura 6: DSC dei campioni; A) Prima del lavaggio; B) Dopo il lavaggio



Il PE tal quale (denominato in seguito PE) e quello lavato (denominato in seguito WPE) sono stati sottoposti a macinazione criogenica con maglia da 1 mm separatamente e sono state ottenute le polveri in figura 7, dove a sinistra è riportata quella realizzata con i campioni tal quali e a destra quella con i campioni lavati.

Figura 7: Polveri ottenute dalla macinazione criogenica con maglia da 1 mm.



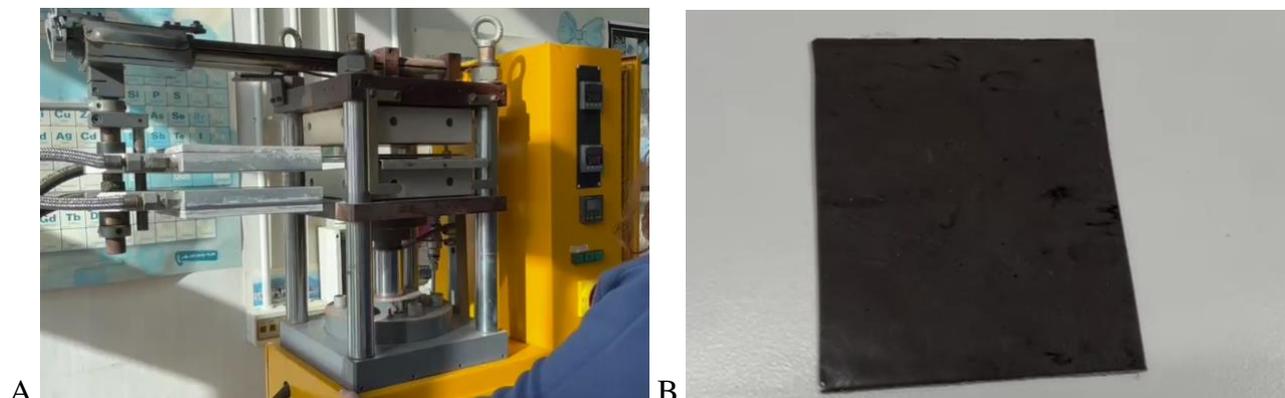
Per simulare un processo di riciclo, parte dei campioni ottenuti è stata sottoposta a processo di estrusione in ricircolo per 5 minuti a 190°C. Il processo di estrusione è stato condotto utilizzando un estrusore da banco minilab HAAKE® (figura 8); questa apparecchiatura simula, su scala ridotta, il comportamento del processo industriale di estrusione. Impiegando tale apparecchiatura i materiali macinati, di pezzatura uniforme, sono stati fusi ed estrusi in modo da ottenere un filamento continuo che, viene pellettizzato, ovvero ridotto in granuli. Sono state realizzate con la stessa procedura 6 miscele a diversa composizione utilizzando, un polietilene riciclato (R-PE), ottenuto da scarti di lavorazione industriale, tre con il PE e 3 con WPE ottenuti come riportato sopra. Le composizioni realizzate sono con il 20%, il 40% e l'80% di R-PE.

Figura 8: A) Estrusore da banco minilab HAAKE® in dotazione presso i laboratori dell'IPCB-CNR. B) carica del materiale macinato e opportunamente additivato; c) materiale in uscita dal processo di estrusione



I granuli ottenuti sono stati impiegati in un processo di trasformazione mediante compression moulding a 190°C per realizzare nuovi manufatti in forma di film da impiegare in applicazioni diverse (figura 9).

Figura 9: A) Pressa Collin impiegata per il processo di compression moulding dei materiali; B) esempio di film ottenuti dal processo di compression moulding



Tutti i film sono stati sottoposti a prove di trazione; la tabella mostra i risultati in termini di modulo elastico, allungamento a rottura e sforzo massimo, in tabella sono presenti anche i risultati delle prove effettuate su R-PE.

Sample	Modulus (MPa)	Strain at break (%)	Stress max (MPa)
PE	943±131	11.63±6.60	18.34±0.78
WPE	844±99	93.05±85.71	19.50±0.54
PE/RPE 80/20	771±48	16.69±11.10	15.69±1.13
PE/RPE 60/40	545±62	18.43±5.66	13.53±0.58
PE/RPE 50/50	560±55	26.19±18.98	13.26±0.54
WPE/RPE 80/20	860±28	52.26±47.80	18.19±0.48
WPE/RPE 60/40	691±76	41.45±29.98	16.13±0.61
WPE/RPE 50/50	638±27	40.16±24.21	14.41±0.48

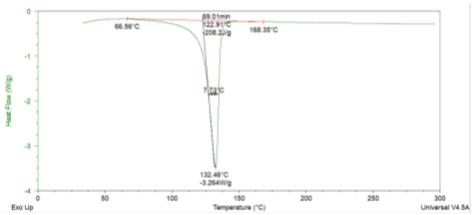
Il polietilene recuperato da ambiente marino tal quale presenta delle proprietà meccaniche più scarse rispetto a quello sottoposto a lavaggio, soprattutto in termini di allungamento, a causa delle impurezze presenti nel primo. L'aggiunta del polietilene da riciclo non incrementa le proprietà dei due materiali. Per tutte le miscele si osserva una deviazione standard molto elevata sull'allungamento, forse per la presenza delle impurezze che rendono i campioni disomogenei.

I film sono stati sottoposti a fratturazione criogenica per analizzare le superfici di frattura tramite microscopio elettronico a scansione Phenom. Le micrografie evidenziano la presenza di inclusioni in tutte le miscele.

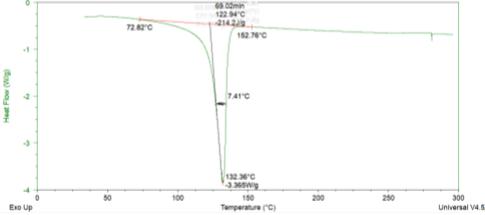
Le polveri ottenute dalla macinazione e tutti i film sono stati caratterizzati termicamente tramite calorimetria a scansione differenziale (DSC). È stato impostato un primo ciclo di riscaldamento da

25°C a 300°C, poi un raffreddamento fino a 25°C e un secondo riscaldamento fino a 300°C, ad una velocità di 10°C al minuto. Di seguito sono riportati i termogrammi relativi al secondo ciclo di riscaldamento. Non si evidenziano particolari variazioni.

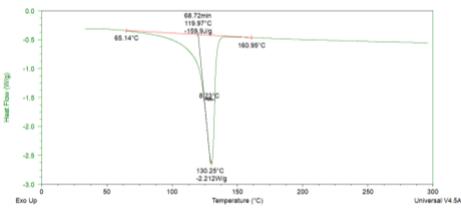
PE tal quale macinato



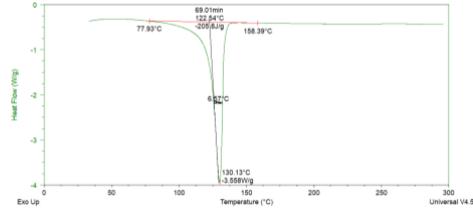
PE lavato macinato



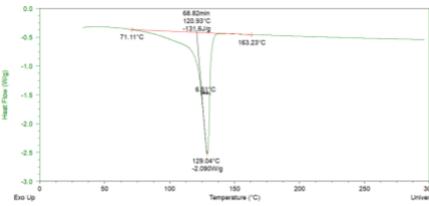
PE tal quale macinato dopo estrusione



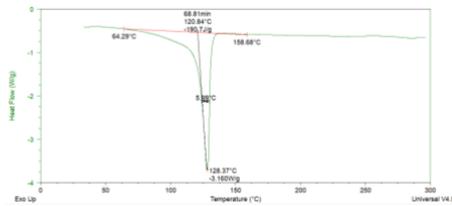
PE lavato macinato dopo estrusione



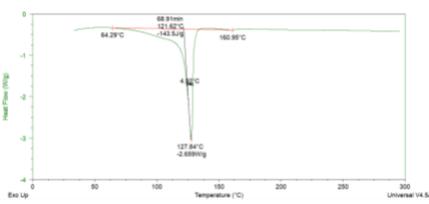
PE tal quale/RPE 80/20



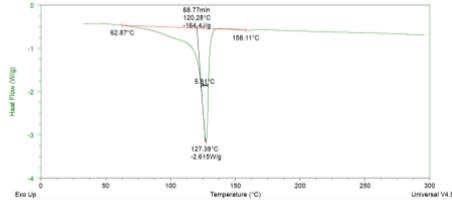
PE lavato/RPE 80/20



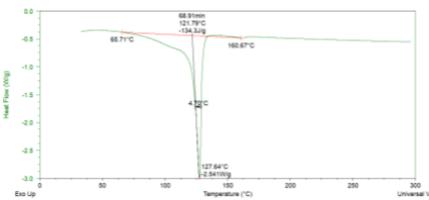
PE tal quale/RPE 60/40



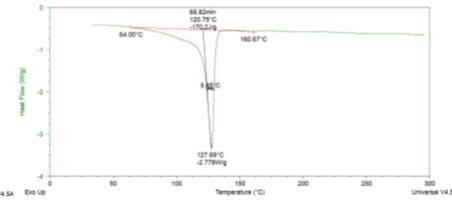
PE lavato/RPE 60/40



PE tal quale/RPE 50/50



PE lavato/RPE 50/50



Si osservano più gradini di degradazione nel caso delle miscele ottenute con il PE non lavato, segno della presenza di alcune percentuali di impurezze nel materiale.

Nel tentativo di omogeneizzare il campione, le polveri macinate sono state sottoposte ad ulteriore macinazione tramite ball milling per 2 ore a 500 RPM e poi per altre 2 ore a 600 RPM, utilizzando 4 sfere grandi e 20 piccole, sono state ottenute le polveri in figura 10.

Figura 10: Polveri ottenute dopo ball milling; A) PE tal quale; B) PE dopo lavaggi



Le polveri sono state miscelate tramite miniestrusore e stampate sotto pressa alle stesse condizioni delle miscele precedenti; successivamente i due film ottenuti sono stati sottoposti a prove di trazione.

Sample	Modulus (MPa)	Strain at break (%)	Stress max (MPa)
BMPE	1159±113	18.48±11.73	20.56±1.43
BMWPE	707±89	188.62±99.30	19.26±0.33
PE	943±131	11.63±6.60	18.34±0.78
WPE	844±99	93.05±85.71	19.50±0.54

Dopo il trattamento con il ball milling si nota un leggero miglioramento in termini di proprietà meccaniche. Infine, sono state realizzate altre due miscele con lo stesso processo delle precedenti, utilizzando le polveri sottoposte a macinazione criogenica con l'aggiunta del 5% di polietilene maleato (MAPE) come compatibilizzante. I film ottenuti sono stati sottoposti a prove di trazione.

Sample	Modulus (MPa)	Strain at break (%)	Stress max (MPa)
PE-MAPE	830±42	87.39±54.83	17.33±0.73
WPE-MAPE	758±34	214.23±57.68	18.14±0.82
PE	943±131	11.63±6.60	18.34±0.78
WPE	844±99	93.05±85.71	19.50±0.54

Con l'aggiunta del compatibilizzante si nota un miglioramento nelle proprietà meccaniche, soprattutto nel caso dell'allungamento del polietilene lavato.

4.2 Il riuso delle reti da pesca

Per implementare il riuso di reti da pesca, invece, è stato applicato un processo di modifica di superficie della rete stessa impiegando un polisaccaride naturale: il chitosano, il quale si ottiene a partire dall'esoscheletro dei crostacei. Le reti da pesca sono state immerse ed impregnate in una soluzione di chitosano e poi lasciate a temperatura per permettere al polisaccaride di reagire con le fibre della rete da pesca. È stata selezionata una delle reti in nylon recuperate da ambiente marino per tentare una strategia di riciclo tramite innesto di chitosano sulla superficie delle fibre.

Sono state preparate quattro soluzioni di acido acetico al 2% (v/v) e agitate per due ore. Trascorso il tempo di agitazione ad ogni soluzione è stata aggiunta una quantità di chitosano tale da preparare due soluzioni al 2% di chitosano e due al 4% e le soluzioni sono state poste in agitazione per un'ora. Sono stati tagliati 4 rettangoli di rete da pesca e sono stati immersi ognuno in una delle soluzioni. Una rete è stata immersa per 5 minuti nella soluzione al 2% di chitosano (D1), la seconda è stata immersa per 10 min (D2). La terza rete è stata immersa per 5 minuti nella soluzione al 4% di chitosano (E1) mentre l'ultima rete è stata immersa per 10 min nell'altra soluzione al 4% di chitosano (E2).

Le reti sono state tamponate con carta da filtro per eliminare l'eccesso di soluzione e poi poste in stufa a 95°C per 10 minuti per favorire la reazione di innesto.

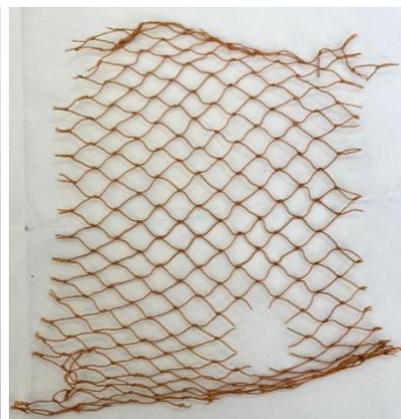
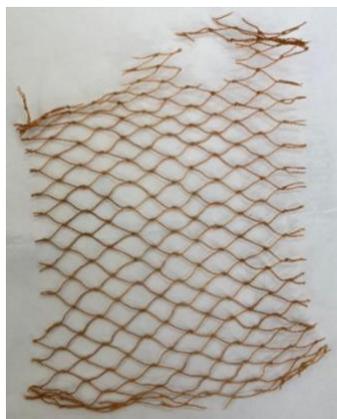
I campioni sono poi stati lavati per immersione in acqua 5 volte per 5 minuti e posti nuovamente in stufa a 70°C per 15 minuti.

D1

D2

E1

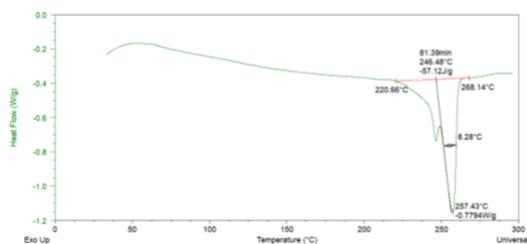
E2



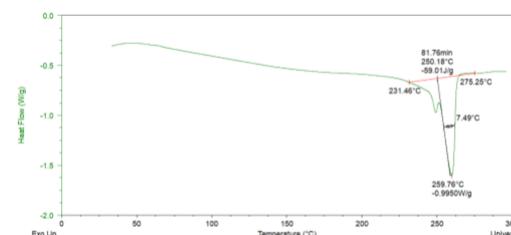
I campioni ottenuti sono stati osservati al SEM e confrontati con le micrografie di una rete non sottoposta al trattamento. Dalle analisi realizzate si nota la presenza di chitosano tra le fibre delle reti sottoposte al trattamento; infatti, si possono vedere dei “ponti” che collegano le fibre tra di loro, soprattutto nelle reti che sono state immerse nella soluzione al 4% di chitosano.

I campioni sono stati analizzati tramite DSC. È stato impostato un primo ciclo di riscaldamento da 25°C a 300°C, poi un raffreddamento fino a 25°C e un secondo riscaldamento fino a 300°C, ad una velocità di 10°C al minuto. Di seguito sono riportati i termogrammi relativi al secondo ciclo di riscaldamento. Non si notano differenze significative tra i campioni.

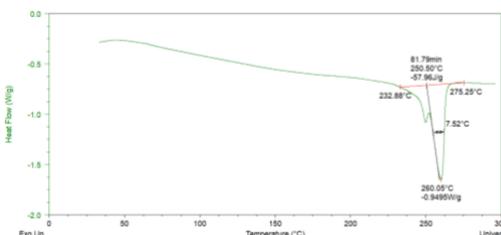
Rete TQ



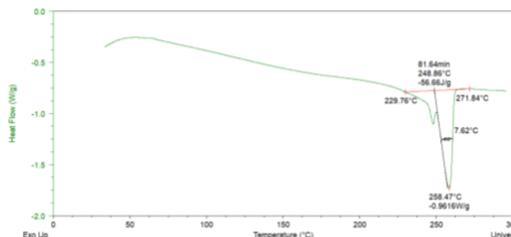
D1



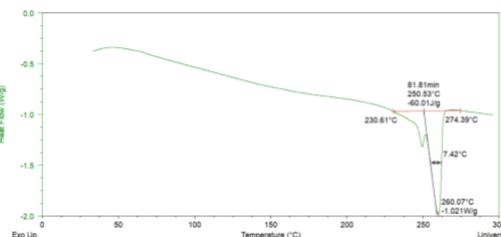
D2



E1



E2



I campioni sono stati sottoposti ad analisi FTIR-ATR per verificare la presenza dei picchi caratteristici del chitosano, che è possibile osservare soprattutto nel campione E1, ma si notano anche nei campioni D2 ed E2.



5. Impianti di selezione e trattamento delle frazioni secche riciclabili

Obiettivo di questa fase è quello di verificare l'accettabilità dei rifiuti marini raccolti durante le attività di pesca del progetto, da parte di alcuni impianti di selezione e trattamento delle frazioni secche riciclabili. Sulla base di una verifica preliminare degli impianti presenti sul territorio ed in grado di procedere al trattamento dei materiali raccolti, sono stati individuate le seguenti realtà che, oltre ad essere coinvolti nell'indagine, hanno mostrato anche un forte interesse verso il progetto:

1. Nappi Sud Srl, Impianto di Selezione;
2. Ambiente SpA, Impianto di Selezione;
3. Sea Ecologia Srl, Impianto di Selezione;
4. Di Gennaro SpA, Impianto di Selezione;
5. Sapla Srl, Impianto di recupero polimeri in Nylon;
6. Flamix, Impianto di recupero film plastici.

I primi quattro impianti sono piattaforme COREPLA, pertanto ricevono e trattano il rifiuto urbano dei comuni aderenti al progetto, pertanto hanno ricevuto, e continuano a ricevere il rifiuto pescato a mare inserito nel ciclo urbano di raccolta. Per quanto attiene Sapla e Flamix, si fa riferimento ad impianti industriali specializzati, che accettano solo specifici polimeri. La prima si occupa del recupero e riciclo delle reti da pesca in nylon, mentre Flamix è un'azienda specializzata nel riciclo e produzione di film plastici.

Si è successivamente predisposto un questionario da somministrare ai responsabili delle strutture, al fine di verificare gli aspetti tecnici ed organizzativi per l'attivazione di una filiera del rifiuto marino. Gli aspetti fondamentali da considerare nelle interviste sono stati così definiti:

- a) Distanza degli impianti dal sito di raccolta

A tale proposito si è tenuto conto della ubicazione dei comuni aderenti al progetto e che già stanno conferendo agli impianti di selezione della piattaforma COREPLA.

- b) Presenza di impianti di pretrattamento (lavaggio, selettori)

Tale fase di lavoro si rileva fondamentale per la componente relativa ai rifiuti speciali (prevalentemente reti da pesca in nylon).

- c) Tipologia di polimero prevalentemente lavorato
- d) Presenza di più linee di lavorazione dedicate a più polimeri o ad un singolo polimero
- e) Grado di accettabilità del materiale recuperato



- f) Costi di selezione
- g) Valore di mercato del materiale conferito

La somministrazione dell'intervista è avvenuta effettuando sopralluoghi diretti presso i singoli impianti e conducendo una conversazione aperta in seguito alla quale si è provveduto ad organizzare le informazioni raccolte nell'ambito dello schema proposto. Le interviste si sono svolte nel periodo luglio-dicembre 2022. In alcuni casi è stato necessario effettuare più visite, al fine di confrontarsi con il personale tecnico e quello amministrativo.

Nappi Sud Srl

Nel 2008 Nappi Sud è diventata piattaforma CSS Corepla ed ha sviluppato un piano di investimenti in tecnologia impiantistica con l'implementazione di un circuito di 4 selettori ottici ad alta velocità a beneficio ed al fine di incrementare volumi e qualità dei rifiuti trattati.

Nel 2012 l'impianto viene scelto dal Tetrapak quale impianto pilota del sud Italia attraverso la presentazione di un progetto che ha visto partner 10 comuni della provincia, tra i quali anche Salerno comune capoluogo. La filosofia operativa dell'Impresa è quella di garantire ai clienti un servizio ed un'assistenza di alta qualità quindi, nel 2005 l'azienda avvia una serie di progetti ed investimenti tecnologici mirati al revamping dell'impianto che hanno portato ad un raddoppio della linea di selezione nel 2016 e, nell'ottica dell'orientamento al miglioramento continuo, nel 2017, ad una triplicazione della capacità produttiva e ad un miglioramento delle performance qualitative delle linee di selezione con l'inserimento di vagli rotanti e balistici ed ulteriori 9 selettori ottici di ultima generazione. I servizi svolti sono:

- Raccolta e trasporto di rifiuti urbani pericolosi e non pericolosi;
- Raccolta e trasporto di rifiuti speciali pericolosi e non pericolosi;
- Servizio di selezione separazione e relativo cassonamento e/o compattazione di rifiuti non pericolosi provenienti da raccolta differenziata;
- Intermediazione di rifiuti urbani pericolosi e non pericolosi e di rifiuti speciali pericolosi e non pericolosi;
- Raccolta porta a porta di rifiuti urbani;
- Spazzamento strade ed igiene urbana;



- Noleggio di Muletti (Elettrici e Diesel), Autogrù e mezzi Speciali per la movimentazione di merci, Cassoni Scarrabili.
- Produzione di Imballaggi Speciali in legno Fitotrattati conformi alla Norma ISPM-15 (FITOK)
- Servizi di facchinaggio e Movimentazione Interna /Logistica industriale, di materie varie all'interno di Opifici, sulla base di capitolati e programmi forniti dai clienti.
- Pulizie Civili, (Uffici, aree amministrative, aree paramediche, Pulizia aree di lavoro) con frequenza fissa e con modalità definite dalla legislazione vigente in materia.

Ubicazione

Viale delle industrie, snc. 84091 Battipaglia (SA). La posizione dell'azienda è prossima al Cilento e Salerno, in quanto facilmente raggiungibile con la viabilità esistente.

Ambiente S.p.A.

Ambiente S.p.A offre un servizio di consulenza globale per il prelievo, il trasporto e il conferimento dei rifiuti solidi urbani e speciali, degli ingombranti, di pile esauste, farmaci scaduti. Gli impianti presenti nella piattaforma ecologica di Ambiente S.p.A. consentono la massima valorizzazione possibile dei materiali di risulta ricevuti, grazie alle eccellenti relazioni con società d'ingegneria primarie.

La politica di condivisione delle buone pratiche ambientali è indirizzata, verso l'esterno, attraverso visite guidate di studenti e amministrazioni pubbliche e private all'interno della propria struttura industriale. Il ciclo integrato dei trattamenti è seguito secondo politiche onerose ma volontarie di autocontrollo, testimoniate dalle numerose certificazioni appartenenti ad Ambiente S.p.A., non da ultima la registrazione EMAS. Ambiente S.p.A. ha certificato il proprio Rating di Legalità dell'Autorità Garante della Concorrenza e del Mercato ed è iscritta presso la Prefettura di Torino nella White List. Ambiente spa offre servizi completi e integrati di gestione dei rifiuti. Dalla fase di raccolta, a quella di trattamento fino al recupero, Ambiente spa cura ogni aspetto del ciclo dei rifiuti, consentendo alle Amministrazioni pubbliche e alle realtà private che l'hanno scelta come partner di costruire una relazione diretta e immediata con un unico interlocutore professionale e sempre attento a rispondere ad ogni specifica esigenza. Le Amministrazioni e le Aziende municipalizzate possono contare sui servizi di prelievo, trasporto, smaltimento dei rifiuti solidi urbani, dei rifiuti speciali e



non, selezione dei rifiuti urbani conferiti in maniera differenziata (monomateriale) e indifferenziata (multimateriale), ritiro di rifiuti ingombranti, prelievo, trasporto e smaltimento di pile e farmaci scaduti, riduzione volumetrica e triturazione dei rifiuti, bonifiche ambientali. Per le aziende private, Ambiente spa offre, invece, oltre al servizio di trasporto e smaltimento di rifiuti speciali pericolosi e non, il servizio di pulizia industriale, il servizio di prelievo, trasporto e smaltimento di materiali provenienti da cantieri edili e il servizio di micro raccolta di rifiuti prodotti da attività agricola, artigianali, produttive e commerciali. L'attività di Ambiente spa non si limita, però, all'esclusiva fornitura dei servizi di smaltimento e trattamento dei rifiuti. Grazie al know-how acquisito in oltre vent'anni di esperienza nel settore, Ambiente offre ai propri partner un servizio di consulenza completa, effettuato da uno staff tecnico di elevata competenza specializzato nel trovare soluzioni specifiche e diversificate a seconda delle singole esigenze. Ambiente spa può contare su una vasta superficie di impianti (circa 18.000 mq di cui 5.000 coperti) realizzati secondo le più sofisticate tecnologie disponibili nel settore e rispondenti ai più elevati standard di sicurezza. In ogni fase delle attività svolte all'interno degli impianti vengono applicate rigorose misure di controllo e di sorveglianza ambientale, che consentono il costante monitoraggio di ogni singolo momento del ciclo di trattamento dei rifiuti. Tutte le operazioni vengono effettuate attraverso l'impiego di mezzi e attrezzature di ultima generazione, sottoposti ad una periodica e attenta manutenzione che ne garantisce il corretto ed efficace funzionamento. Una volta giunti all'interno dell'impianto, i rifiuti vengono smistati e stoccati in differenti zone a seconda della loro tipologia. Questa fase si svolge in aree coperte e dotate di pavimentazione impermeabilizzata. A seconda della tipologia di rifiuti, lo stoccaggio avviene direttamente sul pavimento, mediante operazioni di impilamento o pressatura, oppure attraverso la collocazione all'interno di speciali contenitori. Successivamente, si procede alle operazioni di separazione che avvengono manualmente o secondo procedure automatizzate, al fine di realizzare una precisa cernita dei differenti materiali costituenti i rifiuti che, una volta individuati, vengono anch'essi divisi e stoccati a seconda della differente tipologia. Questo delicato processo è sottoposto ad un rigido protocollo di verifica che va dall'identificazione degli automezzi autorizzati in fase di entrata per lo scarico dei rifiuti fino alla valutazione dell'effettiva conformità dei materiali conferiti.

Ubicazione

Sede Operativa: 80030 San Vitaliano (NA) - Zona Ind. Via Ponte delle Tavole, 31. L'ubicazione è funzionale a coprire tutta l'area della Provincia di Napoli.

Figura 11. Particolare degli impianti di selezione di Ambiente SpA



Sea Ecologia Srl

Sea è un'azienda impegnata nella cernita, selezione e recupero di rifiuti riciclabili: carta, cartone, plastica, lattine e vetro. Grazie a un impianto tecnologicamente avanzato e ad operatori esperti Sea può offrire servizi di qualità. Le tipologie di rifiuti ammessi all'impianto sono: carta, plastica, cartone e imballaggi in polietilene, teli agricoli, rifiuti di provenienza agricola (manichette, tubi, reggette), lattine e vetro.

Ubicazione

Zona PIP Taurana, 84012 Angri SA. La posizione consente di coprire sia la parte nord della Provincia di Salerno che la parte sud della Provincia di Napoli.



Di Gennaro Spa

Il complesso industriale di proprietà della ditta Di Gennaro S.p.A. si estende per circa 39.500 mq. La Di Gennaro S.p.A. nell'anno 2004 ha iniziato ad esercitare l'attività di stoccaggio provvisorio, selezione, cernita e adeguamento volumetrico di rifiuti speciali non pericolosi. Allo stato attuale viene esercitata l'attività per un quantitativo di 60.000 t/a corrispondenti a circa 200 t/g (ciclo lavorativo di 24 ore/giorno).

Ubicazione

SS87 Sannitica Zona ASI Pascarola Caivano, NA 80023. L'area risulta collegata all'asse di supporto Nola - Villa Literno con accesso diretto grazie all'uscita dedicata dell'area ASI. Lo stabilimento risulta facilmente accessibile anche dall'Autostrada A1 – uscita Caserta Sud da cui dista soltanto pochi km. La viabilità di accesso risulta di adeguato dimensionamento; l'area interna dello stabilimento per la movimentazione degli automezzi, grazie ai notevoli spazi dedicati, risulta di adeguato dimensionamento. L'ubicazione consente di coprire adeguatamente l'area a nord della Provincia di Napoli (Campi Flegrei) e l'area costiera casertana.

Sapla Srl

La storia aziendale comincia nel 2012 con la nascita dei primi fenomeni legati all'incremento di produzione dei rifiuti e all'inquinamento. Fin da subito le scelte aziendali sono state implementate rispetto alla necessità del riciclo finalizzato al recupero di materiali di scarto per trasformarli in materie pronte ad essere impiegate in nuova vita. L'obiettivo è evitare lo spreco di materiali utili che avrebbero come alternativa l'incenerimento, riducendo così il consumo di materie prime nonché il consumo di energia che si renderebbe invece necessario con lo smaltimento tradizionale.

La Sapla srl è un'azienda specializzata nel recupero, riciclo e commercio di cascami tessili, costituiti soprattutto da nylon, poliammide, fibre artificiali e fibre sintetiche, e di materie plastiche quali PA, ABS, PP e PE.

L'azienda è cresciuta nel settore impostando un lavoro sempre più attento anche alle esigenze del mercato. Sono organizzati per il ritiro dei materiali operando con i mezzi scarrabili e centinati propri. Prima di arrivare alla fase di lavorazione, i materiali raccolti sono sottoposti a un accurato processo di selezione per garantire un prodotto finale (cioè materia prima secondaria MPS) di elevata qualità destinato al mercato della fusione e dello stampaggio. Le materie tessili vengono tagliate con apposite



taglierine a ghigliottina e imballate con pressa idraulica. Le materie plastiche vengono invece triturate con granulatore e imballati in big bags.

La SAPLA s.r.l. si occupa del recupero, della raccolta e del trasporto di cascami tessili, operando in tutta Italia e prelevando le materie di scarto per avviarle nel proprio stabilimento al processo di rigenerazione e nuova produzione. I servizi forniti sono così riassumibili:

- RITIRO SCARTI. Ritiro materiali per scarti prodotti tessili e scarti post stampaggio ad iniezione o materiali dismessi.
- MACINAZIONE. Processo di riduzione volumetrica dei manufatti plastici ad opera di trituratori e mulini.
- TAGLIO. Processo di riduzione volumetrica di scarti tessili mediante taglierine Pierret.
- IMBALLAGGIO. Processo di imballaggio dei prodotti in pallets.

Ubicazione

Via Bosco II, 33 ZONA INDUSTRIALE 84091 – Battipaglia (SA)

Flamix srl

La produzione di film plastici dell'impresa cavese, attiva dalla fine degli anni '70, avviene utilizzando sempre materie prime riciclabili, provenienti da aziende certificate. La Flamix nasce nella fine degli anni '70 a Cava de' Tirreni (Sa), occupandosi prima della sola commercializzazione e, poi, anche della produzione di sacchetti in plastica. Su di un'area complessiva di 5.000mq, dispone di strutture e spazi adatti alla gestione operativa, allo sviluppo e alla produzione di film plastici, in linea con gli elevati requisiti qualitativi che da sempre intende raggiungere. Il parco impianti del reparto di produzione è composto da 10 linee per l'estrusione di film in bolla, di cui 4 per la produzione di film in bassa densità (LDPE) e BIO (biodegradabile e compostabile) e 6 per film in alta densità (HDPE). Il reparto di recupero e riciclo, invece, comprende due linee complete per la rigenerazione di rifiuti e scarti in polietilene. La produzione di film plastici avviene utilizzando materie prime riciclabili, provenienti da aziende certificate. Stesso discorso per la produzione di materiali biodegradabili e compostabili e per il recupero e riciclo degli scarti e dei rifiuti plastici. Nello specifico, la Flamix produce film in bobine - in foglia, tubolari, soffiattate e termoretraibili - monopiega o multipiega da copertura. I film flessibili vengono prodotti anche goffrati, microforati e marchiati a freddo con i riferimenti normativi per l'utilizzo alimentare dei prodotti. La Flamix segue,

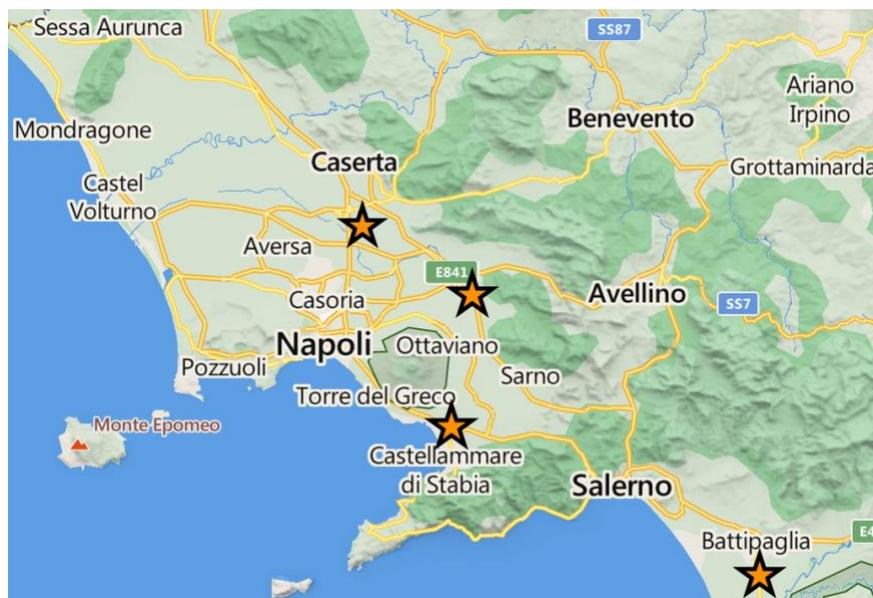
inoltre, l'intero processo di lavorazione e rigenerazione della plastica; dalla raccolta, mediante propri mezzi autorizzati e certificati, alla selezione dei materiali destinati al ciclo produttivo di recupero e riciclo. L'azienda produce una vasta gamma di polimeri riciclati in grado di soddisfare le esigenze dell'industria della trasformazione: granulo per filmatura/soffiaggio in PE-LD, PE- HD; granuli in PP, adatti sia per il soffiaggio che per lo stampaggio ad iniezione. I rifiuti in PE e PP entrano all'interno dell'impianto di lavorazione principalmente sotto forma di balle, e dopo le opportune operazioni di pesatura, registrazione e verifica di qualità e conformità, vengono stoccati in apposite aree in attesa prima di essere impiegate nel ciclo produttivo aziendale.

Ubicazione

Via XXV Luglio, 265, 84013 Cava dei Tirreni SA

Qui di seguito, la localizzazione degli impianti nella Regione Campania.

Figure 12. Ubicazione degli impianti di selezione



5.1 Esiti delle verifiche e risultati dell'indagine empirica

Le interviste si sono svolte nel periodo luglio-dicembre 2022. In alcuni casi è stato necessario effettuare più visite presso gli impianti, al fine di confrontarsi con il personale tecnico e quello amministrativo. Di seguito sono riportati in forma sintetica gli esiti delle interviste rispetto ai parametri nella nota metodologica.



Distanza degli impianti dal sito di raccolta

Come detto, nella scelta degli impianti si è tenuto conto della ubicazione dei comuni aderenti al progetto e che già stanno conferendo agli impianti di selezione della piattaforma COREPLA. Gli impianti hanno confermato l'operatività presso i comuni aderenti e quindi lo svolgimento dell'attività di selezione e trattamento dei rifiuti.

Presenza di impianti di pretrattamento (lavaggio, selettori)

Tale fase di lavoro è presente esclusivamente presso l'impianto Sapla, che tratta il recupero del nylon utilizzato per la realizzazione delle reti da pesca. La fase di pretrattamento e lavaggio chimico è indispensabile per rimuovere residui organici adesi alle reti. Dall'intervista condotta con i tecnici della Flamix srl si è appurato che, per quanto riguarda l'accettabilità del rifiuto plastico, nel caso di impianti aventi impianti di lavaggio a monte dei trattamenti termici successivi, la contaminazione salina e la presenza di scorie organiche in misura contenuta non inficiano la possibilità di riciclo del materiale plastico. In particolare, si sottolinea che i tecnici di Flamix, sulla base delle caratteristiche del loro ciclo produttivo, affermano che la presenza di una contaminazione da materiale organico adeso al polimero non ne compromette la recuperabilità se il polimero stesso si presenta in buone condizioni di conservazione, risultando comunque necessaria una valutazione visiva del materiale. Difatti il processo di pretrattamento prevede una triturazione delle plastiche ed un successivo passaggio in vasca di lavaggio dove avviene l'eliminazione delle scorie e della salinità. Ciò che invece rappresenta il vero limite al recupero della materia è la presenza di polimeri diversi nel corpo del rifiuto. Invero per la loro esperienza è accettabile la sola contemporanea presenza di polietilene e polipropilene, i quali, avendo caratteristiche chimiche affini, sono di fatto processabili sulla stessa linea.

Tipologia di polimero prevalentemente lavorato

Il materiale selezionato presso i quattro impianti di selezione è relativo a: Plastica da imballaggio; Plastica non da imballaggio; Alluminio e metalli non ferrosi; Ferro.

La plastica non da imballaggio viene selezionata, separata e riciclata attraverso impianti industriali, secondo le linee guida Corepla. Presso l'impianto di Sapla viene trattato prevalentemente il nylon. Presso la Flamix viene lavorato prevalentemente polietilene e polipropilene.



Presenza di più linee di lavorazione dedicate a più polimeri o ad un singolo polimero

Gli impianti di selezione visitati dispongono di processi di selezione ad alta automazione; pertanto, sono in grado di gestire la separazione contemporanea di tutte le componenti del rifiuto indicato come “multimateriale” ovvero plastica e metalli (ferrosi e non). Mentre Sapla e Flamix hanno linee dedicate a specifici polimeri (nylon, polietilene e polipropilene).

Grado di accettabilità del materiale recuperato

Vale la pena ricordare che il materiale conferito dai Comuni presso gli impianti di selezione è periodicamente oggetto di analisi merceologica al fine di determinarne il grado di “purezza” in riferimento alle frazioni di raccolta. In base alla qualità del rifiuto, così come determinata dalle analisi, il comune di riferimento riceve il rimborso economico previsto dal contratto sottoscritto con COREPLA.

Pertanto, tale punto è stato oggetto di una valutazione molto attenta da parte dei tecnici che gestiscono le linee di selezione. In generale, pur essendoci una certa oscillazione tra i diversi impianti, è possibile affermare che un rifiuto con un livello di contaminazione organica minore del 20% tende ad essere ritenuto riciclabile. Mentre, il rifiuto che ad un esame visivo supera tale valore percentuale viene “scartato” dalla linea dei riciclabili e conferito tra il materiale da smaltire, e quindi classificato come sovrvallo. Lo smaltimento del sovrvallo avviene a carico del Comune, pertanto viene indicato un costo aggiuntivo relativo alla percentuale di sovrvallo contenuta nei rifiuti conferiti ed analizzati. Attualmente il range del costo del sovrvallo è 250-300 €/tonnellata. Il sovrvallo, non idoneo al recupero delle materie prime seconde, viene comunque recuperato attraverso la valorizzazione termica (valorizzazione energetica, termovalorizzazione), ovvero l’impiego di rifiuti in sostituzione dei tradizionali vettori energetici per la produzione di energia elettrica e calore. In alcuni casi il sovrvallo può essere destinato alla produzione di combustibile per autotrazione.

Nel caso degli impianti di Sapla e Flamix la percentuale di contaminazione del materiale può essere anche maggiore del 20%, in quanto il processo di recupero, attraverso passaggi fisico-meccanico e chimico, consente di rimuovere il materiale adeso.



Costi di selezione

I costi di selezione variano in funzione dei singoli contratti di servizio che i Comuni o le società da essi delegate stipulano con le piattaforme autorizzate alle attività di selezione e cernita, il range del costo di tale servizio è 90-120 €/ton.

In particolare, il costo di tali servizi è fondamentalmente influenzato da due fattori: il volume annuo dei conferimenti, le percentuali di frazioni estranee.

I ricavi riconosciuti da COREPLA-CORIPET-BIOREPACK ai Comuni sono contrattualmente definiti dalla convenzione ANCI-CONAI 2020-2024 e dagli allegati tecnici specifici per ogni consorzio del CONAI, indipendentemente dalle piattaforme di conferimento. In particolare il valore dei ricavi è funzione della percentuale di frazione estranea presente nel rifiuto.

Valore di mercato del materiale conferito

Grazie alla collaborazione degli impianti di selezione è stata elaborata una stima del valore del materiale raccolto in mare durante il periodo di sperimentazione del progetto. In base ai valori di mercato attuale ed ai relativi corrispettivi riconosciuti dal CONAI i prezzi per i materiali sono di seguito riportati:

- Il valore riconosciuto dai consorzi COREPLA e CORIPET per le plastiche da imballaggio è compreso nel range tra 300-320 €/ton;
- I metalli ferrosi sono riconosciuti dal consorzio RICREA al valore di ca. 85 €/ton;
- L'alluminio è quotato dal consorzio CIAL pari a ca. 450 €/ton;
- Il vetro è quotato dal consorzio COREVE pari a ca. 35 €/ton (al netto dei costi di cernita);
- Il nylon delle reti da pesca attualmente viene ritirato dietro pagamento dei costi di trasporto. Il materiale presso gli impianti della Sapla è trasformato in pellettato e, successivamente, commercializzato a circa 100 €/Q.le, con un valore variabile a seconda della composizione del pellettato.

In conclusione, circa il 46% dei rifiuti pescati in mare può essere avviato a riciclo (incluso nel calcolo anche le reti da pesca in nylon (speciali), un ulteriore 7% (indifferenziato), non idoneo al recupero delle materie prime seconde, viene recuperato attraverso la valorizzazione termica (valorizzazione energetica, termovalorizzazione), ovvero l'impiego di rifiuti in sostituzione dei

tradizionali vettori energetici per la produzione di energia elettrica e calore. Quindi un valore percentuale pari al 53% del rifiuto “pescato” in mare viene avviato a recupero (di materia e/o di energia), tale percentuale è pressappoco coincidente con la media regionale campana della raccolta differenziata, seppure le due percentuali non siano paragonabili per composizione merceologica.

Sulla base dei dati raccolti nei primi mesi delle attività di raccolta dei rifiuti marini, si è tentato di comprendere l’impatto economico della raccolta, sia in termini positivi - materiali il cui riciclo genera ricavi - che negativi, materiali per i quali è necessario sostenere costi di smaltimento.

Una prima stima del valore economico del rifiuto è stata effettuata considerando i costi/ricavi di mercato.

CATEGORIE MERCEOLOGICHE	KG	STIMA VALORE ECONOMICO
FERROSI E NON FERROSI	567,10	48,20 €
TESSUTI E CORDAME (C) con altri materiali residui	1.766,35	123,64 €
INDIFFERENZIATO (I)	1.319,80	- 209,19 €
LEGNO (L)	2.247,65	- 116,88 €
PLASTICA	5.922,62	1.776,79 €
SPECIALI	6.980,90	- 1.116,94 €
VETRO (V)	338,10	- 11,83 €
Totale	19.142,52	493,79 €

Come si evince dal bilancio sopra i valori finali sono abbondantemente in attivo, nonostante i costi relativi allo smaltimento dei rifiuti speciali. Il contributo fornito dalla valorizzazione economica della frazione plastica risulta decisivo nel bilancio dei costi. Tale sperimentazione si ritiene possa rappresentare il primo step di un modello di gestione dei rifiuti marini virtuoso e sostenibile, oltre che da un punto di vista ambientale, anche sotto il profilo della gestione economica.

I volumi di materiale raccolto non consentono di elaborare una statistica sulla composizione dei rifiuti marini, ma considerando la distribuzione omogenea dei comuni su tutto il territorio costiero regionale e l’arco temporale di svolgimento dell’attività è probabile che il dato reale non sia così distante dai valori sopra esposti.



6. Impianti industriali per la produzione di materia prima seconda in Campania

La fase successiva di indagine per la progettazione della filiera dei rifiuti marini è stata l'intervista ai responsabili delle aziende che sono attive nel ciclo della gestione dei rifiuti. Da una verifica preliminare degli impianti presenti sul territorio ed in grado di procedere al trattamento dei materiali raccolti, sono stati individuate le seguenti realtà che, oltre ad essere coinvolti nell'indagine, hanno mostrato anche un forte interesse verso il progetto: BS Srl; Ravago SPA; ECOPLASTICA; AIRPOL; Jcoplastic.

Gli impianti industriali in questione sono aziende di diverse dimensioni specializzate rispetto al riciclo di specifici polimeri. In alcuni casi è stato necessario effettuare più visite, al fine di confrontarsi con il personale tecnico e quello amministrativo.

BS srl

La Società BS s.r.l. inizia la sua attività nel dicembre 2004 ereditando la vecchia azienda BS di Salvatore Bisogno fondata nel 1963.

www.bsplastica.it

Processo lavorativo

Il processo lavorativo si occupa, prevalentemente, di riciclo, produzione e trasformazione del polietilene, ossia, sacchi ed imballaggi in genere. I prodotti realizzati sono: termoretraibile, buste, sacchi, estensibile ed inoltre si occupa della commercializzazione di prodotti affini per l'imballaggio. La BS s.r.l. è specializzata, tra l'altro, nella realizzazione, tramite estrusione, di film termoretraibile microforato e non per l'utilizzo nei forni per il confezionamento di articoli. La produzione, tramite estrusione di materie prime, di buste in polietilene di vario formato assorbe circa il 30% del totale prodotto annualmente.

Materie prime impiegate

Le materie prime sono scelte da una preventiva accurata valutazione tecnica dei polimeri da acquistare. I requisiti fondamentali, che i fornitori devono possedere per essere qualificati, sono la Certificazione Ambientale Aziendale e la Certificazione di Prodotto idoneo all'utilizzo per Alimenti. Il Polietilene non è tossico e non rilascia sostanze tossiche ecco perché viene utilizzato come imballo



primario per il confezionamento degli alimenti. Tutti i coloranti Master utilizzati per la colorazione dei sacchi sono certificati per l'utilizzo in packaging Alimentare.

Processi produttivi

Tutti i processi produttivi aziendali sono tecnologicamente avanzati idonei a garantire sempre lo stesso prodotto immune da variazioni di temperatura o di umidità. La tecnologia applicata permette un costante controllo dei parametri produttivi anche a distanza. Per i clienti che richiedono materiali riciclati la B.S. s.r.l. produce, a partire da scarti industriali, buste sacchi per la N.U. di vario colore.

Certificazioni

La BS s.r.l. è in possesso di Autorizzazione Unica Ambientale (AUA). Tale Autorizzazione permette di recuperare e riciclare scarti di produzione di polietilene trasformandoli in materie prime secondarie e, quindi, ridando nuova vita a tali materiali evitando così che gli stessi vengano inceneriti. L'AUA permette, altresì, di avere la tracciabilità del materiale da quando è scarto a quando diventa prodotto finito. All'interno dell'AUA sono ricompresi tutti i provvedimenti autorizzativi ambientali in merito alle emissioni in atmosfera, impatto acustico ecc. La BS s.r.l. è certificata, altresì, secondo la norma UNI EN ISO 9001:2015 per il sistema di gestione della qualità aziendale e secondo la UNI 10667-2:2010 per la certificazione di prodotto rigenerato MPS (materia prima secondaria) PSV (plastica seconda vita) con ente accreditato Accredia.

RAVAGO Italia – Sede di Salerno

<https://www.ravago.com/>

Ravago è una società Belga con un giro d'affari pari a 5 miliardi di Euro. La sua sede centrale è localizzata nella città di Arendonk. Ravago è attiva in tre aree commerciali principali, nel settore delle materie prime:

- distribuzione di noti marchi di materie plastiche e gomme;
- produzione e compounding di materie plastiche e gomme di prima scelta e riciclate;
- attività di rivendita e commercializzazione di polimeri e gomme.

Ravago fu fondata nel 1961 da un uomo d'affari fiammingo, Raf Van Gorp, che iniziò a raccogliere rifiuti industriali e produrre materie plastiche riciclate. Era un'idea molto innovativa in quel tempo, in cui le pressioni ambientali non erano forti come oggi. Le grandi aziende petrolchimiche preferivano i materiali di prima scelta e bruciavano i loro rifiuti per generare l'elettricità per i loro



impianti. Pertanto, l'offerta di Ravago di rilevare i loro rifiuti plastici fu accolta con interesse. Così, mentre negli anni '60 e '70 gli scarti e i prodotti fuori norma rappresentarono l'attività fondamentale di Ravago, negli anni che seguirono l'azienda si impegnò sempre di più per passare ai materiali di prima scelta. Con l'acquisizione della società statunitense Mühlstein, avvenuto nel 2006, Ravago divenne il leader mondiale nel riciclaggio e nel compounding di materie plastiche. Oggi Ravago è uno dei più grossi compounder di polimeri, con impianti di produzione in Europa e negli Stati Uniti.

Le sedi europee di Ravago sono localizzate in: Belgio, ad Arendonk: Ravago Production; Germania, a Steinfurt: Ravago Deutschland; Germania, a Peine: Coratech; Germania, a Schkopau: RP Compounds; Italia, a Locate Varesino; Italia, a Mornico; Italia, a Salerno; Spagna, a Tarragona: Ravago Plasticos; Turchia, a Kocaeli: Enplast.

Ravago è principalmente concentrata sulla fornitura di compound di materie plastiche di pregio, sia di prima scelta che di qualità industriale, oltre che di materie plastiche riciclate.

La gamma Ravago comprende compound dei seguenti polimeri: PE HD, PE LD; PP homo, copo, raco; PS HI, PS GP; ASA; ABS; PC; PC/ABS; PA/ABS; PBT; PA6, PA66 TPE-S, TPE-V.

I compound Ravago sono prodotti in una vastissima gamma di gradi diversi, caricati con talco, carbonato di calcio, fibra di vetro o sfere di vetro. Ravago produce anche compound plastici colorati, compound ritardanti di fiamma e materie plastiche stabilizzate ai raggi UV.

Una parte importante dell'offerta Ravago è rappresentata dai compound di qualità industriale e da riciclati di elevata qualità che trovano un uso sempre più massiccio in molte applicazioni dell'industria automobilistica, elettrica ed elettronica, del mobile, dei componenti interni degli elettrodomestici e in molte altre applicazioni che richiedono materiali non inquinanti, economici e con una qualità elevata e costante. L'aspetto interessante e tecnologicamente complesso è legato essenzialmente alle ricette di additivazione del granulato in funzione del destino finale del materiale. La sede di Salerno è specializzata sul riuso di polimeri di Nylon, l'intera produzione, parliamo di un fatturato intorno ai 20 M€ e circa 200 dipendenti, è realizzata con polimeri di riciclo.

ECOPLASTICA Srl

Ecoplastica dal 2003 produce casse in polipropilene per l'imballaggio di frutta e verdura. L'azienda presenta sul mercato prodotti di elevato standard qualitativo ottenuti con l'ausilio delle più avanzate



tecnologie per lo stampaggio ad iniezione e di una fase progettuale dedicata alla realizzazione di cassette personalizzate secondo le esigenze della clientela.

SGS - SINCERT certifica la Ecoplastica secondo la norma ISO 9001:2008 e ISO 14001:2004.

Il Sistema Qualità è applicato all'intera fase di produzione degli imballaggi.

L'azienda aderisce al CONIP Consorzio Nazionale Imballaggi in Plastica per la produzione di imballaggi per l'ortofrutta e collabora con il consorzio alla fase di recupero degli imballaggi immessi sul mercato.

Ecoplastica produce cassette in polipropilene riciclato per ortofrutta personalizzate, robuste, riciclabili e pallettizzabili.

Ecoplastica persegue in tutti i processi lavorativi e produttivi una politica di rispetto dell'ambiente, ottenendo certificazioni di qualità del sistema di gestione e l'adesione alle più importanti piattaforme per il riciclo e la lavorazione dei materiali post consumo o scarti plastici, l'organizzazione ideale di un ciclo di raccolta, trasformazione e produzione in grado di ridurre i costi e il consumo energetico e di assicurare la qualità dei prodotti.

La produzione delle cassette, realizzate con granuli PSV (plastica seconda vita) derivanti principalmente da scarti industriali plastici e da materiali post consumo, avviene realizzando un loop chiuso che vede l'azienda impegnata nel recupero e riconsegna delle cassette che Ecoplastica rigenera in nuovi manufatti.

Il Ciclo produttivo

PLASTICA RICICLATA. La materia prima, il polipropilene, è certificata per il contatto con l'ortofrutta.

RICICLO. Le cassette sono 100% riciclabili, realizzati con granulo in plastica riciclato che contribuisce alla produzione di cassette più sostenibili.

IGIENE. Il processo di stampaggio ad elevate temperature permette un'igiene totale dell'imballaggio.

TRAFORATURA. La traforatura garantisce una migliore visibilità per il controllo della frutta/verdura, oltre a permettere il passaggio di aria e acqua.

PERSONALIZZAZIONE. Le cassette sono personalizzabili con marchio del produttore o immagini standard tramite tecnologia IML (in-mould labelling). L'etichetta in polipropilene, termofusa con l'imballaggio, garantisce una completa riciclabilità.



Airpol italia s.r.l.

<https://www.airpol.it/>

Airpol Italia srl è una società costituita nel 2017 per rilevare il ramo di azienda della de.com srl, per continuarne le attività di stampaggio e di imballaggio industriale e per ampliarne le attività di ricerca e sviluppo. Airpol Italia srl è impegnata nella ricerca che realizza anche grazie alla collaborazione con altre realtà locali.

Airpol Italia srl è attiva nella produzione e nella trasformazione delle perle di Polistirene Espanso Sinterizzato per l'imballaggio industriale, il confezionamento alimentare e ortoflorovivaistico. Per l'edilizia realizza un sistema costruttivo a 'cassero' insieme ad altri elementi tecnici per l'isolamento termico. Airpol Italia srl lavora e utilizza nei suoi processi produttivi il Polistirene Espanso Sinterizzato (EPS), materiale totalmente riciclabile. In tal senso, ed in un'ottica di economia circolare, la produzione aziendale si estende ad altri materiali di nuova generazione che utilizzano tecnologie innovative in grado di recuperare, riciclare e riutilizzare l'EPS insieme con materiali plastici e altre tipologie di rifiuti e scarti. Con i nuovi materiali in via di sperimentazione Airpol ha avviato un nuovo settore produttivo che va verso prodotti a valore aggiunto per l'ambiente e il design. Airpol italia srl ha attivato collaborazioni con le Università, con Centri di Ricerca e con altri Enti, per promuovere nuove realtà produttive e creative.

Di interesse specifico per il progetto FIRM è l'attività di Airpol di progettazione e realizzazione di imballaggi in polistirene espanso (EPS) per il settore caseario, alimentare e ortoflorovivaistico. Imballaggi leggeri, resistenti agli urti e isolanti termici in polistirene espanso completamente riciclabile e molto utilizzati nel settore della pesca. L'azienda produce un contenitore in EPS specifico per le trote e per i prodotti ittici.





Airpol è anche una piattaforma di raccolta del polistirene espanso (EPS) che recupera ed immette nuovamente nel suo ciclo produttivo e in quello dei nuovi materiali su cui l'azienda ha avviato la sua sperimentazione.

Airpol organizza la raccolta del materiale in EPS per conto delle amministrazioni competenti e in accordo con COREPLA. Il materiale proveniente dal post consumo viene destinato ad uno specifico impianto di recupero che consente, tramite la frantumazione, pulitura, depolverizzazione etc., di inserire il materiale ritirato dal mercato, nuovamente nel ciclo produttivo base opportunamente miscelato alla Materia prima Vergine, evitandone l'invio agli impianti di smaltimento tradizionali con i conseguenti benefici sull'ambiente.

Si segnala che AIRPOL ITALIA SRL è BENEFICIARIO del bando ASSE VI – REACT EU- “Finanziato nell'ambito della risposta dell'Unione alla pandemia di COVID-19” con un progetto sullo sviluppo di una nuova tecnologia efficiente, economica e multifunzionale per il recupero di polistirene espanso da utilizzare come materia prima per nuovi imballaggi.

Ubicazione

Airpol Italia srl è ubicata nell'area industriale di Marcianise sud, a 15 minuti di auto dall'aeroporto di Napoli Capodichino, a 3 chilometri dal casello autostradale di Caserta sud, a 16 chilometri dalla stazione dell'Alta Velocità di Afragola. La sua è una posizione strategicamente e logisticamente molto favorevole, servita dall'Interporto sud Europa e da innumerevoli e qualificate società di logistica.

Jcoplastic S.p.A. Industria contenitori plastici – Battipaglia (SA)

www.jcoplastic.com

La Jcoplastic S.p.A. è una multinazionale con sede legale in Milano ed operativa in Battipaglia (SA). Nata nel 1963 si occupa della progettazione, della produzione e della fornitura di contenitori in materie plastiche (HDPE e PPE) per i settori di Ecologia, Agricoltura, Industria.

La Jcoplastic S.p.A. possiede stabilimenti di stampaggio a iniezione all'avanguardia sia sul territorio italiano sia all'estero. Oltre gli stabilimenti storici di Battipaglia e Potenza, la Jcoplastic S.p.A. vanta anche siti produttivi in Austria, Spagna, Grecia, Turchia e Francia, e in territori extraeuropei come l'Australia e il Sud America.

La dimensione economica si attesta su un consolidato di 125 M di € con 433 dipendenti.



In Italia, la sede produttiva principale è lo stabilimento di Battipaglia (SA), che si estende su una superficie di 344.000 mq.

L'azienda ha investito molto in R&S consentendo di sviluppare nuovi prodotti e modificare i prodotti esistenti ottemperando alle richieste di mercato sempre più diverse. I processi produttivi aziendali sono continuamente oggetto di aggiornamento e perfezionamento dei processi industriali e di plastificazione per lo Stampaggio ad Iniezione di Materie Plastiche.

Sempre a Battipaglia (SA) lo stabilimento **Icotech Automation S.r.l.** rappresenta il Polo Tecnologico operativo della Jcoplastic, nato per sviluppare la tecnologia degli impianti degli stampi e delle automazioni industriali. In questo stabilimento si costruiscono e/o revisionano le grandi presse ad iniezione utilizzate nei processi produttivi, si realizzano gli stampi più strategici con soluzioni innovative e si sviluppano le automazioni con l'utilizzo di sistemi produttivi robotici antropomorfi.

Jcotracer, è una divisione nata per lo sviluppo e la produzione di elettronica e software sia dedicati alla automazione dei propri impianti (Industria 4.0) sia per le elettroniche e software destinati alle serrature intelligenti utilizzate per i contenitori per la raccolta rifiuti e per le operazioni di distribuzione informatizzate dei contenitori. Questa tecnologia ci consente di tracciare i contenitori (box, cassette, ecc.) attraverso la lettura e scrittura di microchip, etichette e codici a barre.

Jcoplastic, è molto attenta alle tematiche ambientali, da sottolineare che ha adottato un modello di **Economia Circolare** utilizzando anche fonti energetiche di tipo rinnovabile (fotovoltaico) e di trigenerazione con recupero di calore con ciclo ad assorbimento termico, tali impianti sono stati realizzati e integrati con i software Industria 4.0. Sempre nell'ottica della Economia Circolare, l'Azienda è attiva nel recupero e nella valorizzazione dei prodotti a fine vita, riciclandoli in materia prima seconda (MPS). Gli stessi prodotti venduti dall'azienda vengono riacquistati a fine ciclo. La materia recuperata viene sottoposta ad un processo di lavaggio e sanificazione e successivamente trattata con impianti di rigenerazione a mono e bi vite per essere riutilizzata nel ciclo produttivo. Tutto il ciclo di recupero viene realizzato presso l'impianto di Buccino (SA) che afferisce sempre al network Jcoplastic, mentre la produzione avviene presso l'impianto industriale di Battipaglia (SA).

Certificazioni

L'azienda è munita di diverse certificazioni, tra cui UNI EN ISO 9001 ottenuta nel 2000 ed UNI EN ISO 14001 ottenuta nel 2005.



Inoltre i prodotti sono certificati GS così da rispondere agli standard internazionali di igiene, sicurezza ed elevate prestazioni.

Distanza degli impianti dal sito di raccolta

Come detto, nella scelta degli impianti si è tenuto conto della ubicazione dei comuni aderenti al progetto. Gli impianti sono stati individuati considerando la posizione baricentrica rispetto al territorio regionale e alla presenza di una viabilità adeguata. Inoltre, nella selezione degli impianti, si è tenuto conto della storia aziendale che rappresenta una credenziale in termini di affidabilità e serietà.

Presenza di impianti di pretrattamento (lavaggio, selettori)

Tale fase di lavoro è prevista o presso gli impianti o in strutture esterne, che predispongono il materiale alla fase di recupero. In particolare, tale fase, è necessaria per il nylon proveniente dalle reti da pesca esauste. La fase di pretrattamento e lavaggio chimico è indispensabile per rimuovere residui organici adesi alle reti. Tale fase, se necessaria, viene affidata all'esterno. Dall'intervista condotta con i tecnici della Ravago Italia si è appurato che per quanto riguarda l'accettabilità del rifiuto plastico, nel caso di lavaggio a monte dei trattamenti termici successivi, la contaminazione salina e la presenza di scorie organiche in misura contenuta non inficiano la possibilità di riciclo del polimero. Difatti il processo di pre-trattamento prevede una triturazione delle plastiche ed un successivo passaggio in vasca di lavaggio dove avviene l'eliminazione delle scorie e della salinità. Nel caso del nylon il polimero può mantenere l'odore marino anche dopo il trattamento, in questo caso viene aggiunto un processo di profumazione. Ciò che invece rappresenta il vero limite al recupero della materia è la presenza di polimeri diversi nel corpo del rifiuto. Per quanto attiene i prodotti in EPS, il loro recupero avviene principalmente attraverso processi meccanici. Le soluzioni che adottavano processi chimici si sono rilevate poco sostenibili su scala industriale e di conseguenza abbandonate dalla maggior parte delle imprese.

Tipologia di polimero prevalentemente lavorato

Il materiale trattato presso gli impianti visitati è relativo a: Nylon; Pet; PVC; Polipropilene; Polietilene; Polistirene espanso.



Presenza di linee di lavorazione multiple per singolo polimero o dedicate a più polimeri

Gli impianti visitati dispongono di processi produttivi ad alta automazione, specifici per polimeri (nylon, polietilene e polipropilene, EPS). Tali tipologie di impianto consentono alte performance incrementando la possibilità di utilizzare plastica da recupero nel ciclo produttivo. Di contro sono sistemi estremamente delicati che mal sopportano materia prima seconda impura. Per tale ragione l'orientamento principale manifestato dalle imprese intervistate è di approvvigionarsi presso impianti produttivi i cui scarti sono puri, per quanto riguarda le caratteristiche dei polimeri. In tal modo si riducono i costi di selezione ed i rischi di impurità. Infatti, la presenza di materiali di recupero costituiti da polimeri diversi comporta una modifica delle caratteristiche strutturali del prodotto, generando problemi di gestione alla linea produttiva, fermo macchine e contestazioni da parte del cliente.

Grado di accettabilità del materiale recuperato

Nell'ambito industriale l'attenzione mostrata verso l'accettabilità del materiale plastico da recupero è risultata minore di quanto palesato presso gli impianti di selezione (rif. attività 1). Il grado di accettabilità è influenzato da una serie di parametri che cambiano in funzione del polimero. Nel caso del Nylon e del Polipropilene, dai dati raccolti, la soglia risulta alta (intorno al 60%) in quanto il processo di recupero, attraverso passaggi di tipo fisico-meccanico e chimico, consente di rimuovere il materiale adeso. In generale, pur essendoci una certa oscillazione tra i diversi polimeri, è possibile affermare che un rifiuto con un livello di contaminazione organica intorno al 40%/- 50% tende ad essere ritenuto riciclabile. Mentre, il rifiuto che ad un esame visivo supera tale valore percentuale viene "scartato" dalla linea dei riciclabili e conferito tra il materiale da smaltire, e quindi classificato come sovrvallo. Nel caso in esame lo smaltimento del sovrvallo avverrebbe a carico dell'impianto, pertanto, se il materiale è costituito da più polimeri, viene richiesto da ogni impianto una certificazione del materiale, attraverso un processo di selezione, generando un costo aggiuntivo per il completamento del processo di riciclo.

Costi di selezione

I costi di selezione variano in funzione dei canali di approvvigionamento. Nel caso di recupero di materia da impianti industriali (scarti di produzione) la selezione non è necessaria. Mentre altre fonti di approvvigionamento che non possono garantire l'omogeneità del materiale, come nel caso dei



rifiuti pescati in mare, sono soggette a selezione. In questo caso i costi sono funzionali ai singoli contratti di servizio che le imprese stipulano con le piattaforme di selezione e cernita, il range del costo di tale servizio è 90-120 €/ton. In particolare, il costo di tali servizi è fondamentalmente influenzato da due fattori: il volume annuo dei conferimenti, le percentuali di frazioni estranee.

Difatti la percentuale di frazioni estranee determina un costo aggiuntivo legato allo smaltimento dei cosiddetti sovvalli (frazioni di rifiuto di scarto generati dalle attività di selezione). Il costo per l'avvio a recupero energetico di tali scarti è attualmente nel range di 220-280 €/ton. È da sottolineare la forte volontà espressa dalle aziende di collaborare al recupero di plastiche marine, al tempo stesso, come spiegato, sono vincolate dai moderni sistemi produttivi all'utilizzo di specifici polimeri, pertanto la selezione e la preparazione del materiale assume una valenza decisiva nell'ipotesi di avviare un ciclo produttivo specifico per le plastiche marine.

Valore di mercato del materiale conferito

In base ai valori di mercato i prezzi per i materiali sono variabili, connessi fondamentalmente alla quotazione di mercato del petrolio. Al fine di rendere valutabile il ricavo ottenibile dall'intercettazione dei materiali in polimero oggetto della presente relazione possiamo fare riferimento alle attuali quotazioni riconosciute dai Consorzi CONAI. Attualmente il valore riconosciuto riferito ai diversi polimeri è:

- PET: 0,372 €/kg
- PVC: 0,334 €/kg
- Polipropilene: 0,334 €/kg
- Polietilene: 0,334 €/kg
- Polistirene espanso: 0,334 €/kg

Il nylon delle reti da pesca attualmente viene ritirato dietro pagamento dei costi di trasporto, ma in caso di concentrazioni importanti diverse aziende hanno mostrato interesse al recupero senza costi per l'utenza. Il materiale viene trasformato in pellet e, commercializzato con un valore variabile a seconda della composizione del pellet e dei trattamenti integrativi effettuati (anti-UV, colorante, strutturale). L'oscillazione è molto alta, il valore può variare da 1 a 10 €/kg.



6.1 Classificazione delle materie prime seconde (MPS) e fattibilità tecnica

Lo studio aveva l'obiettivo di rispondere alle seguenti domande:

- a) Individuare una classificazione delle materie prime seconde da avviare a riciclo;
- b) Definire la fattibilità tecnica del riciclo delle materie prime seconde.

Per quanto attiene il punto a) il rifiuto plastico riciclabile è composto prevalentemente dei seguenti polimeri: PET (01); PP (05); HDPE (02); LDPE (4); EPS (polistirolo); PA (6) (Nylon).

Esso è riciclabile al 100% attraverso gli impianti industriali censiti. Come evidenziato le maggiori criticità riguardano la presenza di contaminanti organici che possono inficiare il processo di recupero del polimero da avviare a riciclo.

Relativamente al punto b) si sottolinea come il comparto industriale dei polimeri sia attualmente in grado di effettuare il riciclo dei polimeri plastici da recupero, anche anticipando le norme nazionali ed europee sull'economia circolare.

Infatti, dalle interviste effettuate e dai dati raccolti la fattibilità tecnica del riciclo di plastiche da recupero marino è pienamente confermata. I limiti tecnici sono per lo più connessi a vincoli produttivi, in relazione agli specifici polimeri, più che alle origini o alle genesi del rifiuto. Il processo di recupero di polimeri da rifiuto marino deve necessariamente passare da una fase di selezione. Tale fase può essere svolta a carico delle aziende impegnate nel recupero dei materiali, attraverso la contabilizzazione dei costi connessi. In questo modo si potrà valorizzare il prodotto realizzato certificandolo come da Plastica di Recupero Marino. Mentre l'utilizzo delle piattaforme di selezione affiliate al network COREPLA, pur garantendo costi minori, non consente, per la natura degli accordi in essere, di certificare l'origine delle Plastiche nella produzione di manufatti da Recupero Marino. Attualmente il network allestito dal COREPLA è il principale fornitore dei Comuni italiani, e non risulterebbe semplice o agevole per i Comuni costieri escludere le plastiche pescate a mare dal circuito COREPLA. La criticità è rappresentata dal fatto che il rifiuto conferito alla piattaforma COREPLA diventa di proprietà del consorzio, e viene avviato a percorsi di valorizzazione economica su scala internazionale fuori dalla portata dei comuni costieri. Pertanto, in assenza di uno specifico accordo relativo alle plastiche di origine marina assimilabili urbane, che pur potrebbe portare vantaggi sia ai comuni costieri che alla stessa COREPLA, si ritiene, al fine di ottenere una certificazione di prodotto,



opportuno adottare una metodologia basata sull'analisi dei flussi di materia. In questo modo i valori quantitativi dei materiali in entrata ed uscita presso gli impianti di selezione COREPLA, certificati dalla stessa piattaforma, possono essere “convertiti” in materia prima seconda disponibile per la realizzazione degli articoli selezionati per la produzione che potranno, nel limite del rispetto dei quantitativi accertati come riciclati, essere dotati della certificazione “Prodotto da Plastica recuperata in mare”.

È bene sottolineare che la regione Campania è una delle più avanzate nella gestione del riciclo dei rifiuti, mentre presenta delle carenze nelle fasi di lavorazione post-selezione, in particolare nella fase relativa alla preparazione delle materie prime seconde da utilizzare nell'industria. Parliamo di un momento del processo di recupero estremamente complesso dal punto di vista tecnologico e che necessita di importanti investimenti. Inoltre, la politica nazionale della vendita dei materiali selezionati attraverso il sistema delle aste ha sostanzialmente favorito e rafforzato i poli industriali esistenti, ubicati principalmente nelle regioni del Nord Italia, della Germania e dell'Olanda, non consentendo una omogenea distribuzione degli impianti di recupero nel paese. Ne scaturisce una frenetica movimentazione dei materiali che spesso, prima di poter essere recuperati nei luoghi d'origine, sono obbligati a viaggiare su e giù per il paese e per l'Europa, generando flussi cospicui di CO₂.

In un'ottica di rendere più efficienti i modelli di gestione e recupero della materia prima seconda si ritiene utile suggerire le seguenti azioni:

1. promuovere la creazione di una piattaforma regionale che favorisca l'incontro della domanda e dell'offerta rispetto alle materie prime seconde;
2. adottare politiche regionali di sostegno economico all'industria post-selezione, al fine di ridurre il gap con le aree industrializzate europee (e ridurre la necessità di spostare i materiali);
3. promuovere una policy nazionale finalizzata a reimmettere a livello provinciale o regionale una percentuale del materiale raccolto e selezionato.

Dalle interviste emerge che il principale ostacolo al riutilizzo dei polimeri in alcuni casi è il mercato ed il consumatore. Molti prodotti potrebbero essere realizzati integralmente, o con alte percentuali, da polimeri post-consumo. La barriera è rappresentata dal consumatore che non essendo stato informato tende a rifiutare l'acquisto di un contenitore o di un packaging con imperfezioni. Tale concetto è stato ribadito da diverse aziende, quali BS, Jcoplastic e Airpol, in riferimento ad articoli



diversi. BS ha evidenziato che la produzione di packaging food o buste in plastica da plastica riciclata incontra resistenze poiché il film plastico presenta delle increspature puntuali dovute a piccole impurità, che non inficiano il prodotto finale. Così come Jcoplastic che ha la capacità tecnica per realizzare i contenitori per la raccolta dei rifiuti da plastica riciclata 100%, ma è “obbligata” a realizzare contenitori con una percentuale di materiale riciclato intorno al 30%. In quanto la presenza di percentuali più alte da plastica riciclata comporta una colorazione del contenitore tendente al nero, mentre il coperchio sarebbe colorato in modo da identificare la tipologia di materiale da depositare. Tale opzione non viene accettata di buon grado dal mercato. Problema simile è stato riportato da Airpol, che avrebbe la capacità tecnica di realizzare cassette in polistirolo riciclato destinate al settore ittico, ma a causa di puntuali disomogeneità cromatiche, dovute al processo di riciclo, le cassette vengono rifiutate.

In conclusione, in base all’analisi effettuata ed ai dati raccolti si ritiene di poter asserire che i materiali plastici recuperati in mare possono essere avviati a riciclo industriale anche con un livello di contaminazione importante (~50%), differentemente da quanto avviene presso gli impianti di selezione COREPLA. In ogni caso, in considerazione dell’origine del materiale, resta necessario effettuare una selezione prima del riciclo dei polimeri che tenga conto del grado di accettabilità degli stessi presso gli impianti di lavorazione finale.

La problematica relativa alla selezione potrà a breve trovare soluzione, in quanto gli impianti più avanzati presenti in regione Campania sono in procinto di investire in sistemi che effettuano la separazione delle plastiche per polimero utilizzando telecamere ad infrarossi e lampade speciali. Le differenti nature chimiche delle plastiche tra PET, PVC, PS, PE, PA, PS, ABS ecc. sono così facilmente individuate e separate. Ciò consentirà di conferire polimeri diversificati separandoli in maniera automatica.

Il selettore ottico è composto da uno scivolo verticale sul quale viene fatta scorrere la plastica, solitamente con pezzatura da 2 a 25 mm. Alla fine dello scivolo sono presenti da 2 a 4 telecamere ad alta definizione che analizzano ogni singolo particolare della plastica, sia sulla parte frontale che posteriore.

Le telecamere sono connesse ad un computer che, sulla base di un programma prestabilito dall’utente, attiva delle elettrovalvole pneumatiche che “sparano” e separano dal flusso della plastica tutti i polimeri diversi. Dopo la selezione delle plastiche per colori, la selezionatrice ottica per polimeri



trova la sua funzione essenziale per separare tutte le plastiche di uguale colore da quelle di differente natura chimica.

L'adozione di tali processi consentirà un ulteriore abbattimento dei costi di selezione favorendo ulteriormente il recupero di materia prima seconda.

In base a quanto emerso dal lavoro di indagine, per favorire la realizzazione di articoli da plastica riciclata è necessario andare oltre i CAM avviando delle campagne di informazione presso i cittadini. Poiché persiste da parte del consumatore una certa diffidenza verso il prodotto realizzato con materiale da riciclo. Nell'ambito food può essere "compresa" una certa diffidenza verso il packaging da riciclato, preferendo i prodotti realizzati da materiale vergine. Rispetto a tale "diffidenza" è necessario attuare delle campagne informative ad-hoc. Nell'ambito no-food non si comprende le difficoltà ad accettare prodotti da plastica riciclata, se non per il fatto che si discostano leggermente da quanto siamo abituati a consumare, considerato che garantiscono un notevole risparmio di risorse naturali.



7. Prodotti realizzabili dal riciclo dei rifiuti marini

Lo scopo di questa parte della ricerca non è solamente quello di raccogliere informazioni su quelle che possono essere esperienze positive in materia di recupero del rifiuto marino e di possibile avvio di filiere produttive ma anche quello di stimolare una riflessione sulle possibilità e le opportunità che possono esistere nell'ambito del mercato, tenendo presente che l'attuazione di una filiera del rifiuto marino contiene al suo interno alcuni vincoli ed ha la necessità di avere alcune caratteristiche.

Esiste un vincolo tecnologico e merceologico che riguarda il grado possibile di contaminazione del rifiuto raccolto che rappresenta indubbiamente un aspetto tecnico di cui si deve forzatamente tenere conto e che ha la potenzialità di guidare il processo di recupero in una direzione specifica, in relazione al grado di contaminazione e/o deterioramento del materiale raccolto;

I prodotti potenzialmente ottenibili nell'ambito del processo di costruzione della filiera sono ovviamente caratterizzati da prestazioni funzionali ma non appare secondario il messaggio ambientale che essi veicolano, che può risultare tanto più efficace quanto più si riesce ad identificare e far emergere il legame con l'ambiente marino.

Le informazioni che seguono hanno quindi la funzione di un repertorio di esempi potenzialmente virtuosi da cui partire per applicare nel contesto territoriale del progetto FIRM una o più esperienze, compatibilmente con l'infrastruttura tecnologica e produttiva presente. Considerato il tema del progetto, il percorso di ricerca svolto e le informazioni raccolte si ritiene coerente identificare i seguenti prodotti quali elementi realizzabili da plastica riciclata di origine marina:

- Sacchi in polietilene per i rifiuti;
- Cassette in plastica per l'ortofrutta;
- Elementi di Arredo Urbano - Cestini portarifiuti;
- Bidoni carrellati per rifiuti;
- Gadget e shopping bags.

Le imprese intervistate durante il progetto di ricerca hanno manifestato un forte interesse a sperimentare la realizzazione di prodotti utilizzando plastica recuperata a mare. Molti dei prodotti elencati sono già realizzati o realizzabili grazie all'uso di plastica riciclata (con percentuali che variano dal 30% al 50% al 70%, fino al 100%).



Le percentuali di plastica riciclata nell'ambito produttivo possono aumentare sia in funzione della piena applicazione dei CAM (Criteri Minimi Ambientali) sia in base alla sensibilità maturata dal consumatore. Infatti, la disponibilità ad accettare un diverso cromatismo o qualche lieve imperfezione consentirà di aumentare sempre più le percentuali di plastica riciclata nei prodotti di uso quotidiano e nel settore del food-packaging. Nell'allegato 1, si riporta l'attività di sperimentazioni realizzata per verificare l'utilizzo polimeri riciclati dai rifiuti marini nel food packaging.

A tale proposito va sottolineato che l'innovazione tecnologica in ambito produttivo ha migliorato le caratteristiche delle macchine deputate alla lavorazione delle plastiche, consentendo di realizzare prodotti sempre più performanti utilizzando meno materia prima, anche da recupero.

Per quanto attiene i polimeri che possono essere recuperati attraverso l'organizzazione di un sistema stabile di raccolta si ritiene utile fornire una descrizione e la relazione tra i materiali ed i prodotti già disponibili sul mercato.

7.1 Polimeri da plastica rigenerata

Polipropilene e polietilene

I granuli in materie plastiche rigenerate si ottengono per estrusione e filtrazione da rifiuti di lavorazione industriale e/o rifiuti urbani in polipropilene (PP) o polietilene (PE). Le caratteristiche fisiche della ri-granulazione e rigenerazione delle materie plastiche rendono i prodotti realizzati resistenti al calore e con un'ottima stabilità dimensionale. Inoltre, attraverso trattamenti di cariche speciali mirati, i granuli diventano resistenti alla fiamma o ai raggi UV. I pretrattamenti necessari alla granulazione sono in sintesi: separazione per polimero; lavaggio; triturazione; fusione con additivazione (se necessaria); raffreddamento in trafilatura e granulazione.

I granuli in materie plastiche rigenerate vengono utilizzati per la produzione e lo stampaggio di arredi esterni (tavoli, sedie da giardino, contenitori, accessori), arredi interni (mobili, tavoli, sedie accessori), casalinghi (contenitori, secchi, utensili da cucina e accessori vari), prodotti elettrici (trapani, articoli hobbistica, accessori cucina), imballaggi e pallets (contenitori e cassette) e automotive (paraurti, cruscotti e parti auto).

Materiali in PP (Polipropilene)

Il polipropilene (PP) è un composto plastico che può mostrare diversa tatticità. Il prodotto più interessante dal punto di vista commerciale è il polipropilene isotattico, che è caratterizzato da un



elevato carico di rottura, una bassa densità, una buona resistenza termica e all'abrasione. Le proprietà chimiche, determinate nella produzione, comprendono la stereoregolarità, la massa molecolare e la distribuzione di massa molecolare.

Il polipropilene atattico si presenta invece come un solido dall'aspetto gommoso di scarso interesse commerciale (è stato usato solo come additivo). Il polipropilene ha conosciuto un gran successo nell'industria della plastica: molti oggetti di uso comune, dagli zerbini agli scolapasta per fare alcuni esempi, sono fatti di polipropilene. Il PP deriva da imballi flessibili come i film per il packaging, ma anche da imballi rigidi come cassette, paraurti, giochi, sedie, tavoli, prodotti per l'edilizia, come tubi, sifoni, griglie, vespai, piastrelle, secchi. Da rifiuti in Polipropilene si producono granuli di polipropilene rigenerato. Di seguito si elencano alcuni rifiuti in polipropilene.

Rifiuti in PP Film neutri (laccati e non)

Si tratta di film neutri trasparenti o opachi in Polipropilene, copolimero o omopolimero, laccati e non, ottenuti da processo di filmatura piana o in bolla, come ad esempio film estensibili (stretch wrap).

Si parte dai rifiuti in film in PP neutri con laccatura acrilica da effetto barriera nel packaging alimentare, PP co-estruso trasparente-opaco-bianco, PP co-estruso metallizzato, PP bi-laccato acrilico e PP bi-laccato metallizzato. Tutto il rifiuto dovrà essere eventualmente ripulito, prima del trattamento, da elementi quali: carta, ferro, nylon, poliestere e residui organici (es. pasta, legumi, legno).

Rifiuti di PP Film stampati

Si tratta di stampe con inchiostri metallizzati o a base poliammidica, sistema co-solvente (alcooli-idrocarburi), inchiostri a base nitro-cellulosa e nitro-acrilica.

Si parte da rifiuti stampati monomateriale PP, ad esempio buste pasta o confezioni merendine, e film stampati accoppiati PP-PP, PP-PE e PP-Nylon 6, ad esempio confezioni pasta fresca. Tutto il rifiuto intercettato dovrà essere eventualmente ripulito da elementi quali: carta, ferro, poliestere e residui organici (es. pasta, legumi, legno).

Rifiuti di PP Film metallizzato

Si tratta di rifiuti di film in PP metallizzato e con stampe argentate, ad esempio confezioni uova di Pasqua, involucro wafers e in generale film per packaging alimentare con un lato metallizzato.

Tutto il materiale fornito dovrà essere eventualmente ripulito da elementi quali: carta, ferro, nylon, poliestere e residui organici (es. pasta, legumi, legno).



Rifiuti di PP Film coestrusi e/o accoppiati PP-PP e PP-PE

Si tratta di rifiuti di film in PP coestrusi e/o accoppiati PP-PP e PP-PE, come ad esempio le confezioni di pasta fresca. Alcuni tipi di film coestrusi sono riciclabili.

Rifiuti di PP in blocchi

Si tratta di rifiuti di PP in blocchi (materozze) o spurghi in PP di produzione (esente da qualsiasi metallo ferroso e non ferroso ed altri inquinanti) provenienti da impianti di stampaggio, soffiaggio, produzione di film plastico.

Rifiuti da Pannolini (PP – PE)

Si tratta di rifiuti da pannolini (PP-PE) in balle pressate e/o bobine, nello specifico siamo in grado di recuperare la componente in plastica del pannolino. Tutto il materiale fornito dovrà essere eventualmente ripulito da elementi quali: carta, ferro, nylon, poliestere e residui organici (es. pasta, legumi, legno).

Rifiuti da tessuto non tessuto (TNT) in PP

Si tratta di rifiuti da Tessuto non Tessuto (TNT) in PP (polipropilene) in balle pressate e/o bobine di colore bianco o misto, come ad esempio i teli di protezione in TNT utilizzati in agricoltura o il TNT proveniente dalla produzione di mascherine.

Tali materiali dovranno essere separati da contaminazioni quali: cellulosa, carta, cotone, stoffa sintetica.

Materiali in PE (Polietilene)

Il polietilene, altrimenti detto polietene, è il più semplice dei polimeri sintetici ed è il più comune fra le materie plastiche. Il polietilene è una resina termoplastica (comunemente indicato con la sigla "PE") che si presenta come un solido trasparente (forma amorfa) o bianco (forma cristallina) con ottime proprietà isolanti e di stabilità chimica, è un materiale molto versatile ed una delle materie plastiche più economiche; gli usi più comuni sono come isolante per cavi elettrici, film per l'agricoltura, borse e buste di plastica, contenitori di vario tipo, tubazioni, strato interno di contenitori asettici per liquidi alimentari ("Tetra Brik Aseptic") e molti altri. Uno degli usi classici del polietilene è la fabbricazione, ottenuta mediante estrusione e successive lavorazioni dei sacchetti comunemente detti "di plastica", dove la plastica in questione è proprio il polietilene. Il polietilene viene inoltre impiegato per la creazione del "film estensibile" e del "film a bolle d'aria" (o softybolle). Altri usi del

polietilene sono il rivestimento interno di confezioni in cartone per alimenti (per esempio cartoni del latte), realizzazione di flaconi per il contenimento di detersivi o alimenti, costruzione di giocattoli o tappi in plastica, ma è anche applicato alla realizzazione di tubi per il trasporto di acqua e gas naturale o come pellicola di rivestimento di cavi elettrici e telefonici.

Il PET nella plastica da post consumo è principalmente espresso dalle bottiglie dell'acqua minerale e delle bibite. Dai rifiuti in polietilene si producono granuli di polipropilene rigenerato.

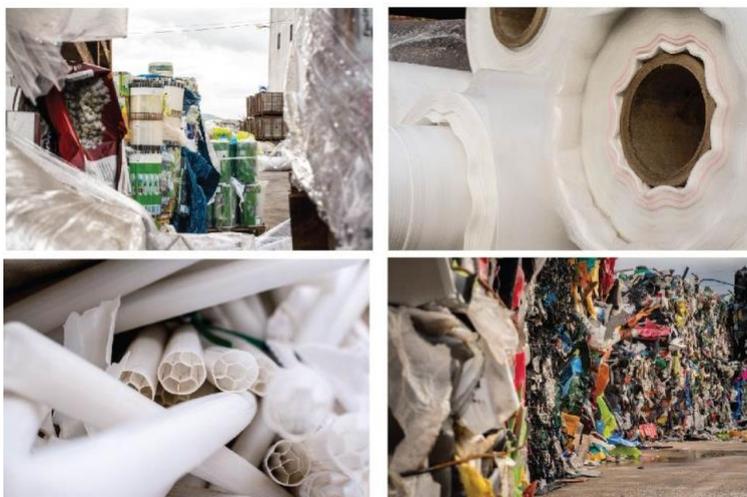
Di seguito si elencano alcuni dei rifiuti in polietilene.

Rifiuti di HDPE

Si tratta di rifiuti in polietilene ad alta densità HDPE da stampaggio, come ad esempio contenitori, casse agricole, tappi, flaconi del detersivo. Non sono trattati recipienti che abbiano contenuto di carburante, olio, sostanze corrosive o additivi liquidi.

Rifiuti di film in LDPE – LLDPE – MDPE

I rifiuti in film in Polietilene a bassa densità LDPE, Polietilene lineare a bassa densità LLDPE e Polietilene a media densità MDPE, sono costituiti da film neutri e/o colorati come sacchi industriali, buste, film per imballaggio, tubi di irrigazione o manichette esenti da agenti reticolanti, lavati e ripuliti da terra e/o altri residui organici.



Polistirene espanso sinterizzato (EPS)

La principale peculiarità dell'EPS nel campo della conservazione di cibi e bevande è quella di mantenere inalterate a lungo le caratteristiche fondamentali degli alimenti minimizzando le escursioni termiche dei prodotti in esso racchiusi. Dalle cassette per il pesce alle vaschette per il gelato, passando



per i meno conosciuti bicchierini monouso take away e scatole per mozzarelle, la temperatura e il suo mantenimento sono infatti i parametri fondamentali da considerare. L'elevato potere isolante che caratterizza il polistirene espanso sinterizzato (EPS) permette di soddisfare queste esigenze di contenitori isotermici, in grado di assicurare la conservazione di condizioni di temperatura ottimali e costanti al prodotto imballato. Il valore di conducibilità termica caratteristico dell'EPS, di circa 0,035 W/mK, se confrontato con quello di altri materiali da imballo convenzionali, lo rende un materiale ideale per realizzare imballaggi che debbono assicurare isolamento termico. A questa sua peculiare caratteristica, l'EPS coniuga igienicità e sicurezza: funghi, batteri e altri microorganismi non vi si annidano, perché non ha alcun valore nutritivo, tanto da essere usato, per esempio, per mantenere un prodotto delicato come il pesce in un ambiente omogeneamente fresco per i tempi logistici necessari a portarlo sul mercato. Inoltre, è inerte a grassi, sali, acidi e la sua struttura a cella chiusa impedisce l'assorbimento d'acqua o d'altro liquido. È autoestinguento: il materiale impiegato per il settore edile si ritira in presenza di fiamma senza sprigionare fumi e/o colata di materiale. È resistente: essendo un materiale con un'ottima capacità di assorbire energia e, quindi, particolarmente resiliente. È leggero dal momento che è costituito per il 98% di aria. È riciclabile al 100%. Un altro parametro importante è la resistenza alla diffusione del vapore, perché esprime la capacità di controllare eventuali fenomeni di condensazione nelle pareti.

Il comportamento dell'EPS nei confronti dell'acqua non genera limitazione per il suo utilizzo nell'imballaggio. L'acqua non scioglie l'EPS, né attraversa le pareti delle celle chiuse e non può quindi venire assorbita se non fra gli interstizi residui fra le perle espanse. L'assorbimento per immersione, eseguito generalmente su cubetti di 50 mm di lato, ammonta al massimo al 5% in volume per la densità 15 kg/mc e al 3% per la densità 30 kg/mc, dopo un anno di immersione. L'assorbimento per capillarità e dall'aria umida è praticamente nullo. Il polistirene espanso risponde molto bene anche alle sollecitazioni meccaniche. Se sottoposto ad urto, per le sue caratteristiche elastiche, è in grado di decelerare gradualmente la massa urtante, restituendo soltanto una frazione dell'energia d'urto (comportamento anelastico). Tale comportamento spiega perché l'EPS è oggi uno dei materiali più impiegati per l'imballaggio. Grazie al suo comportamento elastico tenace resiste bene anche a vibrazioni e scuotimenti.

Le tipologie di polistirene più comunemente utilizzate sono le seguenti: il polistirene (PS), il polistirene espanso (EPS) e il polistirene estruso (XPS). Sono tutte riciclabili, ma l'EPS, oltre a



rappresentare la tipologia più leggera, è la più riciclata. L'EPS, infatti, è un materiale poliedrico dalle caratteristiche eccezionali, perché una volta trasformato in una vaschetta per il gelato d'asporto o in una cassetta per il trasporto e la conservazione del pesce, o in altre applicazioni, può essere sempre recuperato e riciclato per dare origine a nuovi prodotti. Il polistirene espanso è, dunque, una materia plastica versatile e riciclabile meccanicamente all'infinito, essendo un termoplastico e non un termoindurente.

Esistono tre metodi comuni di riciclaggio: la granulazione, la compattazione e la densificazione.

Granulazione: le forme di polistirene a densità più leggera possono passare attraverso una macchina nota come granulatore. Questa macchina separa le minuscole perline che la compongono, che vengono poi mescolate in granuli di polistirene non utilizzati. In questi casi, non vi è alcuna riduzione della resistenza, delle proprietà isolanti o di altre qualità del materiale. L'EPS riciclato ha tutti gli stessi vantaggi del polistirene vergine dopo che è passato attraverso la granulazione.

Compattazione: le forme più dense di polistirene devono entrare in un compattatore che le pressa insieme. Il materiale che ne risulta è una palla molto pesante e spessa di polistirene puro. Queste palle passano attraverso una macchina che poi le tritura in nuovi pallet di polistirene per uso generale.

Densificazione: esistono anche altri metodi di riciclaggio che vengono utilizzati meno frequentemente. Ad esempio, il polistirene espanso può essere immesso in una macchina chiamata densificatore di schiuma. Dopo essere stata triturata, questa macchina espone la schiuma al calore e alla pressione, fondendola in una pasta che viene poi raffreddata in un blocco di polistirene solido, estraendo tutta l'aria. Come per la compattazione, i blocchi di polistirene possono, quindi, essere triturati in nuovi pallet di polistirene per uso generale.

Il polistirene riciclato può essere riconvertito in pallet di polistirene per uso generale, che possono essere utilizzati per lo stoccaggio, il trasporto e altri scopi. Sono particolarmente utili per le industrie che hanno standard igienici elevati, come la produzione alimentare e gli ambienti farmaceutici. L'EPS può essere ridotto alle sue perle costituenti che possono essere immediatamente riutilizzate in nuovi prodotti EPS, come schiume, tazze, giocattoli, imballaggi, vassoi frigoriferi e altro ancora. Un uso crescente sono i mobili in plastica di polistirene riproposti. Questo materiale è popolare per mobili da giardino economici e di lunga durata. I pellet utilizzati in questi mobili possono essere utilizzati anche in pannelli di recinzione, vasi per piante, tegole e coni stradali.



Il riconoscimento della riciclabilità (e dell'effettivo recupero e riciclo) delle cassette per il pesce in polistirolo ha portato CONAI a “promuovere” questa tipologia di manufatti dal punto di vista del Contributo Ambientale. Il Contributo Ambientale CONAI (CAC) rappresenta la forma di finanziamento attraverso la quale CONAI ripartisce tra produttori e utilizzatori il costo per i maggiori oneri della raccolta differenziata, per il riciclaggio e per il recupero dei rifiuti di imballaggi. In pratica si tratta di una somma che ogni azienda che produce imballaggi è tenuta a versare al momento dell'immissione del prodotto sul mercato. Le cassette in polistirolo sono state spostate dalla fascia C del contributo (Imballaggi non selezionabili/riciclabili allo stato delle tecnologie attuali) alla fascia B2 (Imballaggi con una filiera di selezione e riciclo in fase di consolidamento e sviluppo – da circuito “Domestico” e/o “Commercio & Industria”).

7.2 Prodotti da polimeri riciclati

I prodotti ottenibili da granuli riciclati sono molteplici e spesso di uso comune, segue un elenco organizzato per polimero.

LDPE

L'LDPE, o polietilene a bassa densità, è un prodotto translucido o opaco che, una volta lavorato, è allo stesso tempo flessibile, resistente e dotato di un'ottima impermeabilità all'acqua. Risulta pertanto ideale per la fabbricazione di contenitori quali: film per sacchi e borse in plastica; tubi per trasporto di liquidi; teli di copertura ed imballaggi sia di trasporto che secondari.

Inoltre, viene efficacemente utilizzato come pellicola sottile o film.

HDPE

L'HDPE, o polietilene ad alta densità, è invece un polimero di colore opaco, con un'elevata resistenza alla trazione ed una considerevole rigidità, che può sopportare temperature elevate, nell'ordine dei 120°. Il PE-HD resiste inoltre a diversi solventi ed ha una grande varietà di applicazioni, tra cui: Stampaggio ad iniezione di particolari, anche strutturali; Tubi per trasporto liquidi; Buste per la raccolta; Contenitori per la raccolta rifiuti; Casse.

PP

Il PP, o polipropilene, è un polimero semicristallino caratterizzato da una bassa densità e da una buona resistenza termica e all'abrasione, utilizzato – a seguito di processi di stampaggio - per moltissimi oggetti di uso comune, tra cui: Cruscotti degli autoveicoli; Tappi e le etichette delle

bottiglie di plastica; Estrusione profili e pannelli; Stampaggio ad iniezione di particolari, anche strutturali; Cassette per ortofrutta.

PET

Il PET (polietilene tereftalato) è un materiale plastico che, una volta lavorato, risulta leggero, trasparente e incolore, con ottime caratteristiche di barriera contro l'umidità e le sostanze gassose, risultando ideale per le applicazioni dove vengono richieste elevate caratteristiche meccaniche, unite a trasparenza, ad esempio: Bottiglie; Contenitori, anche alimentari; Fibra e tessuti; Lastre per termoformatura/blisters o per produrre reggette.

7.3 Prodotti ottenibili dal riciclo dei rifiuti marini

Facendo seguito all'elenco sopra si ritiene utile proporre un set di articoli idonei a svolgere una sperimentazione nei contesti di attuazione del progetto FIRM. I prodotti vengono analizzati e descritti in modo puntuale, indicando i possibili ambiti d'uso.

Buste in polietilene per i rifiuti

Dalla triturazione del rifiuto in polietilene, la granulazione ed infine la fusione ed il passaggio in trafila si ottiene un film plastico da cui si ricavano i seguenti prodotti: sacchi rigenerati neri in polietilene, ambra, neutro o colorato a bassa densità LPDE, di varie dimensioni con spessore da ca. 70 micron, certificato plastica seconda vita (PSV) IPPR ai sensi della UNI 10667-2:2010, 100% Riciclabile – Atossico.

I sacchi porta rifiuti sono un prodotto di uso comune e vengono utilizzati sia in ambito urbano domestico che non domestico, come uffici, ospedali, attività commerciali. Vengono utilizzati



anche nella cura dell'igiene pubblica, posizionati presso i cestini porta rifiuto stradali per assicurare il decoro urbano.

Con il produttore BS è stata effettuata una attenta analisi sulla possibilità di riutilizzare i materiali in polietilene recuperato a mare per la generazione di nuovi sacchi porta rifiuto. L'azienda BS ha fornito la propria disponibilità ad effettuare dei test per la realizzazione di un

prodotto campione.

In alternativa alla produzione delle buste, il materiale plastico recuperato e trattato è idoneo alla produzione di granuli da rivendere al mercato dei trasformatori plastici in diversi formati:

- granulo in PE-LD nero rigenerato da granulo <16mm nero naturale riciclato al 97%;
- granulo PE-LD ambra rigenerato da granulo <16mm ambra naturale riciclato al 98%;
- granulo PE-LD neutro rigenerato da granulo <16mm neutro naturale riciclato al 99%;
- granulo PE-LD colorato rigenerato da granulo <16mm colorato naturale riciclato al 98%.



Cassette in plastica per l'ortofrutta

Le cassette in plastica per l'ortofrutta sono realizzate in granulo in PP (polipropilene) proveniente dalla lavorazione degli scarti delle produzioni industriali e da plastiche di recupero che vengono macinati e granulati con filtrazione a 100 o 150 micron.

Il processo di fabbricazione inizia con la selezione e il dosaggio del granulato, portato a temperatura di stampaggio di oltre 200° C. Il materiale viene iniettato in speciali stampi di acciaio inox alla pressione di 550 atmosfere. La tipologia di stampo definisce il formato e le caratteristiche estetiche della cassetta. La produzione avviene attraverso il recupero di plastica in polipropilene da post-consumo. Il polipropilene sia neutro che caricato con talco viene utilizzato per le cassette senza il reso.



Per le plastiche a rendere invece il materiale utilizzato è il polietilene HD essendo più pregiato ed utilizzato con diverse colorazioni. Tale opzione consente di riutilizzare più volte il contenitore

prima del suo riciclo. È utilizzata prevalentemente nell'ambito industriale della trasformazione dei prodotti agricoli. L'individuazione delle cassette in plastica per l'ortofrutta è connessa all'importanza del settore primario per la Regione Campania, risultata sesta regione italiana come produzione agricola nel 2021.

Elementi di arredo urbano – Cestini portarifiuti

È possibile realizzare elementi di arredo urbano utilizzando materiali da plastica riciclata.

Il primo materiale che si porta all'attenzione è il WPC (Wood Plastic Composite), ovvero il legno composito, a base di PVC (polivinilcloruro), il polimero del cloruro di vinile. Tale materiale è riciclato al 100%, sia nella sua componente plastica, sia di legno e presenta le seguenti caratteristiche fisico-chimiche:

- Dilatazione minima;
- Resistente ad alte e basse temperature (-20 c° +70 c°);
- Isolante (conducibilità termica 0.12-0.15 (W/m K));
- Ignifugo e autoestinguente;
- Non marcisce a contatto con acqua e agenti atmosferici;
- Intaccabile da muffe, batteri e funghi;
- Elevate proprietà meccaniche.

Tra gli elementi di arredo urbano realizzabili utilizzando WPC vi sono: cancelli e staccionate per ciclabili e giardini, cestiti e fioriere, panchine e sgabelli e, infine, passatoie e camminamenti.

Questa opzione considera la possibilità che il PVC ed il legno recuperato dal mare possa essere riciclato e utilizzato nella produzione di prodotti in WPC.





Inoltre, è possibile arredare l'ambiente urbano utilizzando prodotti realizzati al 100% in plastica riciclata, attraverso processi di lavorazione collaudati e certificati: si individua il corretto mix di polimeri di poliolefine, con componenti principali rappresentati da polipropilene e da polietilene a bassa ed alta densità, e, successivamente, si realizzano per estrusione nuovi semilavorati, come stecche, pali, assi, piastre. La caratteristica principale di questi semilavorati è la seguente: sono resistenti agli agenti atmosferici. La produzione dei cestini portarifiuti è stata discussa con l'azienda Jcoplastic, che produce cestini da polietilene da recupero con una percentuale di materiale vergine che può variare dal 70% al 4/6% a seconda delle caratteristiche richieste (vedi immagini). Ciò che influisce molto sulla combinazione percentuale tra plastica da recupero e plastica vergine è la colorazione del contenitore. Nel caso di un colore nero o scuro la percentuale di plastica da recupero può arrivare anche al 94/96%. Prevedendo la sola colorazione del coperchio da realizzarsi con alte percentuali di plastica vergine.

I comuni costieri potrebbero adottare cestini portarifiuti realizzati con plastica recuperata in mare, come elemento di comunicazione e informazione verso il cittadino, invitando a considerare sotto una diversa ottica i materiali plastici da riciclo di materia prima seconda che dovrebbero avere la priorità nelle scelte di consumo.

Bidoni carrellati per rifiuti

I bidoni carrellati ed i cassonetti in materiale plastico sono generalmente realizzati in HDPE con percentuali di polimero riciclato che vanno dal 30% al 97%, ulteriormente riciclabile, robusto, resistente ai raggi U.V. e infrarossi, agli acidi ed alcali, alle alte e basse temperature.

I contenitori sono disponibili in svariati modelli, forme e capacità. Sono in effetti disponibili numerose tipologie di contenitore per la raccolta differenziata. Le capacità disponibili sul mercato vanno da 8 Lt, per i contenitori domestici, a 1100 Lt per i contenitori stradali.

Il coperchio di chiusura può essere a cerniera nel caso dei bidoni o piano nel caso dei cassonetti. La loro struttura ne permette l'immediata collocazione su qualsiasi tipo di superficie piana senza particolari accortezze. Grazie alle ruote è possibile movimentare i contenitori per la raccolta differenziata senza particolari sforzi.



Nel caso in esame prendiamo in considerazione il contenitore stradale da 1100L (in verde) ed il bidone carrellato da 360L (in nero), che vengono normalmente utilizzati nella raccolta dei rifiuti urbani. Tali contenitori sono realizzabili in plastica da seconda vita, anche proveniente dal mare, come emerso dalle informazioni raccolte dai tecnici di Jcoplastic. È necessario evidenziare due criticità in merito ai contenitori realizzati con alta percentuale di plastica riciclata.

La colorazione del contenitore, realizzato con un'alta percentuale di plastica da riciclo, è grigio scuro/nero e quindi non colorato secondo i cromatismi convenzionalmente utilizzati per contrassegnare il materiale da conferire. A tale criticità è possibile ovviare utilizzando il coperchio come elemento cromatico indicante il materiale da conferire;

La resistenza nel tempo agli agenti atmosferici ed agli urti è leggermente più limitata rispetto al manufatto con polimero vergine. Tale criticità non rappresenta un elemento limitante in quanto l'innovazione tecnologica introdotta in ambito industriale porterà, a breve, ad una sostanziale equivalenza tra la resistenza delle due tipologie.

Prodotti dell'Automotive

Oltre ai prodotti sopra presentati, il cui utilizzo avrebbe un impatto diretto presso i comuni costieri, la Plastica Riciclata di Origine Marina può trovare impiego anche in molti altri settori, di seguito, a

scopo dimostrativo, si fornisce una descrizione degli ambiti applicativi legati al settore dell'automotive che come confermato da diverse aziende intervistate è tra i più attivi nel consumo di plastica da post-consumo, ivi incluso il nylon delle reti da pesca esauste.

Molti componenti degli interni dell'automobile sono costituiti di materie plastiche. Si stima che gli "ingredienti plastici" per dar forma alla "ricetta automobile" siano in media 39 per veicolo, di cui il 70% deriva da un quartetto di polimeri che ci sono familiari: polipropilene; poliammidi; poliuretano; polivinilcloruro (PVC).

In particolare, le parti interne di un'automobile realizzate in plastica sono: maniglie; elementi delle portiere; cinture di sicurezza; pezzi con funzione di isolamento; porzioni del cruscotto e dell'impianto elettrico; sedili e gommapiuma al loro interno.

Molte parti di minuteria in plastica sono inoltre presenti anche in sedi meno visibili ed evidenti dell'autoveicolo. Si tratta di viti e fastener, cioè elementi di fissaggio molto utilizzati nel settore automobilistico. Inoltre, vi è un numero rilevante di componenti collocati vicino al motore del veicolo: giunti, cuscinetti e guide lineari sono realizzati con polimeri resistenti al calore sprigionato dai motori a combustione. Questi materiali ad alte prestazioni non richiedono manutenzione e lubrificazione. In più, resistono bene a urti e corrosione.



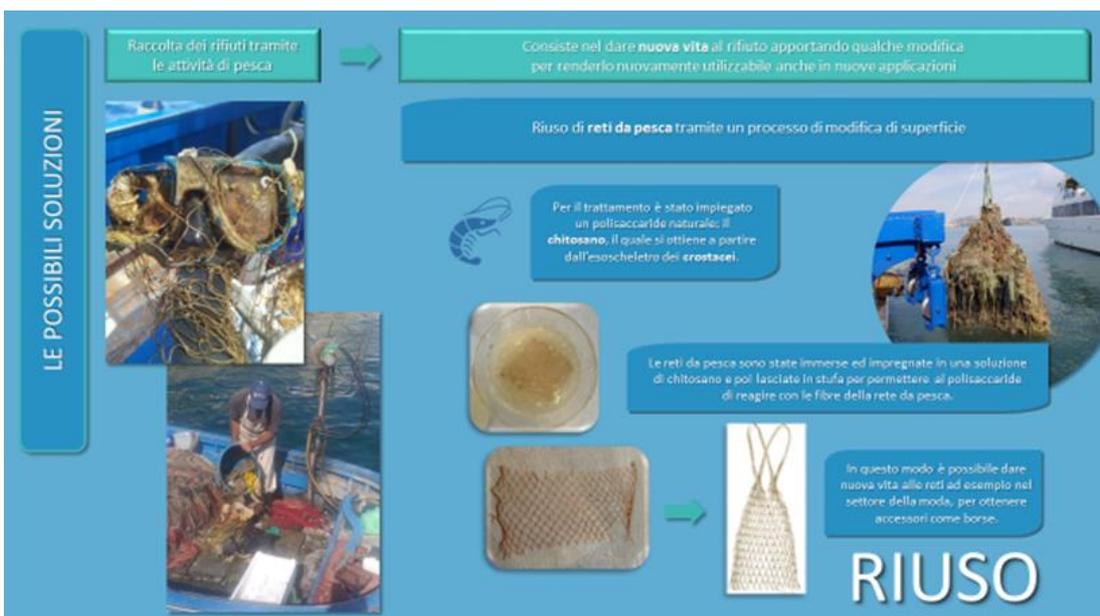
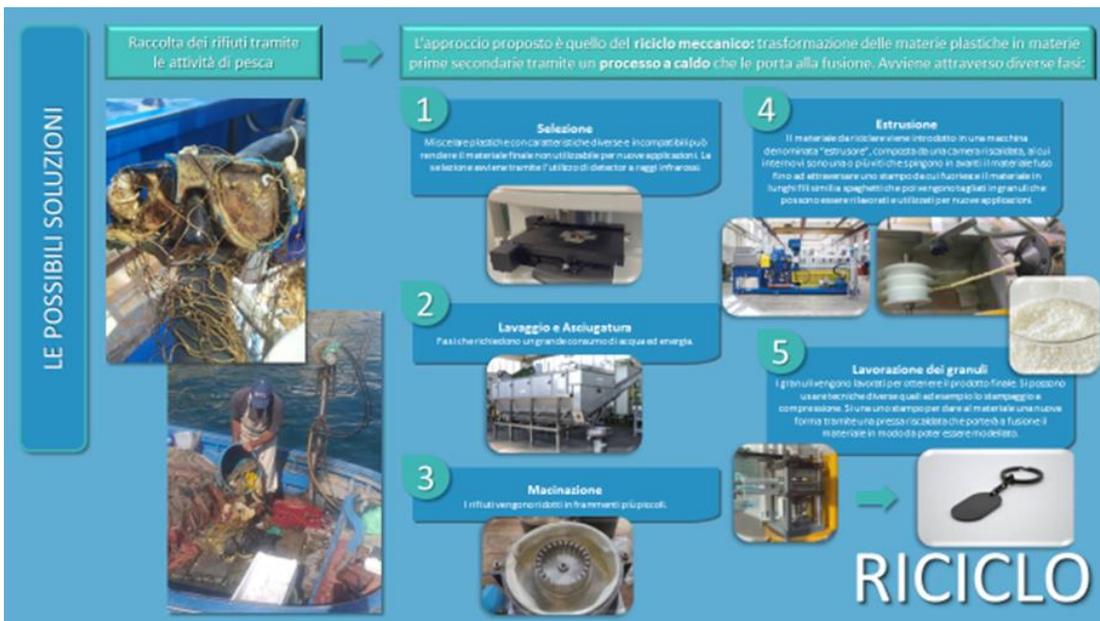
Vi sono poi parti della carrozzeria che sono composte da materie plastiche; paraurti, rivestimenti di protezione dei fari e pneumatici. Il materiale plastico delle coperture di fari e lampeggianti è il polimetilmetacrilato, indicato spesso con l'acronimo "PMMA". È il notissimo plexiglass, abbastanza resistente, trasparente e colorabile in rosso e in arancione per le luci posteriori e gli indicatori di direzione. Inoltre, attualmente parte degli pneumatici sono ottenuti dal riciclo delle bottigliette di plastica Pet da cui si ottiene un filato

di poliestere più ecologico rispetto al poliestere derivato da combustibili fossili. I paraurti sono generalmente realizzati in polipropilene.

La minuteria presente nei veicoli è in PVC, così come le leve di azionamento delle luci e le maniglie. La presenza del polivinilcloruro nell'automobile, quindi, riguarda prevalentemente l'abitacolo.

Gadget e shopping bag dalle reti da pesca

Altre due possibili soluzioni possono essere: il riciclo della fase polimerica più abbondante ovvero il polietilene per la realizzazione di materiali completamente riciclati da poter impiegare ad esempio per la realizzazione di gadget e l'altra volta al riuso di un materiale altrettanto presente quali le reti da pesca attraverso una modifica di superficie volta a modificarne la mano da impiegare ad esempio nella realizzazione di borse portaoggetti come di seguito schematizzato.

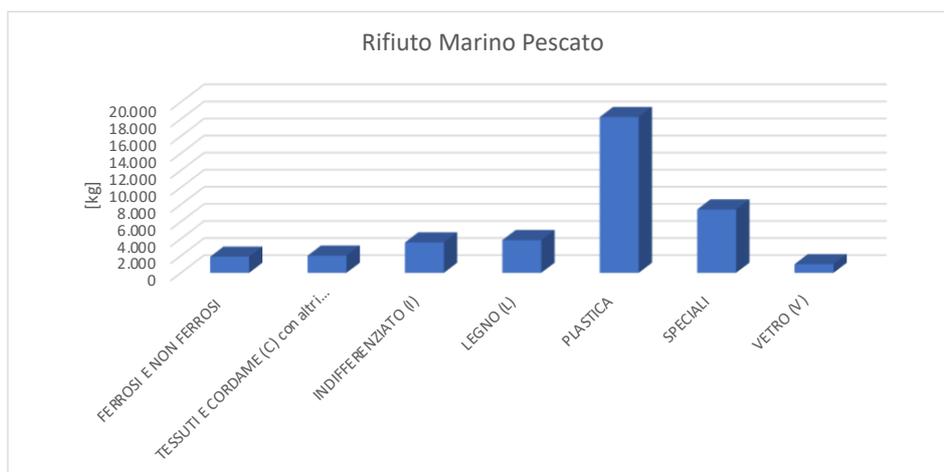


8. Sostenibilità economica della filiera dei rifiuti marini

L'elaborazione dei dati forniti relativi alla raccolta dei rifiuti in mare operata dai pescatori dei Comuni aderenti al progetto fornisce una serie di spunti interessanti sulla valutazione della sostenibilità economica del riciclo dei rifiuti marini. Il totale dei rifiuti raccolti in circa 9 mesi di attività in 20 comuni costieri campani ubicati prevalentemente tra le Province di Napoli e Salerno assomma a circa 38 tonnellate (tab. 1). La raccolta è stata operata da diverse tipologie di imbarcazioni, sia gozzi che pescherecci adibiti alla pesca a strascico.

CATEGORIE DI RIFIUTO	KG	RIFIUTO MARINO
FERROSI E NON FERROSI	1.884,10	4,97%
TESSUTI E CORDAME (C) con altri mat. residui	2.004,85	5,28%
INDIFFERENZIATO (I)	3.556,35	9,37%
LEGNO (L)	3.829,45	10,09%
PLASTICA	18.243,94	48,09%
SPECIALI	7.415,50	19,55%
VETRO (V)	1.005,75	2,65%
Totali	37.939,94	100,00%

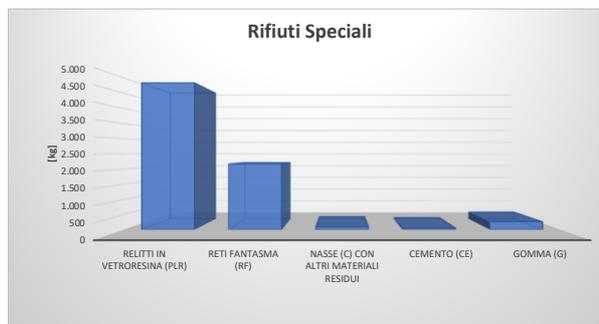
Come si evince dalle categorie di rifiuto sono riportati sia i rifiuti urbani e/o assimilabili che i rifiuti speciali. In termini percentuali è evidente la maggiore concentrazione dei rifiuti plastici.



Mentre la quota di rifiuto speciale, circa il 20%, appare verosimile in considerazione dell'ambito progettuale. Nella tabella sotto è riportato in dettaglio la composizione dei rifiuti speciali. Da notare

come una componente importante è costituita da Reti, che, come abbiamo visto, sono completamente riciclabili.

FRAZIONI SPECIALI	KG
RELITTI IN VETRORESINA (PLR)	4.850,00
RETI FANTASMA (RF)	2.171,10
NASSE (C) con altri materiali residui	88,00
CEMENTO (CE)	48,00
GOMMA (G)	258,40



Rapportando i pesi relativi ai materiali prelevati a mare con i valori ed i costi di mercato mediamente riconosciuti/sostenuti dai comuni possiamo asserire che il bilancio complessivo è nettamente positivo, nonostante i costi relativi allo smaltimento dei rifiuti speciali.

CATEGORIE DI RIFIUTO	KG	RIFIUTO MARINO	VALORE/COSTO	EURO
FERROSI E NON FERROSI	1.884,10	4,97%	0,140	263,77
TESSUTI E CORDAME (C) con altri mat. residui	2.004,85	5,28%	0,150	300,73
INDIFFERENZIATO (I)	3.556,35	9,37%	0,159	563,68
LEGNO (L)	3.829,45	10,09%	0,070	268,06
PLASTICA	18.243,94	48,09%	0,315	5.746,84
SPECIALI	7.415,50	19,55%	0,250	1.853,88
VETRO (V)	1.005,75	2,65%	0,035	35,20
Totali	37.939,94	100,00%		3.059,47

Tale dato fornisce una indicazione importante per i Comuni che tendono ad avversare la raccolta presso le aree di attracco dei pescherecci. Inoltre, giustifica la permanenza delle aree di raccolta dei rifiuti istituite nell'ambito della sperimentazione del progetto FIRM.

L'esperienza della sperimentazione del progetto FIRM evidenzia come i materiali raccolti in mare non abbiano generato un costo aggiuntivo per lo smaltimento da parte dei comuni, o comunque non hanno generato un impatto economico sostanziale. Hanno, anzi, generato un ricavo. Ciononostante, non possiamo escludere, in termini generali, che in alcuni contesti, e/o per effetto di fenomeni puntuali, il servizio potrebbe divenire oneroso per il Comune.

A tale proposito si segnala, che in coerenza con quanto previsto dalla Legge Salvamare, i costi di gestione dei rifiuti "accidentalmente" pescati (RAP) sono coperti con una specifica componente che si aggiunge alla tassa o tariffa sui rifiuti (comma 7) e l'ARERA dovrà disciplinare i criteri e le modalità per la definizione della componente specifica destinata alla copertura dei costi di gestione



dei RAP oltre ad individuare i soggetti e gli enti tenuti a fornire i dati e le informazioni necessari per la determinazione della componente medesima e definire i termini entro i quali tali dati e informazioni devono essere forniti.

I costi per la raccolta e lo smaltimento dei RAP saranno sostenuti attraverso un fondo perequativo nazionale gestito da ARERA. Infatti, ARERA ha avviato una procedura per la definizione di una componente tariffaria nella redazione dei PEF di tutti i Comuni per la copertura dei costi di gestione dei rifiuti “accidentalmente” pescati dal mare.

Il gettito da raccogliere attraverso la componente perequativa dovrà coprire l'onere per la gestione dei rifiuti accidentalmente pescati, il cui valore è determinato in funzione dei quantitativi che saranno conferiti (e pesati) annualmente, nonché dal costo che sarà riconosciuto per la loro gestione. Per quanto riguarda i quantitativi presunti, in assenza di un monitoraggio puntuale sulle quantità di rifiuti accidentalmente pescati, le stime ottenute presentano un elevato grado di incertezza.

Più in dettaglio, i rifiuti accidentalmente pescati sono legati sia al quantitativo complessivamente disperso nel Mar Mediterraneo - valutato in un intervallo molto ampio, compreso fra 0,05 e 3,5 milioni di tonnellate - sia ai continui apporti annuali, che per la quota relativa alle zone di pesca italiane si stimano fra le 34.000 e le 100.000 tonnellate annue. Da dati raccolti nell'ambito del progetto FIRM e dall'analisi di alcuni progetti realizzati su scala locale, finalizzati a monitorare i rifiuti accidentalmente recuperati dalle attività di pesca, si rileva che i quantitativi previsti sono dell'ordine di 1-2 tonnellate per peschereccio all'anno. Se si estendesse tale dato su scala nazionale, rapportandolo al numero di imbarcazioni che praticano pesca su fondale, la quantità di rifiuti accidentalmente pescati risulterebbe compresa tra 3.000 e 6.000 tonnellate all'anno. Infatti, ARERA stima che la quantità di rifiuti accidentalmente pescati risulterebbe pari a circa lo 0,01% della produzione di rifiuti urbani in Italia. Che nel 2020 risulta pari a circa 29 milioni di tonnellate (rapporto Rifiuti Urbani ISPRA 2021).

È opportuno, tuttavia, evidenziare che, oltre al numero e alla tipologia di imbarcazioni interessate, il peso dei rifiuti accidentalmente pescati può dipendere da molteplici fattori, tra i quali: la zona di pesca, il periodo stagionale, la tipologia di rifiuto pescato. Il range individuato potrebbe, infine, rappresentare una sottostima del fenomeno, tenuto conto delle incertezze sopra richiamate e degli effetti dei sistemi incentivanti per il rispetto dell'ambiente previsti dalla legge 60/2022 che potrebbero incrementare il quantitativo di rifiuti accidentalmente pescati.



In relazione alla copertura degli oneri che saranno sostenuti, in attesa di dati più affidabili sul quantitativo di rifiuti accidentalmente pescati e in un'ottica di semplificazione della gestione del meccanismo per ridurne i relativi oneri, l'ARERA, in sede di prima applicazione, è orientata a valorizzare la componente per la copertura dei costi di gestione dei rifiuti accidentalmente pescati pari a 3 centesimi di euro ad utenza/anno (cfr. ARERA - DOCUMENTO PER LA CONSULTAZIONE 611/2022/R/RIF - SISTEMI DI PEREQUAZIONE NEL SETTORE DEI RIFIUTI Orientamenti per l'introduzione dei sistemi di perequazione connessi al rispetto della gerarchia dei rifiuti e al recupero dei rifiuti accidentalmente pescati - 22 novembre 2022).

Inoltre, la Legge prevede un apposito decreto ministeriale per l'individuazione di misure premiali nei confronti dei comandanti dei pescherecci soggetti al rispetto degli obblighi di conferimento, decreto atteso ormai da diversi mesi.

Ciò rafforza la tesi sostenuta dal progetto FIRM, in quanto sia i costi di gestione sia il sistema premiale verranno istituzionalizzati offrendo un'opportunità concreta ai comuni costieri per migliorare le loro performance ambientali.

Ovviamente restano delle criticità, connesse agli importi che saranno riconosciuti, e alla interpretazione dell'espressione "accidentalmente", poiché non è chiaro se include la possibilità di sostenere attività di pulizia del mare nei periodi di fermo biologico della pesca e quindi come servizio di raccolta accessorio.

Inoltre, non sono state ancora definite delle modalità di tracciatura che permettano una valutazione puntuale degli eventuali flussi di materiale intercettati e dei ristori da riconoscere ai comuni. La tracciabilità di questi materiali assume una fondamentale importanza al fine di garantire che le risorse economiche messe a disposizione vengano realmente indirizzate a sostenere le attività, specie in quelle situazioni in cui il bilancio dovrebbe essere in perdita.

Un approccio che potrebbe essere utilizzato per la tracciabilità dei rifiuti è quello della "Blockchain", una tecnologia digitale esistente e assolutamente efficace, utile anche ad evitare fastidiose pratiche di greenwashing.

La "Blockchain" ed è una sorta di registro digitale su cui possono essere trascritti dati condivisi e immutabili. Ciò vuol dire che, una volta che è stata effettuata la trascrizione, nessuno può intervenire per modificarla. Una sorta di "notaio virtuale" che può essere consultato in ogni momento, da ogni parte del mondo. Ecco allora che questo "notaio digitale", se utilizzato a dovere, può trasformarsi



nella chiave di volta per garantire trasparenza e tracciabilità nell'intero percorso che compie la plastica nelle sue seconde vite: da quando viene scartata dopo il primo utilizzo a quando viene trasferita, trasformata e poi reimpressa sul mercato.

A valorizzare per primo a livello mondiale – in modo concreto – questa possibilità nel campo della plastica è PlasticFinder, il marketplace internazionale di compravendita delle materie plastiche, che da mesi investe su questa tecnologia e ora è pronto a metterla a disposizione di tutti i suoi clienti. L'innovativo servizio prende il nome di Certified Recycled Plastic® in grado di garantire la tracciabilità fisica, la tracciabilità contrattuale, la tracciabilità logistica, la tracciabilità finanziaria, la tracciabilità ambientale e la tracciabilità informatica.

Dunque, in tal senso, l'applicazione della Blockchain si è rivelata importante per fornire una risposta valida e concreta: monitorare passo dopo passo il ciclo del prodotto assicurando così una tracciabilità più chiara e trasparente della filiera, impedendo la diffusione di elementi contraffatti che contaminano il processo nel suo insieme.

Infine, dalla visita agli impianti e dalle interviste svolte si è appurato che le aziende che si occupano del riciclo delle plastiche hanno essenzialmente il problema di avere polimeri selezionati e plastiche non accoppiate. Anche in presenza di contaminazioni saline o biologiche riescono con una serie di pretrattamenti ad avviare a riciclo. L'aspetto essenziale quindi oltre alle direttive comunitarie che impongono una semplificazione dell'imballo utilizzando la minor tipologia di materiali differenti possibile, fino ad arrivare alla monomaterialità, è legato alla possibilità già nel luogo del deposito di differenziare i rifiuti almeno tra plastici e non. Questo potrebbe consentire di conferire direttamente alle aziende trasformatrici senza passare per i centri di selezione che potrebbero considerare la gran parte di quel materiale come scarto o sovrvallo.



9. Conclusioni

Nell'ambito del progetto e delle indagini svolte, risulta che esistono i presupposti tecnici per poter attivare la filiera innovativa dei rifiuti marini.

Nel caso di alcuni polimeri sono necessarie delle misure preliminari per evitare un decadimento della qualità dei granulati che si andranno a produrre.

I materiali plastici marini che entrano nel ciclo di igiene urbana, come assimilati, sono già oggetto di selezione e recupero presso le piattaforme COREPLA. La maggiore criticità è rappresentata dalla presenza di materiale organico adeso al rifiuto, in particolare per gli oggetti raccolti lungo i fondali o di lunga permanenza in mare. Tale criticità diventa trascurabile nel caso la raccolta sia selettiva per polimeri e/o la destinazione sia un impianto industriale di trattamento.

Nel caso del Nylon, materiale base per la realizzazione delle reti da pesca, è necessario seguire un percorso di raccolta specifico per rifiuti speciali. Esso ha un notevole valore di mercato ed è ricercato dalle aziende.

Il principale limite esistente per l'attivazione della filiera innovativa dei rifiuti marini è la mancanza collaborazione tra gli attori che concorrono a gestire i rifiuti marini dalla fase mare alla fase terrestre: il pescatore, che ha bisogno di disfarsi della rete da pesca, il raccoglitore, che si occupa della raccolta e del conferimento, e l'industria che si occupa di rigenerare il materiale, attraverso un percorso di riciclo dei polimeri.

C'è da sottolineare che i dati dei conferimenti realizzati presso i Comuni aderenti al progetto sono economicamente positivi, data l'alta percentuale di plastica intercettata. In ogni caso, come previsto dalla Legge Salvamare, è stato avviato l'iter per determinare un fondo perequativo costituito da un prelievo annuo, impercettibile per l'intera utenza nazionale, pari a 3 centesimi di euro.

Le aziende intervistate hanno mostrato tutte un alto livello di interesse verso il progetto offrendo la propria disponibilità a realizzare dei test di prodotto partendo dalle plastiche pescate in mare.

Le aziende hanno anche dimostrato una capacità di innovazione superiore a quanto previsto dal legislatore, disponendo di tecnologie in grado di elaborare i polimeri riciclati per rispondere ai requisiti previsti dai CAM di settore, e andare ben oltre. La barriera attuale non è più rappresentata dai limiti tecnologici ma dalla disponibilità di materia prima seconda (possibilmente in purezza) e dalle risorse economiche. La sensazione è che il legislatore nell'adozione dei criteri ambientali



minimi (CAM) possa osare maggiormente, poiché il sistema industriale risulta maturo e disponibile.

Dall'altro lato andrebbe effettuato un ragionamento con i Consorzi Obbligatori per attuare delle politiche che mirino alla creazione di filiere "regionali", incentivando gli investimenti e indirizzando una parte della materia prima seconda nei mercati locali. Tale azione contribuirebbe ad un riallineamento dello sviluppo industriale nelle filiere del riciclo a livello nazionale, creando un sistema di poli industriali d'eccellenza diffuso in tutto il paese.

Un contributo fondamentale può essere offerto dai consumatori. Molti prodotti che consumiamo nel quotidiano sono realizzati con polimeri plastici riciclati. Tale caratteristica viene raramente valorizzata nella promozione dell'articolo. Vi è una radicata convinzione tra i consumatori che gli oggetti realizzati in plastica da post-consumo siano più scadenti e, pertanto, abbiano un minor valore economico. Il comportamento del consumatore, erroneamente, tende a premiare, a parità di costo, il prodotto realizzato con polimero vergine, contribuendo ad aumentare l'impronta ambientale del nostro Paese. Tale atteggiamento appare immotivato e frutto di una scarsa conoscenza ed informazione. L'industria è in grado di realizzare packaging, anche per il settore food da plastica riciclata, pure di origine marina. Tali innovazioni, benché sostenute e supportate dai CAM di settore, rischiano di naufragare sulle scelte operate dal consumatore. Esso diviene di fatto la chiave di volta su cui intervenire, prima, per evitare che il rifiuto sia prodotto e/o disperso in mare, dopo, affinché si approvvigioni di prodotti realizzati con plastiche post-consumo.

Pertanto, risulta fondamentale realizzare azioni di comunicazione e sensibilizzazione orientate alla promozione di azioni volte a mettere in evidenza responsabilità individuale e considerazione dei nessi di causa-effetto. Le azioni da mettere in campo devono sottolineare che, seppur i rifiuti pescati o spiaggiati pervengono ai comuni costieri, questi rifiuti sono stati generati dalla comunità nel suo complesso. L'organizzazione di eventi e visite presso i punti di raccolta da parte delle comunità non costiere devono essere promossi al fine di generare una solidarietà tra comunità che serva da stimolo e consenta di radicare le attività di recupero dal mare come un'azione a beneficio dell'intera collettività. La comunicazione locale che metta in evidenza che in quel luogo si sta recuperando rifiuto dal mare è sicuramente da sostenere.



Si ritiene utili, a conclusione del presente rapporto, proporre i punti chiave da coprire con la campagna di comunicazione che dovrebbe essere disegnata su base nazionale ed implementata dai singoli comuni costieri aderenti ai progetti di recupero della plastica dal mare. Eventualmente potrebbe essere attuata da comuni interessati a sperimentare percorsi innovativi.

Nella realizzazione di una campagna di comunicazione per promuovere prodotti realizzati da plastica riciclata recuperata in mare, è importante prendere in considerazione diversi aspetti per trasmettere efficacemente il messaggio e sensibilizzare il pubblico riguardo alla sostenibilità e all'impatto ambientale positivo di tali prodotti. Di seguito sono elencati alcuni aspetti chiave da considerare:

1. Narrativa coinvolgente: Creare una storia coinvolgente intorno alla campagna è fondamentale. Utilizzare la tecnica dello storytelling per mettere in risalto il problema dell'inquinamento marino da plastica e come il riciclo dei rifiuti abbia un ruolo significativo nella riduzione dell'impatto ambientale. È importante raccontare storie di persone coinvolte nella raccolta della plastica e nella produzione dei prodotti riciclati per suscitare empatia e connessione emotiva con il pubblico.

2. Identità visiva e brand: Sviluppare un'identità visiva distintiva e un brand riconoscibile per la campagna. Utilizzare colori, immagini e design coerenti che richiamino il mare, la sostenibilità e il riciclaggio della plastica. Questo aiuterà a catturare l'attenzione del pubblico e a caratterizzare la campagna.

3. Comunicazione trasparente: Essere trasparenti riguardo al processo di riciclaggio e produzione dei prodotti. Fornire informazioni dettagliate sulle fasi del processo, sulla quantità di plastica recuperata e sull'impatto ambientale positivo. La trasparenza aumenterà la fiducia dei consumatori verso il progetto.

4. Coinvolgimento del pubblico: Invitare il pubblico a partecipare attivamente alla campagna. Organizza eventi di pulizia delle spiagge, promuovere iniziative di sensibilizzazione e coinvolgere le persone attraverso i social media e concorsi. Il coinvolgimento attivo del pubblico può aumentare la diffusione del messaggio e la consapevolezza.

5. Collaborazioni con influencer e partner: Coinvolgere influencer e organizzazioni ambientaliste per supportare la campagna. Gli influencer possono aiutare a raggiungere nuove audience e aumentare l'interesse per i prodotti riciclati. Le collaborazioni con organizzazioni ambientaliste aggiungeranno credibilità alla campagna e dimostreranno l'impegno nella protezione dell'ambiente.



6. Informazione sui benefici: Mettere in evidenza i benefici del riciclaggio della plastica recuperata dal mare, sia in termini di impatto ambientale che di qualità del prodotto. Mostrare come l'utilizzo di materiali riciclati aiuta a preservare la vita marina, ridurre la quantità di plastica in mare e supportare un'economia circolare.

7. Educazione sul riciclaggio: Includere elementi educativi nella campagna per informare il pubblico su come riciclare correttamente, come riconoscere i prodotti realizzati da plastica riciclata e l'importanza del consumo responsabile.

8. Valori e mission dei Comuni: Sottolineare i valori e la missione di sostenibilità e responsabilità ambientale dei Comuni aderenti. Dimostrare come la campagna si inserisce nel quadro più ampio della responsabilità sociale ed ambientale dell'amministrazione locale e nazionale.

9. Canali di comunicazione: Utilizzare una varietà di canali di comunicazione, tra cui social media, siti web, pubblicità online e offline, eventi, pubbliche relazioni, per raggiungere un vasto pubblico e ampliare l'efficacia della campagna.

10. Misurazione dell'efficacia: Misurare l'efficacia della campagna attraverso indicatori chiave di performance (KPI) come coinvolgimento sui social media, aumento delle vendite dei prodotti riciclati, aumento della consapevolezza, ecc. Utilizzare i dati raccolti per apportare eventuali miglioramenti e per futuri sforzi di comunicazione.

In sintesi, una campagna di comunicazione efficace per promuovere prodotti realizzati da plastica riciclata recuperata in mare deve essere coinvolgente, trasparente, educativa e con un forte focus sulla sostenibilità ambientale. Comunicando in modo chiaro i benefici del riciclaggio e coinvolgendo il pubblico attivamente, la campagna può avere un impatto positivo sia per l'ambiente che per il territorio. I comuni aderenti potrebbero beneficiare di un riconoscimento tipo "Bandiera Blu" per incentivare il turismo.



Allegato 1: Riutilizzo dei polimeri riciclati nel food packaging⁵

Relativamente a possibili riutilizzi nel settore del food packaging dei polimeri riciclati, fino ad ora le aziende non hanno utilizzato materie plastiche riciclate negli imballaggi per alimenti a causa di problemi di sicurezza.

La Commissione Europea ha adottato le nuove norme sulla sicurezza degli imballaggi per alimenti in plastica riciclata. Le norme devono tenere conto della sicurezza per la salute dei consumatori, ma anche della sostenibilità ambientale dei nuovi materiali.

Si tratta di un importante passo avanti verso un uso sicuro e sostenibile della plastica riciclata nel settore alimentare.

Finora la plastica riciclata non poteva essere usata per gli imballaggi per alimenti: il nuovo regolamento permette di utilizzarla purché gli imballaggi non siano nocivi per la salute.

L'EFSA (l'Autorità europea per la sicurezza alimentare), si sta impegnando a valutare i processi di riciclo per verificare e stabilire le regole applicabili al controllo di qualità della plastica riciclata e alla sua applicazione da parte delle autorità pubbliche dei vari paesi.

È importante ricordare che la valutazione del rischio dell'Efsa si concentra sull'avvio del processo di riciclaggio, non sul prodotto finito che ne esce. Quindi non esiste un'analisi completa delle sostanze chimiche presenti alla fine del riciclaggio; più semplicemente, non sappiamo quali e quante molecole indesiderate ci saranno ancora alla fine del processo e se e in quale misura migreranno nel cibo.

Il nuovo regolamento (UE) 2022/1616 relativo ai materiali e oggetti in plastica riciclata destinati a venire al contatto con i prodotti alimentari è entrato in vigore il 10 ottobre 2022 e da luglio 2023 non è più possibile immettere sul mercato plastiche riciclate certificate tramite leggi nazionali, ma sarà necessario che vengano prodotte tramite “un'adeguata tecnologia di riciclo” che rispetti le nuove regole armonizzate a livello europeo, per garantire la qualità dei processi di riciclo e decontaminazione.

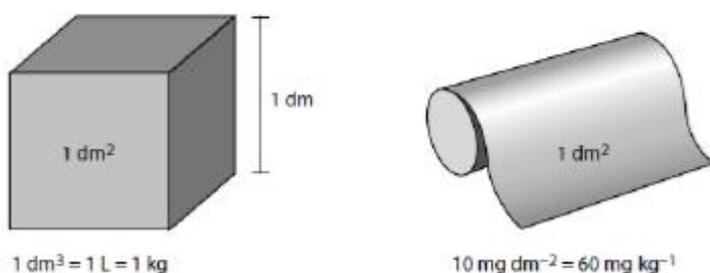
Per garantire una maggiore trasparenza, il nuovo regolamento istituisce un registro unico dell'Unione dei riciclatori e degli impianti di riciclo e decontaminazione.

⁵ Questa attività è stata svolta dal gruppo di ricercatori dell'Istituto di Scienze per l'Alimentazione (ISA) del CNR coordinato dalla Dott.ssa Stefani Moccia. Qui si riportano i principali risultati delle attività svolte.

Al fine di verificare la possibilità di utilizzare le plastiche recuperate dal mare, presso l'Isa-Cnr sono state effettuate prove di validazione al contatto alimentare mediante stima della migrazione globale e specifica nonché la verifica della presenza di metalli pesanti e ammine policicliche aromatiche.

La necessità di assicurare un elevato livello di tutela della salute umana resta un presupposto essenziale per garantire un aumento del contenuto di riciclato negli imballaggi alimentari e in altri materiali destinati a venire a contatto con i prodotti alimentari. Durante il riciclaggio, se utilizzata per la produzione di materiali e oggetti di materia plastica riciclata destinati a venire a contatto con i prodotti alimentari, la materia plastica dovrebbe pertanto essere sempre decontaminata a un livello tale da garantire che i contaminanti rimanenti non possano mettere in pericolo la salute umana o compromettere in altro modo i prodotti alimentari. Il principio alla base del regolamento (CE) n. 1935/2004 è che i materiali o gli oggetti destinati a venire a contatto, direttamente o indirettamente, con i prodotti alimentari devono essere sufficientemente inerti da escludere il trasferimento di sostanze ai prodotti alimentari in quantità tali da mettere in pericolo la salute umana o da comportare una modifica inaccettabile della composizione dei prodotti alimentari o un deterioramento delle loro caratteristiche organolettiche. Tale principio si applica dunque anche ai materiali riciclati destinati a venire a contatto con i prodotti alimentari.

La normativa stabilisce, a livello europeo, un limite di migrazione globale di $10\text{mg}/\text{dm}^2$ o di $60\text{ mg}/\text{kg}$ (ppm) (vedi figura) per le materie plastiche e, a livello italiano, di $8\text{ mg}/\text{dm}^2$ o di $50\text{ mg}/\text{kg}$ (ppm) per tutti gli altri materiali. I limiti di migrazione specifica, invece, sono sempre espressi in ppm e variano a seconda del tipo di sostanza.



Corrispondenza tra le due modalità di espressione dei limiti di migrazione globale.

Il limite espresso in mg/kg (quantità di sostanza migrante per chilogrammo di prodotto alimentare) è equivalente al limite espresso in mg/dm^2 (quantità per superficie del materiale o dell'oggetto) in



quanto la legislazione assume che 1 kg di alimento è in contatto con circa 6 dm² di materiale d'imballaggio.

Inoltre, per la definizione dei limiti, assume che ogni persona consuma giornalmente, per tutta la durata della vita, 1 kg di alimento confezionato nel materiale contenente la sostanza migrante; che il peso corporeo medio del consumatore è di 60 kg e che non ci sono altre significative fonti di esposizione.

Verifica della conformità alla normativa: Materiali e Oggetti a Contatto con gli Alimenti (MOCA): i test di migrazione

Per verificare la migrazione dei costituenti dei materiali, e quindi il rispetto delle liste positive e dei limiti di migrazione, la normativa stabilisce le modalità, le condizioni e i simulanti da impiegare nelle prove di migrazione. Le prove di migrazione sono prove di laboratorio standardizzate condotte direttamente sull'imballaggio o su campioni reali o rappresentativi del materiale usato. Esse devono rappresentare le condizioni reali di utilizzo dell'imballaggio, quindi devono essere svolte nelle peggiori condizioni di durata e di temperatura prevedibili per l'uso e solo le parti del campione, che nell'impiego reale vengono a contatto con l'alimento, devono essere poste a contatto con il simulante. I tempi e le temperature a cui condurre le prove sono standardizzate dalla normativa, ad esempio se nell'impiego reale si prevede un tempo di contatto superiore a 24 ore la prova deve durare 10 giorni e se si prevede una temperatura reale superiore a 150°C la prova deve essere condotta a 175°C. Nelle prove di migrazione si utilizzano delle soluzioni, dette simulanti, per simulare la capacità estrattiva dei prodotti alimentari. La normativa distingue, a seconda della categoria di alimento, quattro diversi tipi di simulanti, riportati con le relative abbreviazioni nella tabella seguente:

Si chiamano MOCA tutti quegli oggetti che sono in qualche modo destinati a venire a contatto con gli alimenti. Questa categoria di prodotti, quindi, riguarda moltissimi materiali dalla plastica alla carta, dall'alluminio al vetro. Vale la stessa regola generale che in nessun modo questi materiali debbano trasferire all'alimento componenti che possano costituire un pericolo per la salute, comportare la modifica delle caratteristiche organolettiche o ancora alterare la composizione dell'alimento. È chiaro però che le condizioni e i test per poter garantire quanto richiesto possono avere una notevole varietà in quanto ogni materiale si comporta in modo diverso, potenzialmente può rilasciare composti diversi e soprattutto può avere un contatto con l'alimento molto variabile nel tempo e nelle condizioni climatiche.

Migrazione globale effettuata sui campioni recuperati a mare

Innanzitutto, le bottiglie di polietilene recuperate in mare sono state accuratamente lavate, prima lasciandole in immersione in acqua di rubinetto cambiandola più volte, infine lavate con acqua distillata e successivamente tagliate in quadrati 10x10 cm (entrambe le facce del materiale sono poste in contatto con il simulante): rapporto sup/volume compreso tra 0.5 e 2) come riportato nella figura sottostante:



Per le prove di migrazione globale vengono usati i simulanti alimentari, definiti dal Reg CE 10/11 nell'art 3 e dal Reg CE 1416/16. Questi composti hanno la capacità di 'clonare' le medesime caratteristiche dell'alimento che deve venire a contatto con il materiale. Il simulante alimentare è necessario per l'effettuazione di test di migrazione chimica, sull'alimento, e quindi per validare l'utilizzo di un determinato materiale al contatto alimentare.

Queste sostanze sono sostituti alimentari che riflettono le proprietà degli alimenti che dovranno venire a contatto con il materiale. Di seguito l'elenco dei simulanti alimentari come riportato dal CE 1416/16 Tabella 1:

Simulante A 10% di etanolo (v/v);

Simulante B acido acetico al 3% (p/v);

Simulante C etanolo al 20% (v/v);

Simulante D1 etanolo al 50% (v/v);

Simulante D2 Qualunque olio vegetale contenente meno del 1 % di sostanza insaponificabile;

Simulante E poli (2, 6-difenil-p-fenilene ossido), dimensione delle particelle 60-80 maglie, dimensione dei pori 200 nm.

Il regolamento definisce i tempi e le temperature a cui devono essere effettuate le prove di contatto per effettuare i test di migrazione chimica, con i simulanti.



Nelle nostre prove abbiamo usato il simulante A presupponendo di voler applicare i materiali riciclati per la conservazione di specie ittiche. Il liquido simulante proveniente dalla prova di contatto è stato evaporato fino ad un piccolo volume, quindi trasferito in capsula nella quale è stata completata l'evaporazione.

Le ultime tracce del solvente sono state eliminate in stufa a 105°C fino a peso costante. Parallelamente è stata effettuata una prova in bianco, evaporando la stessa quantità di solvente e sottraendo il peso di questo residuo a quello ottenuto in precedenza. Il calcolo della migrazione globale è stato così condotto:

$$M = (m/a1) (a2/Q) 1000$$

Dove:

M = migrazione globale espressa in ppm

m = massa in mg del residuo ottenuto dall'evaporazione del simulante

a1 = superficie in contatto durante la prova (dm²)

a2 = superficie in contatto nell'impiego reale (dm²)

Q = quantità del simulante in contatto durante la prova (g)

Nel caso si voglia esprimere il limite in mg dm⁻², il calcolo da effettuare sarà:

$$M = m/a1$$

I risultati hanno permesso di asserire che i campioni analizzati hanno un limite di migrazione globale inferiore a quello ammesso dalla normativa (≤ 60 mg/kg).

Migrazione specifica effettuata sui campioni recuperati a mare

Per la migrazione specifica invece le prove sono relative al tipo di rischio potenziale collegato al materiale. Tutte le prove di migrazione sono svolte con simulanti alimentari che variano in relazione al tipo di alimento con cui viene a contatto, il tempo di contatto e la temperatura a cui avviene il contatto. Per quanto riguarda la plastica invece si differenzia tra additivi e residui nella classificazione dei potenziali inquinanti. Nella prima categoria sono ricercati molti composti tra cui:

Ftalati, aggiunti per aumentare l'elasticità del prodotto; ESBO (Olio di Soia Epossidato), per garantire tenuta ai recipienti.

Nella seconda categoria (residui) vengo ricercati diversi composti organici, quali il Bisfenolo A (BPA), tipicamente residui nel materiale plastico a causa una reazione incompleta.



Per quanto riguarda la migrazione specifica, la maggior parte delle prove richieste sulle plastiche sono relative a metalli pesanti e composti organici.

Determinazione ftalati nei campioni riciclati

In genere, la gascromatografia combinata con la spettrometria di massa (GC / MS) è il metodo utilizzato per separare miscele di additivi polimerici complessi, identificare singole sostanze chimiche plastificanti e ottenere la concentrazione di ciascuna.

Il campione ricavato dalle bottiglie recuperato è stato estratto con un solvente apolare che è stato iniettato nel GC-MS per la determinazione quantitativa dei cinque ftalati regolamentati dalla Consumer Product Safety Improvement Act del (CPSIA):

- Butil Benzil Ftalato (Bbp)
- Di(2-Etilesil)Ftalato (Dehp)
- Di Isodecil Ftalato (Didp)
- Di-N-Butil Ftalato (Dbp)
- Di-N-Ottil Ftalato (Dnop)

I risultati delle analisi hanno evidenziato concentrazioni inferiori al limite imposto dalla normativa che corrisponde a 1000 mg/kg come somma e non come singolo composto.

Determinazione di bisfenolo A nei campioni di plastica riciclata

Il BPA o 2,2-bis(4-idrossifenil)propano (n. CAS 0000080-05-7) è una molecola organica composta da due gruppi fenolici vicinali. Se ne fa largo uso in associazione ad altre sostanze, per lo più, nella produzione di resine e plastiche. In particolare, è una delle componenti principali del policarbonato, una plastica rigida e trasparente molto performante e quindi ampiamente utilizzata, con la quale si producono recipienti per uso alimentare, bottiglie per acqua minerale e bibite, biberon, stoviglie di plastica e contenitori per riporre alimenti. Il bisfenolo A è presente anche, in minime quantità, nei rivestimenti protettivi di altri contenitori quali lattine in alluminio e tinozze, e nella carta termica per gli scontrini dei servizi commerciali. Il BPA è una sostanza che può potenzialmente interagire con i sistemi ormonali dell'organismo umano ovvero è un interferente endocrino. Fin dagli anni Trenta è noto come possa interagire con gli estrogeni, gli ormoni sessuali femminili, ma a oggi è ancora aperto il dibattito sulle effettive conseguenze che tale molecola può avere, e in quali modalità, sul sistema riproduttivo e endocrino.



Secondo EFSA, solo qualora fosse superata la soglia di 100 DGT (dose giornaliera tollerabile) che per l'organismo umano è stata individuata a 4 microgrammi per chilogrammo di peso corporeo al giorno, il BPA avrebbe effetti nocivi su fegato e reni. Secondo il Regolamento 2018/213/EU, che modifica il precedente Regolamento 2011/10/UE relativamente all'utilizzo di bisfenolo-A nei materiali plastici destinati a venire a contatto con gli alimenti, il limite di migrazione specifica di BPA, è di 0,05 mg/kg. Per la determinazione del BPA il metodo che abbiamo utilizzato presso l'ISA-CNR e il più idoneo ha previsto l'estrazione della sostanza con solventi polari e l'analisi tramite HPLC con rivelatore UV.

Determinazione dei metalli pesanti sui campioni recuperati a mare

L'ultima normativa riguardante le plastiche, ad esempio, richiede la determinazione di un numero di metalli pesanti più elevato rispetto ad altri materiali; quindi, è comunque molto importante fare una valutazione specifica del tipo di esigenza analitica prima di poter scegliere la tecnica adeguata. Nei laboratori ISA è stato utilizzato un ICP Ottico.

L'ICP-OES è sicuramente una tecnica versatile e veloce che permette di avere una elevata produttività analitica, un'ottima gestione della matrice e risultati affidabili. Il dosaggio degli elementi è stato effettuato mediante spettrometria di emissione al plasma impiegando lo strumento ICP-OES (mod. iCAP 7000, ThermoScientific) equipaggiato di auto campionatore ASX-520.

Prima della lettura i simulanti recuperati dalle analisi di migrazione globale, dopo filtrazione e opportuna acidificazione sono stati sottoposti ad analisi spettrometrica per la valutazione dei seguenti elementi: rame, manganese, zinco, cromo, cadmio, piombo, alluminio, nickel.

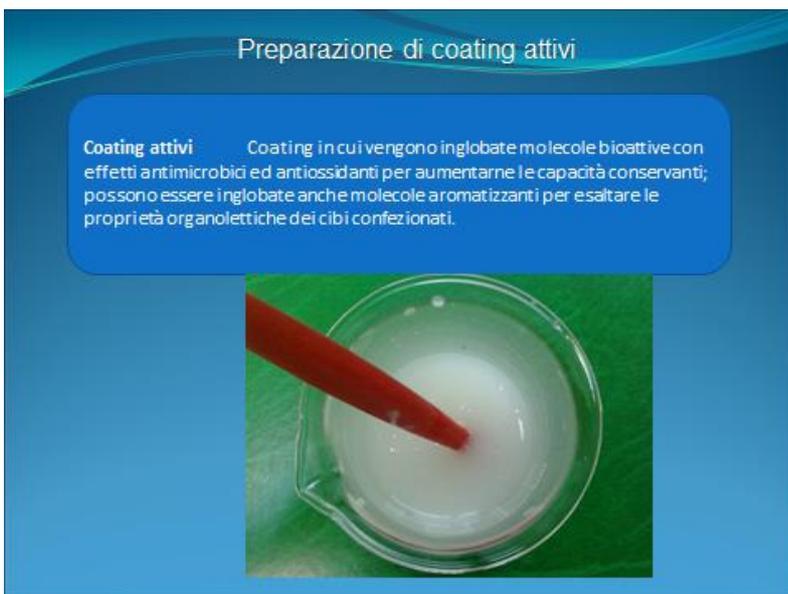
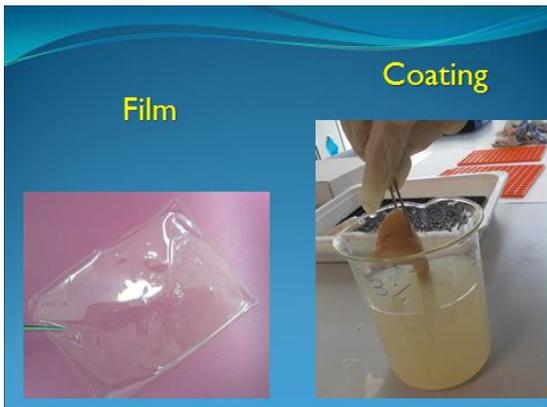
La quantificazione degli analiti è stata ottenuta dal confronto con soluzioni di riferimento, Standard Sigma Aldrich per ICP, su rette di taratura ottenute con ciascun standard degli elementi esaminati. Le letture sono state effettuate in triplicato per ogni singolo campione.

Parallelamente sono state effettuate le stesse misure su bottiglie di plastica vergini, sottoposte alla stessa procedura di migrazione globale, nelle stesse condizioni sperimentali.

I risultati relativi al contenuto degli elementi sono stati confrontati con quelli riportati in letteratura e la loro concentrazione è sempre stata al di sotto dei limiti ammessi dalla normativa.

Relativamente alla formulazione di biocoating, sono stati utilizzati biopolimeri appartenenti alla famiglia dei polisaccaridi, che rappresentano la maggior frazione della sostanza organica sul nostro pianeta, quali alginato di sodio, chitosano, etil-metil cellulosa. Sono state preparate soluzioni acquose

a diversa concentrazione di polimero (0,5-2%) e ad esse sono state aggiunte quantità variabili di poliolefine riciclate finemente macinate (granulometria 100-200 micron). Le soluzioni così preparate possono essere utilizzate in forma di film dopo evaporazione del solvente oppure come coating direttamente sul campione da ricoprire. Una tipica preparazione di una soluzione di polisaccaride in acqua è di seguito riportata.



Nel nostro caso sono stati ottenuti film che sono in fase di caratterizzazione meccanica, termica e morfologica che successivamente potrebbero essere utilizzati per la realizzazione di supporto per specie ittiche da vendere al dettaglio.

Parallelamente sono state effettuate prove di cessione in funzione del tempo che hanno permesso di individuare la stabilità funzionale dei film preparati, durata compatibile con la shelf life di specie ittiche fresche.



Dalle indagini sperimentali è stato evidenziato che il polietilene è la frazione polimerica più abbondante nei rifiuti plastici recuperati nelle aree selezionate e che è possibile un riutilizzo nel settore del food packaging in quanto i risultati dei test di migrazione globali e specifici effettuati sui campioni recuperati dal mare nell'ambito del progetto sono risultati nei limiti ammessi dalla normativa.

Parallelamente anche la valutazione della presenza di alcune categorie di contaminanti ha dato esiti negativi per cui è possibile ipotizzare un reinserimento delle poliolefine recuperate dal mare nella formulazione degli imballaggi alimentari in linea con la normativa europea entrata in vigore nel luglio 2023.



Riferimenti bibliografici

Barnes, D.K.A., Milner, P. Drifting plastic and its consequences for sessile organism dispersal in the Atlantic Ocean. *Marine Biology* 146(4), 815-825, (2004).

Biganzoli, L., Rigamonti, L., Grosso, M. Intermediate bulk containers re-use in the circular economy: an LCA evaluation. *Procedia CIRP* 69, 827–832, (2018).

Bodin, O. Collaborative environmental governance: achieving collective action in social-ecological systems. *Science* 357. <https://doi.org/10.1126/science.aan1114>, (2017).

Browne, M. A., Chapman, M. G., Thompson, R. C., Amaral Zettler, L. A., Jambeck, J., and Mallos, N. J. Spatial and temporal patterns of stranded intertidal marine debris: is there a picture of global change? *Environ Sci Technol* 49(12), 7082-7094, doi:10.1021/es5060572, (2015).

Bulkeley, H. Cities and the governing of climate change. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 35, 229–253, <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-072809-101747> (2010).

CleanAtlantic. Tackling Marine Litter in the Atlantic Area. DELIVERABLE 4.2 – Overview of stakeholders and initiatives in the Atlantic Area in relation to marine litter, (2021), available on http://www.cleanatlantic.eu/wp-content/uploads/2021/10/CA_WP4-2_Initiatives_measures_and_actions_report.pdf

Heikkinen, M., Korhonen, O., Ylä-Anttila, T., Juhola, S. Climate partners of Helsinki: Participation-based structures and performance in a city-to-business network addressing climate change in 2011–2018. *Urban Climate* 45, 101250, <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2022.101250>, (2022).

Iñiguez, M. E., Conesa, J. A. and Fullana, A. Marine debris occurrence and treatment: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 64, 394-402, doi:10.1016/j.rser.2016.06.031, (2016).

Keswani, A., Oliver, D. M., Gutierrez, T. and Quilliam, R. S. Microbial hitchhikers on marine plastic debris: Human exposure risks at bathing waters and beach environments. *Mar Environ Res* 118, 10-19, doi:10.1016/j.marenvres.2016.04.006, (2016).

Kuramochi, T., Roelfsema, M., Hsu, A., Lui, S., Weinfurter, A., Chan, S., Hale, T., Clapper, A., Chang, A., Höhne, N. Beyond national climate action: the impact of region, city, and business commitments on global greenhouse gas emissions. *Clim. Pol.* 20 (3), 275–291, <https://doi.org/10.1080/14693062.2020.1740150> (2020).

Li, W., Tse, H.F., Fok, L. Plastic waste in the marine environment: a review of sources, occurrence and effects. *Sci. Total Environ.* 566–567, 333–349. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.05.084>, (2016).



Morseletto, P. A new framework for policy evaluation: Targets, marine litter, Italy and the Marine Strategy Framework Directive. *Marine Policy* 117, 103956, (2020b).

Morseletto, P. Targets for a circular economy. *Resources, Conserv. Recycl.* 153, 104553, (2020a).

OSPAR. Scoping study on best practices for the design and recycling of fishing gear as a means to reduce quantities of fishing gear found as marine litter in the North-East Atlantic. (2020), available on

https://repository.oceanbestpractices.org/bitstream/handle/11329/1399/p00757_fishing_gear_scoping.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Peng, L., Fu, Dongdong F., Qi, H., Lan, C.Q., Yu, H., Ge, C. Micro- and nano-plastics in marine environment: source, distribution and threats – a review. *Science of The Total Environment* 698, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134254>, (2020).

Revi, A., Satterthwaite, D.E., Aragón-Durand, F., Corfee-Morlot, J., Kiunsi, R.B.R., Pelling, M., Roberts, D.C., Solecki, W. Urban areas. In: Field, C.B., Barros, V. R., Dokken, D.J., Mach, K.J., Mastrandrea, M.D., Bilir, T.E., Chatterjee, M., Ebi, K.L., Estrada, Y.O., Genova, R.C., Girma, B., Kissel, E.S., Levy, A.N., MacCracken, S., Mastrandrea, P.R., White, L.L. (Eds.), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 535–612, (2014).

Schneider, F., Parsons, S., Clift, S., Stolte, A., McManus, MC. Collected marine litter - A growing waste challenge. *Mar Pollut Bull* 128, 162-174, doi: 10.1016/j.marpolbul.2018.01.011 (2018).

United Nations General Assembly. Resolution 70/1. Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development. October 21. A/RES/70/1, (2015).

van der Heijden, J. City and subnational governance. High ambitions, innovative instruments and polycentric collaborations? In: Jordan, A., Huitema, D., van Asselt, H., Forster, J. (Eds.), *Governing Climate Change. Polycentricity in Action*. Cambridge University Press, pp. 81-96 <https://doi.org/10.1017/9781108284646>, (2018).

van der Heijden, J., Patterson, J., Juhola, S., Wolfram, M. Advancing the role of cities in climate governance—promise, limits, politics. *J. Environ. Plan. Manag* 62(3), 365-373, <https://doi.org/10.1080/09640568.2018.1513832>, (2018).