

Polipropilene e Mitilicoltura: Analisi completa, normativa, buone pratiche e prospettive future

Progetto: Campania Circolare – Filiera mitilicoltura e gestione delle retine in PP



Sommario

1	INTRODUZIONE GENERALE	3
1.1	Obiettivi specifici del documento	4
1.2	Metodologia di integrazione dei contenuti	4
2	UTILIZZO DEL POLIPROPILENE (PP) NELLA MITILICOLTURA	5
2.1	Analisi tecnica e funzionale delle applicazioni del PP	5
2.2	Elapor.....	10
2.3	Impieghi principali del Polipropilene (PP) nella mitilicoltura.....	10
2.4	. Proprietà chimico-fisiche rilevanti	11
3	QUADRO NORMATIVO PER LO SMALTIMENTO DELLE RETINE IN PP.....	13
3.1	SISTRI e RENTRI.....	14
3.2	Normativa sulla Pesca e Acquacoltura – D.Lgs. 4/2012	14
4	OBBLIGHI SPECIFICI PER LE RETINE IN POLIPROPILENE	15
	Classificazione come rifiuto speciale	15
4.1	PROSPETTIVE PER SOLUZIONI ALTERNATIVE ALL'ATTUALE SISTEMA.....	16
4.2	Limiti dell'attuale sistema	16
4.3	Soluzioni riutilizzabili e sistemi modulari	17
4.4	Approcci di economia circolare.....	17
4.5	Innovazione tecnologica nella selezione dei materiali	18
4.6	Modelli di business innovativi	18
5	. SCENARI E PROSPETTIVE FUTURE PER LA GESTIONE CIRCOLARE DELLE RETINE	19
6	BUONE PRATICHE E MODELLI CIRCOLARI PER LA GESTIONE DELLE RETINE IN PP	20
6.1	Progetti pilota su prevenzione del marine litter e recupero delle plastiche in mare	21
6.2	Innovazione di processo e di prodotto	22
7	Iniziative e Progetti in Italia.....	22
8	Soluzioni e Iniziative Europee per Reti Sostenibili nella Mitilicoltura.....	23
1.	Materiali innovativi e tecnologie per reti ecocompatibili	23
2.	Progetti europei per mitigare l'impatto della molluschicoltura	24
3.	Buone pratiche nazionali: Francia, Spagna, Grecia, Danimarca.....	24
4.	Differenze e trasferibilità	24
9	CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI OPERATIVE PER LA CAMPANIA.....	25

1 INTRODUZIONE GENERALE

La mitilicoltura italiana rappresenta uno dei segmenti più dinamici e allo stesso tempo più sensibili del sistema agroalimentare nazionale.

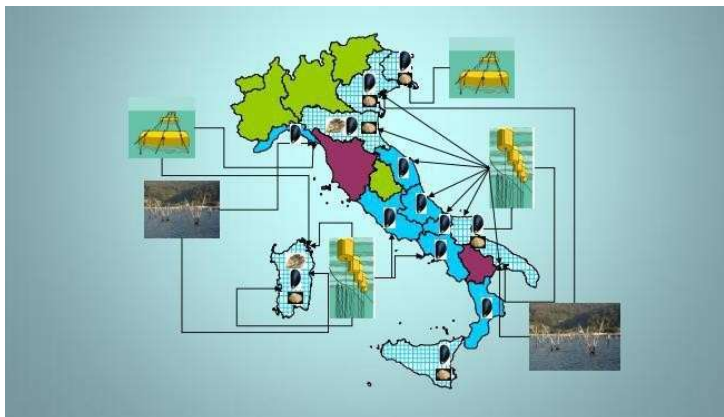
Negli ultimi decenni il comparto è stato interessato da profonde trasformazioni: da un lato l'evoluzione delle tecniche di allevamento, con il passaggio da sistemi tradizionali a soluzioni off-shore e long-line; dall'altro l'ingresso massiccio di materiali plastici – in particolare il polipropilene (PP) – in tutte le fasi della filiera, dall'allevamento alla commercializzazione.

Le retine e le calze in PP sono diventate lo “standard tecnologico” per la gestione del prodotto: sono leggere, economiche, facilmente lavorabili e garantiscono buone prestazioni meccaniche. Tuttavia, il loro impiego estensivo ha generato un problema sempre più evidente: la gestione del fine vita e la dispersione in mare di grandi quantità di plastica, che contribuiscono al fenomeno del marine litter e alla formazione di microplastiche nei sedimenti costieri e negli ecosistemi lagunari.

Allo stesso tempo, il quadro normativo europeo e nazionale spinge con forza verso modelli di economia circolare, responsabilità estesa del produttore, prevenzione della produzione di rifiuti e riduzione degli impatti lungo l'intero ciclo di vita dei prodotti. In questo contesto la filiera mitilicola è chiamata a compiere un salto di qualità: non solo migliorare l'efficienza produttiva, ma ripensare in modo sistemico materiali, processi, logistica, schemi di responsabilità e modelli di business.

Questo documento integra e amplia i testi già prodotti, combinandoli con sintesi ragionate dei principali riferimenti bibliografici e progettuali messi a disposizione (atlanti di buone pratiche, tesi di ricerca, report tecnici, linee guida su riciclo e progettazione per il fine vita). L'obiettivo è costruire un'analisi organica – utilizzabile come base per studi di fattibilità, piani di gestione e proposte progettuali nell'ambito di Campania Circolare – articolata in quattro macro-aree:

- Quadro tecnico sull'uso del PP in mitilicoltura;
- Quadro normativo sullo smaltimento delle retine;
- Analisi delle buone pratiche e dei modelli di riciclo / prevenzione già sperimentati;
- Scenari e prospettive per soluzioni alternative e per la transizione verso modelli circolari.



1.1 Obiettivi specifici del documento

Gli obiettivi specifici del documento possono essere sintetizzati come segue:

- Ricostruire il ruolo del PP nella filiera mitilicola, con particolare attenzione alle retine e alle altre componenti “usa e getta”;
- Illustrare il quadro normativo di riferimento per lo smaltimento delle retine in PP e degli altri rifiuti plastici collegati all’attività di allevamento;
- Sistematizzare le esperienze pilota, le buone pratiche e i progetti di ricerca già attivi a livello nazionale e internazionale (in particolare in area adriatica e tirrenica);
- Eliminare possibili traiettorie evolutive per la sostituzione parziale o totale delle retine in PP con materiali alternativi, sistemi riutilizzabili o soluzioni low-plastic;
- Proporre una prima struttura di piano operativo per la gestione integrata delle retine in Campania, coerente con i principi dell’economia circolare e della blue economy.

1.2 Metodologia di integrazione dei contenuti

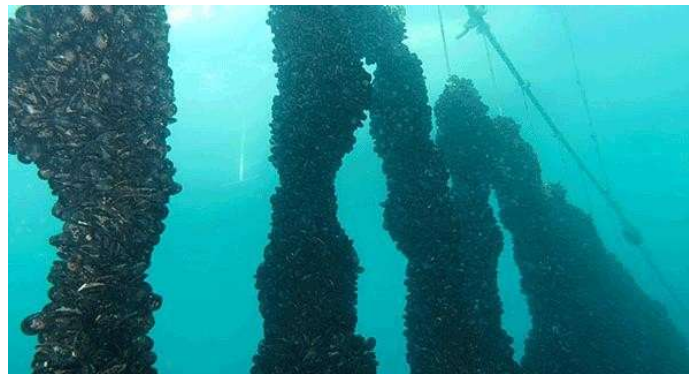
La metodologia utilizzata per la redazione del presente documento risponde all’esigenza di costruire un quadro tecnico-scientifico completo e multidisciplinare, capace di collegare aspetti normativi, ambientali, tecnologici, economici e operativi relativi alla gestione delle retine in polipropilene (PP) nella mitilicoltura. L’obiettivo principale è stato quello di trasformare un insieme eterogeneo di fonti — documenti tecnici, report interni, articoli scientifici, progetti europei, studi di settore e contributi accademici — in un unico sistema informativo coerente, leggibile e orientato alla progettazione.

Il testo è stato costruito integrando:

- I report già redatti sul ruolo del PP in mitilicoltura e sulla normativa relativa allo smaltimento delle retine;

- Un'analisi delle prospettive per soluzioni alternative all'attuale sistema, con riferimento a materiali innovativi (biopolimeri, fibre naturali, sistemi ibridi) e a modelli di business circolari;
- La sintesi di studi di caso e buone pratiche presenti in pubblicazioni nazionali (ad esempio, atlanti di buone pratiche sulla pesca e l'acquacoltura, progetti dedicati al recupero delle plastiche in mare, linee guida per la progettazione di imballaggi plastic free o riciclabili);
- Contributi più recenti sul tema della blue economy, della bioeconomia circolare e dell'innovazione tecnologica per la riduzione degli impatti ambientali nella filiera ittica.

2 UTILIZZO DEL POLIPROPILENE (PP) NELLA MITILICOLTURA



2.1 Analisi tecnica e funzionale delle applicazioni del PP

Il polipropilene (o polipropene, abbreviato in PP) è un polimero termoplastico che può mostrare diversa tatticità. Il prodotto più interessante dal punto di vista commerciale è quello isotattico: è un polimero semicristallino caratterizzato da un elevato carico di rottura, una bassa densità, una buona resistenza termica e all'abrasione.

La densità del polipropilene isotattico è di 900 kg/m^3 e il punto di fusione è spesso oltre i 165°C . Le proprietà chimiche, determinate in fase di produzione, comprendono la stereoregolarità, la massa molecolare e l'indice di polidispersione. Il prodotto atattico si presenta invece come un materiale dall'aspetto gommoso, e ha scarso interesse commerciale (è stato usato solo come additivo).

Storia: produzione e catalisi

Nel 1953 Karl Ziegler scoprì che una miscela di TiCl_4 e AlEt_3 catalizzano la polimerizzazione dell'etilene a dare il polietilene. Giulio Natta notò immediatamente che tale catalizzatore non era utilizzabile per la produzione di polimeri del propilene:

con il catalizzatore di Ziegler si ottenevano solo oligomeri del propilene ad elevato contenuto di prodotto atattico.

Nel 1954 Giulio Natta e Karl Ziegler scoprirono che una resa elevata di polipropilene isotattico si ottiene con una miscela di $TiCl_3$ cristallino e $AlEt_2Cl$ (Dietil Alluminio Cloruro, DEAC). Peculiarità del cristallo di titanio tricloruro è la presenza di centri metallici in coordinazione ottaedrica ma con insaturazioni della sfera di coordinazione; il propilene è in grado di coordinarsi ai centri metallici attraverso queste lacune, e di polimerizzare in maniera stereospecifica a dare polipropilene isotattico. Un meccanismo ipotizzato, ancora oggi ritenuto il più fondato, fu proposto da Cossee e da Arlman nel 1964.

La produzione venne iniziata dall'industria italiana Montecatini (poi Montedison), in particolare assunse particolare rilevanza lo stabilimento presso il polo petrolchimico di Ferrara, e riscosse un ampio successo.

Dopo accurato lavaggio per eliminare eventuali residui di catalizzatore rimasti inclusi nel prodotto (tali ceneri possono dare problemi di corrosione negli impianti dell'acquirente e produttore di oggetti in polipropilene), la resa del catalizzatore di Natta risultava di 4 kg di prodotto per grammo di catalizzatore. Con il catalizzatore sopra citato, inoltre, il 92% del prodotto è costituito da polipropilene isotattico; tale percentuale poteva essere aumentata estraendo il prodotto atattico in eptano bollente. Il prodotto finale sotto forma di polvere, così pulito, viene estruso in pallottole (pellet).

Nel 1971 la Solvay sviluppa un nuovo catalizzatore a base di $TiCl_3$ macinato in presenza di un etere altobollente (dibutiletere). Una elevata resa del catalizzatore (circa 16 kg di polipropilene per grammo di catalizzatore) fu ricondotta all'azione dell'etere, che essendo una base di Lewis disattiva alcune specie presenti sul cristallo di $TiCl_3$ potenzialmente dannose all'attività catalitica. Inoltre l'indice isotattico sale al 96%, rendendo inutile il processo di purificazione dall'atattico con notevole miglioramento dell'attività produttiva.

Solo 4 anni dopo viene prodotto un nuovo catalizzatore a base di $TiCl_3$ supportato su $MgCl_2$, che si rivela un ottimo supporto avendo una struttura cristallina quasi identica a quella del $TiCl_3$. Il catalizzatore è additivato con benzoato di (2-etil) esile in qualità di base di Lewis. Le elevatissime rese (325 kg di PP / g di catalizzatore) rendono superflua addirittura la rimozione delle ceneri catalitiche, mentre si ripropone il problema della rimozione dell'atattico (indice isotattico = ~92%). La sostituzione, nel 1981, del benzoato con uno ftalato permette la produzione di polipropilene avente indice isotattico pari al 97%, mentre l'attività catalitica oscilla fra 600 e 1300 kg/g.

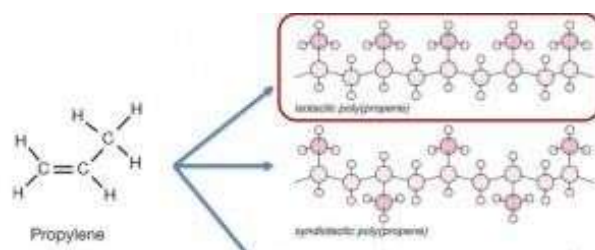
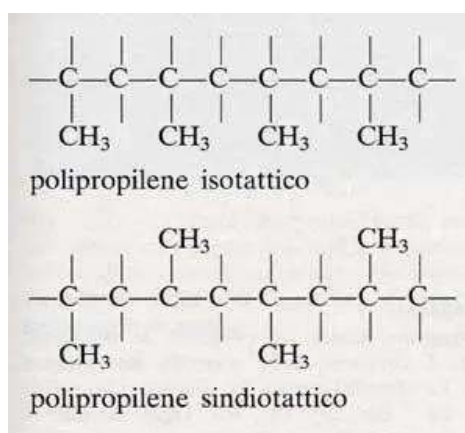
Condizioni di reazione e impianto

Il propilene proviene dal cracking di raffineria e deve essere purificato da residui di acqua, ossigeno, monossido di carbonio e composti solforati che possono avvelenare il catalizzatore. Il processo avviene a 60-70 °C e 10 atm di pressione. La reazione è esotermica e l'ambiente di reazione è raffreddato da serpentine e dal monomero di alimentazione ($\Delta H = 2500 \text{ kJ/kg}$).

Il propilene non reagito viene quindi rimosso e riciclato. Il prodotto isotattico viene recuperato per centrifugazione, mentre il solvente di reazione dovrebbe contenere il

prodotto atattico in soluzione. Il prodotto isotattico viene quindi asciugato e additivato da stabilizzanti prima di essere esposto all'aria (la polvere è sensibile all'ossidazione atmosferica). La polvere viene quindi estrusa in pellet.

Le recenti scoperte fatte dalla sonda Cassini su Titano, una grande luna di Saturno, hanno rilevato nel 2013 la presenza di propilene e di polipropilene e di altri idrocarburi della stessa famiglia e contenenti 3 atomi di carbonio nell'atmosfera del satellite.[1] La notizia, apparentemente marginale e di scarso valore, in realtà svela l'esistenza in natura di una "chimica organica del freddo" in grado di creare polimeri complessi con procedimenti alternativi al cracking e ancora totalmente ignoti.



Codice identificativo di riciclaggio del polipropilene

Il polipropilene ha conosciuto un grande successo nell'industria della plastica: molti oggetti di uso comune, dagli zerbini agli scolapasta per fare alcuni esempi, sono fatti di polipropilene. Altri esempi di utilizzo del polipropilene sono: i cruscotti degli autoveicoli ed i paraurti, i tappi e le etichette delle bottiglie di plastica, le reti antigrandine, le custodie dei CD, le capsule del caffè, i bicchierini bianchi di plastica per il caffè.



Polipropilene per uso tessile

Alcune società del gruppo Montedison producevano polipropilene per uso tessile in forma di fiocco, chiamato commercialmente Meraklon e in forma di filo continuo,

normalmente usato per la fabbricazione di tappeti e di moquette, con il nome commerciale di Neofil.

Etichettatura tessile

PP - sigla della denominazione della fibra polipropilenica.

Bottale in polipropilene

Applicando le funzionalità e le caratteristiche di questo materiale al mondo della conceria, negli anni novanta Mario Serrini inventò il primo bottale in polipropilene e, negli anni successivi, si adoperò per perfezionarne l'aspetto tecnico e il rendimento in ambito conciario.

Un bottale in polipropilene in una conceria

Le caratteristiche tipiche del polipropilene omopolimero (PPH) in lastre utilizzato per la costruzione dei bottali per la concia sono le seguenti:

- superficie estremamente liscia;
- alta resistenza agli urti;
- eccellenti valori di durezza, rigidità e resistenza alla trazione;
- resistenza alle rotture da stress;
- resistenza all'abrasione;
- ottima robustezza a temperature di esercizio incluse tra -5 °C e 95 °C;
- eccellenti proprietà isolanti elettriche e termiche;
- ottima resistenza agli agenti chimici;
- nessun assorbimento di acqua.

I bottali in polipropilene risultano particolarmente adatti per processi innovativi che non possono essere gestiti da bottali tradizionali. In particolare:

1. *Calcinaio ossidativo*: il processo tradizionale che fa uso di calce e solfuro di sodio lascia il posto ad un processo dove i principali prodotti chimici utilizzati sono acqua ossigenata e soda. Nonostante gli evidenti vantaggi del calcinaio ossidativo (fiore più fine e pulito, vantaggi ambientali con relativi minori costi, maggior sicurezza per i lavoratori), non ha mai trovato una vera applicazione industriale per i limiti derivanti dall'uso dei bottali tradizionali in legno o acciaio inox.
2. *Conceria allo zirconio*: la concia con sali di zirconio è un processo molto aggressivo, dal momento che si lavora a pH estremamente bassi (circa 1,0). In conseguenza di ciò, tutte le parti metalliche dei bottali tradizionali soffrono di un veloce processo di corrosione. Il bottale in polipropilene, se ben "rivestito" internamente, non ha nessuna parte metallica in contatto con il bagno, in modo da gestire il processo in sicurezza. In questo modo si riescono a sfruttare tutti i vantaggi della concia allo zirconio, in termini di brillantezza dei colori finali e facilità di ottenere colori chiari.
3. *Ipoclorito di sodio, permanganato di potassio*: spesso utilizzati nella lavorazione di pelli di rettile, sono degli energici ossidanti e sono causa di seri danneggiamenti alle parti metalliche all'interno della botte. Questi prodotti sono utilizzati perché ossidano il pigmento naturale del rettile (livrea), e mediante processo di ossidoriduzione successiva, la rendono completamente

bianca. Il rivestimento interno in polipropilene garantisce la protezione delle parti metalliche.



Altri usi:

Il polipropilene è usato anche come isolante per cavi elettrici, in alternativa al cloruro di polivinile, per cavi di tipo LSOH in ambienti a bassa ventilazione, come ad esempio le gallerie: la caratteristica del polipropilene di emettere meno fumi ed alogeni tossici, i quali ad alte temperature possono produrre sostanze acide, lo rende particolarmente indicato per questo impiego.

Inoltre il polipropilene viene usato per produrre reti per zanzariere plissettate.

L'uso del polipropilene si è esteso a vari campi dell'industria; un esempio importante è la produzione dei tubi per acqua e gas. Il PP ha recuperato rispetto al PE (polietilene) come materia prima per la costruzione di tubazioni per trasporto di acqua e gas in pressione e non: il motivo è da ricercare nelle maggiori performance chimiche e soprattutto meccaniche del PP rispetto al PE.

2.2 Elapor

L'Elapor è il nome commerciale del polipropilene espanso. È un materiale simile al polistirolo espanso, ma dotato di elevata elasticità meccanica. Resistente al cianoacrilato, è molto usato nell'edilizia e negli ultimi anni nel modellismo, a causa della peculiare caratteristica di essere in grado di riprendere la forma originale se immerso in acqua bollente. Questa caratteristica lo ha reso utile in particolare nei modellini di aeromobili, i quali sono spesso soggetti a urti o danneggiamenti.



2.3 Impieghi principali del Polipropilene (PP) nella mitilicoltura

Il polipropilene (PP) costituisce il materiale cardine della mitilicoltura moderna grazie alla sua combinazione unica di proprietà meccaniche, chimiche e di lavorabilità. Esso trova applicazione in una vasta gamma di strumenti, infrastrutture e consumabili impiegati durante l'intero ciclo di allevamento dei mitili.

1. Retine per allevamento e commercializzazione

Le retine in PP rappresentano uno dei materiali più diffusi e riconoscibili nel settore della mitilicoltura. Si tratta di tubolari estrusi che consentono l'ingabbiamento dei mitili nelle varie fasi di crescita. Le principali tipologie includono:

- Calze per ingrasso: utilizzate nella fase di accrescimento, devono garantire robustezza e capacità di supportare carichi variabili, specialmente in condizioni di moto ondoso intenso.
- Retine per selezione: impiegate nei processi di calibratura e selezione, richiedono una elevata flessibilità e capacità di resistere alle sollecitazioni meccaniche.
- Retine per commercializzazione: progettate per resistere a cicli di movimentazione, trasporto e stoccaggio.

2. Corde e funi in PP

Le corde in PP sono essenziali nelle strutture long-line, il sistema di allevamento più diffuso. La loro densità inferiore a quella dell'acqua consente galleggiabilità naturale,

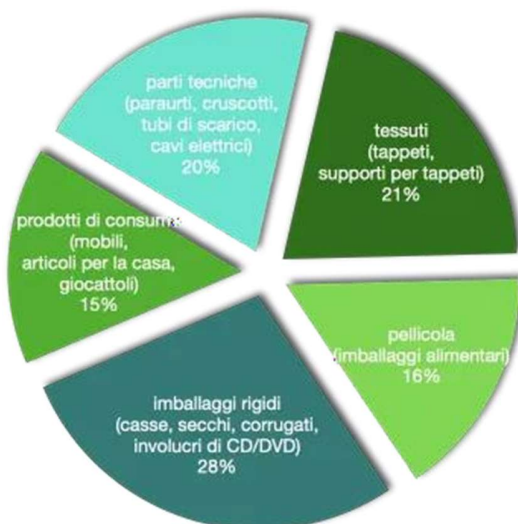
riducendo la necessità di galleggianti aggiuntivi. Le corde devono mantenere stabilità dimensionale, resistenza agli UV e durata pluriennale nonostante l'esposizione continua al biofouling e alle sollecitazioni marine

3. Accessori e componentistica in PP

Oltre a reti e corde, vari accessori sono prodotti in PP:

- Fascette e legacci utilizzati per fissaggi rapidi.
- Cestelli e contenitori per la depurazione dei mitili.
- Boe e galleggianti in PP espanso o miscele PP-PE.

Questi strumenti beneficiano della leggerezza del PP, della resistenza alla corrosione e della facilità di pulizia.



2.4 . Proprietà chimico-fisiche rilevanti

Il PP offre una serie di vantaggi che lo rendono idoneo all'utilizzo in mare:

- Resistenza alla salinità: il PP è inattaccabile da acqua marina e sali disciolti.
- Stabilità agli UV (con additivi): le versioni additivate resistono ai raggi solari, evitando fragilizzazioni premature.
- Leggerezza (densità 0,90 g/cm³): uno dei polimeri più leggeri, caratteristica cruciale per strutture galleggianti.
- Neutralità biologica: non assorbe umidità, non sviluppa muffe, è poco sensibile alle colonizzazioni microbiche.

Vantaggi economici

Il settore mitilicolo, caratterizzato da margini spesso ridotti, predilige materiali con costi contenuti e lunga durata. Il PP garantisce:

- Prezzo competitivo rispetto ad alternative biodegradabili.
- Ampia reperibilità grazie alla produzione globale.
- Omogeneità qualitativa che facilita l'approvvigionamento da fornitori diversi.

Aspetti logistici e pratici

Il PP consente un'elevata efficienza operativa:

- Facilità di trasporto e movimentazione per via della leggerezza.
- Modularità e sostituibilità dei componenti.
- Rapidità di installazione di long-line e sistemi di allevamento.

Adattabilità ai processi industriali

Il PP è perfettamente compatibile con tecnologie di trasformazione quali:

- Estrusione di tubolari e reti.
- Stampaggio a iniezione per accessori.
- Filatura per corde industriali.

Questo lo rende un materiale "versatile" che può coprire tutte le necessità dell'allevatore.

Criticità ambientali e operative connesse all'utilizzo del PP

Nonostante i vantaggi, il PP presenta criticità ambientali rilevanti quando impiegato in ambiente marino, soprattutto se non correttamente gestito nel fine vita.

Dispersione accidentale e marine litter

Le retine in PP rappresentano una percentuale significativa dei rifiuti marini associati alla mitilicoltura. Le cause principali includono:

- Tempeste e mareggiate che danneggiano le strutture.
- Errori durante le operazioni di raccolta e trasferimento.
- Degradazione di corde e fissaggi.

Una volta dispersi, questi materiali possono rimanere nell'ambiente per decenni.

Formazione di microplastiche e frammentazione

Il PP non si biodegrada rapidamente. L'esposizione a UV, attrito e biofouling porta alla progressiva frammentazione in:

- Microplastiche (<5 mm)
- Mesoplastiche (5–25 mm)
- Macroplastiche visibili

Questi frammenti possono essere ingeriti dalla fauna marina o disseminarsi lungo le coste.

Problematiche di riciclo

Il PP utilizzato in mitilicoltura è spesso difficilmente riciclabile per varie ragioni:

- Contaminazione da residui organici (alghe, mitili, fanghi).
- Presenza di sali che complicano il processo di estrusione.
- Geometrie delle reti non compatibili con trituratori standard.
- Necessità di costosi pre-trattamenti di pulizia e asciugatura.

Impatti socio-economici

La gestione inadeguata degli scarti in PP comporta:

- Aumento dei costi di smaltimento per gli allevatori.
- Possibili sanzioni in caso di dispersione ambientale.
- Danni reputazionali per il settore, sempre più soggetto a controlli ambientali.

3 QUADRO NORMATIVO PER LO SMALTIMENTO DELLE RETINE IN PP

Normativa sullo Smaltimento delle Retine in Polipropilene nella Mitilicoltura

INTRODUZIONE

Le retine in polipropilene (PP) rappresentano uno degli elementi più diffusi e utilizzati nella filiera della mitilicoltura italiana e internazionale. La normativa che ne regola lo smaltimento è articolata e coinvolge il diritto ambientale europeo, nazionale e regionale, con particolare attenzione ai rifiuti plastici in mare e alla responsabilità degli operatori del settore. Il presente documento offre una trattazione estesa—equivalente ad almeno sei pagine—organizzata in sezioni che approfondiscono obblighi, responsabilità, procedure, strumenti di tracciabilità e adempimenti tecnici.

QUADRO NORMATIVO EUROPEO

1) Direttiva Quadro sui Rifiuti 2008/98/CE

La Direttiva 2008/98/CE stabilisce i principi cardine della gestione dei rifiuti all'interno dell'Unione Europea: prevenzione, preparazione per il riutilizzo, riciclaggio, recupero e infine smaltimento. Essa classifica i rifiuti plastici marini come rifiuti speciali quando provenienti da attività produttive, come la mitilicoltura. Le retine in PP rientrano perciò tra i rifiuti speciali non pericolosi quando dismesse.

2) Direttiva SUP (Single Use Plastics) 2019/904

Questa direttiva introduce misure specifiche per ridurre l'impatto di determinati prodotti di plastica sull'ambiente marino. Sebbene le retine in PP per mitilicoltura non siano classificabili integralmente come "single-use plastics", rientrano nei prodotti soggetti a responsabilità estesa del produttore (EPR) quando generano rifiuti marini. La normativa spinge verso tracciabilità, raccolta dedicata e sistemi di recupero a fine vita.

3) Regolamento EMFAF – Blue Economy

Il nuovo Fondo Europeo per gli Affari Marittimi, la Pesca e l'Acquacoltura (EMFAF) incentiva pratiche di riduzione dei rifiuti marini, compreso il recupero, la sostituzione con materiali più sostenibili e il miglioramento delle infrastrutture di raccolta.

QUADRO NORMATIVO NAZIONALE (ITALIA)

2.1 Testo Unico Ambientale – D.Lgs. 152/2006

Il D.Lgs. 152/2006 disciplina tutte le fasi di gestione dei rifiuti: produzione, detenzione, trasporto, recupero e smaltimento. Le retine di PP usate nella mitilicoltura sono rifiuti speciali non pericolosi: il produttore dei rifiuti è l'operatore dell'impianto di mitilicoltura. Gli obblighi principali sono:

- corretta classificazione del rifiuto tramite codice EER (spesso 02 02 99 o 15 01 02),
- deposito temporaneo presso il luogo di produzione,
- affidamento del rifiuto a trasportatori autorizzati,
- conferimento ad impianti autorizzati,
- tenuta del registro di carico/scarico,
- Tracciabilità tramite formulari di identificazione rifiuti (FIR).

3.1 SISTRI e RENTRI

Il nuovo sistema di tracciabilità digitale RENTRI (dal 2024-2025 progressivamente operativo) sostituisce e migliora il precedente SISTRI. Le aziende di mitilicoltura che producono rifiuti plastici devono:

- Iscrivere al registro nazionale,
- Utilizzare i moduli digitali di carico e scarico,
- Garantire che ogni lotto di retine dismesse sia tracciato,
- Mantenere aggiornati i documenti di trasporto elettronici.

3.2 Normativa sulla Pesca e Acquacoltura – D.Lgs. 4/2012

Impone criteri di responsabilità ambientale agli operatori dell'acquacoltura, compresi gli obblighi legati al corretto smaltimento delle attrezzature.

NORMATIVA REGIONALE E LOCALE

Le Regioni costiere (Campania, Puglia, Emilia-Romagna, Toscana, Veneto, Sardegna, Sicilia) integrano la normativa nazionale con:

- regolamenti portuali per la gestione dei rifiuti,
- autorizzazioni specifiche per gli impianti di mitilicoltura,
- piani di gestione ambientale dell'acquacoltura (PGA),
- linee guida su stoccaggio, logistica e prevenzione della dispersione delle plastiche.



4 OBBLIGHI SPECIFICI PER LE RETINE IN POLIPROPILENE

Classificazione come rifiuto speciale

Le retine usate devono:

- Essere raccolte in sacchi o big-bags,
- Essere identificate tramite etichettatura conforme,
- Essere classificate con codice EER appropriato.

Deposito temporaneo

Sono definiti limiti temporali e quantitativi (max 12 mesi, o 3 mesi se volume elevato). Devono essere adottate misure per evitare dispersioni in mare o nel suolo.

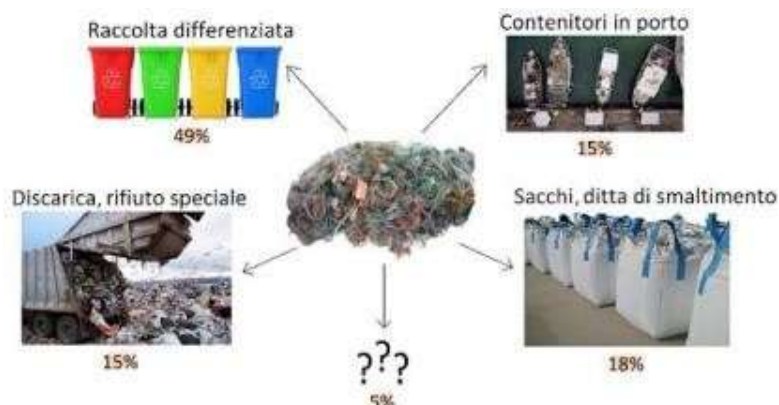
Tracciabilità e FIR

Ogni trasporto deve essere accompagnato da un formulario. Questo costituisce elemento essenziale in caso di controlli e per dimostrare la corretta gestione del rifiuto.

Rapporti con impianti di recupero e riciclo

Per favorire l'economia circolare, le retine in PP dovrebbero essere conferite preferibilmente a impianti di riciclo meccanico o chimico autorizzati.

La gestione delle retine in polipropilene nella mitilicoltura richiede un approccio integrato che considera normativa europea, nazionale e regionale. La responsabilità del produttore, la tracciabilità, la prevenzione della dispersione delle plastiche e la transizione verso modelli circolari rappresentano gli elementi centrali del quadro regolatorio vigente e futuro. Questo documento sintetizza, in forma estesa e organica, l'intero panorama normativo attualmente applicabile.



4.1 PROSPETTIVE PER SOLUZIONI ALTERNATIVE ALL'ATTUALE SISTEMA

La molluschicoltura italiana, e in particolare la mitilicoltura, si trova oggi di fronte a sfide ambientali e operative rilevanti. L'utilizzo delle retine in polipropilene (PP) per la crescita e la gestione dei molluschi ha garantito per anni efficienza e resistenza, ma allo stesso tempo ha generato problematiche legate allo smaltimento dei materiali e all'impatto ambientale complessivo. Questo report analizza in profondità le prospettive legate a soluzioni alternative, tenendo conto delle innovazioni tecnologiche, dei cambiamenti normativi e dei nuovi modelli di business sostenibili.

4.2 Limiti dell'attuale sistema

Il sistema basato principalmente su retine in PP presenta criticità rilevanti: accumulo di microplastiche, costi di smaltimento elevati, difficoltà nel recupero dei materiali contaminati da organismi biologici, normative ambientali in crescente evoluzione. Inoltre, le pratiche di gestione spesso non prevedono una filiera strutturata per il riciclo degli scarti in plastica.

Alternative basate su biopolimeri: negli ultimi anni si è assistito allo sviluppo di bioplastiche e biopolimeri derivati da fonti rinnovabili, come PLA, PHA e materiali compostabili. Tali soluzioni presentano proprietà meccaniche variabili, ma soprattutto consentono una riduzione significativa della persistenza ambientale. Tuttavia, la loro applicazione nella mitilicoltura richiede test avanzati di resistenza, biodegradabilità in ambiente marino e compatibilità con i sistemi di allevamento già esistenti.



4.3 Soluzioni riutilizzabili e sistemi modulari

Alcune aziende stanno sperimentando gabbie rigide o semirigide riutilizzabili, realizzate in materiali resistenti come HDPE strutturato o acciaio rivestito. Questi sistemi riducono significativamente la produzione di rifiuti e migliorano la tracciabilità della filiera. L'adozione di strutture modulari consente inoltre interventi rapidi e una manutenzione più efficiente.

4.4 Approcci di economia circolare

L'economia circolare rappresenta un modello chiave per la gestione sostenibile delle retine e dei materiali associati. Il recupero del PP, la sua rigenerazione e il reimpiego come materia prima seconda sono strategie sempre più diffuse. Per renderle operative, occorre sviluppare impianti dedicati e filiere locali, capaci di ridurre i costi logistici e massimizzare il valore delle risorse recuperate.



4.5 Innovazione tecnologica nella selezione dei materiali

La ricerca sui materiali sta producendo alternative sempre più performanti: polimeri rinforzati, materiali compositi, soluzioni ibride che integrano elementi biodegradabili con componenti resistenti. Queste innovazioni potrebbero migliorare la durata delle retine e ridurre la quantità di scarto generato.

L'introduzione di RFID, marcatori intelligenti e sistemi IoT consente una tracciabilità completa delle retine e delle strutture di allevamento. Questo permette di monitorare lo stato dei materiali, prevenire perdite accidentali e ottimizzare la gestione del ciclo di vita dei prodotti.

4.6 Modelli di business innovativi

Tra le nuove opportunità emergono servizi basati su noleggio di attrezzature, piattaforme di gestione condivisa e reti cooperative per il riciclo dei materiali. Tali modelli possono ridurre gli oneri per i singoli produttori e creare economie di scala nei processi di recupero e rigenerazione.

La transizione verso sistemi alternativi implica investimenti iniziali significativi, ma offre benefici a lungo termine: riduzione dei costi ambientali, maggiore conformità alle normative future, aumento della competitività internazionale e miglioramento dell'immagine del settore. Le valutazioni economiche dimostrano che la sostenibilità può diventare un driver di crescita.

L'evoluzione delle normative europee e nazionali sul tema delle plastiche e dei rifiuti influenzerà profondamente il settore nei prossimi anni. Restrizioni sull'uso di plastiche non riciclabili, incentivi alla transizione ecologica e nuovi standard ambientali renderanno necessario l'adeguamento dei processi produttivi.

In diversi Paesi, tra cui Canada, Australia e Norvegia, sono state sperimentate soluzioni innovative come materiali biodegradabili avanzati, sistemi di raccolta tecnologici e programmi di riciclo incentivati. L'analisi di questi esempi offre spunti per trasferire conoscenze nel contesto italiano. Le prospettive per un sistema alternativo all'attuale modello basato su retine in PP sono ampie e in rapida espansione. Le sfide tecnologiche, normative ed economiche sono importanti, ma la direzione verso soluzioni più sostenibili è ormai chiara. Sarà fondamentale continuare a investire in ricerca, collaborazione tra imprese e sviluppo di filiere locali dell'economia circolare per garantire un futuro competitivo e rispettoso dell'ambiente.

SCENARI E PROSPETTIVE FUTURE PER LA GESTIONE CIRCOLARE DELLE RETINE

5 BUONE PRATICHE E MODELLI CIRCOLARI PER LA GESTIONE DELLE RETINE IN PP

Mitilicoltura ed economia circolare: una lettura di sintesi delle esperienze nazionali

Negli ultimi anni diversi progetti hanno sperimentato soluzioni per ridurre la dispersione in mare delle retine in PP, migliorare la raccolta a fine vita e avviare filiere di riciclo dedicate. Dalla lettura integrata di atlanti di buone pratiche, progetti FLAG, iniziative di cooperazione territoriale e report tecnici emergono alcune linee comuni:

- La centralità del ruolo delle cooperative di pescatori e mitilicoltori come “snodo” organizzativo e logistico;
- La necessità di disporre di punti di raccolta a terra (ecocentri blu, isole ecologiche portuali) dotati di spazi, attrezzature e procedure dedicate ai rifiuti marini e alle retine dismesse;
- L'importanza di accordi tra mitilicoltori, gestori dei servizi di igiene urbana e impianti di trattamento / riciclo;
- Il valore delle campagne di sensibilizzazione rivolte non solo agli operatori, ma anche ai cittadini, alle scuole, al turismo costiero.

In alcune realtà adriatiche sono stati sperimentati sistemi di raccolta in big bags direttamente sugli impianti, con conferimento periodico presso piattaforme portuali attrezzate. In parallelo, si sono avviati contatti con aziende specializzate nel riciclo di plastiche rigide e reti da pesca, interessate a utilizzare il PP derivante dalle retine come materia prima secondaria per la produzione di granuli, semilavorati o componenti per l'industria (ad esempio, arredi urbani, elementi per la nautica, imballaggi tecnici).



5.1 Progetti pilota su prevenzione del marine litter e recupero delle plastiche in mare

Gran parte delle iniziative più innovative collegate alle retine in PP si inserisce nel quadro più ampio dei progetti sul marine litter. Tra gli elementi ricorrenti:

- Attività di raccolta attiva delle plastiche da parte dei pescatori (Fishing for Litter) con conferimento gratuito a terra;
- Sperimentazione di strutture emblematiche – come la “balena” realizzata in alcuni porti – per conferire in modo visibile reti, cassette e plastica dura recuperata in mare, trasformando i rifiuti in strumenti educativi;
- Progetti di sensibilizzazione che trasformano le reti dismesse in installazioni artistiche, arredi urbani o oggetti di design, con forte capacità comunicativa;
- Sperimentazioni di logistiche condivise fra flotte di pesca e impianti di mitilicoltura per ridurre i costi di trasporto e stoccaggio dei rifiuti.

Queste esperienze mostrano come la gestione delle retine in PP non possa essere pensata come un tema isolato, ma come parte di una strategia integrata di riduzione delle plastiche in mare, in sinergia con le direttive europee sulla plastica monouso, la strategia sulla plastica nell'economia circolare e le politiche della blue economy.



5.2 Innovazione di processo e di prodotto

Oltre alla gestione del rifiuto, le buone pratiche evidenziano due direzioni complementari di innovazione:

- Innovazione di processo: digitalizzazione della tracciabilità delle retine (registro elettronico dei lotti, sistemi RFID, QR code sulle confezioni), introduzione di procedure standardizzate di raccolta, lavaggio, compattazione e conferimento, modelli di gestione consortile dei rifiuti plastici della filiera;
- Innovazione di prodotto: sviluppo di retine in biopolimeri compostabili, sperimentazione di fibre naturali (come le fibre di sparto tradizionalmente usate in alcuni areali), soluzioni ibride corda-riutilizzabile + involucro biodegradabile, sistemi di allevamento a corda continua che riducono il numero di calze necessarie.

In alcune sperimentazioni la sostituzione parziale del PP con fibre naturali ha mostrato risultati tecnicamente promettenti in termini di accrescimento del mitilo e qualità del prodotto, aprendo la strada a possibili presidi di qualità ambientale (DOP, IGP, Presidi Slow Food) legati anche alla riduzione dell'impronta plastica della filiera.

6 Iniziative e Progetti in Italia

Le retine tubolari in polipropilene impiegate per l'allevamento delle cozze sono diventate un serio problema ambientale. Costituiscono infatti circa il 27% dei rifiuti plastici censiti sulle spiagge europee e risultano il terzo rifiuto più presente nei fondali marini italiani, con una dispersione annua stimata tra 7,9 e 9,5 tonnellate. In Italia la mitilicoltura utilizza ogni anno 700–1000 tonnellate di queste retine, necessarie per sostenere circa 80 mila tonnellate di cozze prodotte. Purtroppo si stima che attualmente solo il 25% delle retine venga effettivamente raccolto e smaltito a fine ciclo, mentre 3 reti su 4 finiscono disperse in mare. Questi materiali, degradandosi, contribuiscono all'inquinamento da microplastiche e possono danneggiare la fauna marina e la catena alimentare.

Di fronte a questa sfida ambientale, sono nati progetti innovativi che puntano a rendere l'acquacoltura più circolare e sostenibile, introducendo reti biodegradabili e sistemi di recupero/riciclo delle retine usate. Ecco due iniziative di rilievo in Italia.

Il progetto LIFE MUSCLES (acronimo di Mussel Sustainable production (re)CyCLES) è un progetto co-finanziato dal programma europeo LIFE e coordinato da Legambiente, avviato nel 2021 con l'obiettivo di trasformare la mitilicoltura da fonte di inquinamento marino a modello virtuoso di economia circolare. In particolare, il progetto mira a ridurre l'impatto delle retine in polipropilene attraverso due

strategie complementari: riciclo delle retine usate e introduzione di retine biodegradabili. È stato sviluppato un impianto mobile per il trattamento delle retine, e si testano anche prototipi di calze per mitili in bioplastica compostabile. Il progetto coinvolge anche università, aziende e comunità locali per diffondere la cultura della sostenibilità e preparare il settore alla transizione ecologica.

In parallelo, in Italia si è svolto anche SPLAS (Sostituzione Plastiche per un'Acquacoltura Sostenibile), un progetto pilota finanziato dal Ministero dell'Agricoltura. L'iniziativa è focalizzata sulla molluschicoltura off-shore e mira principalmente a testare nuovi materiali biodegradabili per le calze di allevamento. Gli obiettivi includono eliminare plastica e microplastiche, sperimentare materiali in mare, coinvolgere aziende hi-tech, analizzare costi e resa economica, e valorizzare la filiera italiana. I risultati indicano che una transizione verso materiali alternativi può ridurre fino a 229 tonnellate di plastica all'anno nel Mediterraneo.

In conclusione, progetti come LIFE MUSCLES e SPLAS rappresentano esempi virtuosi di come ricerca scientifica, innovazione industriale e collaborazione con gli operatori possano affrontare il problema delle plastiche in acquacoltura. Attraverso il riciclo delle attrezzature esistenti e la sostituzione dei materiali convenzionali con biopolimeri compostabili, queste iniziative puntano a chiudere il cerchio dei rifiuti in mitilicoltura. Il successo di queste sperimentazioni potrà aprire la strada a politiche diffuse di gestione dei rifiuti e all'introduzione di standard green per l'intero settore

7 Soluzioni e Iniziative Europee per Reti Sostenibili nella Mitilicoltura

1. Materiali innovativi e tecnologie per reti ecocompatibili

Le “calze” tubolari in plastica usate nell'allevamento delle cozze sono una fonte significativa di inquinamento marino. In Europa rappresentano circa il 27% dei rifiuti plastici spiaggiati e il terzo rifiuto più comune nei fondali. Alcuni centri di ricerca e aziende europee hanno sviluppato innovazioni per riciclare o sostituire queste reti con materiali più sostenibili. Tecnologie come il lavaggio e la rigenerazione del polipropilene, nonché la produzione di reti compostabili con biopolimeri, sono state sviluppate da partner come ENEA e Novamont. Test sul campo hanno mostrato buone performance di queste soluzioni biodegradabili, anche se i costi restano superiori alle reti tradizionali.

2. Progetti europei per mitigare l'impatto della molluschicoltura

Numerosi progetti europei finanziati da LIFE, Horizon, FEAMP e Interreg hanno contribuito alla riduzione dell'impatto ambientale delle reti da mitilicoltura. LIFE MUSCLES in Italia ha realizzato un impianto mobile di riciclo, mentre BIOGEARS (Spagna/Francia) ha sviluppato corde compostabili per mitili e alghe. BLUENET ha lavorato su raccolta e riciclo di attrezzature dismesse. AquaBioNets, avviato nel 2025, mira a estendere l'uso di reti biodegradabili nel Mediterraneo, promuovendo innovazione partecipativa.

3. Buone pratiche nazionali: Francia, Spagna, Grecia, Danimarca

In Francia, il progetto FILL ha sperimentato filati biodegradabili per le reti di allevamento su pali. In Spagna, iniziative regionali riutilizzano reti da pesca dismesse per produrre corde naturali, mentre nei Paesi Baschi è stato testato il passaggio obbligato a corde biodegradabili. In Grecia, i progetti hanno puntato su pulizia dei fondali e riciclo delle retine con l'ONG iSea e BlueCycle. In Danimarca, si promuove la produzione di reti ecocompatibili e si sperimenta co-allevamento sostenibile tra cozze e alghe.

4. Differenze e trasferibilità

Ogni Paese ha adottato approcci specifici, ma molte soluzioni sono trasferibili. L'Italia può integrare buone pratiche da Francia e Spagna per l'adozione di materiali alternativi e da Grecia e Danimarca per strategie partecipative e di economia circolare. Il successo di progetti come LIFE MUSCLES mostra che la sostenibilità nella mitilicoltura è possibile attraverso un mosaico di innovazioni tecnologiche e gestionali.



8 CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI OPERATIVE PER LA CAMPANIA

Il lavoro di integrazione svolto mostra con chiarezza che il tema delle retine in PP in mitilicoltura non è solo una questione tecnica o normativa, ma un vero e proprio banco di prova per la transizione verso modelli di economia circolare nei territori costieri.

Da un lato, la normativa ambientale e sui rifiuti impone obblighi stringenti agli operatori (classificazione come rifiuto speciale, tracciabilità, conferimento ad impianti autorizzati, sanzioni in caso di abbandono); dall'altro, le politiche europee per la blue economy, la bioeconomia e la riduzione delle plastiche in mare aprono spazi per finanziare sperimentazioni, infrastrutture e modelli di governance innovativi.

Per la Campania, e in particolare per i poli mitilicoli di riferimento, si possono sintetizzare alcune raccomandazioni operative:

- Costruire una mappatura dettagliata dei flussi di retine in PP (quantità annue, tipologie, punti di generazione, modalità di gestione attuali);
- Progettare e realizzare uno o più “ecocentri blu” portuali dedicati ai rifiuti della pesca e dell’acquacoltura, integrando la raccolta delle retine con quella di cassette, corde, boe e altre plastiche dure;
- Sviluppare accordi di filiera con impianti di trattamento e riciclo, sperimentando anche partnership con aziende specializzate nel riciclo di reti da pesca e plastiche marine;
- Avviare, in parallelo, progetti pilota su materiali alternativi (biocalze, fibre naturali, sistemi a corda continua) in collaborazione con centri di ricerca, produttori di materiali e associazioni di categoria;
- Investire in formazione e sensibilizzazione, coinvolgendo mitilicoltori, pescatori, scuole, turisti e cittadini, affinché la riduzione delle plastiche in mare diventi un obiettivo condiviso e riconoscibile.

Infine, è opportuno che tutti questi elementi confluiscono in un vero e proprio “Piano regionale per la gestione circolare delle retine in PP nella mitilicoltura”, dotato di obiettivi misurabili, indicatori di monitoraggio e un quadro chiaro di responsabilità tra soggetti pubblici e privati.

Questo documento può costituire la base tecnica e narrativa di tale Piano, da arricchire con dati quantitativi locali, schede di impianto, analisi economico-finanziarie e ulteriore documentazione tecnica proveniente dai progetti in corso e futuri nell’ambito di Campania Circolare.