

**PROGETTO  
P.R.I.S.M.A.-MED**  
“PIANO RIFIUTI E SCARTI IN MARE DI PESCA, ACQUACOLTURA E DIPORTO  
NEL MEDITERRANEO”

**COMPONENTE T2.2 “Progetto Pilota rifiuti organici circular economy”**

**Prodotto T2.2.2 “Studio di fattibilità dei rifiuti organici”**



## Indice

Premessa .....	3
Sintesi del rapporto di caratterizzazione riguardante lo scarto organico da pesca.....	4
Valutazione normativa rispetto all'utilizzo di "scarti" della filiera ittica per estrazione di materie prime secondarie. ....	5
<i>Regolamentazione generale sull'obbligo di sbarco e sull'impiego degli scarti</i> .....	5
Obblighi nazionali di organizzazione, per l'ottemperanza all'obbligo di sbarco e per l'impiego degli scarti .....	5
Competenza delle Organizzazioni di Produttori nella gestione degli scarti .....	6
Oggetto e scopo della regolamentazione europea: prodotti per fini diversi dal consumo umano .....	7
Interventi a supporto delle attività di sbarco e di impiego degli scarti.....	9
<i>Regole applicabili agli scarti</i> .....	9
Scarti della pesca: studio dello stato dell'arte.....	11
<i>La metodologia adottata</i> .....	11
<i>Indagine sulla fattibilità dell'utilizzo del materiale soggetto all'obbligo di sbarco per scopi differenti dal consumo umano diretto..</i>	12
<i>Stime di scarto per specie con taglia minima di riferimento per la conservazione (MCRS)</i> .....	13
<i>Stime di scarto per GSA</i> .....	18
<i>Stime di scarto per GSA9</i> .....	19
<i>Stime Consumi di carburante</i> .....	22
Utilizzo dello scarto organico: studio dello stato dell'arte.....	23
Composti bioattivi.....	25
Razionale del progetto.....	27
<i>Estrazione di Collagene</i> .....	30
<i>Tecniche Statistiche multivariate (chemiometriche)</i> .....	39
Conclusioni .....	41
Bibliografia.....	43

## Premessa

Il presente prodotto, a partire dai risultati derivanti dalla caratterizzazione degli scarti organici della filiera ittica, riporta lo studio di fattibilità mirato a tracciare la filiera di riutilizzo degli stessi, al fine di verificare la fattibilità tecnica in primis.

In questo contesto grazie al progetto PRISMAMED è stata realizzata la presente analisi, basata sia su dati sperimentali riguardanti la stima dello scarto disponibile, sia sullo stato dell'arte per la parte di trasformazione, con i seguenti obiettivi principali:

- Caratterizzare le principali tipologie di pesca demersale e le specie che “definiscono” le fishery, interessate dalle disposizioni che sono entrate in vigore il 1° gennaio 2017, e stimare dal punto di vista quali/quantitativo degli scarti le specie aventi taglia minima.
- Valutare gli aspetti logistici legati alla gestione dello scarto a bordo e presso i luoghi di sbarco.
- Valutare la fattibilità di processi di trasformazione o di smaltimento degli organismi soggetti all'obbligo di sbarco.

## Sintesi del rapporto di caratterizzazione riguardante lo scarto organico da pesca

Il prodotto congiunto T2.2.1 e T2.4.1 riguardante la caratterizzazione della frazione organica derivante dalle attività di pesca e molluschicoltura, ha consentito di far luce su particolari aspetti relativi al possibile recupero di tale frazione organica, attualmente di scarso o nullo valore commerciale; esso, infatti, ha permesso di definire la tipologia, la quantità, il volume, la qualità microbiologica e ambientale dei sottoprodotti delle attività dei pescatori professionisti e degli acquacoltori che operano nell'areale interessato dal progetto di cooperazione, al fine di un loro possibile reinserimento nella catena produttiva.

Per quanto riguarda la stima quantitativa della disponibilità, il prodotto congiunto T2.2.1 e T2.4.1 ha messo in evidenza come diversi fattori possano contribuire a generare una notevole variabilità nella stima dello scarto, quali ad esempio la zona di pesca e la relativa profondità, il periodo dell'anno, la biologia delle specie (reclutamento e/o riproduzione), lo sforzo di pesca (ore di attività) e la capacità di pesca della barca (tonnellaggio e dimensioni).

Un altro fattore da tenere in considerazione è l'errore generato dal campionamento e, più precisamente, dall'espansione del dato campionario che risulterebbe decisamente più attendibile verificando le effettive quantità attraverso l'imbarco diretto dei ricercatori.

Nonostante le indubbe difficoltà nello studio di questo argomento e il limitato numero di campioni analizzati, è possibile comunque affermare che le stime dei tassi di scarto (da 7% a 46%) nell'area del Golfo del Tigullio è assolutamente compatibile con quelle rilevate in altre zone del Mediterraneo, variabili tra il 6,5% e il 55%.

È importante sottolineare che, dalle analisi quali-quantitative condotte sui prodotti di scarto derivanti da pesca ed acquacoltura, sono emersi alcuni importanti risultati, che sono qui sinteticamente elencati:

- le matrici analizzate, derivanti da pesca ed acquacoltura, sono idonee all'utilizzo come materia prima per la produzione dei mangimi;
- le matrici analizzate, derivanti da pesca ed acquacoltura, sono idonee per un possibile impiego come materia prima per la produzione di collagene nell'industria cosmetica;
- per quanto riguarda lo scarto da pesca, diversi fattori possono contribuire a generare una notevole variabilità nella stima dello stesso, quali ad esempio la zona di pesca e la relativa profondità, il periodo dell'anno (la stagionalità), la biologia delle specie (reclutamento e/o riproduzione), lo sforzo di pesca (ore di attività), nonché la capacità di pesca della barca (tonnellaggio e dimensioni);
- la scarsa quantità dei sottoprodotti organici dell'acquacoltura (eviscerato di specie ittiche allevate e mitili morti) costituisce un fattore limitante nel loro possibile riutilizzo in un'ottica di *circular economy*.

A partire da tali risultati ottenuti, nonché avvalendosi anche dei risultati di progetti già condotti in materia, è stato possibile eseguire uno studio di fattibilità "*circular economy*" mirato a tracciare sulla base dell'analisi normativa vigente, della disponibilità del materiale e lo stato dell'arte quale filiera sia possibile percorrere per valorizzare questo genere di scarto, che ha grande potenzialità di riutilizzo.

## **Valutazione normativa rispetto all'utilizzo di "scarti" della filiera ittica per estrazione di materie prime secondarie.**

### *Regolamentazione generale sull'obbligo di sbarco e sull'impiego degli scarti*

La possibilità di impiego degli scarti della pesca deriva dall'obbligo per gli operatori del settore alimentare di sbarcare le catture di specie di taglia inferiore alla taglia minima di riferimento sancita dal Reg. UE 1380/2013 e poi specificata dai successivi regolamenti di attuazione dipendenti dal predetto Regolamento e soggetti a costante aggiornamento.

L'obbligo di sbarco delle specie di taglia inferiore alla taglia minima, con conseguente possibilità di impiego per usi diversi dal consumo umano è poi sancito dall'art. 15 del Regolamento da ultimo citato, che specifica quanto segue:

*Art. 15.11: Per le specie soggette all'obbligo di sbarco di cui al paragrafo 1, l'uso delle catture di specie di taglia inferiore alla taglia minima di riferimento per la conservazione è autorizzato unicamente a fini diversi dal consumo umano diretto, compresi la farina di pesce, l'olio di pesce, gli alimenti per animali, gli additivi alimentari, i prodotti farmaceutici e cosmetici<sup>1</sup>.*

## **Obblighi nazionali di organizzazione, per l'ottemperanza all'obbligo di sbarco e per l'impiego degli scarti**

La responsabilità di garantire lo sbarco di tutte le taglie delle diverse specie di pesce pescate, di punire il rigetto in mare non autorizzato e di costruire un sistema di organizzazione degli scarti della pesca, che ne consenta la immissione in un sistema di economia circolare, viene sancito dal Reg. CE 1224/2009, come modificato da successivi Regolamenti che ne hanno adattato il contenuto alla nuova Organizzazione Comune dei Mercati (Reg. UE 1380/2013).

L'Art. 56 del Regolamento 1224 stabilisce tale obbligo come segue:

*Art. 56.1: Ciascuno Stato membro è responsabile, nel suo territorio, del controllo dell'applicazione delle norme della politica comune della pesca in tutte le fasi della commercializzazione dei prodotti della pesca e dell'acquacoltura, dalla prima vendita alla vendita al dettaglio, compreso il trasporto. In particolare, gli Stati membri provvedono affinché l'uso di prodotti della pesca di taglia inferiore alla pertinente taglia minima di riferimento per la conservazione soggetti all'obbligo di sbarco di cui all'articolo 15 del regolamento (UE) n. 1380/2013 sia limitato a fini diversi dal consumo umano diretto.*

In Italia, il recente Decreto Ministeriale MPAAF 17/6/2019 (pubblicato in Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale n. 156 del 5 luglio 2019 – Serie generale) ribadisce l'obbligo sancito dalla disposizione da ultimo citata e fornisce una chiara indicazione del riferimento normativo in cui trovare specie e taglie minime di riferimento interessate dall'obbligo di sbarco e dal divieto di immissione in commercio per il consumo umano dei relativi scarti della pesca.

Di seguito quanto riportato nel predetto Decreto:

---

<sup>1</sup> For the species subject to the landing obligation as specified in paragraph 1, the use of catches of species below the minimum conservation reference size shall be restricted to purposes other than direct human consumption, including fish meal, fish oil, pet food, food additives, pharmaceuticals and cosmetics.

Per le specie soggette all'obbligo di sbarco, le catture di taglia inferiore alla taglia minima di riferimento per la conservazione (riportate nell'allegato III del reg.(CE)1967/2006), possono essere utilizzate unicamente a fini diversi dal consumo umano diretto, e tra questi usi vi sono ad esempio la farina di pesce, l'olio di pesce, gli alimenti per animali, gli additivi alimentari, i prodotti farmaceutici e cosmetici.

Ovviamente, restano al di fuori di specie e taglie ricomprese nella normativa europea citata dal Decreto ministeriale di cui sopra tutti i casi di esenzione dall'obbligo di sbarco previsti dal Reg. UE 1380/2013, in particolare agli artt. 15.4 (b) e 15.5.

## **Competenza delle Organizzazioni di Produttori nella gestione degli scarti**

In aggiunta a quanto sancito dall'articolo 56 del Regolamento europeo 1224/2009, in cui viene posta in capo agli Stati Membri la competenza per l'organizzazione di un sistema che garantisca l'attuazione del Reg. UE 1380/2013, il Reg. UE 1379/2013 stabilisce disposizioni in materia di gestione degli stock di pesce inferiori alla taglia minima normativamente stabilita, ponendo in capo alle Organizzazioni di Produttori (OP) questa specifica competenza.

Di conseguenza, nel quadro dell'organizzazione deputata a ciascuno Stato Membro, si favorisce il ruolo delle OP nella gestione pratica del sistema, comunque nel quadro di ciascuna disciplina nazionale.

L'art. 7 del Reg. 1379 sopra citato stabilisce formalmente quanto sopra brevemente descritto, come segue:

Art. 7.1: Le organizzazioni di produttori del settore della pesca perseguono i seguenti obiettivi: (...) b) evitare e ridurre, per quanto possibile, le catture indesiderate di stock commerciali e, ove necessario, farne il miglior uso possibile senza creare un mercato per tali catture che sono al di sotto della taglia minima di riferimento per la conservazione, in conformità dell'articolo 15 del regolamento (UE) n. 1380/2013;

Art. 34.2 : Tutti i prodotti della pesca sbarcati, compresi quelli non conformi alle norme comuni di commercializzazione, possono essere utilizzati per fini diversi dal consumo umano diretto, compresi farina e olio di pesce, additivi alimentari, alimenti per animali familiari, prodotti farmaceutici o cosmetici.

In buona sostanza, in considerazione del fatto che per ora non è codificato un rimborso per i costi sostenuti dal pescatore per il trasporto a terra delle catture indesiderate di pesce, in teoria la combinazione di rimborso minimo e di costi elevati per lo stoccaggio e il trattamento di queste catture, riduca l'incentivo per i pescatori a sbarcare e/o a segnalare queste catture, creando i presupposti per una elusione degli obblighi stabiliti nel Regolamento UE 1380.

In questo ambito, volendo leggere l'intento del legislatore europeo, le Organizzazioni di Produttori sono deputate a svolgere un ruolo cruciale, in quanto una più stretta collaborazione dei pescatori e delle OP con i porti e gli operatori di mercato che dispongono di infrastrutture esistenti per la raccolta degli scarti di pesce e di altre materie prime per la produzione di farina, olio di pesce e altri prodotti non destinati al consumo umano, potrebbe potenzialmente ridurre l'onere dei costi per gli operatori del settore della pesca nella gestione di queste catture indesiderate e aumentare la probabilità che si ottemperi agli obblighi previsti dai regolamenti europei.

## Oggetto e scopo della regolamentazione europea: prodotti per fini diversi dal consumo umano

Sul piano di cosa effettivamente possa costituire prodotto “per fini diversi dal consumo umano”, la Commissione Europea (DG MARE) è stata interrogata una prima volta nel 2015 dagli aggiudicatari di un progetto approvato nell’ambito del programma Horizon 2020 e con riferimento alle modalità di esecuzione dello stesso.

In tale prima occasione di chiarimento, la Commissione ha specificato per quali scopi gli scarti della pesca NON possano essere impiegati, e con quali finalità economiche essi possano invece essere reimmessi in un sistema di economia circolare.

La DG MARE ha infatti chiarito che gli scarti della pesca debbano essere impiegati per utilizzo industriale – per la produzione, tra gli altri, olio di pesce, mangimi, additivi alimentari e prodotti farmaceutici e cosmetici – e mai per il consumo umano diretto.

Con l’occasione, come precedentemente accennato, la Commissione ha anche precisato che lo spirito del Reg. 1380 è quello di evitare la creazione di un mercato parallelo di scarti della pesca, quale base per un’attività di carattere lucrativo. In termini di destinazione e valore, dunque, il legislatore non intende assolutamente comparare la pesca destinata al commercio per il consumo umano con l’attività di impiego degli scarti di pesce di taglio inferiore alla dimensione minima consentita.

Ciò che è invece consentito dal Regolamento, secondo l’interpretazione della Commissione, consiste nell’impiego degli scarti della pesca in attività commerciali utili a coprire i costi dello sbarco obbligatorio<sup>2</sup>.

In un secondo momento, nel 2017, la Commissione europea è stata richiesta di chiarimenti nell’ambito di una sessione di question time in sede di Parlamento Europeo, con riferimento all’eventualità che la lista di impieghi degli scarti della pesca specificata all’art. 15.11 del Regolamento 1380 fosse una lista positiva – quindi chiusa – o esemplificativa e dunque aperta anche ad eventuali ulteriori impieghi rispetto a quelli ivi indicati.

Nel rispondere al quesito posto, la Commissione europea ha precisato che gli studi condotti durante la valutazione di impatto antecedente alla formulazione dell’art.15 del Reg. 1580, che ha sancito l’obbligo di sbarco degli scarti della pesca e il loro impiego per finalità diverse dal consumo umano, hanno rivelato che la proibizione di immissione in commercio per il consumo umano degli scarti della pesca incide direttamente sul

---

<sup>2</sup> Questions: 1. Should fish meal, fish oil, pet food, food additives, pharmaceuticals and cosmetics be considered as direct human consumption? 2. If the negative case and considering that article 2.5(b) states that “where necessary, make the best use of unwanted catches, without creating a market for such of those catches that are below the minimum conservation reference size”, could fishers cover the landing costs (without generating financial gains)?

The above questions were replied by DG MARE (Ref. Ares(2015)4278639 - 14/10/2015) as follows:

....please note that the examples given in Article 15(11) and to which you refer, indicate the types of uses the legislator envisaged for fish below minimum conservation reference sizes (i.e. fish meal, fish oil, pet food, food additives, pharmaceuticals and cosmetics). From these it is clear that these types of uses ("industrial uses") are accepted but should not be considered as for direct human consumption. On your second question, the CFP suggests that unwanted catches below minimum conservation reference size should not be comparable (in terms of destination and value) to catches of marketable fish, so as to avoid the creation of parallel markets for undersize fish. This would equate to an economic incentive to target such catches. It was certainly not the intention of the legislator to create obstacles for fishermen to find uses for unwanted catches, but rather that lucrative markets for such fish do not emerge. In this sense it is perfectly reasonable for fishermen to cover their landing costs for the handling of such catches.

([http://www.discardless.eu/media/results/East\\_Med\\_Year2.pdf](http://www.discardless.eu/media/results/East_Med_Year2.pdf))

valore di mercato del prodotto pescato e incentiva un aumento della selettività dello stesso, in linea con uno degli obiettivi chiave della nuova Organizzazione Comune del Mercato della pesca: quello di ridurre al minimo gli scarti.

In conseguenza di quanto sopra, nonostante la posizione di alcuni operatori del settore alimentare della pesca – secondo cui l'impiego degli scarti della pesca per il consumo umano possa essere più profittevole di quello per finalità diverse dal consumo umano – non è certo la Commissione europea l'organo deputato a modificare quanto stabilito in sede di Regolamento UE 1380, in quanto al di fuori della propria sfera di competenza.

Al di là della precisazione di cui sopra, la Commissione ha avuto modo di chiarire che l'intento legislativo della Organizzazione Comune del Mercato della pesca è quello di creare i presupposti per il migliore uso degli scarti della pesca, sebbene evitando di creare un contesto di mercato e di lucro per i predetti scarti. In questo spirito, qualunque impiego diverso dalla commercializzazione per il consumo umano è permesso – anche al di là dei prodotti specificamente citati all'art. 15.11– includendo quindi anche l'impiego in ambito biotecnologico, per la produzione di prodotti a base di proteine e gelatine di pesce<sup>3</sup>.

In linea con quanto sopra precisato, il progetto DiscardLess finanziato dalla UE nell'ambito del programma Horizon 2020 ha individuato 27 possibili impieghi degli scarti di pesce, delineando per ciascuno di essi una dettagliata fact-sheet<sup>4</sup>.

## Interventi a supporto delle attività di sbarco e di impiego degli scarti

Su impulso di alcune parti interessate, nel 2015 è stata discussa in Parlamento europeo la questione relativa a quale soggetto potesse eventualmente intervenire a supporto dei pescatori, per favorire l'attuazione dell'obbligo

<sup>3</sup> Q&A EU Parliament 19/6/2017

([https://www.europarl.europa.eu/RegData/questions/reponses\\_qe/2017/002297/P8\\_RE\(2017\)002297\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/questions/reponses_qe/2017/002297/P8_RE(2017)002297_EN.pdf))

Q: Article 15(11) of Regulation (EU) No 1380/2013 on the common fisheries policy stipulates that 'for the species subject to the landing obligation as specified in paragraph 1, the use of catches of species below the minimum conservation reference size shall be restricted to purposes other than direct human consumption, including fish meal, fish oil, pet food, food additives, pharmaceuticals and cosmetics'.

However, some parties in the fishing and scientific sectors believe that, in authorising their use in products for human consumption or the biotechnology sector, 'discarded' fish products could be reclaimed or be managed more efficiently and thus minimise waste management costs for fishermen.

1. What is the Commission's view of the restriction on the use of species subject to the landing obligation as specified in Article 15(1) to purposes other than direct human consumption, including fish meal, fish oil, pet food, food additives, pharmaceuticals and cosmetics, as laid down in Article 15(11) of Regulation (EU) No 1380/2013 on the common fisheries policy?

2. Will it authorise their use for human consumption, the biotechnology sector and other purposes?

A: The study on discard reducing policies<sup>3</sup> conducted within the framework of the impact assessment revealed that the prohibition to use undersized fish for direct human consumption can have an impact on the market value of the catches and thus provide a further incentive to increase selectivity, which is one of the key objectives of the landing obligation. The Commission is not empowered to modify the rules agreed by the co-legislators, including the prohibition to use catches of species below the minimum conservation reference size for direct human consumption. However, one of the objectives of this Regulation is to make the best use of unwanted catches, without creating a market for those catches that are below the minimum conservation reference size i.e. for fishmeal, fish oil, pet food, food additives, pharmaceuticals and cosmetics. Use for indirect human consumption, such as food additives, protein-based products or fish gelatine, has not been excluded.

<sup>4</sup>[http://www.discardless.eu/valorisation\\_module](http://www.discardless.eu/valorisation_module)



di sbarco ed il reimpiego degli scarti della pesca, intesi come il pescato di taglia minima da potersi utilizzare per fini diversi dal consumo umano.

La risposta fornita dalla Commissione europea in sede parlamentare è consistita nel chiarire che il Fondo europeo per la salvaguardia della fauna marittima e della pesca (EMFF- FEAMP) si propone di aiutare i pescatori nell'ottemperare all'obbligo di sbarco.

Inoltre, il Regolamento 508/2014 offre un supporto economico finalizzato ad aiutare la graduale eliminazione degli scarti della pesca, che comunque vanno sbarcati.

In conclusione, viene anche chiarito che l'EMFF può supportare investimenti, tra l'altro, per trovare nuovi mercati e migliorare le condizioni di introduzione sul mercato degli scarti che vengono sbarcati e la relativa lavorazione finalizzata alla preparazione di prodotti non destinati al consumo umano<sup>5</sup>.

### *Regole applicabili agli scarti*

Per quanto concerne le regole applicabili agli scarti destinati alla commercializzazione per scopi direttamente connessi al consumo umano (es. produzione di additivi alimentari, estrazione di proteine del pesce, produzione di olio di pesce per il consumo umano), gli scarti devono essere trattati secondo le normali regole europee di igiene (EU Reg. 852/2004 e 853/2004) applicate lungo tutta la supply chain.

Gli scarti destinati alla commercializzazione per scopi non direttamente connessi al consumo umano (es. mangimi, prodotti cosmetici, prodotti farmaceutici, fertilizzanti) devono invece seguire la disciplina europea relativa ai sottoprodotti di origine animale, sub specie i sottoprodotti ascrivibili alla Categoria 3. La medesima disciplina deve essere seguita anche in relazione ai prodotti descritti nel precedente capoverso, rispetto ai quali non siano state rispettate le regole generali di igiene o che non abbiano trovato acquirenti per un periodo di

---

<sup>5</sup> Question to the EU Parliament 28/4/2015 ([https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/E-8-2015-006696-ASW\\_EN.html](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/E-8-2015-006696-ASW_EN.html))

Q: The fishing industry in the Autonomous Region of the Azores has been raising a number of important questions relating to the implementation of the discard ban introduced as part of the latest reform of the common fisheries policy. These questions have still not been answered. They were raised with the delegation from Parliament's Committee on Fisheries, and I should now like to put them to the Commission.

Bearing in mind the specific characteristics of the region — the prevalence of a small artisanal fleet; the absence of infrastructure to cope with the landing ban, both onshore (lack of cold storage, lack of processing industry, e.g. for meal) and on board vessels; the possibility that the quotas for some pelagic species may be exceeded, given that mixed fisheries are involved — can the Commission provide the following information:

1. Who will pay the costs of keeping on board fish that can be neither marketed nor thrown back into the sea?
2. What possible use or uses exist for this fish? Who is responsible for collecting and distributing it, and who covers the cost of these operations?

A: The landing obligation is being introduced gradually on a fishery-by-fishery basis. It provides for flexibility mechanisms to cater for unwanted catches that are unavoidable. Improvements of selective fishing techniques to avoid and reduce unwanted catches should be a priority. The use of catches of species below the minimum conservation reference size is restricted to purposes other than direct human consumption, including fish meal, fish oil, pet food, food additives, pharmaceuticals and cosmetics.

The European Maritime and Fisheries Fund (EMFF) helps fishermen in the transition to the landing obligation. Regulation (EU) No 508/2014(1) in addition to providing for the compensation for additional costs in the outermost regions for fishery and aquaculture products it also provides for financial support aimed at helping the gradual elimination of discards by avoiding and reducing unwanted catches of commercial stocks and dealing with unwanted catches to be landed. In order to facilitate compliance with the obligation to land all catches in accordance with Article 15 of Regulation (EU) No 1380/2013(2), the EMFF may support investments, inter alia, (i) to improve the selectivity of fishing gear, (ii) in fishing ports, auction halls, landing sites and shelters, (iii) in finding new markets and improving the conditions for the placing on the market of unwanted catches landed from commercial stocks, (iv) to support the processing of catches of commercial fish that cannot be destined for human consumption.

tempo tale da rendere i predetti prodotti non più idonei alla luce dei principi di buone prassi di conservazione e igiene.

Di seguito le fonti normative europee e nazionali relative alla disciplina generale dei sottoprodotti di origine animale:

- Reg. CE 1069/2009 (<https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?uri=CELEX:02009R1069-20140101>) Linee Guida nazionali applicative del Reg. CE 1069/2009 (<http://www.reteambiente.it/normativa/18266/accordo-conferenza-unificata-7-febbraio-2013/>)
- Reg. CE 142/2011 (<https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?uri=CELEX:02011R0142-20150223>) Linee Guida applicative del Reg. CE 142/2011 ([https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/animals-products-eu-rulesguidance\\_doc\\_r142\\_2011\\_7\\_1\\_2012\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/animals-products-eu-rulesguidance_doc_r142_2011_7_1_2012_en.pdf))
- D. Lgs. 186/2012 (<https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2012/10/31/012G0206/sg>)

## Scarti della pesca: studio dello stato dell'arte

In sintesi, quindi, il Regolamento comunitario 1380 del 2013 sulla riforma della Politica Comune della Pesca, all'Articolo 15, prevede l'obbligo per i pescatori di sbarcare gli scarti delle specie soggette a taglia minima (Reg. UE 1967/2006). Questi pesci non potranno essere destinati al consumo umano diretto, ma potranno essere destinati alla produzione di mangimi o prodotti affini, oppure dovranno essere smaltiti come rifiuti, purché questi utilizzi non creino economia rilevante per i pescatori.

Queste disposizioni sono entrate in vigore a partire dal 1° gennaio 2017 per quanto riguarda lo scarto delle specie dell'All. III che “definiscono” le fishery demersali e dal 1° gennaio 2019 lo scarto di tutte le specie dell'All. III.

Per questo motivo negli anni passati lo scarto della pesca è stato oggetto di numerose ricerche, anche se realizzate in maniera piuttosto frammentata dal punto di vista spazio temporale.

A partire dal 2002, con l'entrata in vigore dei protocolli comunitari sulla raccolta dati alieutici (DCR e successivamente DCF), lo scarto è stato oggetto di un monitoraggio standardizzato e sono aumentate le informazioni disponibili che, ad oggi, sono ancora parzialmente sfruttate.

In questo contesto grazie al progetto PRISMAMED oltre alla overview normativa è stato realizzato un report tecnico, con i seguenti obiettivi principali:

1. Caratterizzare le principali tipologie di pesca demersale e le specie che “definiscono” le fishery, interessate dalle disposizioni entrate in vigore il 1° gennaio 2017.
2. Stimare dal punto di vista quali/quantitativo degli scarti le specie aventi taglia minima.
3. Valutare gli aspetti logistici legati alla gestione dello scarto a bordo e presso i luoghi di sbarco.
4. Valutare la fattibilità di processi di trasformazione degli organismi soggetti all'obbligo di sbarco.

### *La metodologia adottata*

Per valutare lo stato dell'arte sono stati presi in esame numerosi studi e sono stati raccolti dati bibliografici sugli scarti della pesca di specie demersali in Italia e in Liguria. Questi dati biologici ed economici sulla pesca demersale sono stati raccolti per mezzo del programma DCF.

I dati DCF sono stati analizzati per due finalità principali:

- 1) Caratterizzazione delle principali “fishery” e segmenti di pesca demersali dei mari italiani. Ciascuna fishery è stata caratterizzata in termini di sforzo di pesca, sbarcato ed aspetti socio economici. Per ogni GSA sono state identificate le specie che caratterizzano le fishery, definite come le specie che hanno contribuito al 75% della percentuale cumulata dello sbarcato, sia in termini ponderali che in valore economico.
- 2) Caratterizzazione, per ciascuna GSA, dello scarto delle principali fishery demersali, per le specie soggette ad obbligo di sbarco. Per ciascuna specie, GSA e fishery, sono state prodotte le seguenti elaborazioni:
  - a. Stime di sbarcato totale, scarto totale e scarto di esemplari sotto la taglia minima di riferimento per la conservazione (MCRS).
  - b. Stime della percentuale (in peso) di scarto totale e di scarto di esemplari sotto la taglia minima.

c. Struttura in taglia della frazione sbarcata e di quella commercializzata e stime di taglia media, taglia modale e taglia alla quale il 50% degli esemplari catturati è stato scartato, per specie, fishery o attrezzo.

Sono stati raccolti questionari e interviste per raccogliere informazioni sugli aspetti logistici (a bordo, presso i luoghi di sbarco) correlati alla gestione degli scarti e sulle possibilità di utilizzazione del materiale scartato. È stato elaborato un format comune di questionario, incentrato sulla raccolta di informazioni sui quantitativi, la distribuzione temporale e spaziale e la gestione logistica degli scarti, sia a bordo dei pescherecci che nei luoghi di sbarco. I questionari sono stati sottoposti a pescatori liguri seguendo un piano strutturato per luogo e tipologia di pesca.

*Indagine sulla fattibilità dell'utilizzo del materiale soggetto all'obbligo di sbarco per scopi differenti dal consumo umano diretto*

Sono state realizzate interviste con rappresentanti di ditte che operano la trasformazione di materiale ittico e con diversi stakeholder che si è ritenuto potranno avere un ruolo e una partecipazione attiva nella gestione degli scarti in seguito alle future disposizioni del Reg. 1380/2013. È stata quindi valutata la fattibilità della realizzazione di un'infrastruttura per la trasformazione dello scarto.

Sono stati inoltre presi in considerazione gli effetti economici dell'obbligo di sbarco, in quanto la gestione del maggiore quantitativo di prodotto da tenere a bordo e sbarcare e il lavoro necessario allo smistamento e stoccaggio di tale prodotto, porterebbe determinare l'aumento dei costi e del lavoro. Questo come già sottolineato in precedenza potrebbe causare il mancato rispetto del Reg. UE1380/2013.

La Tab. 1 riassume i dati relativi alla flotta che esercita la pesca demersale italiana del 2014.

**Tabella 1** Naviglio coinvolto nella pesca di specie demersali in Italia: numero di battelli, numero di occupati, sbarcato totale e relativo valore, per GSA e tipologia di attrezzo (dati DCF, 2014)

	GSA9		GSA11		GSA10		GSA16	
	Strascico	Poliv. passivi	Strascico	Poliv. passivi	Strascico	Poliv. passivi	Strascico	Poliv. passivi
N. battelli	290	1329	126	1166	246	2257	409	690
N. occupati	823	1706	444	2024	755	3626	1878	1160
Sbarcato (t)	7293	4092	2145	3855	4405	7465	13385	1959
Valore (mil. euro)	59	40	16	29	32	52	95	18
	GSA 19		GSA 18		GSA 17			
	Strascico	Poliv. passivi	Strascico	Poliv. passivi	Strascico	Rapido	Poliv. passivi	
N. battelli	225	1239	414	481	648	57	1790	
N. occupati	689	2289	1105	771	1810	178	2500	
Sbarcato (t)	2657	5020	10555	1487	19348	3336	7953	
Valore (mil. euro)	28	36	63	12	102	16	45	

Lo studio effettuato prendeva in considerazione ciascuna fishery caratterizzata intermini di capacità (numero di barche) e sforzo di pesca (nominale e GT \* giorni di pesca). L'analisi dei dati economici DCF effettuati dallo studio preso in esame ha permesso inoltre di delineare un quadro conoscitivo di partenza per le successive

valutazioni sulle implicazioni di natura bio-economica, relative all'implementazione del regolamento sull'obbligo di sbarco. Per evidenziare le specie che “definiscono” le fishery, ovvero le specie bersaglio di ciascuna combinazione attrezzo-métier, sono state individuate quelle specie che hanno contribuito a formare il 75% della percentuale cumulata, sia in volume che in valore economico, dello sbarcato.

Per la pesca a strascico (OTB), ci sono tre specie elencate nella Tab.2 che hanno un ruolo di primaria importanza in tutte le GSA:

Tab. 2	
1	il nasello, <i>M. merluccius</i> ,
2	la triglia di fango, <i>M. barbatus</i> ,
3	il gambero rosa, <i>P. longirostris</i> (ad eccezione delle GSA 11 e 17).

Queste specie hanno taglia minima di riferimento per la conservazione. Per la pesca con attrezzi da posta (tramaglio, GTR, e reti a imbrocco, GNS), seppure le informazioni siano più frammentarie, una delle specie che maggiormente “definisce” le fishery nelle varie GSA è la triglia di scoglio, *M. surmuletus*, specialmente per il tramaglio; questa specie ha taglia minima. Altre specie bersaglio sono la seppia ed il polpo comune, che tuttavia non hanno taglia minima.

La sogliola, *S. solea*, anch'essa specie con taglia minima, è la principale specie bersaglio della pesca con reti a imbrocco della GSA 17.

*Stime di scarto per specie con taglia minima di riferimento per la conservazione (MCRS)*

Le analisi dei dati DCF delle specie demersali effettuate dallo studio preso in esame hanno permesso di caratterizzare lo scarto per le specie soggette a taglia minima (MCRS), per GSA, trimestre e fishery.

La Tab. 3 riporta una sintesi, a livello di attrezzo (pesca strascico di fondo, OTB) delle stime di scarto, per il triennio 2012-2014.

**Tabella 3** Pesca a strascico (OTB). Stime di sbarcato, scarto totale e scarto di esemplari al di sotto della taglia minima di riferimento per la conservazione (MCRS), per specie demersali dell'AlI. II del Reg. 1967/2006. nd = non disponibile. (Fonte dati: DCF, medie annuali del triennio 2012-2014). Le lettere richiamate nelle equazioni in tabella si riferiscono ai punti elenco delle singole variabili.

Specie	Strascico di fondo OTB	GSA9	GSA11	GSA10	GSA16	GSA19	GSA18	GSA17
<i>M. merluccius</i>	A Sbarcato (t)	902,8	138,9	359,8	1390,8	284,3	2161,1	1919,2
	B Scarto totale (t)	234,1	58,8	48,8	47,2	13,8	117,2	46,8
	C % Scarto = (B/(A+B))*100	20,6	29,7	12,0	3,3	4,6	5,1	2,4
	D Scarto di esemplari < MCRS (t)	207,5	50,2	40,8	39,5	13,8	117,2	3,1
	E % Scarto < MCRS = (D/(A+B))*100	18,3	25,4	12,0	2,7	4,6	5,1	0,2
<i>M. barbatus</i>	A Sbarcato (t)	775,1	121,2	289,0	474,3	174,2	1513,7	1911,2
	B Scarto totale (t)	87,7	54,8	8,4	12,5	3,2	194,4	335,0
	C % Scarto = (B/(A+B))*100	10,2	31,1	2,8	2,6	1,8	11,4	14,9
	D Scarto di esemplari < MCRS (t)	56,2	53,5	7,0	6,0	3,2	189,7	8,7
	E % Scarto < MCRS = (D/(A+B))*100	6,5	30,4	2,4	1,2	1,8	11,1	0,4
<i>M. surmuletus</i>	A Sbarcato (t)	51,2	104,0	51,0	nd	39,7	41,8	nd
	B Scarto totale (t)	10,0	17,4	0,0	nd	0,0	0,0	nd
	C % Scarto = (B/(A+B))*100	16,3	14,3	0,0	nd	0,0	0,0	nd
	D Scarto di esemplari < MCRS (t)	2,0	5,2	0,0	nd	0,0	0,0	nd
	E % Scarto < MCRS = (D/(A+B))*100	3,3	4,3	0,0	nd	0,0	0,0	nd
<i>P. erythrinus</i>	A Sbarcato (t)	182,1	nd	101,8	147,5	36,1	28,0	24,3
	B Scarto totale (t)	100,6	nd	32,0	2,2	18,5	29,4	63,1
	C % Scarto = (B/(A+B))*100	35,6	nd	23,9	1,5	33,9	51,2	72,1
	D Scarto di esemplari < MCRS (t)	36,3	nd	31,4	0,7	18,5	29,2	10,5
	E % Scarto < MCRS = (D/(A+B))*100	12,8	nd	23,5	0,4	33,8	50,9	12,0
<i>T. mediterraneus</i>	A Sbarcato (t)	41,7	nd	30,9	nd	47,7	38,7	nd
	B Scarto totale (t)	110,0	nd	75,8	nd	18,5	6,0	nd
	C % Scarto = (B/(A+B))*100	72,5	nd	71,0	nd	27,9	13,3	nd
	D Scarto di esemplari < MCRS (t)	56,5	nd	7,6	nd	18,4	4,3	nd
	E % Scarto < MCRS = (D/(A+B))*100	37,2	nd	7,1	nd	27,7	9,7	nd
<i>T. trachurus</i>	A Sbarcato (t)	103,2	11,0	219,8	133,0	137,6	513,6	216,6
	B Scarto totale (t)	320,0	41,9	341,9	1944,3	860,6	841,2	737,2
	C % Scarto = (B/(A+B))*100	75,6	79,2	60,9	93,6	86,2	62,1	77,3
	D Scarto di esemplari < MCRS (t)	15,3	20,2	189,0	1011,55	549,7	747,5	113,8
	E % Scarto < MCRS = (D/(A+B))*100	3,6	38,2	33,6	48,7	55,1	55,2	11,9
<i>P. longirostris</i>	A Sbarcato (t)	586,1	23,5	520,1	5625,1	414,5	631,4	nd
	B Scarto totale (t)	27,6	0,0	8,4	74,5	21,7	12,2	nd
	C % Scarto = (B/(A+B))*100	4,5	0,0	1,6	1,3	5,0	1,9	nd
	D Scarto di esemplari < MCRS (t)	7,5	0,0	8,2	48,6	20,7	10,8	nd
	E % Scarto < MCRS = (D/(A+B))*100	1,2	0,0	1,6	0,9	4,7	1,7	nd
<i>M. norvegicus</i>	A Sbarcato (t)	145,7	26,3	16,7	nd	72,7	579,1	645,5
	B Scarto totale (t)	0,9	0,0	0,0	nd	0,4	5,6	0,0
	C % Scarto = (B/(A+B))*100	0,6	0,0	0,0	nd	0,5	1,0	0,0
	D Scarto di esemplari < MCRS (t)	0,5	0,0	0,0	nd	0,3	2,2	0,0
	E % Scarto < MCRS = (D/(A+B))*100	0,3	0,0	0,0	nd	0,4	0,4	0,0
<i>E. encusculus</i>	A Sbarcato (t)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	62,5
	B Scarto totale (t)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	2589,7
	C % Scarto = (B/(A+B))*100	nd	nd	nd	nd	nd	nd	97,6
	D Scarto di esemplari < MCRS (t)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	6,8
	E % Scarto < MCRS = (D/(A+B))*100	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,3
<i>S. colias</i>	A Sbarcato (t)	nd	nd	nd	nd	nd	201,4	nd
	B Scarto totale (t)	nd	nd	nd	nd	nd	14,3	nd
	C % Scarto = (B/(A+B))*100	nd	nd	nd	nd	nd	6,6	nd
	D Scarto di esemplari < MCRS (t)	nd	nd	nd	nd	nd	14,0	nd
	E % Scarto < MCRS = (D/(A+B))*100	nd	nd	nd	nd	nd	6,5	nd

Le informazioni sullo scarto della pesca con reti da posta sono risultate più frammentate (Tab. 4 e 5). Questo è dovuto probabilmente al fatto che la raccolta dati sullo scarto di questi attrezzi è fatta in maniera discontinua, anche sulla base della presenza di deroghe (ammissibili qualora sia stato stimato uno scarto inferiore al 10%).

**Tabella 4** Pesca con tramaglio (GTR). Stime di sbarcato, scarto totale e scarto di esemplari al di sotto della taglia minima di riferimento per la conservazione (MCRS), per specie demersali dell'Allegato III del Reg. 1967/2006. nd = non disponibile (Fonte dati: DCF, medie annuali del triennio 2012-2014).  
Le lettere richiamate nelle equazioni in tabella si riferiscono ai punti elenco delle singole variabili.

Specie	Tramaglio (GTR)	GSA9	GSA11	GSA10	GSA16	GSA19	GSA18	GSA17
<i>M. barbatus</i>	A - Sbarcato (t)	68,9	nd	39,7	nd	43,8	6,2	nd
	B - Scarto totale (t)	0,8	nd	0,1	nd	0,0	0,1	nd
	C - % Scarto = $(B/(A+B))*100$	1,1	nd	0,3	nd	0,0	1,2	nd
	D - Scarto di esemplari < MCRS (t)	0,0	nd	nd	nd	0,0	nd	nd
	E - % Scarto < MCRS = $((D/(A+B))*100$	0,0	nd	nd	nd	0,0	nd	nd
<i>M. surmuletus</i>	A - Sbarcato (t)	178,7	nd	108,3	nd	63,5	31,5	nd
	B - Scarto totale (t)	1,8	nd	0,0	nd	0,0	1,5	nd
	C - % Scarto = $(B/(A+B))*100$	1,0	nd	0,0	nd	0,0	4,5	nd
	D - Scarto di esemplari < MCRS (t)	0,0	nd	0,0	nd	0,0	nd	nd
	E - % Scarto < MCRS = $((D/(A+B))*100$	0,0	nd	0,0	nd	0,0	nd	nd
<i>P. erythrinus</i>	A - Sbarcato (t)	30,3	nd	38,2	nd	32,6	7,7	nd
	B - Scarto totale (t)	3,2	nd	4,7	nd	1,3	1,1	nd
	C - % Scarto = $(B/(A+B))*100$	9,6	nd	11,0	nd	4,0	12,2	nd
	D - Scarto di esemplari < MCRS (t)	0,0	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	E - % Scarto < MCRS = $((D/(A+B))*100$	0,0	nd	nd	nd	nd	nd	nd
<i>S. aurata</i>	A - Sbarcato (t)	67,5	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	B - Scarto totale (t)	0,0	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	C - % Scarto = $(B/(A+B))*100$	0,0	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	D - Scarto di esemplari < MCRS (t)	0,0	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	E - % Scarto < MCRS = $((D/(A+B))*100$	0,0	nd	nd	nd	nd	nd	nd
<i>S. solea</i>	A - Sbarcato (t)	43,4	nd	44,5	nd	9,4	nd	nd
	B - Scarto totale (t)	0,0	nd	0,0	nd	0,0	nd	nd
	C - % Scarto = $(B/(A+B))*100$	0,0	nd	0,0	nd	0,0	nd	nd
	D - Scarto di esemplari < MCRS (t)	0,0	nd	0,0	nd	0,0	nd	nd
	E - % Scarto < MCRS = $((D/(A+B))*100$	0,0	nd	0,0	nd	0,0	nd	nd
<i>T. mediterraneus</i>	A - Sbarcato (t)	10,0	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	B - Scarto totale (t)	1,6	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	C - % Scarto = $(B/(A+B))*100$	13,8	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	D - Scarto di esemplari < MCRS (t)	0,0	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	E - % Scarto < MCRS = $((D/(A+B))*100$	0,0	nd	nd	nd	nd	nd	nd
<i>T. trachurus</i>	A - Sbarcato (t)	nd	nd	57,6	nd	nd	nd	nd
	B - Scarto totale (t)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	C - % Scarto = $(B/(A+B))*100$	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	D - Scarto di esemplari < MCRS (t)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	E - % Scarto < MCRS = $((D/(A+B))*100$	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
<i>M. merluccius</i>	A - Sbarcato (t)	nd	nd	217,3	nd	93,6	6,6	nd
	B - Scarto totale (t)	nd	nd	0,0	nd	0,0	0,0	nd
	C - % Scarto = $(B/(A+B))*100$	nd	nd	0,0	nd	0,0	0,0	nd
	D - Scarto di esemplari < MCRS (t)	nd	nd	0,0	nd	0,0	0,0	nd
	E - % Scarto < MCRS = $((D/(A+B))*100$	nd	nd	0,0	nd	0,0	0,0	nd

**Tabella 5 - Pesca con reti a imbrocco (GNS). Stime di sbarcato, scarto totale e scarto di esemplari al di sotto della taglia minima di riferimento per la conservazione (MCRS), per specie demersali dell'Allegato III del Reg. 1967/2006 nd = non disponibile (Fonte dati: DCF, medie annuali del triennio 2012-2014). Le lettere richiamate nelle equazioni in tabella si riferiscono ai punti elenco delle singole variabili.**

Specie	Rete a imbrocco (GNS)	GSA9	GSA11	GSA10	GSA16	GSA19	GSA18	GSA17
<i>M. merluccius</i>	A - Sbarcato (t)	228,8	nd	334,0	nd	100,9	nd	1,2
	B - Scarto totale (t)	2,2	nd	32,4	nd	0,0	nd	0,0
	C - % Scarto = $(B/(A+B))*100$	1,0	nd	8,8	nd	0,0	nd	0,0
	D - Scarto di esemplari < MCRS (t)	0,0	nd	nd	nd	0,0	nd	0,0
	E - % Scarto < MCRS = $((D/(A+B))*100$	0,0	nd	nd	nd	0,0	nd	0,0
<i>M. barbatus</i>	A - Sbarcato (t)	11,6	nd	25,6	nd	126,2	19,6	nd
	B - Scarto totale (t)	0,5	nd	0,0	nd	0,0	1,0	nd
	C - % Scarto = $(B/(A+B))*100$	4,1	nd	0,0	nd	0,0	4,8	nd
	D - Scarto di esemplari < MCRS (t)	0,0	nd	0,0	nd	0,0	nd	nd
	E - % Scarto < MCRS = $((D/(A+B))*100$	0,0	nd	0,0	nd	0,0	nd	nd
<i>M. surmuletus</i>	A - Sbarcato (t)	nd	nd	38,1	nd	117,5	93,2	nd
	B - Scarto totale (t)	nd	nd	0,0	nd	0,0	0,0	nd
	C - % Scarto = $(B/(A+B))*100$	nd	nd	0,0	nd	0,0	0,0	nd
	D - Scarto di esemplari < MCRS (t)	nd	nd	0,0	nd	0,0	0,0	nd
	E - % Scarto < MCRS = $((D/(A+B))*100$	nd	nd	0,0	nd	0,0	0,0	nd
<i>S. solea</i>	A - Sbarcato (t)	13,1	nd	36,1	nd	4,6	8,4	516,7
	B - Scarto totale (t)	1,1	nd	0,0	nd	0,0	0,0	2,4
	C - % Scarto = $(B/(A+B))*100$	7,7	nd	0,0	nd	0,0	0,0	0,5
	D - Scarto di esemplari < MCRS (t)	0,0	nd	0,0	nd	0,0	0,0	0,0
	E - % Scarto < MCRS = $((D/(A+B))*100$	0,0	nd	0,0	nd	0,0	0,0	0,0
<i>P. erythrinus</i>	A - Sbarcato (t)	nd	nd	26,9	nd	30,0	16,3	nd
	B - Scarto totale (t)	nd	nd	1,3	nd	0,0	0,4	nd
	C - % Scarto = $(B/(A+B))*100$	nd	nd	4,7	nd	0,0	2,3	nd
	D - Scarto di esemplari < MCRS (t)	nd	nd	nd	nd	0,0	nd	nd
	E - % Scarto < MCRS = $((D/(A+B))*100$	nd	nd	nd	nd	0,0	nd	nd
<i>T. mediterraneus</i>	A - Sbarcato (t)	7,0	nd	8,1	nd	11,4	0,4	nd
	B - Scarto totale (t)	2,5	nd	0,1	nd	0,0	0,0	nd
	C - % Scarto = $(B/(A+B))*100$	26,3	nd	1,1	nd	0,0	0,0	nd
	D - Scarto di esemplari < MCRS (t)	0,0	nd	nd	nd	0,0	0,0	nd
	E - % Scarto < MCRS = $((D/(1+2))*100$	0,0	nd	nd	nd	0,0	0,0	nd
<i>T. trachurus</i>	A - Sbarcato (t)	20,5	nd	52,1	nd	35,4	26,2	nd
	B - Scarto totale (t)	49,5	nd	0,0	nd	0,0	0,0	nd
	C - % Scarto = $(B/(A+B))*100$	70,7	nd	0,0	nd	0,0	0,0	nd
	D - Scarto di esemplari < MCRS (t)	0,0	nd	0,0	nd	0,0	0,0	nd
	E - % Scarto < MCRS = $((D/(A+B))*100$	0,0	nd	0,0	nd	0,0	0,0	nd
<i>S. scomber</i>	A - Sbarcato (t)	nd	nd	5,9	nd	nd	nd	21,7
	B - Scarto totale (t)	nd	nd	0,0	nd	nd	nd	4,3
	C - % Scarto = $(B/(A+B))*100$	nd	nd	0,0	nd	nd	nd	16,7
	D - Scarto di esemplari < MCRS (t)	nd	nd	0,0	nd	nd	nd	0,0
	E - % Scarto < MCRS = $((D/(A+B))*100$	nd	nd	0,0	nd	nd	nd	0,0
<i>S. colias</i>	A - Sbarcato (t)	nd	nd	4,5	nd	22,9	nd	nd
	B - Scarto totale (t)	nd	nd	0,0	nd	0,0	nd	nd
	C - % Scarto = $(B/(A+B))*100$	nd	nd	0,0	nd	0,0	nd	nd
	D - Scarto di esemplari < MCRS (t)	nd	nd	0,0	nd	0,0	nd	nd
	E - % Scarto < MCRS = $((D/(A+B))*100$	nd	nd	0,0	nd	0,0	nd	nd

La stima dello scarto di nasello, *M. merluccius*, e triglia di fango, *M. barbatus*, ha prodotto valori abbastanza differenti nelle varie GSA, anche se la percentuale di scarto raramente ha superato il 20% della biomassa totale catturata. Lo scarto di nasello in peso è variato da percentuali non superiori al 5% nelle GSA 16, 19, 18 e 17, al 12% nella GSA 10, al 21% nella GSA 9 ed, infine, a circa il 30% nella GSA11. In tutte le GSA la quasi totalità dello scarto è dovuta ad esemplari inferiori alla MCRS.

Anche per la triglia gran parte della biomassa scartata è ascrivibile ad esemplari inferiori alla MCRS, ad eccezione della GSA 17, ove lo scarto sembrerebbe costituito essenzialmente da esemplari superiori a MCRS.



Per il pagello fragolino, le stime di scarto dello studio preso in esame, ad eccezione della GSA16, si sono attestate su valori superiori, tra il 24 ed il 72% della biomassa totale catturata. Lo scarto risulta quindi prevalentemente costituito da esemplari inferiori a MCRS, ma in alcune GSA anche da esemplari superiori alla taglia minima, a dimostrazione che per questa specie hanno interesse commerciale solo per le taglie grandi.

I due sugarelli, *T. trachurus* e *T. mediterraneus*, sono le specie che hanno fatto registrare le più alte stime di scarto, in particolare il sugarello maggiore, *T. trachurus*.

Per questa specie lo scarto ha costituito percentuali comprese tra il 61 e 94% nelle varie GSA. I sugarelli sono scartati anche se di dimensioni superiori a MCRS, perché generalmente non hanno valore commerciale.

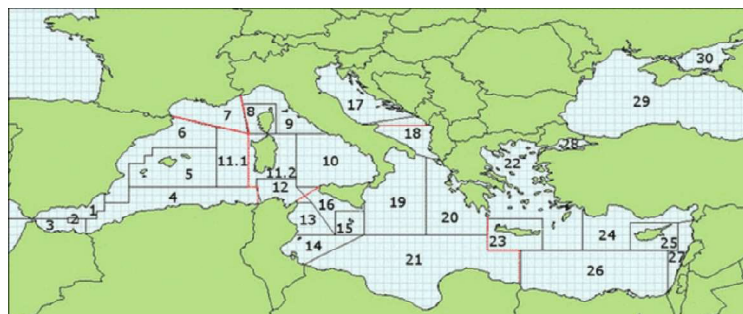
A livello di singole GSA, sono stati stimati quantitativi importanti di scarto anche per specie come l'acciuga, *E. encrasicolus*. Nella GSA17 questa specie viene catturata accidentalmente, ma in quantitativi considerevoli, dalla flotta a strascico, ma non ha interesse commerciale.

Per le specie ove erano presenti consistenti dati di taglia, è stata stimata la taglia media e la taglia modale degli esemplari scartati e la taglia alla quale il 50% degli esemplari catturati è stato scartato, per ciascuna fishery o attrezzo. È stata studiata la struttura in taglie della frazione sbarcata e di quella commercializzata, sempre per le specie con maggiori dati disponibili, per GSA, fishery o attrezzo.

Nelle stime di scarto ottenute dallo studio preso in esame sono riscontrabili differenze, talvolta anche sensibili, tra le varie GSA indagate. I fattori che possono contribuire a generare queste differenze sono molteplici:

lo scarto della pesca a strascico è causato essenzialmente dal valore commerciale del prodotto e dalla presenza di esemplari di taglia inferiore alla taglia minima. Tali fattori possono mostrare differenze, anche importanti, in funzione della zona e del periodo dell'anno. In effetti, per le specie con picco temporale di reclutamento, lo scarto ha mostrato sensibili differenze stagionali.

Nonostante la qualità dei dati sia migliorata negli anni, i dati disponibili contengono ancora disomogeneità a livello spaziale e temporale, che possono avere causato differenze nelle stime di scarto tra GSA.



**Figura 1. GSA del Mediterraneo**

Altre differenze possono essere state generate da diversi approcci adottati per il campionamento dello scarto, o nelle successive procedure di espansione del dato campionario all'universo statistico di riferimento, anche se ormai le procedure di raccolta ed analisi dati seguono un protocollo standardizzato.

Un ulteriore elemento che può aver contribuito a generare delle differenze nelle stime dello scarto, è la presenza di esemplari inferiori alla taglia minima nello sbarcato. Tale aspetto, seppure con incidenza differente a seconda delle GSA, è stato osservato in tutte le aree e fishery indagate ed è riscontrabile nelle analisi della struttura in taglia dello sbarcato e dello scarto.

### *Stime di scarto per GSA*

Per lo studio preso in esame, quasi tutte le specie soggette alle disposizioni del Reg.1380/2013, lo scarto, ove presente, è costituito prevalentemente da esemplari inferiori alla taglia minima. Lo scarto è dovuto al fatto che, per gran parte delle specie, la popolazione nelle aree sfruttate dalla pesca è dominata da esemplari di piccola taglia, inferiori alla MCRS.

Occorre notare che per queste specie la presenza di esemplari inferiori alla taglia minima nelle catture commerciali è inferiore a quella stimata nella popolazione amare. La pesca commerciale attua quindi una certa selezione sulle popolazioni sfruttabili, sia per mezzo della selettività degli attrezzi, sia sfruttando maggiormente areali ove sono meno abbondanti i pesci di piccola taglia.

Sulla base dei dati dello studio preso in esame, sembra che le percentuali di scarto siano rimaste stabili o siano leggermente aumentate nel tempo. Questi sono con tutta probabilità effetti dell'entrata in vigore del regolamento sulla taglia minima, che ha portato ad una riduzione della percentuale di esemplari sbarcati di piccola taglia.

I dati campionari di scarto sono stati espansi per ottenere stime assolute dello scarto prodotto in ciascuna GSA. Tali stime, seppure caratterizzate da una certa variabilità ed incertezza, possono fornire un'indicazione utile sull'entità delle biomasse che potrebbero essere gestite nell'immediato futuro con l'ottemperanza dell'obbligo di sbarco. Confrontando i quantitativi percepiti di scarto riportati dalle interviste e quelli stimati attraverso i dati raccolti DCF (presentati in Tab. 3), i valori appaiono sostanzialmente confrontabili nelle varie GSA, soprattutto per quanto riguarda la percezione dello scarto delle specie dell'Allegato III.

Alcuni lavori presi in esame evidenziano comunque che non raramente è emersa da parte dei pescatori una conoscenza non dettagliata dei nuovi regolamenti; spesso gli operatori ritenevano che ad essere soggette ad obbligo di sbarco fossero solo le specie più abbondanti ed importanti commercialmente, come nasello, triglia, gambero rosa.

Per quanto riguarda la pesca con reti da posta, i dati riportati dai pescatori appaiono sostanzialmente in linea con quelli stimati dai dati DCF nell'indicare quantitativi di scarto trascurabili.

**Pesca a strascico. Sintesi dei risultati sulla percezione dei pescatori dei quantitativi scartati**

GSA	scarto totale (tutte le specie) (%)	scarto specie All. III (%)	scarto totale medio per bordata (kg)	scarto totale medio per bordata di specie All.III (kg)
9	28	24	164	56
10	17	8	78	27
19	29	19	73	34
18	46	11	100	36
17	55	12	244	74

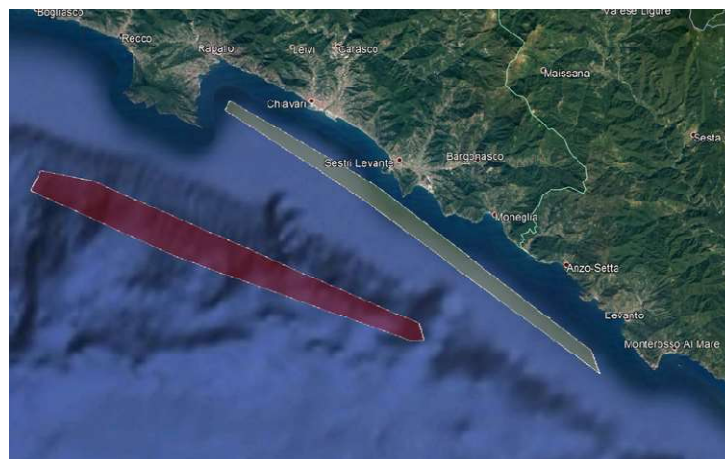
**Figura 2. Percezione dei pescatori rispetto allo scarto**

Nelle interviste effettuate da studi precedenti i pescatori dello strascico riportavano come motivazione prevalente dello scarto lo scarso o nullo valore commerciale del prodotto, seguito dalla taglia degli esemplari catturati. Gli operatori della piccola pesca riportavano, tra le cause principali, anche il danneggiamento degli esemplari catturati. Da rilevare comunque che tra gli operatori viene denunciata poca chiarezza del Regolamento in merito agli aspetti pratici delle nuove norme e al controllo e sulla gestione degli sbarchi.

Le interviste effettuate fanno emergere una forte preoccupazione riguardo al conferimento ed al trattamento dello scarto a terra, in quanto non esiste ancora una logistica per gestire questi aspetti. La maggiore preoccupazione, che si correla alla criticità dell'aspetto gestione degli scarti, è stata l'assenza di infrastrutture a terra atte ad accogliere e stoccare i volumi di scarto, seppure ciclici e stagionali.

*Stime di scarto per GSA9*

Nell'ambito del progetto PRISMAMED sono stati effettuati una serie di campionamenti presso la marineria di Santa Margherita la cui flotta peschereccia opera principalmente nel Golfo del Tigullio.



**Figura 3. Principali aree di pesca monitorate nel corso dei campionamenti: in giallo la zona battuta dai pescherecci di piattaforma (50-150m), in rosso la zona di scarpata (500-700 m) della pesca ai “gamberi rossi”.**

In tabella 6 sono mostrati i campionamenti effettuati da luglio a novembre 2019 con indicate le quantità dello “scarto organico” (i.e. tutte le specie scartate dalla pesca perché sottomisura o di scarso o nullo valore commerciale).

**Tabella 6. Campionamenti effettuati nell'ambito del progetto PRISMAMED.**

Data	Campione	Strascico	Commerciale (kg)	Scarto (kg)	Totale (kg)	Tasso scarto (scarto/totale-%)
24/07/2019	PRIS1002	OTB_DES	80.0	19.4	99.4	19.5
22/08/2019	PRIS1004	OTB_DES	67.8	57.7	125.4	46.0
12/09/2019	PRIS1005	OTB_DES	126.3	24.7	151.0	16.3
30/10/2019	PRIS1008	OTB_DES	153.0	110.7	263.7	42.0
26/11/2019	PRIS1009	OTB_DES	82.0	22.6	104.6	21.6
11/07/2019	PRIS1001	OTB_DWS	43.3	3.2	46.5	6.9
06/08/2019	PRIS1003	OTB_DWS	48.5	10.3	58.8	17.5
27/09/2019	PRIS1006	OTB_DWS	40.5	5.3	45.8	11.5
23/10/2019	PRIS1007	OTB_DWS	49.2	11.7	60.9	19.2
<b>Totale</b>			<b>690.6</b>	<b>265.4</b>	<b>956.0</b>	<b>27.8</b>
<b>Media</b>			<b>76.7</b>	<b>29.5</b>	<b>106.2</b>	<b>22.3</b>
<b>Dev. stand</b>			<b>39.3</b>	<b>34.5</b>	<b>69.6</b>	<b>13.1</b>
<b>Minimo</b>			<b>40.5</b>	<b>3.2</b>	<b>45.8</b>	<b>6.9</b>
<b>Massimo</b>			<b>153.0</b>	<b>110.7</b>	<b>263.7</b>	<b>46.0</b>

Da una analisi preliminare è possibile osservare che i quantitativi maggiori di scarto sono attribuibili principalmente alla pesca effettuata sulla piattaforma (OTB\_DES), con tassi di scarto variabili tra il 19% e il 42% delle catture totali.

Considerando l'insieme delle 9 giornate di pesca monitorate, si stima che un motopeschereccio a strascico può produrre mediamente 29,5 kg (dev.st. 34,5 kg) di scarto per giornata di pesca, in massima parte costituito da pesci ossei (84% di Osteitti; Tab. 7).

**Tabella 7. Totale dello scarto rilevato nelle 9 giornate di pesca suddiviso per categorie.**

Categoria	Totale (kg)	%
Osteitti (pesci ossei)	222.35	<b>83.77</b>
Condroitti (pesci cartilaginei)	17.74	<b>6.69</b>
Molluschi	8.90	<b>3.35</b>
Crostacei	8.35	<b>3.15</b>
Echinodermi	3.51	<b>1.32</b>
Tunicati	3.42	<b>1.29</b>
Cnidari	1.11	<b>0.42</b>
Poriferi	0.03	<b>0.01</b>
<b>Totale</b>	<b>265.42</b>	<b>100.00</b>

Considerando che in media un motopeschereccio a strascico in Liguria lavora circa 165 giorni/anno, valore medio ricavato da una serie storica di 12 anni (fonte IREPA, 2000-12), ipotizzando uno scarto di circa 30 kg/giorno (pari al valore medio ricavato dalle 9 giornate monitorate), lo scarto totale stimato nell'arco di un anno per l'intera flotta a strascico ligure (n=72 unità da pesca) potrebbe aggirarsi intorno alle 350 tonnellate, suddivise nei vari porti di approdo secondo quanto riportato in tabella.

**Tabella 8. Ipotetica produzione di biomassa organica scartata dalla pesca a strascico (per giorno e per stagione di pesca) suddivisa per i vari porti della Liguria.**

Compartimento	Porto	Numero di m/p	kg/giorno	Ton/anno
<b>Imperia</b>	Bordighera	4	118.0	19.5
	Sanremo	9	265.5	43.8
	Imperia	8	236.0	38.9
<b>Savona</b>	Finale Ligure	1	29.5	4.9
	Savona	4	118.0	19.5
<b>Genova</b>	Genova	4	118.0	19.5
	Camogli	1	29.5	4.9
	Chiavari	1	29.5	4.9
	Lavagna	1	29.5	4.9
	Santa Margherita Ligure	16	472.0	77.9
	Sestri Levante	4	118.0	19.5
<b>La Spezia</b>	La Spezia	16	472.0	77.9
	Lerici	3	88.5	14.6
	<b>Totale</b>	<b>72</b>	<b>2124</b>	<b>350.46</b>

### *Stime Consumi di carburante*

Il costo agevolato del carburante si aggira intorno ai 0,60 Euro/litro; le barche più piccole che lavorano a livello della piattaforma (OTB\_DES), hanno un consumo giornaliero variabile tra i 150-300 litri/giorno, mentre quelle che effettuano la pesca profonda (OTB\_DWS), più grandi e che generalmente percorrono più miglia per raggiungere le zone di pesca, possono consumare tra 300-500 l/giorno.

Pertanto le spese sostenute da un peschereccio strascico, per il solo carburante, considerando anche le numerose variabili in gioco (numero di giornate di pesca, dimensione e potenza del m/p, area di pesca sfruttata e miglia percorse) è ipotizzabile che possano essere comprese tra i 15.000 e i 60.000 Euro/anno.

Nella seguente tabella (Tab. 9; sistema strascico) viene riportato il dato ufficiale estratto dall'Annuario sullo stato delle risorse e sulle strutture produttive dei mari italiani (Maiorano P., Sabatella R.F., Marzocchi B.M. (eds), 2019) per l'intera GSA 9 (Geographical Sub Area) che comprende Liguria, Toscana e Lazio.

**Tabella 9. Performance economica (anno 2016) della flotta da pesca nella GSA 9 (Liguria, Toscana e Lazio) suddivisa per sistemi di pesca (Maiorano P., Sabatella R.F., Marzocchi B.M. (eds), 2019).**

Variabili (000 €)	GSA9				
	Strascico	Circuizione	Draghe idrauliche	Piccola pesca	Polivalenti
<i>Ricavi</i>					
Valore delle catture	65.813	9.498	918	31.336	5.054
Altri ricavi	233	53	0	994	20
<i>Costi</i>					
Costo del carburante	16.669	770	56	3.089	404
Costi di manutenzione	2.528	269	46	1.682	175
Altri costi variabili	5.399	916	27	1.770	638
Altri costi fissi	1.582	317	59	1.904	173
Costo del lavoro	18.541	3.176	364	13.475	1.848
Costi del capitale	9.519	1.680	289	6.166	1.223
<i>Indicatori economici</i>					
Valore aggiunto	39.868	7.280	730	23.884	3.683
Profitto lordo	21.326	4.104	366	10.409	1.835
Profitto netto	12.343	2.439	76	5.331	806
<i>Valore del capitale</i>					
Valore del capitale ammortizzato	36.265	6.032	1.053	22.394	4.550
<i>Profitabilità</i>					
Margine del profitto netto (%)	18,7	25,5	8,3	16,5	15,9
RoFTA (%)	37,8	42,4	8,9	30,8	22,9
Valore aggiunto per ETP* (000 €)	49,9	32,5	29,5	18,4	32,0
Ricavi correnti/BEP**	2,3	2,3	1,3	1,8	1,8

\*unità di lavoro dipendente equivalente a tempo pieno

\*\*BEP: break even point

## Utilizzo dello scarto organico: studio dello stato dell'arte

Nel 2017 la produzione ittica globale era stata stimata intorno ai 175 milioni di tonnellate, ma stime recenti prevedono che essa raggiungerà i 194 milioni di tonnellate entro il 2026 (FAO, 2018).

“Nello stesso periodo, la pesca di cattura è diminuita da 92,4 a 90,9 MT mentre la produzione di acquacoltura è aumentata da 41,9 a 80,0 MT (FAO, 2018)” Secondo la FAO (2018) [1], l'espansione della lavorazione del pesce sta creando quantità crescenti di “flussi produttivi collaterali” e di rifiuti di filiera, quali: pelle, teste, squame, visceri e scarti di taglio dalla filettatura del pesce. Questi sottoprodotti possono rappresentare fino al 70% del pesce utilizzato nella trasformazione industriale. Inoltre, la cattura di pesci di basso valore e le specie ittiche sottoutilizzate (che generalmente potremo definire come “by-catches” o “unwanted catches”, abbreviati con l'acronimo “UWC”) costituiscono un'altra fonte di sottoprodotti della lavorazione ittica che è stata stimati mediamente essere pari al 18.6% del pescato totale [2].

Questi sottoprodotti (o “flussi produttivi collaterali”), quando scartati e “gettati” nell'ambiente, generano notevoli problemi ambientali e importanti sfide tecnico-alimentaria causa del loro elevato carico enzimatico e microbico, che li rende suscettibili a un rapido degrado se non trattati correttamente o conservati in condizioni appropriate. Nella migliore delle ipotesi essi vengono destinati alla formulazione di prodotti a basso valore commerciale, quali mangimi per animali (es. mangimi per acquacoltura).

Arason et al. (2009) hanno stimato che nella lavorazione industriale del merluzzo bianco solo il 40% delle materie prime del pesce viene utilizzato per la produzione alimentare e i “flussi collaterali” rappresentano quasi il 60% della produzione totale (Figura 4).

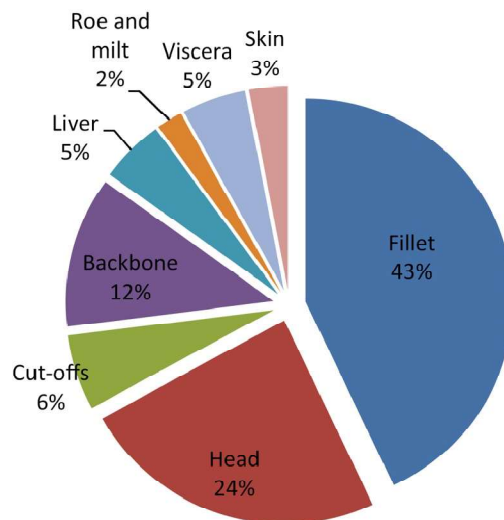


Figura 4. Prodotti e flussi collaterali della filiera “merluzzo lavorato a terra” (adattato da Arason, S. et al. (2009). Maximum Resource Utilisation – Value Added Fish Byproducts. Nordic innovation Centre, Oslo, Norway <http://www.divaportal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A707165&dswid=868>)

Nel 2019 Al Khawli et al. hanno rivisto questi dati [4] riportando che, in relazione ai diversi settori della pesca, i sottoprodotti non utilizzati per il consumo umano diretto sono stimabili tra il 30% e l'85% del peso del pesce a seconda delle diverse tipologie di cattura. Questo intervallo percentuale così ampio è dovuto al fatto che il rapporto pesce/sottoprodotto varia in base alla zona di pesca, alla stagione, alle dimensioni e alle specie del pesce preso in esame. Oltre alle catture accessorie (UWC), i sottoprodotti della pesca e dell'acquacoltura comprendono già citati scarti che mediamente sono stati stimati avere le seguenti proporzioni: le teste rappresentano il 9% -12%, i visceri il 12% -18%, la pelle l'1% -3%, le ossa 9% -15% e le squame ca. 5% in peso del pesce intero. La composizione chimica del pesce varia in base al tipo di specie, sesso, età, stato nutrizionale, periodo dell'anno e stato di salute. Tuttavia, la maggior parte dei pesci contiene il 15-30% di proteine, 0-25% di grassi e il 50-80% di umidità. Ad esempio, i pesci bianchi come merluzzo e nasello sono specie magre, contenenti ca. 20% di proteine, 80% di acqua e livelli di lipidi piuttosto bassi (0,5% -3%), mentre i pesci grassi, come lo sgombro e il salmone, contengono il 20% di proteine, il 10% -18% di lipidi e un contenuto d'acqua di conseguenza inferiore (62% -70%). In Tabella 10, estrapolata dal lavoro di Brooks et al. [5], è riportata la composizione chimica media degli scarti ittici.

**Tabella 10. composizione chimica media degli scarti ittici.**

<b>Nutrienti</b>	<b>%</b>
Proteine (%)	57.92 ± 5.26
Lipidi (%)	19.10 ± 6.06
Fibra (%)	1.19 ± 1.21
Ceneri (%)	21.79 ± 3.52
Calcio (%)	5.80 ± 1.35
Fosforo (%)	2.04 ± 0.64
Potassio (%)	0.68 ± 0.11
Sodio (%)	0.61 ± 0.08
Magnesio (%)	0.17 ± 0.04
Ferro (ppm)	100.00 ± 42.00
Zinco (ppm)	62.00 ± 12.00
Manganese (ppm)	6.00 ± 7.00
Rame (ppm)	1.00 ± 1.00

I sottoprodotti della pesca possono essere classificati in due tipologie: uno che include prodotti facilmente degradabili con alto contenuto di enzimi, come i visceri e il sangue, e un secondo che include i prodotti più stabili (ossa, testa e pelle).

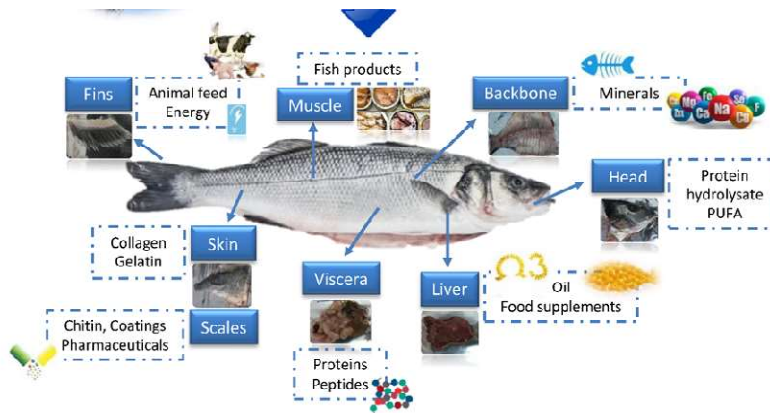
Inutile sottolineare il fatto che la loro tempestiva raccolta così come l'opportuno trattamento iniziale per stabilizzarli siano passaggi fondamentali per preservarne la qualità e renderli riutilizzabili come materia prima di prodotti ad alto valore aggiunto. Ne consegue, quindi, che per riuscire ad utilizzare le risorse ittiche in modo responsabile ed efficiente, è indispensabile stabilire metodi efficienti e sicuri per l'estrazione dei nutrienti e di altri composti bioattivi target.

Ad oggi, la lavorazione di tale biomassa comprende tecniche convenzionali (ad es. estrazioni con solventi organici, con soluzioni acide e basiche, etc.) già ampiamente consolidate per la produzione di farine e oli di



pesce o derivati quali acidi grassi omega 3 quali: l'eicosapentenoico (EPA) e il docosaesaenoico (DHA)[6-7]. Questi metodi sebbene efficienti, presentano alcuni svantaggi importanti, quali ad esempio: l'elevato consumo di energia, il potenziale degrado termico dei prodotti finali (a causa delle elevate temperature di lavorazione), l'utilizzo di solventi organici di estrazione (i cui eventuali residui possono comportare rischi per la salute umana e dell'ambiente), tempi lunghi di lavorazione [8-9].

L'utilizzo dei sottoprodotti della pesca sta attirando l'attenzione dei ricercatori e delle aziende in quanto, oltre a quelli già menzionati (prodotti a basso valore aggiunto, quali farine e oli), altri composti a più alto valore aggiunto quali: chitina, collagene, peptidi, carotenoidi e minerali, possono essere estratti e riutilizzati come ingredienti nutraceutici o additivi nelle industrie alimentari, farmaceutiche e cosmetiche. Inoltre, possono rappresentare anche una fonte promettente per la produzione di biocarburanti. La Figura 5, estrapolata dalla pubblicazione di AlKhwali et al.[4], riassume in uno schema i possibili composti bioattivi estraibili dai diversi sottoprodotti della lavorazione del pesce.



**Figura 5. Possibilità di ottenimento di composti bioattivi dai sottoprodotti della lavorazione del pesce**

## Composti bioattivi

Una panoramica più dettagliata dei composti bioattivi ottenibili dai sottoprodotti della pesca e dai UWC e dei possibili ambiti di utilizzazione industriale è di seguito riportata [10].

### 1) Composti Azotati

a) Peptidi bioattivi: dall'idrolisi enzimatica estensiva delle proteine del pesce. Alcuni sono dotati di attività farmacologiche (antiipertensive, antibatteriche, anticoagulanti, antinfiammatorie, antiossidanti...). Valorizzabili nell'industria farmaceutica, alimentare, cosmetica e mangimistica.

b) Proteasi ed enzimi proteolitici: estratti prevalentemente dai visceri che contengono una notevole quantità di enzimi digestivi con funzioni specifiche diverse. Sono attivi a bassi valori di T° e pH. Es. collagenasi, tripsina, pepsina, chimotripsina, elastasi, carbossipeptidasi. Possono avere applicazioni biotecnologiche e nell'industria alimentari (food processing)

c) Collagene: è ottenuto con un trattamento di idrolisi acida o basica (estrazione tradizionale) da spine, squame e pelle. Il contenuto di aminoacidi del collagene differisce dalle altre proteine a causa del suo alto contenuto di

prolina e idrossiprolina. Il collagene è ampiamente usato nell'industria farmaceutica e cosmetica e come integratore alimentare.

d) Gelatina: si ottiene dall'idrolisi parziale del collagene. Esistono due tipi principali di gelatine: il tipo A si ottiene dalla procedura di idrolisi acida e il tipo B dalla procedura di idrolisi alcalina. La gelatina viene utilizzata come agente gelificante nei prodotti alimentari, farmaceutici e cosmetici. Le gelatine di pesce sono preferite per le esigenze di gelificazione a bassa temperatura.

e) Protamina: è una miscela purificata di proteine semplici ottenute principalmente dallo sperma di salmone selvatico. La protamina solfato è una proteina a basso peso molecolare (peso molecolare intorno a 4-5 kDa) che lavora per mantenere e proteggere il DNA dai danni. È usato in campo farmaceutico come farmaco che inverte gli effetti anticoagulanti dell'eparina legandosi ad essa (antidoto antagonista dell'eparina).

f) Proteoso-Peptoni: sono prodotti dall'idrolisi enzimatica controllata delle proteine. I peptoni sono una miscela di polipeptidi e aminoacidi che si formano durante la degradazione enzimatica delle proteine. Sono la principale fonte di azoto nei terreni organici per le colture batteriche. Sono utilizzati nella produzione di terreni di coltura per microbiologia e biotecnologie industriali.

g) Insulina: viene estratta dai visceri di vari pesci. L'insulina è un ormone peptidico prodotto dalle cellule beta degli isolotti pancreatici e dal corpo di Brockmann in alcuni pesci teleostei. L'insulina è usata come farmaco per il trattamento del diabete.

## **2) Composti Lipidici**

a) Fosfolipidi (PL): vengono estratti dall'olio di pesce con procedure diverse. I PL di origine marina contengono PUFA omega-3, alcuni dei quali sono presenti solo nelle fonti marine. I PL sono usati come emulsionanti nell'industria alimentare o nei cosmetici o come eccipienti nell'industria farmaceutica.

b) Squalene: idrocarburo terpenico (isoprenoide) è intermedio nella sintesi del colesterolo e di altri ormoni steroidei e della vitamina D. Viene utilizzato nell'industria alimentare (integratore, presunta capacità di proteggere dallo stress ossidativo il DNA, le proteine e i lipidi, sebbene ad oggi, nessun healthclaim è stato concesso da EFSA) e farmaceutica (nei vaccini).

c) Vitamina A: presente in natura in varie versioni: come retinolo o altri composti analoghi, detti retinoidi (tutti di origine animale), oppure sotto forma di carotenoidi (di origine vegetale), che ne rappresentano i precursori.

d) Vitamina D: scarsamente presente negli alimenti (alcuni pesci grassi, latte e derivati, uova, fegato e verdure verdi). L'unica eccezione è data dall'olio difegato di merluzzo. La vitamina D viene in grande parte accumulata dal nostro organismo attraverso l'esposizione ai raggi solari e va integrata solo in situazioni particolari, legate alla crescita, alla gravidanza e all'allattamento.

## **3) Chitina e Chitosano**

La Chitina o poli  $\beta$ - (1-4) N-acetil-D-glucosamina, è il secondo polimeronaturale più abbondante sulla terra dopo la cellulosa mentre il chitosano (1-4) -2-amino-2-desossi- $\beta$ -D-glucano) è una molecola ottenuta dalla deacetilazione parziale della chitina con metodi chimici o biologici. Allo stato puro, la chitina è inodore, insapore, di colore bianco o giallastro. Le biomolecole di chitina e i suoi derivati hanno un'eccellente biodegradabilità e biocompatibilità nel corpo umano. Inoltre, hanno mostrato numerose proprietà biologiche

(antimicrobiche, antitumorali, anticoagulanti, antiossidanti, antimutagene, ipocolesterolemizzanti, antiproliferative, filmogene, ...). A causa delle loro varie proprietà tecno-funzionali, la chitina e i suoi derivati hanno svariati campi di applicazione. Nell'applicazione biomedica, i derivati della chitina vengono utilizzati per la ricostituzione artificiale di alcuni tessuti come pelle, ossa e cartilagine. La chitina viene anche utilizzata nell'industria alimentare, per la produzione di film biodegradabili e l'incapsulamento di additivi e integratori alimentari. Inoltre, la chitina e i suoi derivati sono anche utilizzati dalle industrie farmaceutiche come eccipienti per i farmaci. I sottoprodotti della lavorazione del pesce, in particolare i crostacei (gamberi, granchi, aragoste e krill) sono le principali fonti di chitina per uso commerciale.

#### **4) Pigmenti Naturali**

I carotenoidi sono i principali pigmenti liposolubili presenti nel pesce, nei crostacei e nei frutti di mare. L'astaxantina (3,3-diidrossi- $\beta$ ,  $\beta$ -carotene-4,4-dione), è noto per essere il principale carotenoide dei pesci e rappresenta il 74–98% del totale dei pigmenti nei gusci dei crostacei. L'astaxantina si trova nei frutti di mare sia come estere che in forma libera. La sua struttura contiene gruppi funzionali sia chetonici che idrossilici e una catena di doppi legami coniugati, che sono i responsabili delle sue eccellenti proprietà antiossidanti.

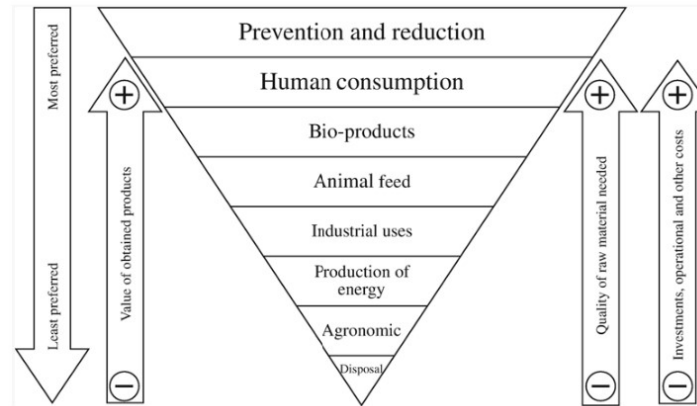
Alcuni studi riportano per questa molecola attività antitumorali e immunostimolanti. L'astaxantina è ampiamente utilizzata nell'industria alimentare e farmaceutica come precursore di coloranti, antiossidanti e della vitamina A.

#### **5) Elementi Minerali**

La sfilettatura dei pesci genera un'enorme quantità di lisce. I minerali inorganici costituiscono circa il 60% delle ossa di pesce (lisce). Le lisce sono un'importante fonte di idrossiapatite, calcio, fosfato, zinco, selenio e ferro. Calcio, fosfato, zinco e ferro possono essere utilizzati come integratori alimentari. L'idrossiapatite, un minerale la cui formula chimica è  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$ , è presente nella lisca dei pesci può essere estratta e utilizzata in campo medico e odontoiatrico. È un minerale in cui è presente il gruppo fosfato e il calcio. Sebbene sia un minerale abbastanza raro l'idrossiapatite costituisce il maggiore componente delle ossa infatti il 99% del calcio presente nell'organismo umano è immagazzinato nel tessuto osseo sotto forma di idrossiapatite. Quest'ultima è inoltre presente nello smalto dei denti che costituisce il tessuto più duro del corpo umano. Lo smalto è costituito infatti per circa il 96% da idrossiapatite, dall'1% da matrice organica e dal 3% da acqua.

## **Razionale del progetto**

Scartare il pesce, quindi, rappresenta un evidente spreco di risorse marine che potrebbero essere utilizzate in modo produttivo, quando economicamente fattibile e tenendo in debito conto l'obiettivo ecologico complessivo per ridurre al minimo gli scarti nella pesca europea secondo quanto prescritto dall'art. 15 del Reg. 1380/2013 e dalla gerarchia europea delle possibili opzioni di gestione degli scarti agro-alimentari (Figura 6 [10]).



**Figura 6. Possibili opzioni di gestione degli scarti agro-alimentari.**

Per esempio, le catture indesiderate potrebbero essere portate a terra e trattate non solo per produrre farine di pesce, oli di pesce o per altri usi “tradizionali”, ma essere materie prime destinate ad altri tipi di utilizzo per i mercati “di nicchia” il che contribuirebbe ad aggiungerne valore. Sebbene, da un lato sarebbe utile perseguire una pratica di pesca più selettiva al fine di massimizzare la produzione primaria, tuttavia, anche i metodi di pesca altamente selettivi producono alcune catture accessorie (“catture indesiderate”: UWC), che se utilizzate in modo razionale potrebbero rappresentare un’ulteriore opportunità economica ecosostenibile di filiera. Una strategia razionale del trattamento delle UWC nelle acque europee meridionali eventualmente combinata con gli avanzi, visceri e cut off da lavorazioni intermedie deve tener conto delle specificità del territorio ligure, dove la maggior parte del pesce è sbarcato fresco per il consumo umano. Questa modalità tradizionale predominante del consumo di pesce, accoppiata al basso volume di produzione ittica ha portato storicamente a pochi investimenti produttivi in questo settore di “riciclo virtuoso”, probabilmente perché ha bisogno di superare importanti barriere legate ad una percepita mancanza di incentivi per il settore della pesca, la mancanza di infrastrutture sufficienti per l'utilizzo, e le questioni giuridiche connesse alla manipolazione o all'eliminazione dei sottoprodotti di origine animale (da ricordare l'elevata deperibilità da un punto di vista igienico sanitario di tali prodotti).

Tuttavia, come già evidenziato in precedenza questi sottoprodotti “ittici” rappresentano un'importante fonte potenziale di composti bioattivi, con importanti proprietà funzionali che potrebbero essere isolate e concentrate, conferendo loro un valore aggiunto nei mercati di fascia più alta, come ad esempio nutraceutici e cosmetici.

Questa valorizzazione dei sottoprodotti del pesce è in linea con la sempre crescente consapevolezza dei consumatori in merito al rapporto tra dieta e salute, che cercano negli alimenti non solo una fonte di nutrienti e qualità organolettiche elevate, ma si interessano sempre di più alle proprietà nutrizionali e funzionali unitamente a quelle etiche e di sostenibilità degli alimenti che consumano.

Per ottenere composti naturali da queste fonti marine con tutti i requisiti utili alle richieste del mercato quali: buone proprietà organolettiche, nutrizionali, funzionali/salutistiche e possibilmente eco-compatibili, la selezione di metodi di estrazione adeguati è un passaggio fondamentale. A questo proposito, negli ultimi anni, numerose

tecnologie estrattive “green” [2] sono state impiegate in campo alimentare, come ad esempio: l'estrazione assistita dagli ultrasuoni (UAE), l'estrazione con fluidi supercritici (SFE), l'estrazione assistita con microonde (MAE), l'estrazione con i campi elettrici pulsati, l'estrazione assistita con le alte pressioni, l'estrazione con i fluidi supercritici (SFE), l'estrazione con acqua subcritica (SWE), la filtrazione con membrane, l'estrazione enzimatica.

Queste tecnologie innovative sono diventate un'alternativa più sicura ed efficiente rispetto ai metodi convenzionali nell'isolamento di composti preziosi dai sottoprodotti e dagli scarti del pesce e dei molluschi. Esse presentano numerosi vantaggi rispetto ai metodi tradizionali, preservando e persino migliorando la qualità e l'efficienza di estrazione, nonché minimizzando le perdite di proprietà funzionali dei composti bioattivi estratti dai sottoprodotti marini. Oltre alle loro attività biologiche, i composti bioattivi ottenuti da tecnologie alternative innovative possono presentare proprietà tecnologiche e igienico-sanitarie più elevate, consentendone persino l'utilizzo in altri alimenti.

L'estrazione di prodotti naturali è stata considerata per molto tempo "pulita" se confrontata con altri processi chimici-industriali, ma in realtà è stato recentemente valutato che il suo impatto ambientale è molto maggiore di come era apparso inizialmente. L'impatto ambientale complessivo di un ciclo di estrazione non è facilmente stimabile, tuttavia è noto che richiede almeno il 50% dell'energia di tutto il processo industriale; inoltre, nonostante l'elevato consumo di energia e l'utilizzo di grandi quantità di solventi, spesso il rendimento è basso.

Al giorno d'oggi è quasi impossibile trovare un processo di produzione in campo alimentare, cosmetico o farmaceutico che non faccia ricorso a tecniche di estrazione come, ad esempio, macerazione, distillazione in corrente di vapore, pressatura, percolazione. Tendenze recenti nelle tecnologie estrattive si sono in gran parte concentrate sulla ricerca di soluzioni che riducano al minimo l'uso di solventi, consentendo anche l'aumento di efficienza del processo e una produzione economicamente vantaggiosa di estratti di alta qualità.

Queste nuove tecnologie si basano sui "Sei Principi dell'Estrazione Green di Prodotti Naturali", descritti e proposti come fasi innovative per le industrie:

- **1° Principio - Utilizzo di risorse rinnovabili e non a rischio di estinzione.** Infatti, la crescente domanda di prodotti ed estratti naturali sta portando ad un eccessivo sfruttamento delle risorse naturali e quindi all'estinzione di alcune specie.
- **2° Principio - Utilizzo di solventi alternativi** e principalmente acqua o agrosolventi come l'etanolo. Questi hanno in vantaggio di essere biodegradabili, non tossici e non infiammabili, a differenza della maggior parte dei solventi organici che sono tra le principali cause dell'inquinamento ambientale.
- **3° Principio - Riduzione del consumo di energia** attraverso l'ottimizzazione dei processi esistenti, il recupero dell'energia liberata durante il processo di estrazione, eventuali innovazioni di processo.
- **4° Principio - Produzione di co-prodotti anziché di rifiuti.**
- **5° Principio - Riduzione delle operazioni unitarie attraverso l'innovazione** tecnologica favorendo processi sicuri e controllati. Diminuire il numero di passaggi (step) in un processo industriale comporta, infatti, un abbattimento dei costi e una migliore efficienza energetica.

- **6° Principio - Ottenimento di un estratto termicamente inalterato**, biodegradabile e senza contaminanti residui.

Tra i diversi composti bioattivi estraibili, il collagene è stato scelto come obiettivo principale del progetto. Dal latino, il collagene “colla et genmen” vuol dire produrre colla. Per definizione, il collagene rappresenta la colla del corpo. In altre parole, rappresenta il materiale e la colla che tiene insieme i tessuti connettivi del nostro corpo (ossa, cartilagini, muscoli, tendini, legamenti e pelle).

### *Estrazione di Collagene*

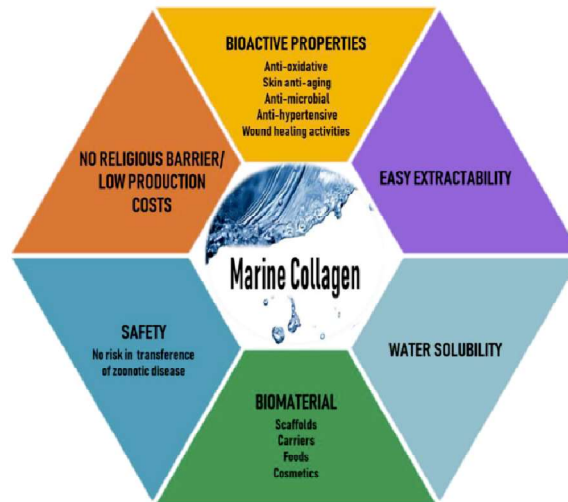
Il collagene è la principale proteina fibrosa e strutturale della matrice extracellulare degli animali e contribuisce alle funzioni fisiologiche dei tessuti nella cartilagine, nella pelle, nelle ossa e nei tendini. Il collagene è un termine generale per definire un gruppo di proteine ad alto peso molecolare abbondanti sia negli organismi invertebrati sia vertebrati. Il collagene è una macromolecola proteica fibrosa, a forma elicoidale costituita da tre catene  $\alpha$ , ciascuna delle quali è costituita da una specifica unità ripetitiva di glicina-prolina-idrossiprolina. La gelatina è una macromolecola proteica ottenuta per denaturazione termica del collagene (come la maggior parte delle proteine, se il collagene viene scaldato perde completamente tutte le sue strutture ad eccezione di quella primaria, cioè la tripla elica si svolge e le catene si separano. Quando la massa di proteine denaturate si raffredda, assorbe come una spugna l'acqua circostante, formando la gelatina. Storicamente questo processo di denaturazione promosso da trattamenti termici oppure da trattamenti chimici è quello storicamente sfruttato per la produzione della “colla” da cui il nome di collagene). Le caratteristiche strutturali e funzionali del collagene lo rendono un obiettivo primario per le industrie alimentari, farmaceutiche, biomediche, di pelletteria, cosmetica e di ingegneria dei materiali. Ha una vasta gamma di applicazioni nei settori relativi alla salute, vale a dire nell'industria farmaceutica e biomedica (compresa la chirurgia plastica, ortopedia, oftalmologia e odontoiatria). Nei settori non sanitari, un uso notevole del collagene si ha nella cosmetica, nell'industria alimentare (nelle trasformazioni alimentari come additivo e in quello dell'integrazione alimentare e della dietetica come sostanza nutraceutica).

Vi è una forte domanda nel settore alimentare per collagene e gelatina anche per le loro proprietà funzionali, quali la capacità di assorbire acqua, la capacità di formare gel e di stabilizzare le emulsioni.

La gelatina derivata dai frutti di mare rilascia un aroma e un sapore particolare e possiede una maggiore digeribilità rispetto alla gelatina animale di origine suina o bovina. Nel biomedicale e nel settore farmaceutico, il collagene ha diverse applicazioni; è usato come eccipiente per i farmaci, in campo biomedico per la produzione di sostituti della pelle umana, di vasi sanguigni e legamenti. Diversi studi ne valutano le proprietà antimicrobiche, antiossidanti e antiipertensive. Tradizionalmente, il collagene e i prodotti derivati dal collagene provengono principalmente da fonti bovine e suine (nei mammiferi il collagene rappresenta fino al 25% delle proteine totali). Ad oggi, l'80% della gelatina alimentare prodotta in Europa è derivata dalla cotenna del maiale. Il 15% viene ricavato dal bifido bovino, cioè da uno strato sottile presente sotto la pelle. Il rimanente 5% viene ricavato quasi tutto da ossa di maiali e bovini.

Tuttavia, il collagene suino e bovino, sebbene caratterizzato da una stabilità termica superiore a quella del collagene marino (es. il collagene con un peso molecolare più elevato di solito ha una maggiore stabilità termica; anche il contenuto di aminoacidi svolge un ruolo significativo nella termostabilità del collagene), desta non poche preoccupazioni religiose e igienico-sanitarie che rendono interessanti eventuali alternative come quella di origine marina.

L'incidenza su vasta scala dell'epidemia di encefalopatia spongiforme bovina (BSE) ha portato di conseguenza alla sfiducia dei consumatori sui prodotti a base di collagene da fonti bovine e suine; il mondo intero è quindi alla ricerca di fonti alternative di collagene.



**Figura 7. Vantaggi nell'utilizzo del collagene marino [12].**

Il collagene ha una complessa organizzazione strutturale e gerarchica e finora sono stati segnalati più di 28 tipi di collageni diversi in base alla loro specifica organizzazione in tessuti distinti.

I diversi tipi di collageni sono infatti diversamente distribuiti nei tessuti animali. Il seguente elenco fornisce esempi di tessuti in cui sono presenti i tipi più abbondanti di collagene:

- Tipo I: osso, derma, tendine, legamenti, cornea;
- Tipo II: cartilagine, corpo vitreo, nucleo polposo;
- Tipo III: pelle, parete vasale, fibre reticolari della maggior parte dei tessuti (polmoni, fegato, milza, eccetera.);
- Tipo IV - membrane basali;
- Tipo V - spesso si distribuisce con il collagene di tipo I nella cornea.

Essendo queste tipologie (collageni da I a V), le più abbondanti (i primi 4 tipi rappresentano circa il 90% di tutti i collageni), sono anche quelle maggiormente sfruttate a livello commerciale: isolandoli e purificandoli, principalmente da tessuti bovini e suini, da processi di produzione convenzionali e ad alto rendimento, che portano a lotti di collagene di alta qualità [5].

Generalmente, i collageni sono formati da catene polipeptidiche costituite da triplette ripetute le più comuni delle quali sono Gly-Pro-X e GlyX-Hyp, dove X è qualsiasi aminoacido diverso dalla glicina (Gly), prolina (Pro) o idrossiprolina (Hyp).

Esiste una quantità variabile di cross-link tra le eliche delle molecole di collagene. In questo modo si formano aggregati ben organizzati, come le fibrille. Le fibrille di collagene sono l'aggregazione di diverse sub-unità, chiamate tropocollagene.

Queste fibrille sono aggregati semi-cristallini di molecole di collagene. Le fibre di collagene sono fasci di fibrille. Queste fibre sono un componente importante della matrice extracellulare che supporta la maggior parte dei tessuti e fornisce struttura alle cellule dall'esterno).

Quando si parla di “collagene idrolizzato” (detto anche idrolizzato di collagene) si intende un prodotto che viene ottenuto dal collagene tramite un processo di idrolisi della sequenza amminoacidica primaria. Ed è la forma più frequentemente presente in prodotti commerciali quali integratore alimentari pubblicizzati per la salute delle articolazioni nella prevenzione di artrosi e osteoporosi nonché come trattamento anti-aging a livello della cute.

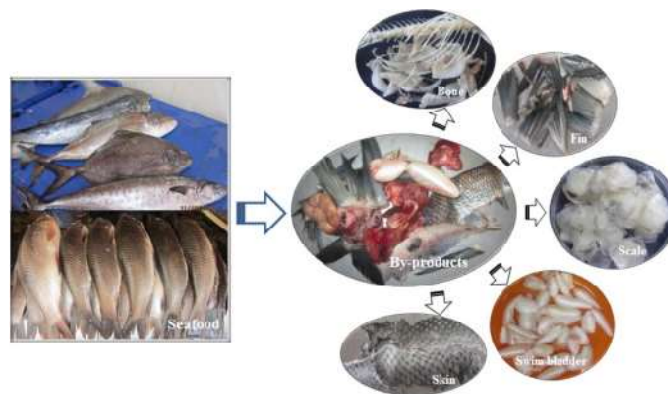


Figura 8a. Possibili scarti [14].

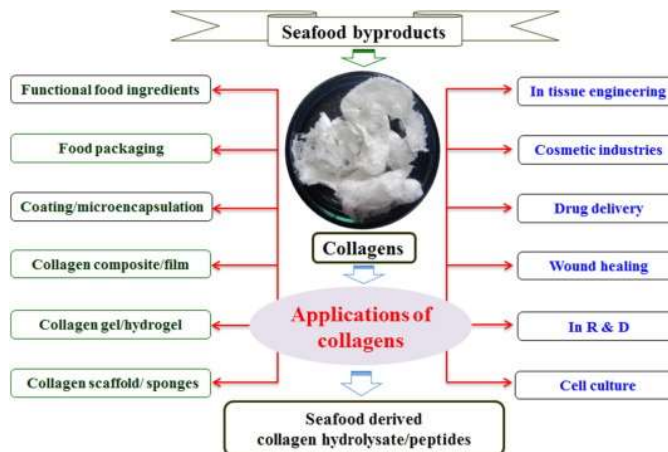


Figura 8b. Possibili prodotti e applicazioni [14].

I collagene marini possono essere ottenuti da diverse fonti. Spugne, meduse e frattaglie di pesce come lisce, pelle, squame e pinne possono servire come fonti alternative di collagene. I collagene marini sono sia fibrillari che non fibrillari, hanno temperature di gelificazione e fusione inferiori rispetto al collagene dei mammiferi, ma



viscosità relativamente più elevate rispetto ad analoghi composti di natura bovina. Il collagene di pesce è più sensibile al calore a causa di legami crociati labili rispetto a quello dei mammiferi (quindi più facilmente denaturabile). Diversi studi presenti in letteratura scientifica si sono concentrati proprio sui collagene marini, in particolare sulla sua estrazione da diverse fonti, come pesci o invertebrati animali marini, quali spugne marine o meduse (vedi Tabella sottostante, riportata nel lavoro scientifico di Silva et al. del 2014 [11]).

Collagen Type	Source of Collagen	Source Tissue	Yield
<b>Type I</b>	Bigeye snapper	Bone	ASC: 1.59%
			ASC: 10.94%
	Largefin longbarbel catfish	Skin	ASC: 16.8%; PSC: 28.0%
			ASC: 5.5%; PSC: 33.2%
	Brown backed toadfish	Skin	PSC: 54.3%
			ASC: 10.7%; PSC: 44.7%
	Lizard fish	Skin	ASC: 0.79%
			ASC: 1.51%
	Grey mullet	Scales	ASC: 0.43%
			ASC: 0.72%
	Flying fish	Skin	ASC: 0.90%
			ASC: 0.90%
	Bigeye tuna	Bone	-
			53%
Squid	Skin	ASC: 0.58%; PSC: 16.23%	
		46.4%	
Edible Jellyfish	Umbrella	46.4%	
		ASC: 1.27%; PSC: 9.59%	
<b>Type II</b>	Brownbanded bamboo shark	Cartilage	ASC: 1.27%; PSC: 9.59%
			ASC: 1.04%; PSC: 10.30%
<b>Type IV</b>	Blacktip shark	Cartilage	PSC: 9%-19%
			30%
<b>Type IV</b>	Marine Sponge	Umbrella	30%
			30%

**Figura 9. Fonti di collagene [11].**

Si ottiene prevalentemente collagene di tipo I dalla pelle, dai tendini, dalle lisce e dai muscoli (epimisio), che peraltro è il tipo più abbondante di collagene.

Tuttavia, si può ottenere anche collagene di tipo II se si utilizzano le cartilagini di pesce come fonti principali.

La diversa solubilità del collagene dipende dall'età degli animali: il collagene degli animali più anziani hanno un numero maggiore di cross-link, che li rende più difficili da solubilizzare rispetto ai collagene di animali giovani.

Inoltre, i pesci che seguono una dieta povera in nutrienti sembrano produrre più collagene rispetto ai pesci ben nutriti. A seconda della diversa fonte di collagene, sono state proposte diverse tecniche per estrarlo.

Tuttavia, è possibile definire una metodologia generale per isolare il collagene dai sottoprodotti di pesce e da altre fonti marine, che prevede tre importanti passaggi: preparazione, estrazione e recupero.

## 1) Preparazione

La preparazione dei residui di pesce comporta:

- la pulizia
- la separazione delle diverse parti animali
- la riduzione delle dimensioni mediante taglio o macinazione dei campioni e un pretrattamento chimico per rimuovere: le proteine diverse dal collagene e la frazione lipidica.

Nelle meduse, ad esempio, è pratica comune separare i tentacoli dall'ombrello e, quest'ultimo separarlo a sua volta in mesoglea, esombrella e subombrella. Nel caso dei pesci, si suddividono le pelli, le squame, le pinne e lisce di pesce, poiché la loro composizione è diversa (ad es. per le lisce e le squame di pesce sarà necessario

procedere preventivamente ad un processo di mineralizzazione) e quindi la metodologia applicata per estrarre il collagene deve prevedere questi passaggi preparatori aggiuntivi. La macinazione per ridurre le dimensioni del materiale da trattare è un passo fondamentale in qualsiasi caso. Il metodo più comune per rimuovere le proteine diverse dal collagene è l'uso dell'idrossido di sodio (NaOH).

L'efficacia della rimozione dipende dal tempo, dalla temperatura e dalla concentrazione della soluzione di NaOH. Sadowska et al. [12] hanno anche proposto l'uso di cloruro di sodio (NaCl), oltre all' NaOH, per rimuovere le proteine diverse dal collagene dalla pelle di merluzzo. Tuttavia, la soluzione NaCl ha dimostrato una minore efficacia nella rimozione di albumine e globuline rispetto all'NaOH. La rimozione dei lipidi e dei pigmenti può essere ottenuta rispettivamente mediante l'uso di alcoli (alcol butilico o etanolo) e perossido di ossigeno. Per leossa/lische, cartilagini e squame, l'uso di acido etilendiamminotetraacetico (EDTA) è raccomandato per effettuare una demineralizzazione preventiva, in virtù della sua azione chelante sugli ioni calcio, per una migliore estrazione del collagene. In alternativa, può essere utilizzata un'idrolisi acida con HCl 1M anche per scopi di demineralizzazione, con rapporti circa 1: 3 (p / v).

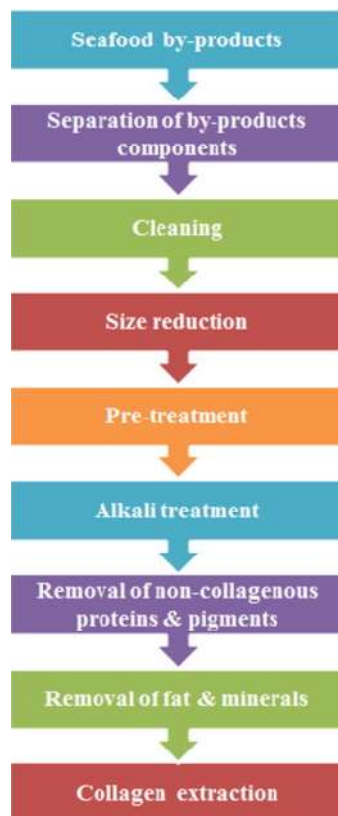


Figura 10. Schema di processo [14].

## 2) Estrazione

Esistono diverse possibilità:

- *Estrazione acida*: Per la fase di estrazione, è ampiamente utilizzata una soluzione acida per la solubilizzazione del collagene, la frazione così estratta viene genericamente indicata come “Collagene Solubile in acido” (ASC).

Skierka eSadowska [13] hanno studiato l'effetto di acidi diversi (compresi cloridrico, citrico, acetico e lattico) sulla resa estrattiva in collagene a partire dalla pelle di merluzzo. Lo studio ha evidenziato come l'acido acetico e lattico comportino rese maggiori rispetto agli altri acidi testati. Tuttavia, il processo di estrazione del collagene mediante "soluzione acida" normalmente ha basse rese estrattive. Per superare questo inconveniente, si può utilizzare un trattamento enzimatico.

- *Estrazione enzimatica*: Si attua utilizzando enzimi proteolitici non specifici per il collagene per aiutare nel processo di solubilizzazione. Sono utilizzati enzimi quali: tripsina, pancreatina, ficina, bromelina, papaina o pepsina. La pepsina è il più usato e il collagene estratto con questo enzima prende il nome di "Collagene solubile in pepsina" (PSC) o atelo-collagene. Questo trattamento è molto utile, poiché si rompe il collagene in peptidi specificamente nella regione telopeptidica del collagene, che sono estremità non elicoidali e, quindi aumenta la purezza del collagene così ottenuto. L'estrazione è più efficiente e l'estratto ha una maggiore solubilità (questo ne aumenta la resa estrattiva) e una minore antigenicità (caratteristica importante sia a livello farmaceutico che alimentare). Per tutti questi motivi, è comune usare la procedura proteolitica dopo l'estrazione di ASC (le due metodiche sono fatte in serie), ottenendo, quindi, il già menzionato PSC (vedi Schema sottostante tratto dal lavoro di Venkatesan et al., 2017 [13]).

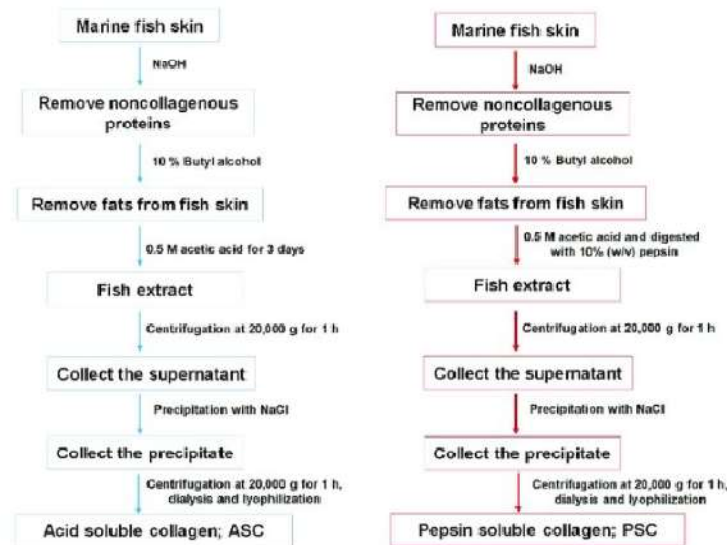


Figura 11. Processi estrattivi [13].

Esistono anche altri metodi per estrarre il collagene. In base alla differenza nei processi di estrazione, oltre a quelli precedenti da cui si ottiene rispettivamente, i già menzionati, collagene solubilizzato in acidi (ASC) e collagene solubilizzato in pepsina (PSC), si può ottenere anche il collagene solubilizzato in NaCl (SSC), e il collagene estratto con gli ultrasuoni (UAC).

Ad esempio, il collagene da frutti di mare può essere estratto utilizzando una soluzione di NaCl e il collagene risultante è indicato come collagene solubilizzato con sale (SSC). Tuttavia, il metodo di solubilizzazione del sale è stato usato raramente per l'estrazione di collagene.

L'estrazione assistita con ultrasuoni è una tecnologia emergente nel campo dell'estrazione di prodotti naturali in campo alimentare. Essa sfrutta il fenomeno della cavitazione per rompere le membrane cellulari e favorire la fuoriuscita dei contenuti intracellulari. Gli ultrasuoni sono onde meccaniche che richiedono un mezzo elastico per diffondersi. La differenza tra il suono e gli ultrasuoni è la frequenza dell'onda: le onde sonore arrivano alle frequenze percepite dall'orecchio umano (da 16 Hz a 16-20 kHz) mentre gli ultrasuoni hanno frequenze più elevate, ma al di sotto delle frequenze delle microonde (da 20 kHz a 10 MHz). Quando un'onda sonora passa attraverso un mezzo elastico, essa induce uno spostamento longitudinale di particelle che si traduce in una successione di fasi di compressione e rarefazione nel mezzo. Ogni mezzo ha una distanza molecolare critica: al di sotto di questo valore il liquido rimane intatto, ma al di sopra di questa distanza esso si rompe e si possono generare dei vuoti. Nel caso degli ultrasuoni, se il ciclo di rarefazione è sufficientemente forte, la distanza tra le molecole contigue può superare la distanza molecolare critica del liquido; i vuoti creati nel mezzo sono le bolle di cavitazione che rispondono all'effetto ultrasonico. Il collasso delle bolle di cavitazione vicino alla superficie solida genera onde d'urto (microjets), ad alte temperatura e pressione, che distruggono le pareti cellulari della matrice, con il conseguente passaggio del loro contenuto nel solvente di estrazione. Kim, Kim, Parke Lee nel 2013 [15] hanno sfruttato la UAE per estrarre collagene da fonti marine. I campioni sono stati pretrattati immergendoli in acido acetico per 12 ore. Successivamente, il collagene è stato estratto utilizzando un processore ad ultrasuoni a sonda. La resa in collagene dipende dalle ampiezze e dalla durata del trattamento ad ultrasuoni (da notare che le estrazioni UAE riducono drasticamente i tempi di estrazione, rispetto alle metodiche tradizionali). Sempre nel lavoro di Kim et al. [15] sono riportate le rese delle estrazioni del collagene paragonate ai processi tradizionali, da questo lavoro risulta evidente che UAE consente rese superiori rispetto ai processi tradizionali esposti in precedenza. Inoltre, gli autori non hanno evidenziato cambiamenti nei principali componenti del collagene dopo il trattamento ad ultrasuoni. Pertanto, il metodo assistito da ultrasuoni potrebbe offrire promettenti applicazioni pratiche nella produzione industriale di collagene marino.

La resa di estrazione e le proprietà del collagene sono direttamente influenzate dal metodo di estrazione del collagene. Secondo un lavoro di Regenstein & Zhou del 2007 [16], tutte le procedure dovrebbero essere eseguite a bassa temperatura (~4°C) per evitare la degradazione del collagene. Le condizioni utilizzate da diversi gruppi di ricerca per l'estrazione di collagene mediante sali, acidi, enzimi ed ultrasuoni da diverse fonti e le rispettive rese sono riassunte nella Tabella seguente, estrapolata dal già citato lavoro di Pal et al. nel 2016 [14].

**Tabella 11. Condizioni di estrazione utilizzate dei diversi gruppi di ricerca**

**Table 1**  
Extraction conditions and yield of seafood derived collagens at low temperature (4 °C).

Raw materials	Method	Time (h)	Yield (%)	References
Amur sturgeon cartilage	SSC	24 × 5	2.18	Liang et al. (2014a, 2014b)
	ASC	24 × 2	27.04	
	PSC	48	55.92	
Amur sturgeon Skin	SSC	24 × 6	4.55	Wang et al. (2014a, 2014b, 2014c)
	ASC	24 × 2	37.42	
	PSC	48	52.80	
Catla Skin	ASC	72	63.40	Pal et al. (2015)
	PSC	48	69.53	
Rohu Skin	ASC	72	46.13	
	PSC	48	64.94	
Seabass scales	ASC	48	0.38	Chuaychan et al. (2015)
	PSC	48	1.06	
Spotted golden goatfish scale	ASC	48	0.46	Matmaroh et al. (2011)
	PSC	48	1.20	
Carp skin	ASC	72	41.3	Duan et al. (2009)
Carp scales	ASC	96	1.35	
Carp bone	ASC	72	1.06	
Catla skin	ASC	24	5.8	Mahboob (2015)
	PSC	48	7.2	
Catla scales	ASC	24	3.9	
	PSC	48	5.6	
Catla fins	ASC	24	6.7	
	PSC	48	8.8	
Mrigala skin	ASC	24	4.7	
	PSC	48	6.5	
Mrigala scales	ASC	24	3.2	
	PSC	48	5.1	
Mrigala fins	ASC	24	5.7	
	PSC	48	7.7	
Silvertip shark skeletal and head bone	PSC	96	-	Jeevithan et al. (2014)
Marine eel-fish skin	PSC	72	80	Veeruraj et al. (2013)
Sailfish skin	ASC	72	5.76	Tamilmozhi et al. (2013)
	PSC	72	2.11	
Grass Carp skin	ASC	72	25.5	Wang et al. (2014a, 2014b, 2014c)
	PSC	72	19.8	
Grass Carp scale	ASC	72	16.7	
	PSC	72	16.1	
Grass Carp bone	ASC	72	0.7	
	PSC	72	3.5	
Seabass skins	UAC	24	17.97	Kim et al. (2013)
Cattle tendon	UAC	48	2.4	Ran and Wang (2014)
	UPAC	45	2.7	
Yak bovine tendons	UAC	24	31.04	Yang, Guo, Yu, and Li (2013)

ASC = Acid soluble collagen; PSC = Pepsin soluble collagen; UAC = Ultrasound assist collagen extraction; UPAC = Ultrasound-pepsin assist collagen extraction.  
\* Wet weight basis.

Tra le tecnologie estrattive innovative, ad oggi applicate e riportate in letteratura scientifica, oltre alla UAE troviamo anche quelle che sfruttano le alte pressioni. Esse si basano sull'uso di solventi ad alte temperature e pressioni (50-200°C e 3,5-20 MPa). A volte, l'acqua viene utilizzata come solvente di estrazione; quindi questo metodo viene anche chiamato estrazione con acqua subcritica, o estrazione con acqua surriscaldata, o estrazione con acqua calda pressurizzata. E' un processo veloce che richiede una bassa quantità di solvente rispetto ai metodi di estrazione tradizionali. Gomez-Guillen et al. nel 2005 [17] hanno riportato uno studio sull'estrazione di gelatina dalla pelle di pesci ad alta pressione come un'alternativa più efficiente rispetto alle procedure convenzionali. Questo metodo è stato in grado di ridurre drasticamente la durata del processo e anche di produrre una gelatina di alta qualità. Tuttavia, questi processi di estrazione portano facilmente all'estrazione di gelatina e non di collagene, in quanto i parametri di processo conducono facilmente alla trasformazione del collagene in gelatina.

E' da notare che le rese più alte si ottengono utilizzando i metodi in serie e/o in combinazione (ad esempio utilizzando gli ultrasuoni e gli enzimi insieme). Molte di queste combinazioni di metodiche non sono ancora state esplorate e potranno essere oggetto della progettualità futura (ad esempio UAE combinati in serie con altre tecnologie innovative quali l'estrazione assistita dalle alte pressioni HPE, l'estrazione con le microonde MAE, l'estrazione con i fluidi supercritici SFE). Sarà importante non solo valutare le rese in collagene, ma anche determinare le modifiche indotte dalle diverse tecniche estrattive sulla qualità finale del prodotto ottenuto. In particolare, si dovrà valutare: il grado di purezza (rimozione di agenti patogeni, eventuale presenza di residui di altre sostanze presenti nella matrice iniziale diversi dal collagene, eventuale presenza di contaminanti quali metalli pesanti e prodotti di glicosilazione, grado di solubilizzazione del collagene ottenuto, grado di antigenicità, proprietà tecnologiche, ecc.). Tra questi il grado di antigenicità e più in generale eventuali rischi di immunotossicità e allergie/anafilassi dovranno risultare accettabili. Per quanto riguarda le proprietà tecnologiche sarà importante valutare la riproducibilità di lotti di collagene marino estratto, saranno quindi necessarie analisi atte a garantire l'identità / (sottotipo) di collagene, il peso molecolare, la presenza di prodotti di idrolisi.

### 3) Recupero

Per la fase di recupero, il collagene deve essere precipitato, generalmente ottenuto aggiungendo una soluzione salina tamponata con Tris-HCl (pH 7,5). Il precipitato risultante viene raccolto mediante centrifugazione, ridisciolto in acido acetico 0,5 M, dializzato e liofilizzato.

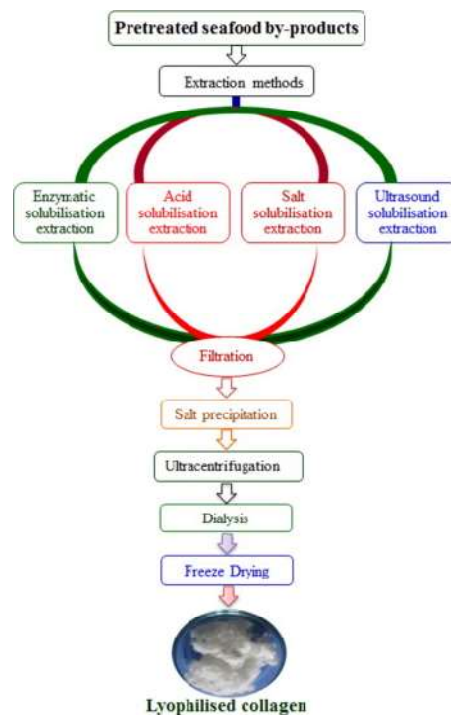


Figura 12. Processo di recupero del collagene [14].

*Tecniche Statistiche multivariate (chemiometriche)*

Oggi sono disponibili tecniche statistiche multivariate che potrebbero giocare un ruolo determinante (tecniche chemiometriche): dalla scelta del corretto piano sperimentale (mediante tecniche di “disegno sperimentale” o DoE: design of experiments) all’elaborazione finale dei dati ottenuti, alla loro interpretazione e presentazione (mediante tecniche esplorative dei dati, di classificazione/modellamento e di regressione). Solo procedendo secondo questa logica razionale, le prove di laboratorio potranno fornire delle chiare indicazioni su come procedere nello scale-up industriale e permetterne un’indicazione economica a priori (sostenibilità economica).

In dettaglio queste tecniche potrebbero essere applicate:

1) nella fase di definizione del problema sperimentale: la scelta del processo estrattivo (l’abbinamento in serie o in parallelo di più tecniche estrattive), la scelta dei fattori che influenzano il/i processo/i estrattivo/i (es. tempo, temperatura, pH, etc.), in quale range far variare detti fattori (il cosiddetto dominio sperimentale), quali grandezze si vogliono misurare per valutare gli esperimenti (risposta/esperimentali, quali ad esempio: la resa estrattiva, il tipo di collagene ottenuto, le sue caratteristiche tipo purezza, caratteristiche tecnologiche, antigenicità...), quali strumenti e metodi si possono usare, quali informazioni sono già disponibili, quali sono i limiti pratici...). Per fare ciò sarà necessario scegliere un piano sperimentale e proprio a questo livello si collocano le tecniche di disegno sperimentale, che consentono di progettare razionalmente “gli esperimenti” (le prove) con cui ottimizzare il processo estrattivo, riuscendo ad ottenere la massima informazione dal sistema in oggetto, eseguendo il minore numero possibile di prove. In un disegno sperimentale tutte le variabili (sopracitate) che descrivono il sistema sono variate contemporaneamente, in modo sistematico. In questo modo non solo è possibile studiare il singolo effetto di ogni variabile, ma anche le interazioni tra le stesse.

In altre parole, un disegno sperimentale appare come una matrice (o sequenza) di prove sperimentali da effettuare, per studiare e ottimizzare un sistema.

Usualmente il risultato di ogni esperimento dipende da più fattori che agiscono contemporaneamente. Per ottimizzare le condizioni sperimentali, al fine di ottenere il risultato più favorevole, si deve quindi considerare l’azione di tutte queste variabili e le loro interazioni. E’, quindi, conveniente progettare una serie di esperimenti facendo uso della tecnica delle matrici sperimentali che consente di sviluppare uno o più disegni sperimentali adatti allo scopo. Tali prove sono opportunamente progettate per poter riuscire ad ottenere la massima informazione dal sistema in oggetto, per investigarne le superfici di risposta, eseguendo il minore numero possibile di prove. Le superfici di risposta sono la rappresentazione grafica della risposta (o di più risposte) di un sistema, rappresentata in funzione del sistema stesso.

Ad esempio, per un sistema regolato da una sola variabile, la superficie di risposta è una linea (a seconda del valore della variabile, il sistema avrà una sua “risposta”).

Se si hanno due fattori, si ottiene invece una superficie tridimensionale, e così via. In un disegno sperimentale tutte le variabili che descrivono il sistema sono variate contemporaneamente, in modo sistematico. In questo modo non solo è possibile studiare il singolo effetto di ogni variabile, ma anche le interazioni tra le stesse.

Questo approccio sperimentale si differenzia da quello classico (OVAT: one variable at the time), che prevede di variare una variabile per volta, mantenendo le altre ferme. La metodica classica oltre ad essere enormemente

dispendiosa in termini di tempo rispetto a DoE non porterà mai ad una conoscenza completa del sistema, in quanto si perderà completamente l'informazione inerente le interazioni tra variabili sperimentali.

2) Dopo la realizzazione degli esperimenti progettati con il DoE e realizzati in laboratorio (prove di laboratorio), sarà effettuata la raccolta dei risultati e un'analisi preliminare dei dati. A questo livello si collocano le tecniche chemio metriche esplorative (es. PCA, clustering, classificazione, modellamento di classe, regressione multivariata). Queste tecniche si propongono di visualizzare l'informazione ottenuta dal set di dati; evidenziare anomalie ed errori; isolare gruppi di oggetti (prove sperimentali) e/o variabili simili; correlare le diversità tra gli esperimenti o tra gruppi di esperimenti con alcune variabili; selezionare le variabili più interessanti.



## Conclusioni

Come desunto dalla fase preliminare di caratterizzazione, sia i rifiuti organici derivati da attività di acquacoltura e di pesca, sia quelli raccolti da attività di molluschicoltura, sono stati ottenuti risultati soddisfacenti (soprattutto se la conservazione dello scarto avviene in maniera corretta), evidenziando che, dal punto di vista microbiologico, non si incontrano impedimenti ad un riutilizzo degli scarti così caratterizzati in campi diversi, quale per esempio quello mangimistico oltre che come fertilizzante.

Tra le destinazioni d'uso della biomassa ittica di scarto, questi sottoprodotti "ittici" rappresentano un'importante fonte potenziale di composti bioattivi, con importanti proprietà funzionali che potrebbero essere isolate e concentrate, conferendo loro un valore aggiunto nei mercati di fascia più alta, come ad esempio nutraceutici e cosmetici. In questo contesto, è stato proposto ed analizzato un possibile riutilizzo per l'ottenimento di molecole biologicamente attive, come il collagene, per il quale esiste un'elevata domanda di mercato, soprattutto per quello di provenienza marina.

Per ottenere composti naturali da queste fonti marine con tutti i requisiti utili alle richieste del mercato quali: buone proprietà organolettiche, nutrizionali, funzionali/salutistiche e possibilmente eco-compatibili, la selezione di metodi di estrazione adeguati risulta uno step fondamentale.

Lo studio effettuato sia della normativa vigente, sia dello stato dell'arte riguardante i metodi estrattivi applicabili ha messo in evidenza i seguenti fattori determinanti, da tenere in considerazione nell'analisi di fattibilità della filiera di riutilizzo alla quale ci si vuole rivolgere:

- Il Regolamento Comunitario **1380 del 2013** sulla riforma della Politica Comune della Pesca, all'Articolo 15, prevede **l'obbligo per i pescatori di sbarcare gli «scarti»** delle specie soggette a taglia minima (Reg. UE 1967/2006).
- Questi «scarti» **non potranno essere destinati al consumo umano** diretto, ma potranno essere destinati alla produzione di mangimi o prodotti affini, oppure dovranno essere smaltiti come rifiuti, **purché questi utilizzi non creino economia rilevante** per i pescatori.
- Secondo le dichiarazioni degli operatori, l'ottemperanza al nuovo regolamento comporterà un sicuro aggravio di lavoro a bordo stimato in un incremento medio del carico di lavoro di almeno 2 ore al giorno per assolvere alle operazioni aggiuntive di smistamento e stoccaggio degli scarti destinati ad essere sbarcati.
- Risulta quindi fondamentale essere in grado di **valorizzare lo SCARTO** per **compensare i costi** dovuti alla gestione del Regolamento e soprattutto risulta fondamentale **allestire sul territorio un sistema** che garantisca con continuità il **ritiro e lo stoccaggio** degli scarti facendo in modo che questo non si trasformi in **RIFIUTO**.
- La disamina dello stato dell'arte tecnologico si è rivolto principalmente ad innovative tecnologie estrattive "green" che costituiscono un'alternativa più efficiente in termini di migliore preservazione del prodotto di partenza, migliore qualità finale degli estratti, maggiore efficienza di estrazione, minimizzazione delle perdite di proprietà funzionali dei composti bioattivi estratti, proprietà tecnologiche e igienico-sanitarie più elevate dei prodotti ottenuti.

- Tra i diversi composti bioattivi estraibili, il collagene è stato scelto come obiettivo principale del progetto, per il quale esiste una forte domanda.
- Vi è una forte domanda nel settore alimentare per collagene e gelatina anche per le loro proprietà funzionali, quali la capacità di assorbire acqua, la capacità di formare gel e di stabilizzare le emulsioni e la provenienza marina risulta maggiormente apprezzata per diverse motivazioni.
- Esiste una metodologia generale per isolare il collagene dai sottoprodotti di pesce e da altre fonti marine, che prevede tre importanti passaggi: preparazione, estrazione e recupero.

Tali importanti deduzioni saranno fondamentali per procedere con lo studio sperimentale che metterà a confronto diverse metodologie di estrazione del collagene, a partire dallo stesso materiale organico di partenza, e ne valuterà anche gli impatti in termini ambientali ed energetici, con lo scopo di verificare sia la fattibilità dal punto di vista tecnico, sia dal punto di vista della sostenibilità ambientale dell'intero processo integrato individuato.

## Bibliografia

- [1] FAO. (2018). Food and Agriculture Organization of the United Nations. The state of world fisheries and aquaculture. Meeting the sustainable development goals. <http://www.fao.org/3/i9540en/I9540EN.pdf>. Accessed 29 May 2019.
- [2] Bruno, S. F.; Ekorong, F. J. A. A.; Karkal, S. S.; Cathrine, M. S. B.; Kudre, T. G. Green and Innovative Techniques for Recovery of Valuable Compounds from Seafood By-Products and Discards: A Review. *Trends in Food Science & Technology* 2019, 85, 10–22. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.12.004>.
- [3] Arason, S. et al. (2009). Maximum Resource Utilisation – Value Added Fish By-products. Nordic Innovation Centre, Oslo, Norway <http://www.divaportal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A707165&dsid=868>
- [4] Al Khawli, F.; Pateiro, M.; Domínguez, R.; Lorenzo, J. M.; Gullón, P.; Kousoulaki, K.; Ferrer, E.; Berrada, H.; Barba, F. J. Innovative Green Technologies of Intensification for Valorization of Seafood and Their By-Products. *Marine Drugs* 2019, 17 (12), 689. <https://doi.org/10.3390/md17120689>
- [5] Brooks MS, R. V. Fish Processing Wastes as a Potential Source of Proteins, Amino Acids and Oils: A Critical Review. *Microb Biochem Technol* 2013, 05 (04). <https://doi.org/10.4172/1948-5948.1000110>
- [6] Kim, S.-K.; Mendis, E. Bioactive compounds from marine processing byproducts—A review. *Food Res. Int.* 2006, 39, 383–393
- [7] Aspevik, T.; Oterhals, Å.; Rønning, S.B.; Altintzoglou, T.; Wubshet, S.G.; Gildberg, A.; Afseth, N.K.; Whitaker, R.D.; Diana Lindberg, D. Valorization of proteins from co- and by-products from the fish and meat industry. In *Chemistry and Chemical Technologies in Waste Valorization*; Springer: Cham, Switzerland, 2017; pp. 123–150
- [8] F. Chemat, G. Cravotto (Eds.), *Microwave-assisted extraction for bioactive compounds*, Springer US, Boston, MA (2013).
- [9] N. Rombaut, A.-S. Tixier, A. Bily, F. Chemat. Green extraction processes of natural products as tools for biorefinery. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 8 (4) (2014), pp. 530–544
- [10] Iñarra, B.; Bald, C.; Cebrián, M.; Antelo, L. T.; Franco-Uría, A.; Vázquez, J. A.; Pérez-Martín, R. I.; Zufía, J. What to Do with Unwanted Catches: Valorisation Options and Selection Strategies. In *The European Landing Obligation*; Uhlmann, S.S., Ulrich, C., Kennelly, S. J., Eds.; Springer International Publishing: Cham, 2019; pp. 333–359. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-03308-8\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-030-03308-8_17)
- [11] Silva, T.; Moreira-Silva, J.; Marques, A.; Domingues, A.; Bayon, Y.; Reis, R. Marine Origin Collagens and Its Potential Applications. *Marine Drugs* 2014, 12 (12), 5881–5901. <https://doi.org/10.3390/md12125881>.
- [12] Sadowska, M.; Kolodziejaska, I.; Niecikowska, C. Isolation of collagen from the skins of Baltic cod (*Gadus morhua*). *Food Chem.* 2003, 81, 257–262
- [13] Venkatesan, J.; Anil, S.; Kim, S.-K.; Shim, M. Marine Fish Proteins and Peptides for Cosmeceuticals: A Review. *Marine Drugs* 2017, 15 (5), 143. <https://doi.org/10.3390/md15050143>.
- [14] Pal, G. K.; Suresh, P. V. Sustainable Valorisation of Seafood By-Products: Recovery of Collagen and Development of Collagen-Based Novel Functional Food Ingredients. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 2016, 37, 201–215. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2016.03.015>.

- [15] Kim, H. K., Kim, Y. H., Kim, Y. J., Park, H. J., & Lee, N. H. (2012). Effects of ultrasonic treatment on collagen extraction from skins of the sea bass *Lateolabrax japonicus*. *Fisheries Science*, 78(2), 485–490
- [16] Regenstein, J. M., & Zhou, P. (2007). Collagen and gelatin from marine byproducts. In F. Shahidi (Ed.), *Maximising the value of marine by-products* (pp. 279–303). Woodhead Publishing Limited: Cambridge England: CRC Press.
- [17] Gómez-Guillén, M. C.; Giménez, B.; Montero, P. Extraction of Gelatin from Fish Skins by High Pressure Treatment. *Food Hydrocolloids* 2005, 19 (5), 923–928. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2004.12.011>.