MIPAAF - PROGRAMMA NAZIONALE TRIENNALE DELLA PESCA E DELL'ACQUACOLTURA 2017-2019, PROROGATO AL 2021

ANNUALITA' 2021

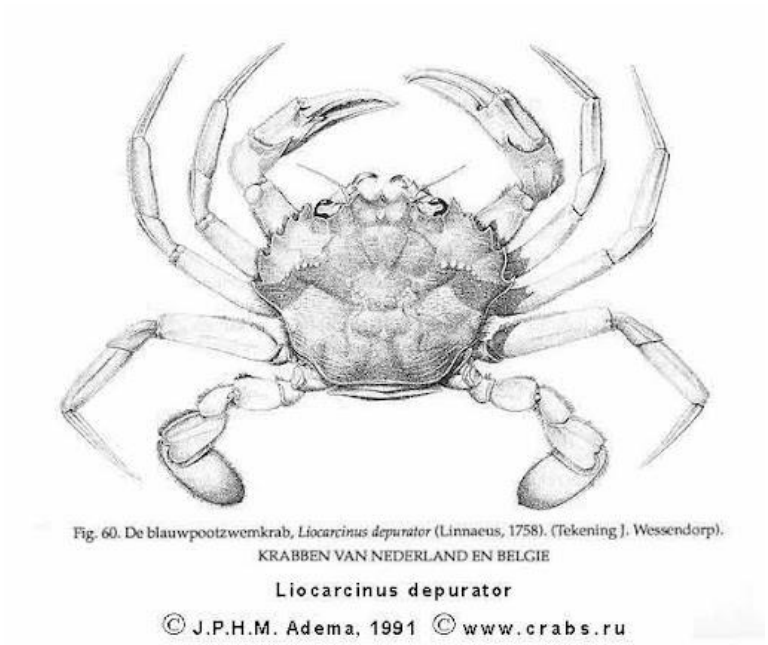
OTTIMIZZAZIONE E VALORIZZAZIONE DEGLI SCARTI DELLA PESCA A STRASCICO COSTITUITI DA GRANCHI DI SABBIA

RELAZIONE FINALE

Contratto per l'affidamento di servizi di consulenza tecnico-scientifica codice CIG ze83243892

LOTTO A

IZSAM G.CAPORALE
TERAMO



A cura di:

Carla Giansante

Valeria Melai

Sandro Pelini

Federica Di Giacinto

Alessandra Fraticelli

Fausta Roselli

Nicola Ferri

PREMESSA

Lo sviluppo sostenibile della pesca, oltre all'adozione di una strategia finalizzata alla rapida ricostituzione delle risorse ittiche, prevede l'adozione di modelli gestionali che contengano elementi innovativi rispetto a quelli finora esistenti. L'innovazione nel settore ittico si traduce anche nell'ottimizzazione del prelievo delle risorse e una riduzione degli scarti e dei rigetti in mare.

Le limitazioni imposte per la tutela degli stock ittici, che impattano sul numero di giornate di pesca, generano diminuzione di reddito di settore che può essere compensato con un miglioramento della gestione delle risorse prelevate ed un ripensamento degli "exploitation patterns", valorizzando risorse che attualmente sono considerate scarti.

In tale contesto la Strategia di Sviluppo Locale del FLAG Costa Blu è indirizzata a mantenere la prosperità economica e sociale nella zona costiera della Provincia di Teramo aggiungendo valore ai prodotti della pesca e dell'acquacoltura e a preservare e incrementare l'occupazione nelle zone di pesca sostenendo la diversificazione e promuovendo la qualità dell'ambiente costiero.

Alla luce delle suddette considerazioni, il FLAG Costa Blu Scarl, nell'ambito del Programma Nazionale Triennale Pesca e Acquacoltura 2017-2019, Annualità 2021 (cofinanziato dal MIPAAF), ha voluto proporre un progetto, nell'ambito dell'Obiettivo 5.1 - Sviluppo sostenibile della pesca, dal titolo "Ottimizzazione e valorizzazione degli scarti della pesca a strascico costituiti da granchi di sabbia".

Il progetto ha l'obiettivo di valorizzare una risorsa ittica (granchi di sabbia), di scarso valore di mercato per il consumo umano, utilizzandola in altre filiere produttive, per la creazione di sottoprodotti ad alto valore aggiunto. I granchi a cui si fa riferimento sono pescati abitualmente dalle imbarcazioni che effettuano la pesca a strascico costiera (3-9 miglia dalla costa), specialmente nel periodo estivo. Questa risorsa ittica, non avendo un valore di mercato significativo, usualmente è rigettata in mare.

Questo progetto ha l'obiettivo di valutare tutti gli aspetti operativi, logistici, tecnici e normativi utili per utilizzare e valorizzare una risorsa attualmente definita come scarto e per definire attività settoriali in grado sfruttarne le caratteristiche. Infatti, con processi industriali ben conosciuti, dai Crostacei si estraggono molecole quali la chitina ed il chitosano che hanno una moltitudine di applicazioni in vari settori.

La chitina (componente primario delle pareti cellulari negli esoscheletri degli Artropodi, Insetti e Crostacei) ed il chitosano (estratto dalla chitina) sono molecole utilizzate in molti processi industriali. Il chitosano ha una serie di usi biomedici, ma può anche essere utilizzato in agricoltura per il trattamento delle sementi e come biopesticida; in vinificazione è utilizzato come chiarificante; in medicina è utilizzato nella creazione di bendaggi per ridurre il sanguinamento e come agente antibatterico, ma è anche impiegato per aiutare l'assorbimento di farmaci attraverso la pelle. Nell'industria alimentare queste molecole sono usate come antiossidanti, emulsionanti, componente per pellicole edibili/coating, flocculanti e chiarificanti, conservanti alimentari. In altri settori tali molecole sono usate come additivi stabilizzanti dei colori, per l'incapsulamento di composti bioattivi (vitamine, minerali, enzimi) oppure possono essere utilizzati in acquacoltura per la rimozione di composti organici e inorganici dalle acque reflue o come immunostimolanti per la protezione contro le malattie batteriche nei pesci.

Attualmente la materia prima destinata alla produzione di chitina/chitosano proviene esclusivamente da Crostacei importati da paesi esteri, in particolar modo asiatici. Ciò determina una dipendenza commerciale che contribuisce ad incrementare il valore di mercato.

Il progetto, quindi, vuole verificare la possibilità di creare una nuova opportunità di diversificazione all'interno delle attività legate alla pesca mediante l'utilizzo degli scarti. Il pescatore, in questo contesto, senza modificare le modalità di pesca, acquisisce un ulteriore entrata economica, evitando i rigetti in mare ed offrendo l'opportunità della creazione di una filiera di virtuosa di produzione della chitina/chitosano anche a livello regionale.

Il progetto è stato incentrato sui seguenti obiettivi:

1) Individuazione delle principali specie di crostacei reperibili (granchi) nelle attività di pesca a strascico e valutazione delle operazioni di cernita a bordo;

2) Analisi ed identificazione delle modalità di trattamento e stoccaggio dei granchi dal momento del prelevamento in mare della risorsa fino allo sbarco e trattamento;

3) Valutazione dei quantitativi ottenibili dalle normali operazioni di pesca e aree di maggiore presenza della risorsa (GIS), con mappatura della risorsa;

4) Analisi e identificazione dei principali aspetti legati alla commercializzazione della risorsa intesa come sottoprodotto non destinato al consumo umano (analisi della legislazione e dei regolamenti applicabili).

5) Prove di laboratorio per l'estrazione della chitina/chitosano dai granchi e caratterizzazione del prodotto ottenuto e valutazione della eventuale contaminazione da metalli pesanti e altri inquinanti;

6) Individuazione delle aziende delle potenziali filiere (nutraceutica, cantine ecc.) interessate ad utilizzare i prodotti, incoraggiando la cooperazione tra le aziende di estrazione (trasformazione) e di utilizzazione;

7) Redazione di un'analisi economico finanziaria per lo sfruttamento dell'opportunità di business individuata, con ipotesi di definizione di una filiera per lo sfruttamento della risorsa ad oggi considerata scarto;

8) Attività trasversali.

Entrando più nel dettaglio, sono previste le seguenti attività:

1.a) Individuazione dell'areale di pesca più adeguato allo scopo e caratterizzazione delle specie utilizzabili nelle attività di pesca a strascico

1.b) Analisi attività di cernita a bordo e creazione istruzioni operative

2) Analisi ed identificazione delle modalità di trattamento e stoccaggio dei granchi dal momento del prelevamento in mare della risorsa fino allo sbarco e trattamento

3.a) Valutazione dei quantitativi ottenibili dalle normali operazioni di pesca e aree di maggiore presenza della risorsa (GIS), con mappatura

3.b) Reperimento dati sulla distribuzione e ottenimento prodotto tramite imbarcazione da pesca a strascico e relativo monitoraggio dati

4) Analisi e identificazione dei principali aspetti legati alla commercializzazione della risorsa intesa come sottoprodotto non destinato al consumo umano (analisi della legislazione e dei regolamenti applicabili)

5.a) Test di laboratorio per l'estrazione della chitina/chitosano dai granchi, caratterizzazione del prodotto ottenuto e valutazione delle percentuali ottenibili dalle varie specie

5.b) Analisi chimiche sul prodotto per valutazione contaminazione da metalli pesanti e altri inquinanti

6) Individuazione delle aziende delle potenziali filiere (nutraceutica, cantine ecc.) interessate ad utilizzare i prodotti, incoraggiando la cooperazione tra le aziende di estrazione (trasformazione) e di utilizzazione

7) Redazione di un'analisi economico-finanziaria per lo sfruttamento dell'opportunità di business individuata, con ipotesi di definizione di una filiera per lo sfruttamento della risorsa ad oggi considerata scarto

8) Attività di animazione, comunicazione e convegno finale.

In tale ambito, avendo necessità di avvalersi della consulenza tecnico-scientifica di operatori qualificati per la realizzazione di alcune fasi del progetto, il FLAG Costa Blu Scarl, ha attuato una valutazione di preventivi concorrenti al fine di affidare il servizio in oggetto all'operatore che ha prodotto il miglior preventivo, una volta finanziato il progetto da MIPAAF. Pertanto, IZSAM ha provveduto a inviare una proposta per il progetto di "Ottimizzazione e valorizzazione degli scarti della pesca a strascico costituiti da granchi di sabbia", Lotto A, per le fasi 1.a, 3.a, 5.

Per la pesca a strascico è stata utilizzata l'unità da pesca Rossella 4PC638, 20 GT, 14,85 m di lunghezza fuori tutto autorizzata ad esercitare la pesca costiera ravvicinata con rete a strascico a divergenti.

INTRODUZIONE

Il Mar Adriatico centro-settentrionale è uno dei bacini più sovrasfruttati dalle attività di pesca del Mar Mediterraneo e stenta a mantenere la sua preziosa biodiversità a causa degli elevati tassi di rigetto (dal 5% al 44% del totale della biomassa pescata) e della cattura di esemplari di specie commerciali al di sotto della taglia minima stabilita.

La cattura involontaria di specie non-target, le cosiddette catture accessorie o bycatch, che si verificano durante le operazioni di pesca è ancora una delle principali fonti di mortalità di origine antropica che ostacola la sopravvivenza delle specie marine.

Gran parte dell'industria della pesca si rivolge a specie specifiche per la cattura, ma altri animali rimangono agganciati o intrappolati perché attratti dall'esca o semplicemente perchè non sono in grado di evitare la cattura o l'intrappolamento negli attrezzi da pesca. Nonostante alcune soluzioni proposte, le catture accessorie sono ancora un problema diffuso in tutte le attività di pesca e in tutti i mari, senza risparmiare alcun gruppo di animali, dai delicati coralli alle balene. Si potrebbe pensare che le catture accessorie siano una conseguenza accettabile della fornitura al mondo di prodotti ittici. Gli animali scartati spesso muoiono e non possono riprodursi. Tuttavia, troppo spesso la scala della mortalità è così alta da minacciare la sopravvivenza stessa delle specie e dei loro ambienti. Ogni anno sono catturati accidentalmente almeno 7,3 milioni di tonnellate di vita marina. In alcune attività di pesca, la percentuale di catture accessorie supera di gran lunga la quantità di catture-target, cosa che ha portato alla riduzione di numerose specie. Le catture accessorie mettono a dura

prova anche i pescatori poiché possono danneggiare gli attrezzi da pesca, far diminuire le catture-target e, per il loro impatto, determinare restrizioni e divieti che possono mettere a repentaglio la loro sopravvivenza economica.

La sfida è identificare le soluzioni più pratiche in collaborazione con l'industria della pesca.

La cattura accidentale di grandi cetacei, di tartarughe e di squali è molto efficace per sensibilizzare l'opinione pubblica sul *bycatch*, però bisogna considerare che la pesca minaccia specie animali meno appariscenti, di dimensioni inferiori, la cui scomparsa può influire sugli equilibri dell'ecosistema marino. Quindi il *bycatch* rappresenta un problema sia ecologico sia economico.

L'"economia blu" fornisce molte risorse, ma mette anche a rischio gli ecosistemi marini e la bodiversità.

Individuare le modalità per la riduzione e l'utilizzo eco-sostenibile del *bycatch* è possibile grazie alla reintroduzione degli scarti nel processo alimentare. Gli effetti economici attesi sono in linea con i principi della Blue Economy, diretta a garantire una più elevata occupazione e opportunità economica nel settore della pesca. Il reimpiego degli scarti del pescato, secondo una strategia di economia circolare e di uso sostenibile delle risorse, può contribuire a valorizzazione l'effettiva capacità produttiva del mare.

Per raggiungere il suddetto obiettivo è necessario individuare i mercati potenziali per tutti i prodotti che possono essere ottenuti dal riutilizzo del *bycatch*, secondo un'ottica in cui la pesca su piccola scala o artigianale non è solo mera fornitrice del prodotto ittico ai consumatori finali, ma anche partner dell'intera *supply chain* di imprese che lo utilizzano anche per scopi non alimentari come prodotto finito, semilavorato o componente chimico.

I principali utilizzi delle catture accessorie possono essere così sintetizzati:

- Produzione di farina di pesce, olio e insilati considerando che il *bycatch* già contribuisce per il 33% alla produzione della farina di pesce prodotta nell'UE e per il 17% a livello globale
- Produzione di fertilizzanti agricoli e mangimi per l'acquacoltura
- Estrazione di chitosano, un polimero derivato della chitina, presente nell'esoscheletro dei Crostacei con una percentuale media di circa il 22%.

La cattura di granchi di fondale con la pesca a strascico, così come viene praticata, è inevitabile se si lavora sui lori areali. In alcuni casi, per evitare lo spreco, se il mercato lo richiede, sono venduti a 5-6 euro/kg e qualche pescatore, in questo modo, aggiunge un po' di guadagno alla giornata di pesca. Il reddito però potrebbe aumentare se questi Crostacei fossero venduti all'industria per la produzione del chitosano e della chitina, innescando una filiera virtuosa che riduce gli sprechi del rigetto di animali morti.

1.a) INDIVIDUAZIONE DELL'AREALE DI PESCA PIÙ ADEGUATO ALLO SCOPO E CARATTERIZZAZIONE DELLE SPECIE UTILIZZABILI NELLE ATTIVITÀ DI PESCA A STRASCICO

Per catturare una quantità adeguata di granchi di sabbia da cui estrarre la chitina ed il chitosano è stata utilizzata l'unità da pesca Rossella 4PC638, 20 GT, di lunghezza fuori tutto pari a 14,85 m, autorizzata ad esercitare la pesca costiera ravvicinata con rete a strascico a divergenti.

Per la raccolta dei granchi sono state utilizzate tre uscite effettuate dalla suddetta unità da pesca nell'area di mare abituale, nei mesi di luglio e agosto 2021, raccomandando al comandante di riportare in apposito logbook le coordinate geografiche di ciascuna calata e salpata delle reti e di incassettare tutti i granchi pescati.

Per ciascuna uscita si riporta di seguito il numero e la localizzazione delle cale e delle salpate (Tabella 1)

Tabella 1 . Ubicazione delle cale effettuate con l'unità da pesca a strascico.

	Coordinate geografiche	
	Calata	Salpata
1° calata	42° 44, 596' 14° 08,671'	42° 54,136' 14° 06,418'
2° calata	42° 53, 276' 14° 07, 644'	42° 44. 514' 14° 11, 736'
3° calata	42° 46, 904' 14° 09,547'	42° 54,422' 14° 07, 144'

	Coordinate geografiche	
	Calata	Salpata
1° calata	42° 53,721' 14° 05,889'	42° 46, 210' 14° 08,902
2° calata	42 45 851 14 08 610	42 51 187 14 07 043

	Coordinate geografiche	
	Calata	Salpata
1° calata	42°45, 807' 14° 08,727'	42°53,928' 14°05,548'
2° calata	42°53,571' 14° 05,691'	42° 47,169' 14° 10,838'

Nella prima uscita per ciascuna cala sono stati recuperati all'incirca 12 kg di granchi appartenenti tutti alla specie *Liocarcinus depurator* (Linnaeus, 1758), per un totale di 36 kg in tre cale.

Nella seconda uscita per ciascuna cala sono state recuperati all'incirca 20 kg di granchi appartenenti tutti alla specie *Liocarcinus depurator* (Linnaeus, 1758) per un totale di 40 kg in due cale.

Nella terza uscita per ciascuna cala sono state recuperati all'incirca 20 kg di granchi appartenenti tutti alla specie *Liocarcinus depurator* (Linnaeus, 1758) per un totale di 40 kg in due cale.

Sistematica e Biologia di *Liocarcinus depurator* (Linnaeus, 1758), ARTROPODA - CRUSTACEA

I Crostacei sono Artropodi prevalentemente marini, generalmente con respirazione branchiale, di regola provvisti di appendici bifide e di due paia di antenne sul capo. Spesso è presente un carapace bivalve o uno scudo (carapace) dorsale. Nelle forme adulte le appendici possono essere più o meno articolate e la funzione delle branchie vere e proprie (rami esterni alle appendici toraciche) può essere svolta anche dalle appendici addominali. Nelle specie più piccole è presente la respirazione cutanea. Molte specie si sono adattate a vivere nelle acque dolci, altre si spostano verso la terraferma, poche sono esclusivamente terrestri.

I Malacostraca sono Crostacei di grandi dimensioni provvisti di n. 8 segmenti toracici e da n. 6 segmenti addominali (raramente n. 7 talvolta completamente ridotti). Tutti i segmenti recano di regola appendici pari addominali (pleopodi), cosa che contraddistingue i Malacostraca dalle altre sottoclassi di Crostacei.

I Decapoda sono Malacostraca robusti provvisti di un grande scudo dorsale (carapace) che in genere non lascia libero alcun segmento toracico. Comprendono esemplari molto differenti tra loro: forme dall'addome allungato, come gamberi o astici, dall'addome trasformato, come i paguri, con l'addome ripiegato sotto il carapace, come i granchi. Si conoscono più di 10.000 specie, delle quali 324 vivono nel Mar Mediterraneo.

La maggior parte dei Decapodi è bentonica, le larve sono pelagiche. La crescita avviene tramite mute, i sessi sono separati, la fecondazione avviene tramite trasmissione di una spermatofora in una femmina che abbia da poco subito una muta. Sono prevalentemente onnivori, ma alcune specie si nutrono di alghe e altre sono predatrici (in queste ultime si distinguono due tipi di chele: una per tagliare e una per spezzare gli animali provvisti di conchiglia). Ripuliscono dalle carogne le aree dove vivono e, di conseguenza, rivestono una particolare importanza biologica.

Lo sviluppo è complesso ed è caratterizzato da più stadi planctonici.

Figura 1. *Liocarcinus depurator* (Linnaeus, 1758)

Tabella 2. Definizione sistematica di Liocarcinus depurator (Linnaeus, 1758)
https://obis.org/taxon/107387

Regno	ANIMALIA
Phylum	Arthropoda
Subphylum	Crustacea
Superclasse	Multicrustacea
Classe	Malacostraca
Sottoclasse	Eumalacostraca
Superordine	Eucarida
Ordine	Decapoda
Sottordine	Pleocyemata
Infraordine	Brachyura
Sezione	Eubrachyura
Sottosezione	Heterotremata
Superfamilia	Portunoidea
Familia	Polybiidae
Genere	*Liocarcinus*
Specie	*Liocarcinus depurator*

Il granchio *Liocarcinus depurato*r (Linnaeus, 1758) è una delle specie dominanti dei fondali fangosi della piattaforma continentale mediterranea. Possiede un carapace più largo che lungo, che può arrivare a circa 51 mm di larghezza e 40 mm di lunghezza. E' chiamato granchio depuratore o granchio di porto o granchio nuotatore della sabbia ed è una specie distribuita nel Mare del Nord, nell'Oceano Atlantico, nel Mar Mediterraneo e nel Mar Nero. Può essere facilmente identificato per la presenza di due linee curve, costitute da punti bianchi, sulla parte anteriore carapace e dal colore violetto della pinna del quinto arto (pereopode) del carapace (Figura 2).

Figura 2. Pinna del pereopode

Il resto del corpo è marrone rossastro pallido con file di peli trasversali sul carapace, più cospicui verso la parte posteriore.

Le femmine, in questa specie, nel Mar Mediterraneo, raggiungono la maturità sessuale entro il primo anno di età e il periodo riproduttivo si manifesta durante la stagione invernale. I maschi sono sessualmente maturi durante tutto l'anno. Sono animali predatori e anche necrofagi, possono sfruttare un'ampia gamma di prodotti alimentari tra cui alghe, spugne e molti piccoli invertebrati, possono essere considerati onnivori, tuttavia sono tipicamente "spazzini" e "carnivori". Freire et al. (1996) suggeriscono che l'elevata diversità degli alimenti nella dieta di *Liocarcinus depurator* è dovuta alla struttura funzionale versatile dei chelipedi. Comunque Policheti, Crostacei, Molluschi, Ofiuroidi e Pesci costituiscono la maggior parte della dieta (Freire, 1996). Sono demersali e prediligono un fondale fango-sabbioso da 5 a 300 m di profondità. La specie è edibile, catturata come by-catch dallo strascico, e frequentemente si trova nei mercati del pesce dei Paesi mediterranei.

Figura 3. Granchi depuratori posti alla vendita

Il numero di uova portate dalle femmine nel Mediterraneo nord occidentale varia da circa 30.000 a 230.000, aumentando nettamente con la taglia della femmina. Nel Mar Ligure è stato stimato un massimo di 140.000 uova per le femmine più grandi. Le femmine sono principalmente attiva di notte prima della muta, durante e dopo praticamente non si alimentano (gli stomaci sono stati riscontrati vuoti), poi ricominciano ad alimentarsi per indurire il carapace.

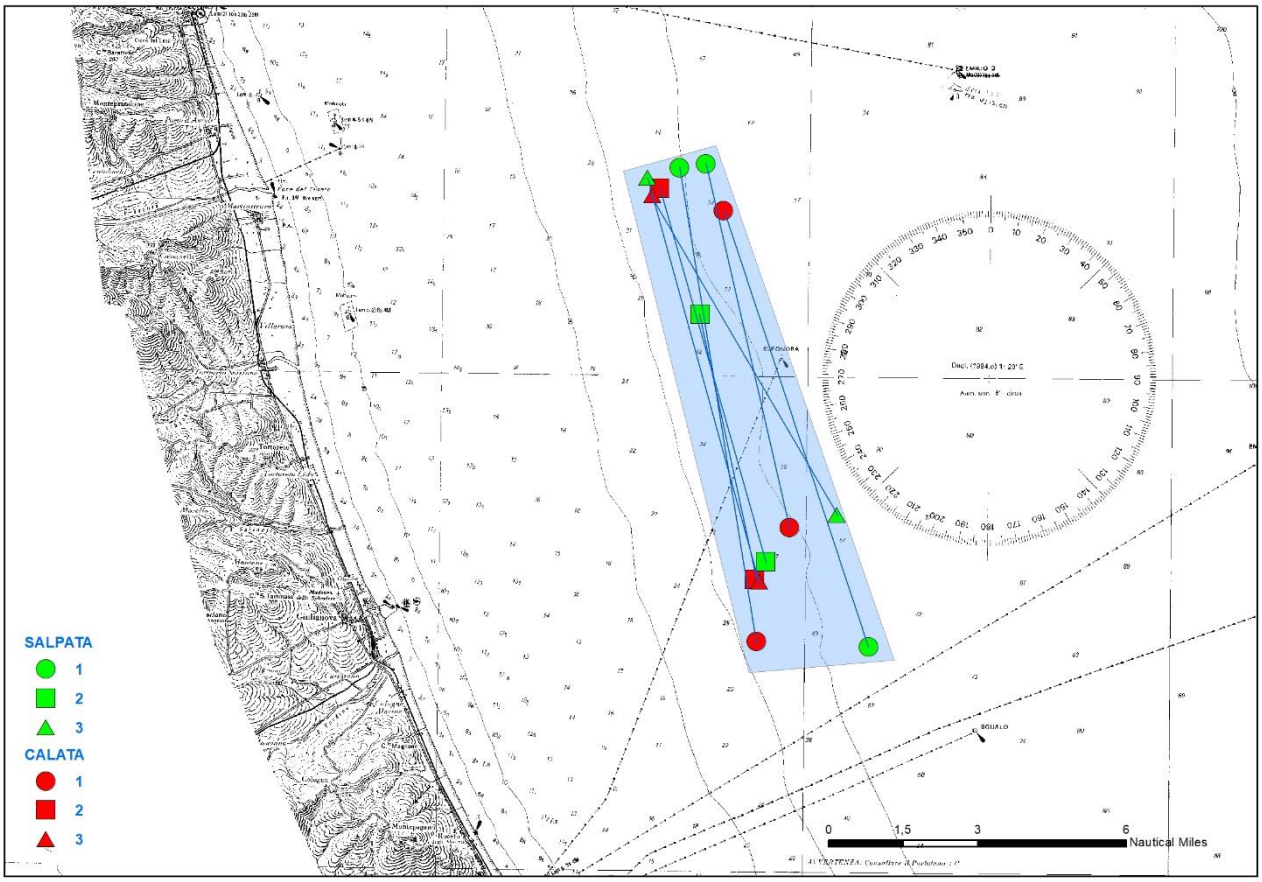
E' una delle specie bycatch più importanti della pesca demersale del Mar Mediterraneo.

3.a) VALUTAZIONE DEI QUANTITATIVI OTTENIBILI DALLE NORMALI OPERAZIONI DI PESCA E AREE DI MAGGIORE PRESENZA DELLA RISORSA (GIS), CON MAPPATURA

Per definire le aree con maggiore presenza di granchi utilizzabili per l'estrazione di chitina e chitosano sono stati interpellati alcuni pescatori della piccola pesca, concordi nel definire una fascia di mare con profondità del fondale compresa tra 40 e 60 metri.

Proprio su questa fascia sono state effettuate le cale da parte dell'unità da pesca Rossella 4PC638 (Figura 4) che in tre uscite, con 7 cale in totale, ha sbarcato 116 kg di granchi, a dimostrazione che le informazioni ricevute dai pescatori erano esatte.
Da segnalare che è stata riscontrata la presenza di un'unica specie di granchio (*Liocarcinus depurator* (Linnaeus, 1758).

Figura 4. Tracciati delle calate e delle salpate e individuazione dell'areale con maggiore densità di popolazione di *Liocarcinus depurator*



5.b) RILEVAZIONI BIOMETRICHE E ANALISI CHIMICHE SUL PRODOTTO PER VALUTAZIONE CONTAMINAZIONE DA METALLI PESANTI E ALTRI INQUINANTI

Per ciascuna uscita è stata utilizzata un'aliquota di campione per le seguenti analisi:

1. Rilevazioni biometriche su n. 100 esemplari per uscita
2. Analisi chimiche: Piombo, Cadmio, Mercurio, Tallio, Vanadio, Cromo, Cobalto, Nichel, Arsenico. Molibdeno e Terre Rare

1. Rilevazioni biometriche su n. 100 esemplari per uscita

Di seguito si riportano le rilevazioni biometriche (altezza, lunghezza e peso) effettuate su un'aliquota di n. 100 esemplari per ciascuna uscita (Grafico n. 1, n. 2, n. 3)

Grafico 1. Rilevazioni biometriche 1° uscita

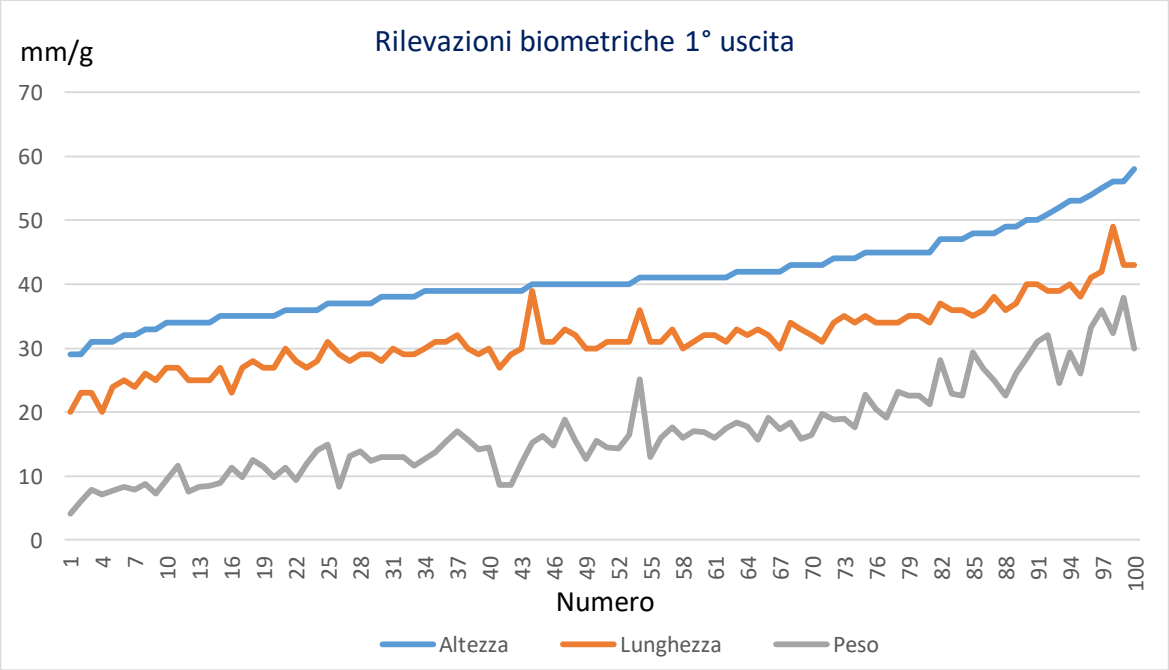


Grafico 2. Rilevazioni biometriche 2° uscita

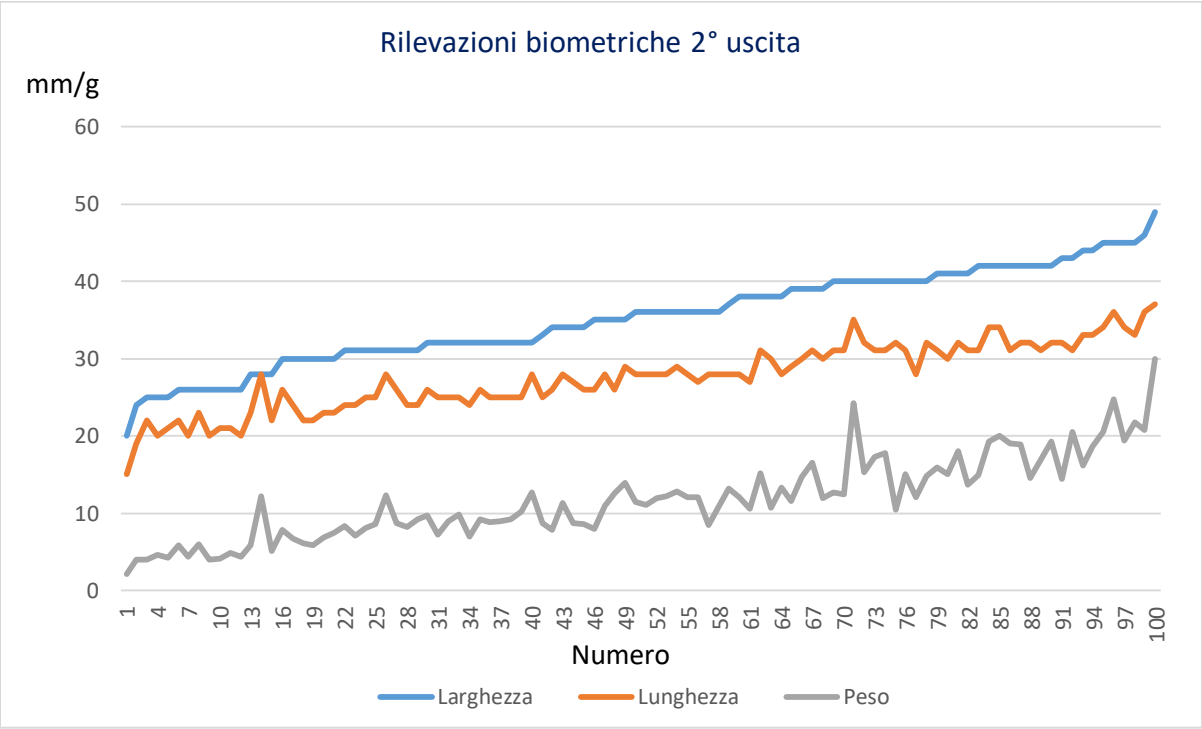
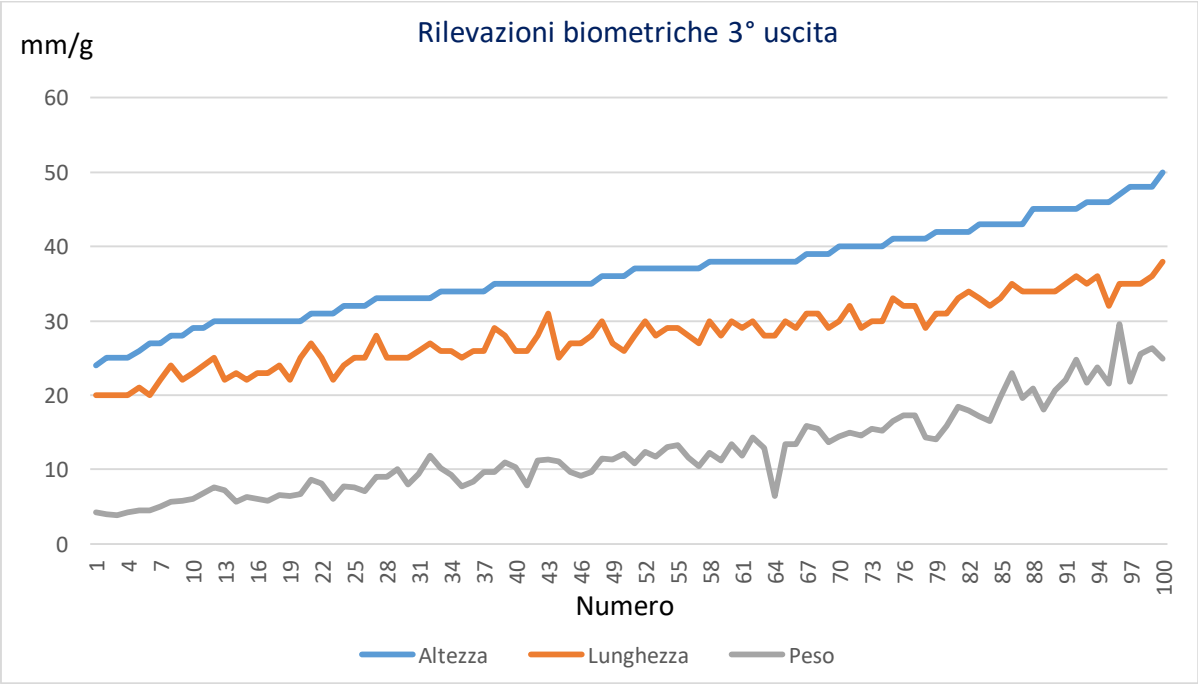


Grafico 3. Rilevazioni biometriche 3° uscita



Prendendo come riferimento l'altezza (larghezza) del carapace, gli esemplari esaminati hanno mostrato un range da 20 a 58 mm, per la larghezza da 15 a 43 mm, per il peso da 2,15 a 37,95 g.

Gli esemplari di taglia maggiore sono stati catturati durante la prima uscita, gli esemplari di taglia minore invece durante la seconda uscita, come mostrano le medie riportate in Tabella 3.

Tabella 3. Media delle rilevazioni biometriche per ciascuna uscita

	ALTEZZA MEDIA mm	LUNGHEZZA MEDIA mm	PESO MEDIA g
1° USCITA	16,86	41,01	31,57
2° USCITA	11,74	35,30	27,55
3° USCITA	12,38	36,47	28,16

2. Analisi chimiche: Piombo, Cadmio, Mercurio, Tallio, Vanadio, Cromo, Cobalto, Nichel, Arsenico, Molibdeno e Terre Rare

I campioni oggetto di studio, sono stati sottoposti all'analisi della componente inorganica che ha previsto la determinazione quantitativa di 26 elementi fra cui metalli di forte interesse tossicologico (Piombo (Pb), Cadmio (Cd), Tallio (Tl), Arsenico totale (As), Mercurio (Hg)), Oligoelementi (Cobalto (Co), Selenio (Se)), elementi del gruppo delle Terre Rare (Lantanio (La), Cerio (Ce), Praseodimio (Pr), Neodimio (Nd), Samario (Sm), Europio (Eu), Gadolinio (Gd), Terbio (Tb), Disprosio (Dy), Olmio (Ho), Erbio (Er), Tulio (Tm), Itterbio (Yb), Lutezio (Lu)) ed altri elementi come Ittrio (Y), Cromo (Cr), Vanadio (V), Molibdeno (Mo), Nichel (Ni)).
I campioni di granchio intero e di chitosina, sono stati omogeneizzati e sottoposti a mineralizzazione, ossia è stata utilizzata la procedura che prevede la distruzione della matrice organica del campione mediante digestione con sistema combinato di microonde, alta temperatura e pressione, previo trattamento con acido nitrico e acqua ossigenata secondo il metodo normato UNI EN 13805:2014.
L'analisi strumentale delle soluzioni mineralizzate è stata effettuata mediante lo spettrometro di massa con plasma ad accoppiamento induttivo Q-ICP-MS Icap RQ (Thermo Fisher Scientific, Waltham, Massachusetts, Stati Uniti), estendendo il campo di applicazione del metodo normato UNI EN 15763:2010 a tutti gli elementi oggetto di indagine.

Si riportano in Tabella 4 i risultati delle analisi chimiche per la determinazione di Piombo, Cadmio, Mercurio, Tallio, Vanadio, Cromo, Cobalto, Nichel, Arsenico e Molibdeno su n. 3 campioni prelevati nelle n. 3 uscite e su n. 4 campioni sul totale di chitosano estratto.

Tabella 4. Risultati delle analisi chimiche (metalli) sui granchi e sul chitosano

	PIOMBO	CADMIO	MERCURIO	TALLIO	VANADIO
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
GRANCHI INTERI 1	0,064	0,032	0,050	NQ<0.0025	0,30
GRANCHI INTERI 2	0,069	0,047	0,028	NQ<0.0025	0,45
GRANCHI INTERI 3	0,050	0,093	0,037	NQ<0.0025	0,30
CHITOSANO C1	0,063	0,0056	NQ<0.010	NQ<0.0025	0,035
CHITOSANO C2	0,044	0,0011	NQ<0.010	NQ<0.0025	NQ<0.010
CHITOSANO C3	0,040	0,0020	NQ<0.010	NQ<0.0025	NQ<0.010
CHITOSANO C4	0,051	0,0076	NQ<0.010	NQ<0.0025	0,027

	CROMO	COBALTO	NICHEL	ARSENICO	MOLIBDENO
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
GRANCHI INTERI 1	0,27	0,35	0,27	21,71	0,081
GRANCHI INTERI 2	0,26	0,48	0,49	13,51	0,18
GRANCHI INTERI 3	0,17	0,52	0,33	13,53	0,12
CHITOSANO C1	0,62	0,017	0,63	0,014	0,17
CHITOSANO C2	0,48	0,0043	0,23	NQ<0.0050	0,048
CHITOSANO C3	1,4	0,0062	0,60	0,012	0,030
CHITOSANO C4	3,36	0,032	1,4	0,014	0,085

Tutti i valori ottenuti sono inferiori ai valori-limite per i Crostacei previsti dal Regolamento (CE) n. 1881/2006 della Commissione, del 19 dicembre 2006 , che definisce i tenori massimi di alcuni contaminanti nei prodotti alimentari.

Tabella 5. Valori limite per i Crostacei

	Cadmio (µg/kg)	Mercurio (µg/kg)	Piombo (µg/kg)
Tenori massimi consentiti	0,50	0,50	0,50

Oltre ai metalli, sono ricercati per l'idoneità al consumo degli alimenti, è stata effettuata la ricerca delle cosiddette Terre Rare, un gruppo di diciassette elementi chimici nella tavola periodica, dal Lantanio (La), con numero atomico 57, al Lutezio (Lu), con numero atomico 71.

Il nome terre rare è un termine improprio. Almeno sedici dei diciassette elementi costituenti il gruppo non sono così rari come suggerisce il nome. Furono denominate "terre" poiché la maggior parte fu identificata durante il XVIII e il XIX secolo, quando si soleva dare questo nome ai minerali che non potevano essere modificati dalle fonti di calore, e "rare" perché in confronto con altre terre, tipo la calce o la magnesia, erano relativamente meno abbondanti.

Non ancora sono stati stabiliti valori-limite per questi elementi negli alimenti e non si conoscono ancora se e come possono essere tossici, ma hanno una grande importanza economica come materia prima essenziale per realizzare prodotti di alta tecnologia.

In Tabella 6 si riportano i risultati delle analisi chimiche effettuate sui suddetti elementi.

Tabella 6. Risultati delle analisi chimiche (Terre rare) sui granchi e sul chitosano
(NQ= Non Quantificabile)

	ITTRIO	LANTANIO	CERIO	PRASEODIMIO	NEODIMIO
	microg/kg	microg/kg	microg/kg	microg/kg	microg/kg
GRANCHI INTERI 1	46	42	79	9,4	38
GRANCHI INTERI 2	49	56	109	13	50
GRANCHI INTERI 3	36	38	73	8,5	33
CHITOSANO C1	28	26	47	8,8	21
CHITOSANO C2	14	8,5	17	3,1	9,1
CHITOSANO C3	20	16	26	7,8	13
CHITOSANO C4	27	26	33	4,2	13

	SAMARIO	EUROPIO	GADOLINIO	TERBIO	DISPROSIO
	microg/kg	microg/kg	microg/kg	microg/kg	microg/kg
GRANCHI INTERI 1	8,3	2,6	8,7	1,1	5,7
GRANCHI INTERI 2	11	2,6	11	1,5	7,2
GRANCHI INTERI 3	7,1	2,3	7,4	1,0	4,7
CHITOSANO C1	4,3	2,9	5,4	0,69	3,6
CHITOSANO C2	2,5	0,82	3,0	0,42	2,2
CHITOSANO C3	3,5	1,3	4,7	0,61	3,1
CHITOSANO C4	2,7	2,8	3,4	0,40	2,1

	OLMIO	ERBIO	TULIO	ITTERBIO	LUTEZIO
	microg/kg	microg/kg	microg/kg	microg/kg	microg/kg
GRANCHI INTERI 1	1,0	2,7	0,32	1,9	0,28
GRANCHI INTERI 2	1,3	3,6	0,44	2,7	0,36
GRANCHI INTERI 3	0,84	2,3	0,28	1,6	NQ<0.25
CHITOSANO C1	0,72	1,8	0,22	1,2	NQ<0.25
CHITOSANO C2	0,40	1,1	0,11	0,62	NQ<0.25
CHITOSANO C3	0,58	1,4	0,17	0,80	NQ<0.25
CHITOSANO C4	0,41	1,3	0,12	0,67	NQ<0.25

CONCLUSIONI

I risultati del progetto mostrano che la pesca a strascico,nelle aree evidenziate nella Figura 5 e sperimentate in questo progetto, può offrire una quantità di granchi appartenenti alla specie *Liocarcinus depurato*r (Linnaeus, 1758) tale da incoraggiare la produzione di chitina/chitosano permettendo ai pescatori di integrare la resa economica del pescato giornaliero.

I risultati delle analisi chimiche mostrano valori che non superano i valori-limite previsti dalla Regolamento (CE) n. 1881/2006 e pertanto, con analisi più approfondite che considerino separatamente le varie parti del corpo, come testa e carapace, le cosiddette "carni scure", si potrebbe validare l'impiego specifico di questa specie, pescata nelle zone rappresentate, nei vari campi di utilizzo.

Alle analisi chimiche routinarie, eseguite per il controllo della salubrità dei prodotti della pesca, è stata aggiunta la ricerca delle Terre Rare che attribuisce al progetto una connotazione fortemente innovativa in un settore ancora in corso di definizione.

Le rilevazioni biometriche mostrano una popolazione abbondante e strutturata per taglia, che va dai 20 a 58 mm di larghezza: è evidente comunque che tale tipo di pesca deve essere regolamentata onde evitare che la popolazione del suddetto Crostaceo si riduca al punto che non possa più svolgere il proprio ruolo essenziale all'interno della rete trofica dell'ecosistema marino.

BIBLIOGRAFIA

1. Abelló, P., Cartes, J. (1987) Observaciones sobre la alimentación de *Liocarcinus depurator* (L.) (Brachyura: Portunidae) en el Mar Catalán. Investigación pesq 51 (Supl 1): 413–419
2. Abelló, P. (1989a) Reproduction and moulting in *Liocarcinus depurator* (Linnaeus, 1758) (Brachyura: Portunidae) in the Northwestern Mediterranean Sea. Scientia mar 53: 127–34
3. Abelló, P., 1989. Reproduction and moulting in *Liocarcinus depurator* (Linnaeus, 1758) (Brachyura: Portunidae) in the Northwestern Mediterranean sea. *Scientia Marina*, **53**, 127-134.
4. Abelló, P., Reid, D.G. & Naylor, E., 1991. Comparative locomotor activity patterns in the portunid crabs *Liocarcinus holsatus* and *L. depurator*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **71**, 1-10.
5. Abelló, P., Sardá, R. & Masales, D., 1988. Infestation of some Mediterranean brachyuran crabs by the polychaete *Iphitime cuenoti*. *Cahiers de Biologie Marine*, **29**, 149-162.
6. Alverson D. & Hughes S. E. 1996. By-catch: from emotion to effective natural resource management. Rev. Fish. Biol. and Fish., 6:443-662
7. Bonomi, S., Pulcinella, J., Fortuna, C., M., Moro, F., Sala, A., Elasmobranch bycatch in the Italian Adriatic pelagic trawl fishery PLoS One . 2018 Jan 29;13(1):e0191647. doi: 10.1371/journal.pone.0191647. eCollection 2018. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0191647
8. Booth, H., Arlidge, W.N.S., Squires, D. *et al.* Bycatch levies could reconcile trade-offs between blue growth and biodiversity conservation. *Nat Ecol Evol* **5,** 715–725 (2021). https://doi.org/10.1038/s41559-021-01444-w
9. Bryan, G.W. & Gibbs, P.E., 1991. Impact of low concentrations of tributyltin (TBT) on marine organisms: a review. In: *Metal ecotoxicology: concepts and applications* (ed. M.C. Newman & A.W. McIntosh), pp. 323-361. Boston: Lewis Publishers Inc.
10. Comely, C.A. & Ansell, A.D., 1989. The incidence of *Carcinonemertes carcinophila* (Kolliker) on some decapod crustaceans from the Scottish west coast. *Ophelia*, **30**, 225-233.
11. Comely, C.A. & Ansell, A.D., 1989. The occurrence of black necrotic disease in crab species from the west of Scotland. *Ophelia*, **30**, 95-112.

12. Crisp, D.J. (ed.), 1964. The effects of the severe winter of 1962-63 on marine life in Britain. *Journal of Animal Ecology*, **33**, 165-210.
13. Crompton, T.R., 1997. *Toxicants in the aqueous ecosystem.* New York: John Wiley & Sons.
14. Diaz, R.J. & Rosenberg, R., 1995. Marine benthic hypoxia: a review of its ecological effects and the behavioural responses of benthic macrofauna. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*, **33**, 245-303.
15. Fish, J.D. & Fish, S., 1996. *A student's guide to the seashore.* Cambridge: Cambridge University Press.
16. Freire, J., 1996. Feeding ecology of *Liocarcinus depurator* (Decapoda: Portunidae) in the Ría de Arousa (Galicia, north-west Spain): effects of habitat, season and life history. *Marine Biology*, **126**, 297-311.
17. Freire, J., Sampedro, M.P. & Gonzalez-Gurriaran, E., 1996. Influence of morphometry and biomechanics on diet selection in three portunid crabs *Marine Ecology Progress Series* , **137**, 111-121.
18. FAO, 1986. The production of fish meal and oil. FAO Fisheries Technical Paper T142. 63p
19. Hall, M. A. 1996. On bycatches. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 6: 319-352
20. Hayward, P., Nelson-Smith, T. & Shields, C. 1996. *Collins pocket guide. Sea shore of Britain and northern Europe.* London: HarperCollins.
21. Hayward, P.J. & Ryland, J.S. (ed.) 1995b. *Handbook of the marine fauna of North-West Europe.* Oxford: Oxford University Press.
22. Howson, C.M. & Picton, B.E., 1997. *The species directory of the marine fauna and flora of the British Isles and surrounding seas.* Belfast: Ulster Museum. [Ulster Museum publication, no. 276.]
23. Ingle, R., 1997. Crayfishes, lobsters and crabs of Europe. An illustrated guide to common and traded species. London: Chapman and Hall.
24. Ingle, R.W., 1980. *British Crabs.* Oxford: British Museum (Natural History), Oxford University Press.
25. Lucchetti, A., Vasapollo, C., Virgili, M., Peer, J. An interview-based approach to assess sea turtle bycatch in Italian waters. . 2017 Apr 26;5:e3151. doi: 10.7717/peerj.3151. eCollection 2017. PMID: 28462017
26. Kelleher, K. Discards in the world's marine fisheries. An update. *FAO Fisheries Technical Paper. No. 470.* Rome, FAO. 2005. 131
27. Mathieson, S. & Berry, A.J., 1997. Spatial, temporal and tidal variation in crab populations in the Forth estuary, Scotland. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **77**, 167-183.
28. McLusky, D.S., Bryant, V. & Campbell, R., 1986. The effects of temperature and salinity on the toxicity of heavy metals to marine and estuarine invertebrates. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*, **24**, 481-520.
29. Mori, M. & Zunino, P., 1987. Aspects of the biology of *Liocarcinus depurator* (L.) in the Ligurian Sea. *Investigacion Pesquera*, **51**(suppl. 1), 135-145
30. Muino, R., Fernandez, L., Gonzalez-Gurriaran, E., Freire, J. & Vilar, J.A., 1999. Size at maturity of *Liocarcinus depurator* (Brachyura: Portunidae): a reproductive and morphometric study. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **79**, 295-303.
31. Nickell, T.D. & Moore, P.G., 1992. The behavioural ecology of epibenthic scavenging invertebrates in the Clyde Sea area: laboratory experiments on attractions to bait in moving water, underwater TV observations *in situ* and general conclusions. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **159**, 15-35.

32. Regolamento (CE) n. 1881/2006 della Commissione, del 19 dicembre 2006 , che definisce i tenori massimi di alcuni contaminanti nei prodotti alimentari
33. Stiles M. L., Stockbridge J., Lande M., Hirshfield M. F. 2010. Impacts of bottom trawling. Oceana, Washington DC, 12 pp.
34. Theede, H., Ponat, A., Hiroki, K. & Schlieper, C., 1969. Studies on the resistance of marine bottom invertebrates to oxygen-deficiency and hydrogen sulphide. *Marine Biology*, **2**, 325-337.
35. Thrush, S.F., 1986. Community structure on the floor of a sea-lough: are large epibenthic predators important? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **104**, 171-183.
36. Tiralongo, F., Sfruttamento della risorsa biologica associata alla pesca a strascico nell'area di Civitavecchia e impatto sulle comunità demersali e bentoniche. Università degli Studi della Tuscia di Viterbo, Dipartimento di Scienze Ecologiche e Biologiche. Corso di Dottorato di Ricerca in Ecologia e Gestione delle Risorse Biologiche
37. VALUTAZIONE DELLE CATTURE ACCIDENTALI DI SPECIE PROTETTE NEL TRAINO PELAGICO - Estensione 2011 Codice progetto: 7A02 CUP: J85E11000100001 RELAZIONE FINALE DEL PROGETTO Ente coordinatore: Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) Responsabile scientifico: Dott.ssa Caterina Maria Fortuna, caterina.fortuna@isprambiente.it
38. Venugopal, V. & Shahidi, F. (1998) Traditional methods to process underutilized fish species for human consumption, Food Reviews International, 14:1, 35-97, DOI: 10.1080/87559129809541149
39. Wear, R.G., 1974. Incubation in British decapod crustacea, and the effects of temperature on the rate and success of embryonic development. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **54**, 745-762.

Datasets

1. Centre for Environmental Data and Recording, 2018. IBIS Project Data. Occurrence dataset: https://www.nmni.com/CEDaR/CEDaR-Centre-for-Environmental-Data-and-Recording.aspx accessed via NBNAtlas.org on 2018-09-25.
2. Centre for Environmental Data and Recording, 2018. Ulster Museum Marine Surveys of Northern Ireland Coastal Waters. Occurrence dataset https://www.nmni.com/CEDaR/CEDaR-Centre-for-Environmental-Data-and-Recording.aspx accessed via NBNAtlas.org on 2018-09-25.
3. Environmental Records Information Centre North East, 2018. ERIC NE Combined dataset to 2017. Occurrence dataset: http://www.ericnortheast.org.uk/home.html accessed via NBNAtlas.org on 2018-09-38
4. Fenwick, 2018. Aphotomarine. Occurrence dataset http://www.aphotomarine.com/index.html Accessed via NBNAtlas.org on 2018-10-01
5. Fife Nature Records Centre, 2018. St Andrews BioBlitz 2015. Occurrence dataset: https://doi.org/10.15468/xtrbvy accessed via GBIF.org on 2018-09-27.
6. Fife Nature Records Centre, 2018. St Andrews BioBlitz 2016. Occurrence dataset: https://doi.org/10.15468/146yiz accessed via GBIF.org on 2018-09-27.
7. Isle of Wight Local Records Centre, 2017. IOW Natural History & Archaeological Society Marine Invertebrate Records 1853- 2011. Occurrence dataset: https://doi.org/10.15468/d9amhg accessed via GBIF.org on 2018-09-27.

8. Kent Wildlife Trust, 2018. Kent Wildlife Trust Shoresearch Intertidal Survey 2004 onwards. Occurrence dataset: https://www.kentwildlifetrust.org.uk/ accessed via NBNAtlas.org on 2018-10-01.
9. Manx Biological Recording Partnership, 2018. Isle of Man historical wildlife records 1990 to 1994. Occurrence dataset:https://doi.org/10.15468/aru16v accessed via GBIF.org on 2018-10-01.
10. Merseyside BioBank., 2018. Merseyside BioBank (unverified). Occurrence dataset: https://doi.org/10.15468/iou2ld accessed via GBIF.org on 2018-10-01.
11. National Trust, 2017. National Trust Species Records. Occurrence dataset: https://doi.org/10.15468/opc6g1 accessed via GBIF.org on 2018-10-01.
12. NBN (National Biodiversity Network) Atlas. Available from: https://www.nbnatlas.org.
13. OBIS (Ocean Biogeographic Information System), 2021. Global map of species distribution using gridded data. Available from: Ocean Biogeographic Information System. www.iobis.org. Accessed: 2021-07-12
14. South East Wales Biodiversity Records Centre, 2018. SEWBReC Myriapods, Isopods, and allied species (South East Wales). Occurrence dataset: https://doi.org/10.15468/rvxsqs accessed via GBIF.org on 2018-10-02. https://obis.org/taxon/107387
15. https://www.marlin.ac.uk/species/detail/1175
16. https://species.nbnatlas.org/species/NBNSYS0000176166#data-partnersDistribution data supplied by the Ocean Biogeographic Information System (OBISHttps://obis.org/). To interrogate UK data visit the NBN Atlas.

Siti Internet

17. https://www.bycatch.org/about-bycatch
18. https://www.fisheries.noaa.gov/insight/understanding-bycatch
19. https://www.marlin.ac.uk/species/detail/1175
20. https://species.nbnatlas.org/species/NBNSYS0000176166#data-partners
21. https://obis.org/taxon/107387