MINISTERO DELL'AGRICOLTURA DELLA SOVRANITÀ ALIMENTARE E DELLE FORESTE

PO FEAMP
ITALIA 2014/2020

IZS TERAMO

REGIONE ABRUZZO

PO FEAMP
ITALIA 2014/2020

Regolamento (UE) n. 508/2014 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 15 maggio 2014 relativo al Fondo Europeo per gli Affari Marittimi e la Pesca

ITER PROCEDURALE PER L'INDIVIDUAZIONE DELLE AREE ADATTE ALL'ACQUACOLTURA NELLE ACQUE MARINE E INTERNE DELLA REGIONE ABRUZZO E STUDI SCIENTIFICI DI SUPPORTO

RELAZIONE FINALE

PO FEAMP
ITALIA 2014/2020

Regolamento (UE) n. 508/2014 del Parlamento Europeo
e del Consiglio del 15 maggio 2014 relativo al Fondo Europeo
per gli Affari Marittimi e la Pesca

ITER PROCEDURALE PER L'INDIVIDUAZIONE DELLE AREE ADATTE ALL'ACQUACOLTURA NELLE ACQUE MARINE E INTERNE DELLA REGIONE ABRUZZO E STUDI SCIENTIFICI DI SUPPORTO

PROGETTO
COFINANZIATO
DALL'UNIONE
EUROPEA

PROGRAMMA OPERATIVO FEAMP 2014/2020

"PROGETTO A TITOLARITA' OI REGIONE ABRUZZO":

ITER PROCEDURALE PER L'INDIVIDUAZIONE DELLE AREE ADATTE ALL'ACQUACOLTURA NELLE ACQUE MARINE E INTERNE DELLA REGIONE ABRUZZO E STUDI SCIENTIFICI DI SUPPORTO

Priorità 2 - "Sviluppo sostenibile dell'acquacoltura".
Misura 51 "Aumento del potenziale dei siti di Acquacoltura"

Cod. progetto FEAMP 2/ASA/17/AB, CUP C95C23000510009

Le informazioni contenute direttamente o indirettamente nel testo così come il materiale ivi pubblicato non esprimono le opinioni dell'Unione Europea o della Commissione europea. La responsabilità delle informazioni riportate è imputabile esclusivamente agli autori. L'Unione Europea e la Commissione Europea non sono responsabili dell'uso che può essere fatto delle informazioni contenute nel testo.

RESPONSABILE DEL PROGETTO
Carla Giansante IZS Teramo

COLLABORAZIONI
Carla Ippoliti IZS-Teramo
Annamaria Conte IZS-Teramo
Lara Savini IZS-Teramo
Romolo Salini IZS-Teramo
Alessio Di Lorenzo IZS-Teramo
Sandro Pelini IZS-Teramo
Susanna Tora IZS-Teramo
Gabriella Di Francesco IZS-Teramo
Monica Bucciarelli IZS-Teramo
Fausta Roselli IZS-Teramo
Nicola Ferri IZS-Teramo

Francesco Di Filippo Regione Abruzzo, Dipartimento Agricoltura - Servizio Sviluppo locale ed Economia Ittica
Daniela Di Silvestro Regione Abruzzo, Dipartimento Agricoltura - Servizio Sviluppo locale ed Economia Ittica
Giovanna La Rovere Assistenza tecnica della Regione Abruzzo - Dipartimento Agricoltura - Servizio Sviluppo locale ed Economia Ittica

Antonello Colantoni Regione Abruzzo, Dipartimento Territorio e Ambiente – Servizio Gestione e Qualità delle Acque Ufficio Autorizzazioni scarichi A.U.A. TE - Teramo

ISBN **9788893650267**

INDICE

INTRODUZIONE 5

ATTIVITÀ PROGETTUALI 7

1. COLLABORARE ALLA DEFINIZIONE E ALLA REALIZZAZIONE DELL'ITER PROCEDURALE FINALIZZATO ALL'ADOZIONE E GESTIONE DI SEAGIS QUALE STRUMENTO REGIONALE DI RAPPRESENTAZIONE DEGLI USI DEL MARE CONSULTABILE E DA RENDERE DISPONIBILE A TUTTI GLI STAKEHOLDERS, ENTI PUBBLICI ED ALTRI SERVIZI E DIPARTIMENTI DELLA REGIONE ABRUZZO, ADOTTANDO LE OPPORTUNE AZIONI DI RACCORDO CON IL SERVIZIO CARTOGRAFICO REGIONALE **8**

2. COLLABORARE ALLA DEFINIZIONE E ALLA REALIZZAZIONE DELL'ITER PROCEDURALE FINALIZZATO ALLA UFFICIALIZZAZIONE DELLE AZA (ALLOCATED ZONES FOR AQUACULTURE), INTESE COME LE AREE MARINE POTENZIALMENTE IDONEE ALLA MOLLUSCHICOLTURA E DELLE AREE MARINE NON IDONEE; A TAL FINE SI PROVVEDERÀ A PARTECIPARE E RELAZIONARE SUGLI ESITI E SULLE RISULTANZE DEL LAVORO SVOLTO NELL'AMBITO DELLA PRESENTE E DELLA PRECEDENTE CONVENZIONE IN APPOSITE SEDUTE/INCONTRI DELLA CONFERENZA REGIONALE DELLA PESCA, DEL TAVOLO DI PARTENARIATO E CON APPOSITI INCONTRI PUBBLICI E DI COORDINAMENTO CON GLI ALTRI DIPARTIMENTI REGIONALI INTERESSATI ALLA MATERIA **10**

3. AGGIORNARE IL WEBGIS DENOMINATO SEAGIS CON NUOVI DATI UFFICIALI INDIVIDUATI E RACCOLTI **11**

4. PROVVEDERE A RENDERE FRUIBILI A TERZI I DATI DEI SUDDETTI GEOPORTALI, SULLA BASE DELLE INDICAZIONI FORNITE DALLA REGIONE ABRUZZO **11**

5. UTILIZZARE I DATI DISPONIBILI PROVENIENTI DA SATELLITI CON L'OBIETTIVO DI METTERE A PUNTO SISTEMI DI VALUTAZIONE DELLE VARIAZIONI DELLA TEMPERATURA SUPERFICIALE DELL'ACQUA NEGLI ULTIMI 15 ANNI, A VANTAGGIO DELLA CONOSCENZA DELL'EVOLUZIONI DI NUOVI SCENARI CHE POTREBBERO AVERE RIPERCUSSIONI NELLA MOLLUSCHICOLTURA **12**

Materiali e metodi

A. Temperature data set

B. Temperature data analysis

Risultati

Discussione e Conclusione

6. IMPOSTARE L'INDICE PROCEDURALE DA ATTIVARE PER L'INDIVIDUAZIONE DELLE AZA AREE INTERNE ED AVVIARE LE RELATIVE ATTIVITÀ **22**

6.1 ACQUACOLTURA - TIPOLOGIE **22**

6.1.1 Acquacoltura estensiva in italia

Le lagune costiere

Lagune e valli del nord adriatico

Lagune dell'Adriatico meridionale

Lagune del Tirreno centrale

Gli stagni sardi

6.1.2 Acquacoltura intensiva in italia

Impianti intensivi a terra

6.2 ACQUACOLTURA - PRODUZIONE NEL MONDO **32**

6.3 ACQUACOLTURA - PRODUZIONE IN ITALIA **35**

6.4 ACQUACOLTURA: FATTORI LIMITANTI, PUNTI DI FORZA E FATTORI DI SVILUPPO **36**

Fattori limitanti

Punti di forza
Fattori di sviluppo

6.5 APPROCCIO ALLA IMPLEMENTAZIONE DI UN IMPIANTO DI ACQUACOLTURA NELLE ACQUE INTERNE DELLA REGIONE ABRUZZO. **37**

Identificazione dell'iter tecnico-amministrativo per la richiesta della concessione di derivazione per alimentare un impianto di acqua coltura, anche all'interno delle zone protette; **37**

Scelta del sito
Derivazione
Scarico delle acque
Autorizzazioni edilizie per la costruzione dell'impianto
Valutazione ambientale
Registrazione e/o autorizzazione delle imprese di acquacoltura e degli stabilimenti di lavorazione dei prodotti di acquacoltura - Banca Dati Nazionale (BDN)
Sanità e igiene degli allevamenti ittici
Benessere animale
L'acquacoltura nelle zone interne della regione Abruzzo
Provincia di L'AQUILA
Provincia di CHIETI
Provincia di PESCARA
Provincia di TERAMO

INNOVAZIONE 51
POLICULTURA 51
ACQUACOLTURA MULTITROFICA INTEGRADA D'ACQUA DOLCE (Freshwater Integrated Multi-Trophic Aquaculture - FIMTA) O ACQUAPONICA 52
SISTEMA DI ACQUACOLTURA A RICIRCOLO (Recirculating aquaculture system- RAS) 53

7. VALUTARE ED ORGANIZZARE I LAVORI SCIENTIFICI DISPONIBILI SULL'ARGOMENTO PER L'ORGANIZZAZIONE DI EVENTI INFORMATIVI PROMOSSI DALLA REGIONE ABRUZZO **55**

Materiali e Metodi
Identificazione e selezione
Clustering tematico
Risultati

RASSEGNA DEI PRINCIPALI RIFERIMENTI NORMATIVI IN ACQUACOLTURA **61**

BIBLIOGRAFIA (N.108 ARTICOLI SELEZIONATI PER LA SCOPING REVIEW) **67**

BIBLIOGRAFIA DEL CAPITOLO 5 **71**

INTRODUZIONE

La pianificazione dello spazio marittimo (PSM) è definita nella Direttiva 2014/89/UE come un processo mediante il quale le autorità competenti degli Stati membri analizzano e organizzano le attività umane nelle aree marine per raggiungere obiettivi ecologici, economici e sociali.
A livello mondiale, la PSM è stata considerata in un modo più ampio, in quanto comprende anche iniziative pubbliche sia formali sia informali su come utilizzare lo spazio marino in linea con obiettivi, valori e traguardi concordati con la società.
La PSM può tradursi in piani, permessi e altre decisioni amministrative che dispongono sulla distribuzione spaziale e temporale delle attività e degli usi esistenti e futuri pertinenti le acque marine, ma può anche assumere la forma di visioni, strategie non vincolanti, concetti di pianificazione, linee guida e principi di governance relativi all'uso dello spazio marino.
In generale, la PSM è vista come un processo integrativo per far fronte alla crescente domanda di utilizzo di spazio marittimo da parte dei settori tradizionali ed emergenti, preservando nel contempo il corretto funzionamento degli ecosistemi marini. La caratteristica chiave della PSM è l'integrazione di settori economici e produttivi, di esigenze sociali, di valori ed obiettivi; inoltre rappresenta un passaggio dalla tradizionale pianificazione monosettoriale ad un approccio più integrato nella pianificazione del mare.
La PSM fa anche parte della politica marittima integrata globale dell'UE, che ha come obiettivo sostenere lo sviluppo sostenibile dei mari e degli oceani e sviluppare un processo decisionale coordinato, coerente e trasparente in relazione alle politiche settoriali dell'Unione Europea che incidono su oceani, mari, isole, regioni costiere e ultra periferiche e settore marittimo.

In pratica la PSM porta alla:

- Riduzione dei conflitti tra settori e creazione di sinergie tra diverse attività
- Incentivazione degli investimenti creando prevedibilità, trasparenza e regole più chiare
- Maggiore cooperazione transfrontaliera tra i paesi dell'UE per sviluppare reti energetiche, rotte marittime, oleodotti, cavi sottomarini e altre attività, ma anche per sviluppare reti coerenti di aree protette
- Protezione e preservazione dell'ambiente attraverso l'identificazione precoce dell'impatto e delle opportunità di utilizzo multiplo dello spazio
- Raccolta sistematica di dati e informazioni delle parti interessate.

La suddetta Direttiva invita gli Stati membri a elaborare e attuare la pianificazione dello spazio marittimo prendendo in considerazione gli aspetti economici, sociali e ambientali al fine di favorire uno sviluppo e una crescita sostenibili nel settore marittimo, applicando un approccio ecosistemico e promuovendo la coesistenza delle varie attività e dei relativi usi che ricadono sul mare e le coste.
L'obiettivo primario è quello di assicurare uno sviluppo sostenibile dei settori energetici del mare, dei trasporti marittimi e del settore della pesca e dell'acquacoltura, per la conservazione, la tutela e il miglioramento dell'ambiente, compresa la resilienza all'impatto del cambiamento climatico. La Direttiva chiede agli Stati di elaborare dei piani di gestione dello spazio marittimo che individuano la distribuzione spaziale e temporale delle pertinenti attività e dei pertinenti usi delle loro acque marine.
All'interno di questo percorso, presso il Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali, con Decreto Ministeriale n° 8004 del 5 Aprile 2017, è stata istituita la Piattaforma ITAQUA, quale ambiente di lavoro a disposizione dei diversi portatori di interesse per raccogliere esigenze e proporre soluzioni utili per la crescita e la competitività dell'acquacoltura, tenuto conto delle specificità territoriali e dell'eterogeneità dei fabbisogni e dei comparti produttivi.
Dal lavoro dei membri dei tavoli tematici di ITAQUA, ai quali hanno partecipato anche esperti della Regione Abruzzo e di IZS-Teramo, sotto l'egida di MIPAAF, SNPA e ISPRA, nello scenario della Pianificazione Spaziale Marittima, è scaturita la Guida tecnica per l'assegnazione di zone marine per l'acquacoltura (AZA).
Nell'elaborazione della suddetta guida, preziosa è stata la collaborazione dei tecnici della Regione Abruzzo e dell'IZS-Teramo che hanno riportato la già consolidata esperienza in sistemi informativi geografici al servizio degli usi del mare, sviluppata con le modalità sotto elencate.
Con Determinazioni DH32/19 e DH32/20 del 31/03/2014 del Servizio Economia Ittica della Regione Abruzzo, all'interno del progetto ECOSEA – Programma di Cooperazione Transfrontaliera – IPA Adriatico 2007 -2013, sono stati affidati ad IZS-Teramo:

- Servizio di assistenza tecnica (esperto) all'interno dell'Adriatic Advisory Board;
- Servizio assistenza specialistica Esperto GIS.

Tramite i suddetti servizi, è stato implementato un Geographic Information System (GIS) specifico sull'area marina prospiciente la costa abruzzese, costituito da diversi strati informativi relativi a tutti gli usi del mare (piattaforme metanifere, aree protette, aree regolamentate, linea di costa e barriere frangiflutti, impianti di acquacoltura, relitti, batimetria, ecc.). I riferimenti cartografici sono stati forniti dalla Direzione Marittima di Pescara.
Per la molteplicità e l'esaustività delle informazioni raccolte questo sistema rappresenta il primo strumento digitale della regione Abruzzo a supporto della conoscenza e della pianificazione di futuri utilizzi del mare (concessioni, zone interdette, balneabilità, gestione della flotta e pesca, aree di fonda, discariche civili e militari, ecc.).
Completata la fase di raccolta, validazione e digitalizzazione, i dati sono stati resi disponibili in un webGIS (sistema informativo geografico basato su web) all'indirizzo **hiip://mapserver.izs.it/gis_ecosea/**, e dalla pagina web della Pesca Marittima della Regione Abruzzo: **hiip://www.regione.abruzzo.it/pesca/index.asp**.
In seguito, la Giunta Regionale d'Abruzzo, con D.G.R. n. 1051 del 28.12.2018, ha approvato un documento preliminare recante "Contributo per la identificazione e mappatura delle aree in cui dovrebbero essere escluse attività di acquacoltura e di quelle più idonee per lo sviluppo dell'acquacoltura nella Regione Abruzzo" elaborato dal Dipartimento Politiche dello Sviluppo Rurale e della Pesca – Servizio Politiche di sostegno all'economia ittica che costituisce riferimento per il presente progetto.
In attuazione dell'indirizzo disposto dalla Giunta Regionale, il suddetto Servizio ha sottoscritto convenzioni con ARTA Abruzzo e con Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise "G. Caporale" – IZS-Teramo per la realizzazione del progetto "Identificazione e mappatura delle aree in cui dovrebbero essere escluse attività di acquacoltura (Mappa dei vincoli), di quelle più idonee per lo sviluppo dell'acquacoltura e definizione del piano di gestione delle Zone Allocate per l'Acquacoltura (AZA) nella Regione Abruzzo" che si sono concluse ad inizio 2022 con la redazione delle rispettive relazioni finali riportanti:

- implementazione di un WEBGIS dedicato alla identificazione spaziale delle aree di molluschicoltura (AZAGIS) derivante dal GIS di ECOSEA, contenente tutti gli usi del mare, con l'aggiunta di valutazioni batteriologiche, trofiche ed idrodinamiche;
- studio dell'impatto sul fondale di un impianto per l'allevamento di mitili mediante rilevamenti con MultiBeam, analisi tossicologiche, chimiche e mediante la ricerca delle microplastiche;
- studio sull'appaiamento e calibrazione dei dati derivanti da satellite con quelli derivanti da rilevazioni sul campo mediante sonda multiparametrica.

Successivamente, con nota del 15 novembre 2022, prot. 487417, il Servizio sviluppo locale ed economia ittica del Dipartimento Agricoltura della Regione Abruzzo ha comunicato a IZS-Teramo l'intenzione di implementare e completare le attività già poste in essere al fine sia di ufficializzare gli strumenti realizzati e renderli fruibili a stakeholders sia pubblici sia privati e di avviare analoghi studi per le acque interne secondo gli indirizzi forniti dalla Piattaforma Italiana Acquacoltura (ITAQUA).
Di conseguenza, il suddetto Servizio ha richiesto a IZS-Teramo la disponibilità ad un'attività di affiancamento, in coerenza con le proprie competenze istituzionali, regolata da specifico accordo di collaborazione, nello svolgimento delle suddette attività, come di seguito specificato nei punti da 1 ad 8.
Di conseguenza IZS-Teramo ha manifestato interesse a svolgere la suddetta attività con nota del 29 novembre 2022, prot.19821, e ha realizzato l'attività progettuale descritta nella presente relazione.
Oltre alla attività di verifica, validazione ed aggiornamento dei dati attuali su SEAGIS l'Istituto ha provveduto all'attività di affiancamento per ufficializzare gli strati informativi sugli usi del mare (ora accessibili tramite i due applicativi ECOSEA e AZAGIS) tramite il trasferimento al Servizio Cartografico della Regione in formato shapefile. il Suddetto servizio ha, inoltre, richiesto ad IZS-Teramo di individuare le modalità per l'avviamento della definizione delle zone idonee all'acquacoltura nei corpi idrici interni, per iniziare un percorso virtuoso in attesa delle linee guida nazionali provenienti da MISAF (Ministero dell'Agricoltura, della Sovranità Alimentare e delle Foreste) accogliendo e verificando le esigenze del territorio. A tal fine l'Istituto ha provveduto a raccordarsi e collaborare con le competenti Istituzioni nazionali.
Inoltre, per individuare prossimi scenari nel campo dell'acquacoltura e programmare attività di rimedio e resilienza, è stata effettuata una valutazione sul trend dei valori della temperatura nell'acqua di mare.

ATTIVITÀ PROGETTUALI

1. Collaborare alla definizione e alla realizzazione dell'iter procedurale finalizzato all'adozione e gestione di SEAGIS quale strumento regionale di rappresentazione degli usi del mare consultabile e da rendere disponibile a tutti gli stakeholders, Enti pubblici ed altri Servizi e Dipartimenti della Regione Abruzzo, adottando le opportune azioni di raccordo con il Servizio cartografico regionale

2. Collaborare alla definizione e alla realizzazione dell'iter procedurale finalizzato alla ufficializzazione delle AZA (Allocated Zones for Aquaculture), intese come le aree marine potenzialmente idonee alla molluschicoltura e delle aree marine non idonee; a tal fine si provvederà a partecipare e relazionare sugli esiti e sulle risultanze del lavoro svolto nell'ambito della presente e della precedente convenzione in apposite sedute/incontri della Conferenza regionale della Pesca, del tavolo di partenariato e con appositi incontri pubblici e di coordinamento con gli altri Dipartimenti regionali interessati alla materia

3. Aggiornare il webgis denominato SEAGIS con nuovi dati ufficiali individuati e raccolti

4. Provvedere a rendere fruibili a terzi i dati dei suddetti geoportali, sulla base delle indicazioni fornite dalla Regione Abruzzo

5. Utilizzare i dati disponibili provenienti da satelliti con l'obiettivo di mettere a punto sistemi di valutazione delle variazioni della temperatura superficiale dell'acqua negli ultimi 15 anni, a vantaggio della conoscenza dell'evoluzioni di nuovi scenari che potrebbero avere ripercussioni nella molluschicoltura

6. Impostare l'indice procedurale da attivare per l'individuazione delle aza aree interne ed avviare le relative attività

7. Valutare ed organizzare i lavori scientifici disponibili sull'argomento per l'organizzazione di eventi informativi promossi dalla Regione Abruzzo

1

Collaborare alla definizione e alla realizzazione dell'iter procedurale finalizzato all'adozione e gestione di SEAGIS quale strumento regionale di rappresentazione degli usi del mare consultabile e da rendere disponibile a tutti gli stakeholders, Enti pubblici ed altri Servizi e Dipartimenti della Regione Abruzzo, adottando le opportune azioni di raccordo con il Servizio cartografico regionale

Il SEAGIS realizzato con il progetto IPA - ECOSEA è pubblicamente accessibile dall'indirizzo hiip://mapserver.izs.it/gis_ecosea/ e dalla pagina web della Pesca Marittima della Regione Abruzzo: hiip://www.regione.abruzzo.it/pesca/index.asp.
Il GIS, quindi, è disponibile, ma è consultato solo da pochi addetti ai lavori che hanno contribuito alla realizzazione. Poiché si tratta di uno strumento oggettivo, costruito con informazioni ufficiali fornite dalla Direzione Marittima di Pescara, di uso intuitivo, ma di elevata precisione per i riferimenti geografici, risulta molto utile come strumento di pianificazione regionale. Il posizionamento geografico di vari usi del mare (piattaforme metanifere, impianti di acquacoltura, zone di discarica, relitti, zone interdette, aree protette, ...) permette di non creare sovrapposizioni per le nuove richieste e, d'altro canto, può contribuire a facilitare la connessione tra attività compatibili. L'uso è raccomandato anche per verificare l'evoluzione della linea di costa a seguito di mareggiate, modulando il corretto posizionamento delle barriere frangiflutto o degli interventi di ripascimento.
Per arrivare a formalizzare questo utilizzo è stato necessario intraprendere un percorso partecipato che ha avuto come obiettivo il passaggio delle mappe tematiche nel Geoportale del Servizio Cartografico della Regione Abruzzo, in modo da ratificare i dati sugli usi del mare contenuti in SEAGIS, con tutte le necessarie ufficializzazioni del passaggio tra i due Enti.
A tale proposito sono stati organizzati incontri con i Dipartimenti regionali interessati alla gestione del Geoportale per illustrare SEAGIS e per definire e condividere le procedure più efficaci per il trasferimento dei dati.

Calendario delle riunioni e argomenti trattati negli incontri convocati e organizzati dal Servizio Sviluppo Locale della Regione Abruzzo

Data	Presenti	Argomento
14 settembre 2022 14 novembre 2022 30 novembre 2022 14 dicembre 2022	– Carla Giansante, IZS-Teramo – Carla Ippoliti IZS-Teramo – Alessio Di Lorenzo IZS-Teramo – Francesco Di Filippo Dirigente Servizio Sviluppo locale ed economia ittica – Daniela Di Silvestro Servizio Sviluppo locale ed economia ittica	Incontri preparatori per la stesura del progetto
22 marzo 2023		Inizio convenzione
29 marzo 2023	– Carla Giansante IZS-Teramo – Carla Ippoliti IZS-Teramo – Francesco Di Filippo Dirigente Servizio Sviluppo locale ed economia ittica – Daniela Di Silvestro Servizio Sviluppo locale ed economia ittica – Giovanna La Rovere Servizio Sviluppo locale ed economia ittica – Debora Ferioli Direzione Marittima Pescara – Nicola Attanasio Direzione Marittima Pescara – Antonio Prencipe Direzione Marittima Pescara	– Presentazione ECOSEA SEAGIS e AZA GIS – Presentazione Strategia Marittima – Interazione con la Pianificazione Spaziale Marittima: si è deciso di confrontare il lavoro regionale con quello nazionale e discuterne in una prossima riunione
13 aprile 2023	– Carla Giansante IZS-Teramo – Carla Ippoliti IZS-Teramo – Francesco Di Filippo Dirigente Servizio Sviluppo locale ed economia ittica – Giovanna La Rovere Servizio Sviluppo locale ed economia ittica	Il Comandante Attanasio riferisce di aver esaminato i documenti ed i progetti dell'IZS-Teramo e della Regione Abruzzo relativi all'uso del mare e di

	– Debora Ferioli Direzione Marittima Pescara – Nicola Attanasio Direzione Marittima Pescara	averli illustrati al Direttore Marittimo. Nell'occasione non sono stati rilevati contrasti tra i documenti regionali e quelli nazionali, ritenendo, pertanto che la prospettiva potrebbe essere quella di inviare al Ministero delle Infrastrutture i GIS relativi ad Ecosea e AZA, come osservazioni alla VAS o come contributo regionale, oppure approvare prima con delibera di Giunta o Consiglio Regionale oppure trasferire direttamente i due GIS nel Geoportale regionale.
4 maggio 2023	– Carla Giansante IZS-Teramo – Giovanna La Rovere Servizio Sviluppo locale ed economia ittica	Valutazione dell'iter di approvazione SEAGIS e redazione della bozza di lettera da inviare al rappresentate del Comitato Tecnico della PSM.
30 maggio 2023	– Dott. Luca Valente Dirigente Servizio Pianificazione Territoriale e Paesaggio-DPC032 da remoto – Dott.ssa Laura Antosa Servizio Pianificazione Territoriale e Paesaggio-DPC032 da remoto – Ing. Maurizio Pagliaro Servizio infrastrutture Ufficio Porti Areoporti Poli logistici e Componente Comitato Nazionale Piano Gestione Spazio Marino in presenza – Dott.ssa Patrizia Graziani Servizio infrastrutture Ufficio Porti Areoporti Poli logistici in presenza – Dott. Domenico Collalti Servizio Informatica e Statistica da remoto – Dott.ssa Carla Giansante IZS-Teramo in presenza – Dott.ssa Carla Ippoliti IZS-Teramo in presenza – Dott. Alessio Di Lorenzo IZS-Teramo in presenza – Dott. Francesco Di Filippo Dirigente Servizio Sviluppo locale ed economia ittica in presenza – Dott.ssa Daniela Di Silvestro Servizio Sviluppo locale ed economia ittica in presenza	Illustrazione del SEAGIS e AZAGIS e delle finalità progettuali
8 giugno 2023	– Dott. Domenico Collalti - Servizio Informatica e Statistica – Dott.ssa Carla Giansante IZS-Teramo – Dott.ssa Carla Ippoliti IZS-Teramo – Dott. Alessio Di Lorenzo IZS-Teramo – Dott.ssa Daniela Di Silvestro - Servizio Sviluppo locale ed economia ittica	Discussione sul trasferimento SEAGIS e necessità di definire ufficialmente l'iter di aggiornamento
4 luglio 2023	– Carla Giansante IZS-Teramo – Daniela Di Silvestro - Servizio Sviluppo locale ed economia ittica – Giovanna La Rovere- Servizio Sviluppo locale ed economia ittica	Stato dell'arte del progetto
27 settembre 2023	– Carla Giansante IZS-Teramo – Carla Ippoliti IZS-Teramo – Daniela Di Silvestro - Servizio Sviluppo locale ed economia ittica – Giovanna La Rovere- Servizio Sviluppo locale ed economia ittica	Incontro sulla bozza della relazione finale

2

Collaborare alla definizione e alla realizzazione dell'iter procedurale finalizzato alla ufficializzazione delle AZA (Allocated Zones for Aquaculture), intese come le aree marine potenzialmente idonee alla molluschicoltura e delle aree marine non idonee; a tal fine si provvederà a partecipare e relazionare sugli esiti e sulle risultanze del lavoro svolto nell'ambito della presente e della precedente convenzione in apposite sedute/incontri della Conferenza regionale della Pesca, del tavolo di partenariato e con appositi incontri pubblici e di coordinamento con gli altri Dipartimenti regionali interessati alla materia

Parallelamente alle attività previste nel punto 1., è stato avviato lo studio dell'iter amministrativo per la ufficializzazione delle AZA (Allocated Zones for Aquaculture). L'IZS-Teramo è stato disponibile a relazionare in appositi incontri pubblici e di coordinamento con gli altri Dipartimenti regionali o altri Enti interessati alla materia, illustrando le risultanze del lavoro svolto.
Con una precedente convenzione tra Regione Abruzzo Dipartimento Politiche Dello Sviluppo Rurale e della Pesca e IZS-Teramo, sono state identificate e mappate le aree marine in cui dovrebbero essere escluse attività di acquacoltura (mappa dei vincoli) e quelle più idonee per lo sviluppo dell'acquacoltura.
Per permettere alla Regione una esplorazione dinamica ed interattiva delle informazioni raccolte ed analizzate, è stato disegnato e costruito un nuovo webGIS "Ecosea Data Explorer" (AZAGIS), realizzato tramite la piattaforma ESRI® ArcGIS Online. In questo nuovo sistema, sono consultabili gli strati informativi già presenti in SeaGIS Abruzzo (attività presenti); e ulteriori strati informativi contenenti le zone di distanza cautelativa dagli insediamenti in mare (aree di esclusione), come da indicazione del gruppo di lavoro ITAQUA, parametri ambientali e altri dataset (come batimetria, limite acque territoriali, etc.).
Come per gli strati informativi sugli usi del mare contenuti in SEAGIS, le mappe tematiche (AZA) saranno trasferite nel Geoportale del Servizio Cartografico della Regione Abruzzo, con tutte le necessarie ufficializzazioni del passaggio tra i due Enti.

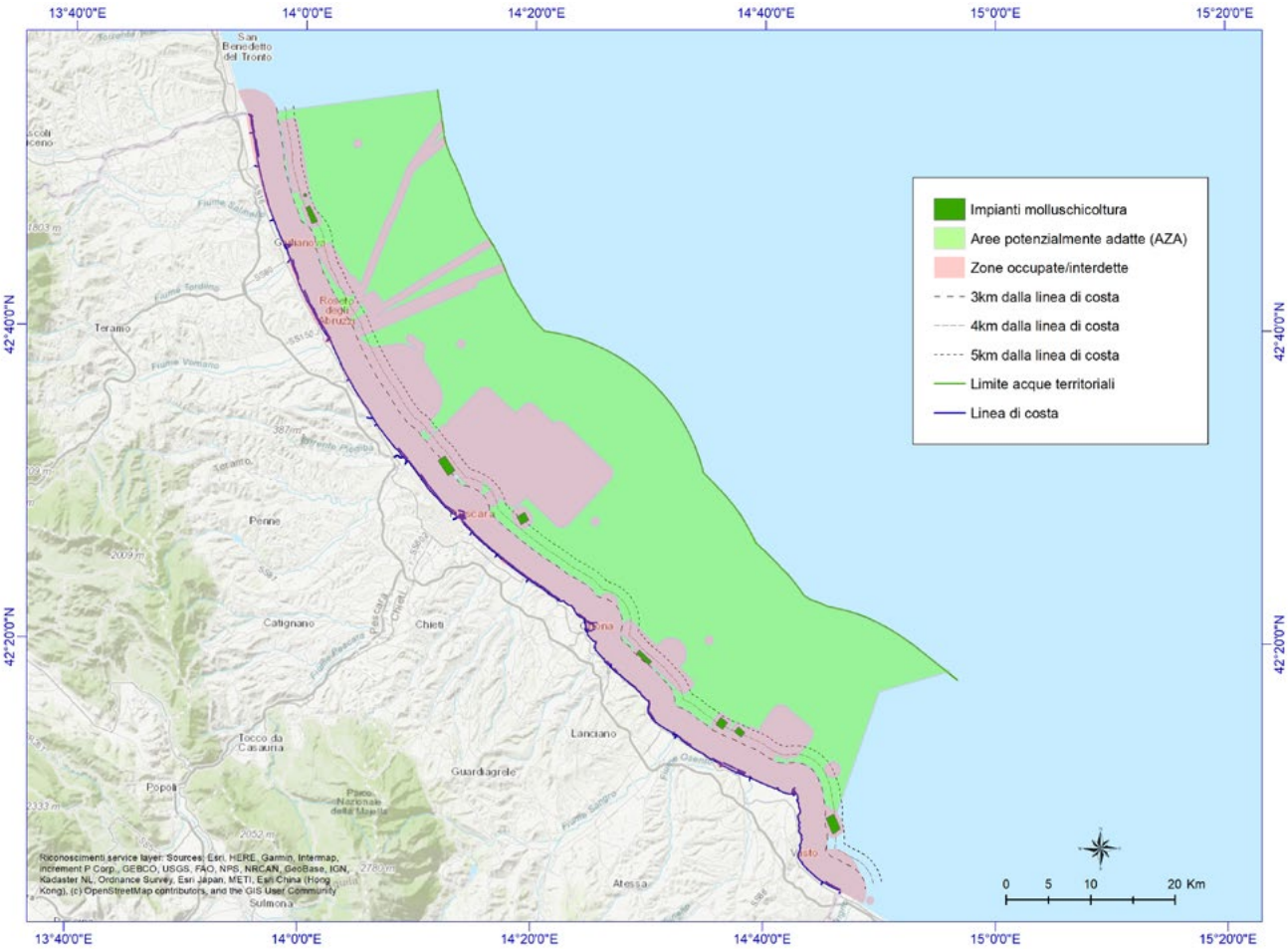


Figura 2.1. Aree potenzialmente adatte alla molluschicoltura e localizzazione degli impianti di acquacoltura

3

Aggiornare il webgis denominato SEAGIS con nuovi dati ufficiali individuati e raccolti

Durante lo svolgimento del presente progetto, l'Istituto ha provveduto a richiedere alla Direzione Marittima di Pescara informazioni aggiornate, relative agli ultimi 10 anni, sugli usi del mare contenuti in SEAGIS e AZAGIS, relativamente al tratto prospiciente la costa abruzzese.
Successivamente, IZS-Teramo ha provveduto a digitalizzare le nuove informazioni ed includerle negli strati informativi contenuti in SEAGIS e AZAGIS.

4

Provvedere a rendere fruibili a terzi i dati dei suddetti geoportali, sulla base delle indicazioni fornite dalla Regione Abruzzo

Una volta ufficializzati dalla Regione Abruzzo i dati contenuti sia in SEAGIS sia in AZAGIS, IZS-Teramo resterà disponibile a collaborare nell'interazione con i portatori di interesse, siano essi appartenenti ad enti pubblici o siano privati per una maggiore comprensione degli stessi.
A seguito di quanto concertato nella riunione del 27/9/23 tra Regione Abruzzo e IZS-Teramo, si è provveduto ad inviare via mail al Dott. Domenico Collalti - Servizio Informatica e Statistica - i dati geografici in formato ESRI Geodatabase, il progetto in formato MXD con le informazioni relative alla vestizione cartografica e i metadati in fomato XML.

5

Utilizzare i dati disponibili provenienti da satelliti con l'obiettivo di mettere a punto sistemi di valutazione delle variazioni della temperatura superficiale dell'acqua negli ultimi 15 anni, a vantaggio della conoscenza dell'evoluzioni di nuovi scenari che potrebbero avere ripercussioni nella molluschicoltura

La necessità di dati sulla qualità delle acque (in senso lato) è stata finora soddisfatta principalmente tramite campionamenti e misurazioni di parametri chimico-fisici effettuati in mare. Questo rende le campagne di acquisizione dati onerose in termini di risorse impiegate, oltre a limitare i campionamenti nel tempo e nello spazio, mentre normalmente le aree marine da monitorare sono ampie ed è necessario un monitoraggio costante e frequente.
Le caratteristiche ambientali e climatiche sono valutabili con dati derivati da satellite, che acquisiscono informazioni regolarmente e ad alta risoluzione spaziale sia su terra sia in mare (es. Copernicus CMEMS, NASA MODIS).
IZS-Teramo ha già mostrato interesse all'uso dei dati satellitari nell'ambiente marino, partendo dal presupposto che le variazioni climatiche in atto devono essere studiate in modo più accurato e continuativo, considerando i parametri fisico-chimici dell'acqua marina indicatori fondamentali per la tutela della vita acquatica, dal punto di vista sia biologico sia sanitario, perseguendo un'ottica One Health.
I dati da satellite ad alta risoluzione sono stati oggetto di ricerca nel precedente progetto tra Regione Abruzzo, ARTA Abruzzo e IZS-Teramo, con il confronto dei dati misurati da sonda multiparametrica in un'area campione alla foce del fiume Pescara. L'obiettivo del progetto "SATSEA" è stato quello di ottimizzare parametri ed algoritmi per poter derivare mappe di concentrazione di clorofilla "a" e solidi sospesi attraverso le osservazioni satellitari. La generazione di tali informazioni è di supporto all'attività di acquacoltura, per il monitoraggio della qualità delle acque e per l'analisi dei processi sedimentari. Lo studio ha fornito risultati incoraggianti per la stima di alcuni parametri bio-geofisici dell'acqua da dati telerilevati, lungo la costa abruzzese [Ippoliti et al, 2020; Filipponi et al, 2021].
In particolare, l'appaiamento dei due dataset, ha permesso di dare una stima qualitativa della dispersione dei solidi sospesi, cogliendo bene gli andamenti spaziali e temporali, legati principalmente alla direzione ed intensità dei venti, alle condizioni meteorologiche, alle correnti ed alle portate dei fiumi. Dalle mappe elaborate, è ben visibile che in giornate di campionamento diverse, le plume di dispersione dei sedimenti hanno direzioni ed intensità differenti [Ippoliti et al, 2020; Filipponi et al, 2021; Lombardi et al, 2022; Tora et al, in preparation]. Le tecniche di rilevamento in situ e da remoto sono complementari e supportano un'ampia gamma di possibilità per il monitoraggio della qualità dell'acqua.
Un'ulteriore attenzione è stata dedicata da IZS-Teramo alla interazione dei dati oceanografici con le portate fluviali e con le previsioni del tempo, in modo da costruire un sistema di allerta in grado di segnalare all'acquacoltore l'arrivo di un evento meteorologico severo [Di Giacinto et al, 2019; Colaiuda et al, 2021; Conti et al, 2021; Tomassetti et al, 2022; Lombardi et al, 2022]. Il pre-allarme rappresenta un vantaggio temporale per evitare o almeno ridurre i danni all'impianto derivanti da condizioni meteomarine avverse o da afflusso di acque fluviali contaminate.

Nel corso di questo progetto si è dato continuità all'utilizzo dei dati satellitari per estrapolare informazioni relative all'evoluzione della temperatura delle acque superficiali negli ultimi 15 anni lunga la costa abruzzese, utilizzando il prodotto più opportuno, come compromesso di accuratezza spaziale e frequenza di acquisizione.
Le temperature del mare (Sea Surface Temperature - SST) sono misurate da vari sensori a bordo di satelliti, con risoluzioni spaziali variabili (da uno a pochi chilometri) e con frequenza da oraria a giornaliera.
Esistono diverse missioni satellitari che forniscono dati SST. Tra le più importanti ci sono: Aqua e Terra della NASA, il cui sensore MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) fornisce dati delle temperature del mare ad una risoluzione spaziale di 1 km, 4,6 km, 36 km e 1°, con una risoluzione temporale giornaliera, ad 8 giorni, mensile e annuale (hiips://neo.gsfc.nasa.gov/view.php?datasetId=MYD28M); i Sentinel-3A e -3B della missione Copernicus di ESA, che grazie al sensore SLSTR (Sea and Land Surface Temperature Radiometer), forniscono dati SST con la risoluzione spaziale di 1 km e una risoluzione temporale giornaliera, ed infine i satelliti NOAA, che grazie al sensore AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) offrono dati SST globali da oltre tre decenni. Il prodotto ha una risoluzione temporale giornaliera ed una risoluzione spaziale di 4 km (Saha et. al 2018) (Figura 5.1).
Alcuni servizi forniscono informazioni di riferimento gratuite, aperte, regolari e sistematiche sullo stato (fisico e biogeochimico), la variabilità e le dinamiche degli oceani, nell'oceano globale e nei mari regionali europei. Per esempio, Copernicus Marine Service (CMEMS, https://marine.copernicus.eu/it) o Google Earth Engine Catalog (https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog) permettono di accedere a prodotti derivati delle temperature del mare costruiti combinando osservazioni provenienti da diverse piattaforme (satelliti, navi) per colmare, mediante interpolazione, le lacune presenti nei dati, restituendo un dato su griglia regolare a livello globale o locale.
Obiettivo del presente studio è stato quello di utilizzare i dati disponibili provenienti da satelliti per una descrizione delle variazioni della temperatura superficiale dell'acqua negli ultimi 15 anni lungo le coste prospicienti la regione Abruzzo, a vantaggio della conoscenza dell'evoluzioni di nuovi scenari che potrebbero avere ripercussioni nella molluschicoltura.

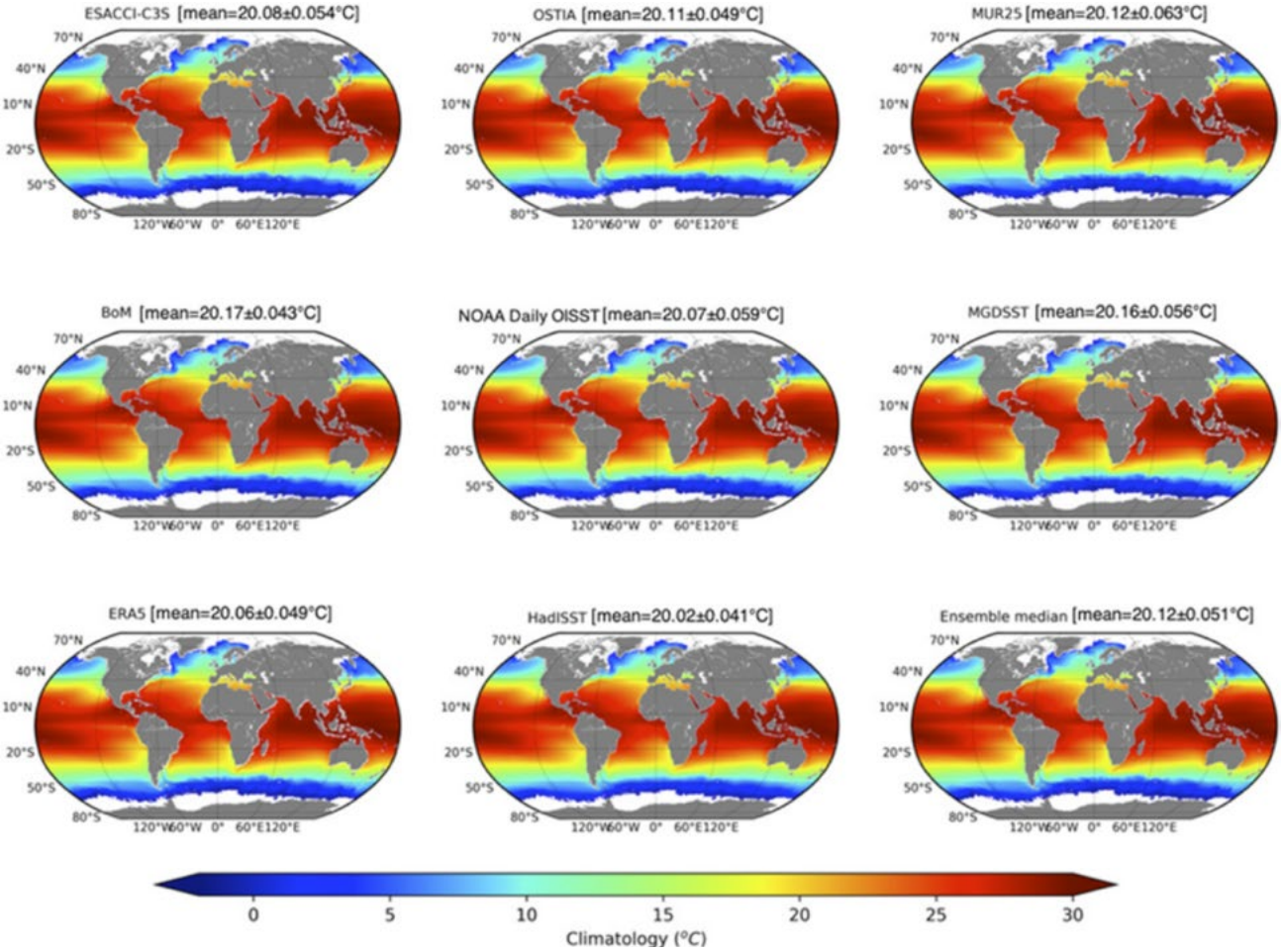


Figura 5.1. Esempi di diversi dati disponibili per la temperatura superficiale del mare (SST) a livello globale (Yang et al., 2021).

Materiali e metodi

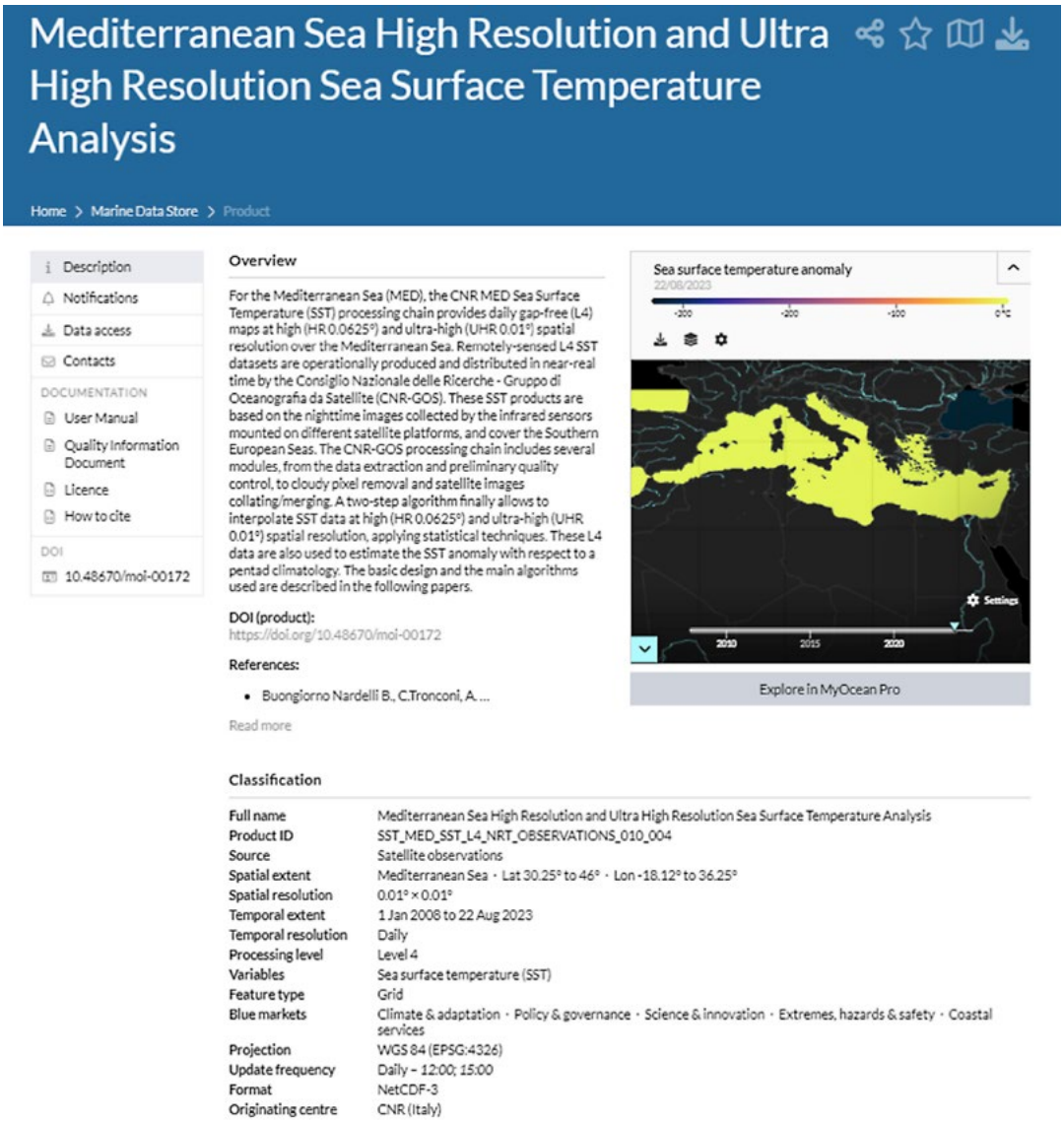
A. Temperature data set

Tra la gamma sopra menzionata di prodotti disponibili, per il presente studio è stato considerato il prodotto CMEMS "Mediterranean Sea High Resolution and Ultra High Resolution Sea Surface Temperature Analysis" (SST_MED_SST_L4_NRT_OBSERVATIONS_010_004) [Buongiorno Nardelli et al., 2013] (Figura 5.2), come compromesso di accuratezza spaziale (pixel di circa 1 km di lato) e frequenza di acquisizione (dato giornaliero). Il dato relativo alla variabile Sea Surface Temperature (SST) è stato scaricato, previa registrazione, dal repository Copernicus Marine Service (hiips://data.marine.copernicus.eu/product/SST_MED_SST_L4_NRT_OBSERVATIONS_010_004/services), nel formato NetCDF-3 [hiips://doi.org/10.48670/moi-00172].

I set di dati SST L4 (livello 4) telerilevati sono prodotti operativamente e distribuiti in tempo quasi reale dal Consiglio Nazionale delle Ricerche - Gruppo di Oceanografia da Satellite (CNR-GOS). Questi prodotti SST si basano sulle immagini notturne raccolte dai sensori a infrarossi montati su diverse piattaforme satellitari e coprono i mari dell'Europa meridionale. La catena di elaborazione CNR-GOS comprende diversi moduli, dall'estrazione dei dati e il controllo preliminare della qualità, alla rimozione dei pixel offuscati e alla raccolta/unione delle immagini satellitari. Un algoritmo in due fasi consente infine di interpolare i dati SST ad alta (HR 0,0625°) e ultraelevata (UHR 0,01°) risoluzione spaziale, applicando tecniche statistiche.

Il dato ha una risoluzione temporale giornaliera ed una risoluzione spaziale di 0.01° × 0.01° proiettato nel sistema di riferimento WGS84 (EPSG: 4326).

I dati sono disponibili nel repository dal 1 gennaio 2008, ad oggi, ed il periodo considerato nel presente studio è stato di 15 anni, dal 1/01/2008 al 31/12/2022.



Mediterranean Sea High Resolution and Ultra High Resolution Sea Surface Temperature Analysis

Home > Marine Data Store > Product

- Description
- Notifications
- Data access
- Contacts

DOCUMENTATION

- User Manual
- Quality Information Document
- Licence
- How to cite

DOI

10.48670/moi-00172

Overview

For the Mediterranean Sea (MED), the CNR MED Sea Surface Temperature (SST) processing chain provides daily gap-free (L4) maps at high (HR 0.0625°) and ultra-high (UHR 0.01°) spatial resolution over the Mediterranean Sea. Remotely-sensed L4 SST datasets are operationally produced and distributed in near-real time by the Consiglio Nazionale delle Ricerche - Gruppo di Oceanografia da Satellite (CNR-GOS). These SST products are based on the nighttime images collected by the infrared sensors mounted on different satellite platforms, and cover the Southern European Seas. The CNR-GOS processing chain includes several modules, from the data extraction and preliminary quality control, to cloudy pixel removal and satellite images collating/merging. A two-step algorithm finally allows to interpolate SST data at high (HR 0.0625°) and ultra-high (UHR 0.01°) spatial resolution, applying statistical techniques. These L4 data are also used to estimate the SST anomaly with respect to a pentad climatology. The basic design and the main algorithms used are described in the following papers.

DOI (product):
https://doi.org/10.48670/moi-00172

References:

- Buongiorno Nardelli B., C.Tronconi, A. ...

Read more

Classification

Full name	Mediterranean Sea High Resolution and Ultra High Resolution Sea Surface Temperature Analysis
Product ID	SST_MED_SST_L4_NRT_OBSERVATIONS_010_004
Source	Satellite observations
Spatial extent	Mediterranean Sea · Lat 30.25° to 46° · Lon -18.12° to 36.25°
Spatial resolution	0.01° × 0.01°
Temporal extent	1 Jan 2008 to 22 Aug 2023
Temporal resolution	Daily
Processing level	Level 4
Variables	Sea surface temperature (SST)
Feature type	Grid
Blue markets	Climate & adaptation · Policy & governance · Science & innovation · Extremes, hazards & safety · Coastal services
Projection	WGS 84 (EPSG:4326)
Update frequency	Daily – 12:00; 15:00
Format	NetCDF-3
Originating centre	CNR (Italy)

Figura 5.2. Pagina ufficiale del prodotto SST_MED-NRT-L4 sul repository CMEMS.

B. Temperature data analysis

Attraverso una procedura sviluppata nel software R [R Core Team (2022)], i dati sono stati trasformati cambiando l'unità di misura da Kelvin (K) a gradi Celsius (°C) per ciascun pixel presente nel raster di ciascun dato giornaliero. Questo primo output risulta composto da tanti file mensili per ciascun anno, in formato TIF, contente tante bande quanti sono i giorni di ciascun mese.

Per derivare informazioni utili all'acquacoltura, sono stati estratti i valori di SST nel punto centrale degli impianti in essere/in progetto lungo la costa Abruzzese. Per ottenere ciò, un ulteriore passaggio con il software QGIS mediante lo strumento Zonal statistics, è stato fondamentale per creare una procedura batch che estraesse da tutti i file TIF i valori giornalieri di somma, media, mediana, deviazione standard, minimo, massimo, range e il conteggio dei pixel coinvolti per ciascun impianto di acquacoltura in formato Microsoft Excel.

I dati giornalieri sono stati aggregati in un unico file Excel, tramite una procedura sviluppata in R che li accodasse uno sotto l'altro. L'output finale è composto dai seguenti campi: data, nome impianto, conteggio pixel, somma, media, mediana, deviazione standard, minimo, massimo, range.

Per gli anni bisestili (2008, 2012, 2016 e 2020), che ricadono all'interno del periodo considerato, sono stati esclusi i dati relativi al 29 febbraio.

La Figura 5.3 mostra il workflow del processamento dei dati satellitari, dal download all'elaborazione tramite il software R e algoritmi del software geografico QGIS.

Figura 5.3. Workflow de processamento dei dati satellitari

Per elaborare e visualizzare la temperatura giornaliera della superficie del mare e le peculiarità di questa serie temporali, i dati sono stati elaborati con il metodo time series analysis descritto in
hiips://semba-blog.netlify.app/02/22/2019/exploring-time-series-data-in-r/.
Mediante l'utilizzo del metodo time series analysis sono state scomposte tutte le componenti (trend, stagionalità e casuale). La significatività del trend è stata valutata attraverso l'applicazione del test statistico di Mann-Kendall.

L'ondata di calore (Marine HeatWave - MHW) è definita in letteratura come un'anomalia della temperatura che persiste per almeno 5 giorni consecutivi. L'anomalia è definita come il superamento del 90-esimo percentile dei valori [Garrabou et al, 2022; Hobday et al, 2016, 2018]. Il numero di ondate di calore è stato calcolato per sito e per anno per il periodo estivo – caldo, che va dal 1° giugno al 30 novembre (stagione calda). È stata inoltre calcolata la durata di tali ondate (somma dei giorni).

Risultati

Dal sito CMEMS sono stati scaricati 180 file raster NetCDF-3 delle acquisizioni di SST, da cui sono stati prodotti 181 file raster mensili in formato TIF.
La dimensione dell'archivio è 16,3 gigabyte (GB) per i file raster NetCDF-3 e di 3,13 gigabyte per i file TIF prodotti.
La Figura 5.4 mostra la distribuzione spaziale delle medie mensili della SST: le medie derivano dagli anni 2008-2022 e sono calcolate per la costa Adriatica.

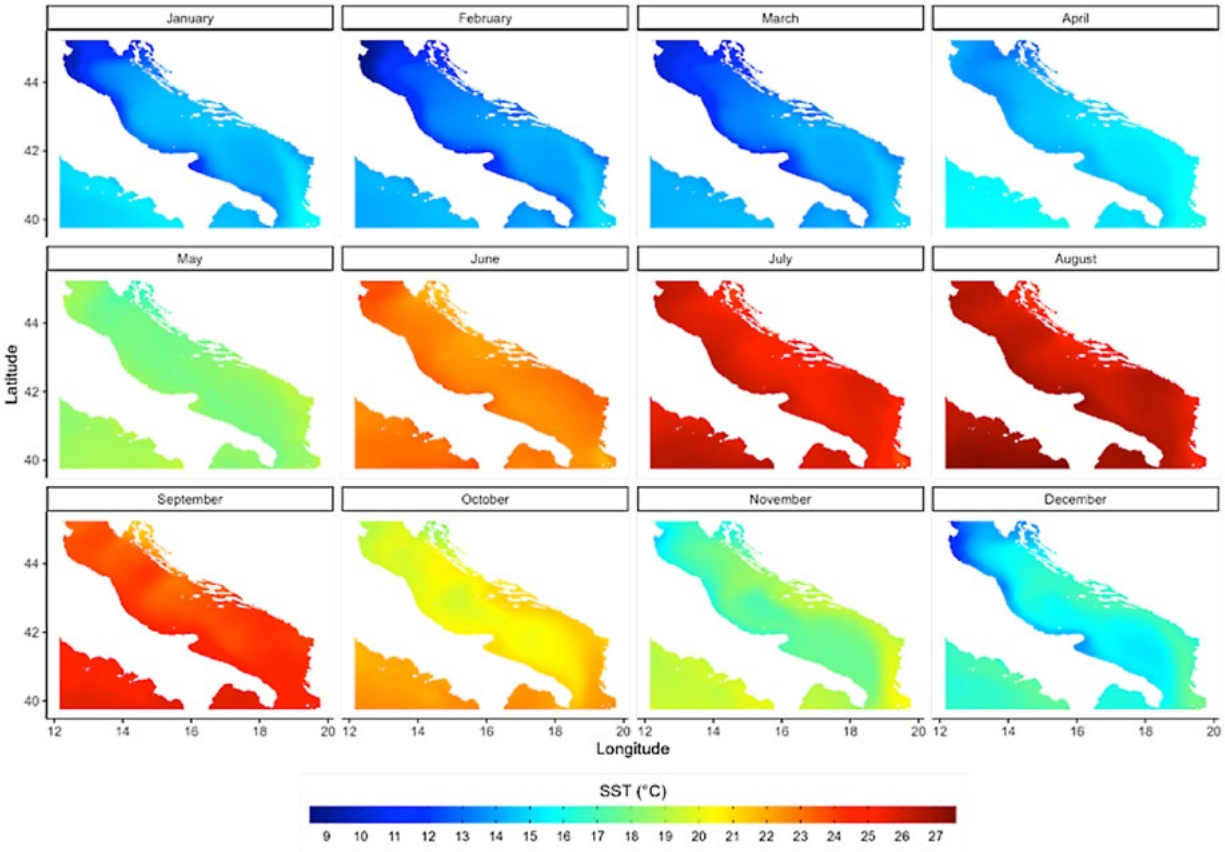


Figura 5.4. Media mensile delle SST (Sea Surface Temperature) per il periodo di studio (2008-2022).

Come andamento generale, si può affermare che nel Mare Adriatico le temperature più elevate si manifestano nel mese di agosto e quelle più basse nel mese di febbraio [Filipponi et al, 2017; Pastor et al, 2020]. Interessante è l'andamento della temperatura delle acque più vicine alla costa che sono le prime a raffreddarsi in novembre-dicembre e le prime a riscaldarsi in maggio-giugno, poiché i fondali sono meno profondi e quindi queste acque sono più velocemente influenzate dalla temperatura dell'aria. Questo andamento stagionale condiziona le migrazioni della fauna alieutica verso il largo nel periodo autunnale/invernale e verso la costa nel periodo primaverile.

Per derivare informazioni utili all'acquacoltura, sono stati estratti i valori di SST nel punto centrale degli impianti lungo la costa Abruzzese: sono stati presi in considerazione gli impianti attivi e anche nuove aree per le quali sono in corso richieste di concessione per valutare eventuali differenze all'interno delle acque regionali (Figura 5.5).

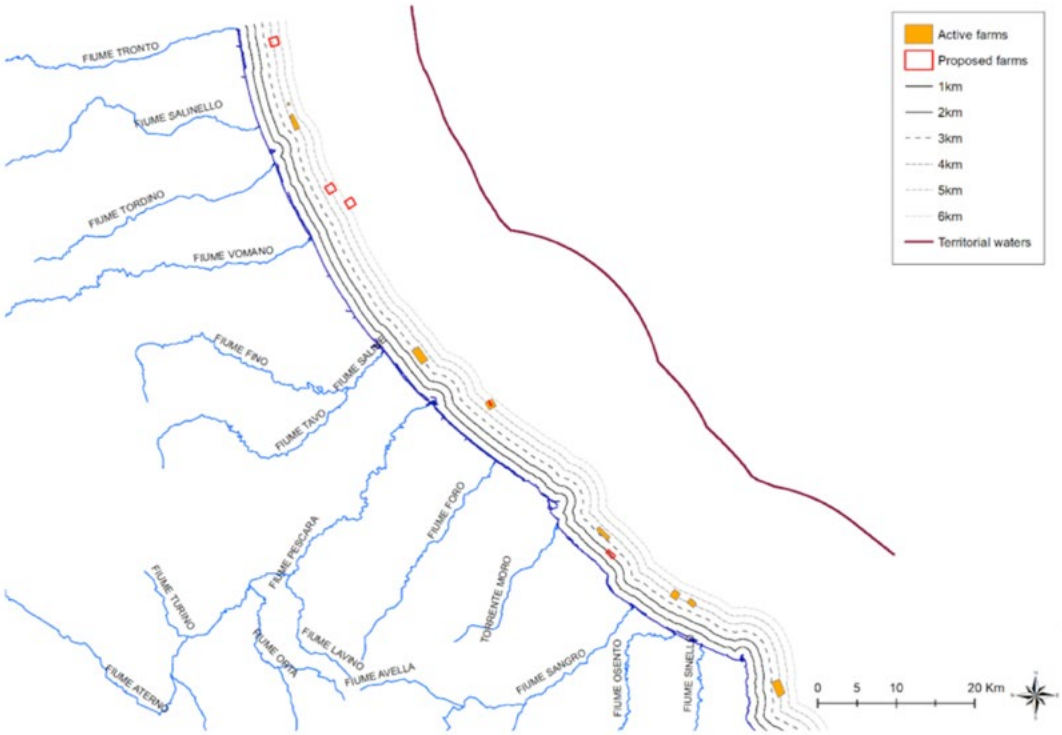


Figura 5.5. Localizzazione degli impianti di acquacoltura attivi e anche delle nuove aree per le quali sono in corso richieste di concessione.

La Figura 5.6 mostra l'andamento della temperatura superficiale per ciascun impianto e ciascun giorno del periodo considerato. Le temperature più basse sono rappresentate da un blu intenso, mentre il rosso diventa più intenso all'aumentare della temperatura. L'area di studio considerata presenta il tipico andamento a medie latitudini, con ciclo annuale delle temperature superficiali del mare: valori più bassi durante i mesi invernali e con valori più alti in estate.

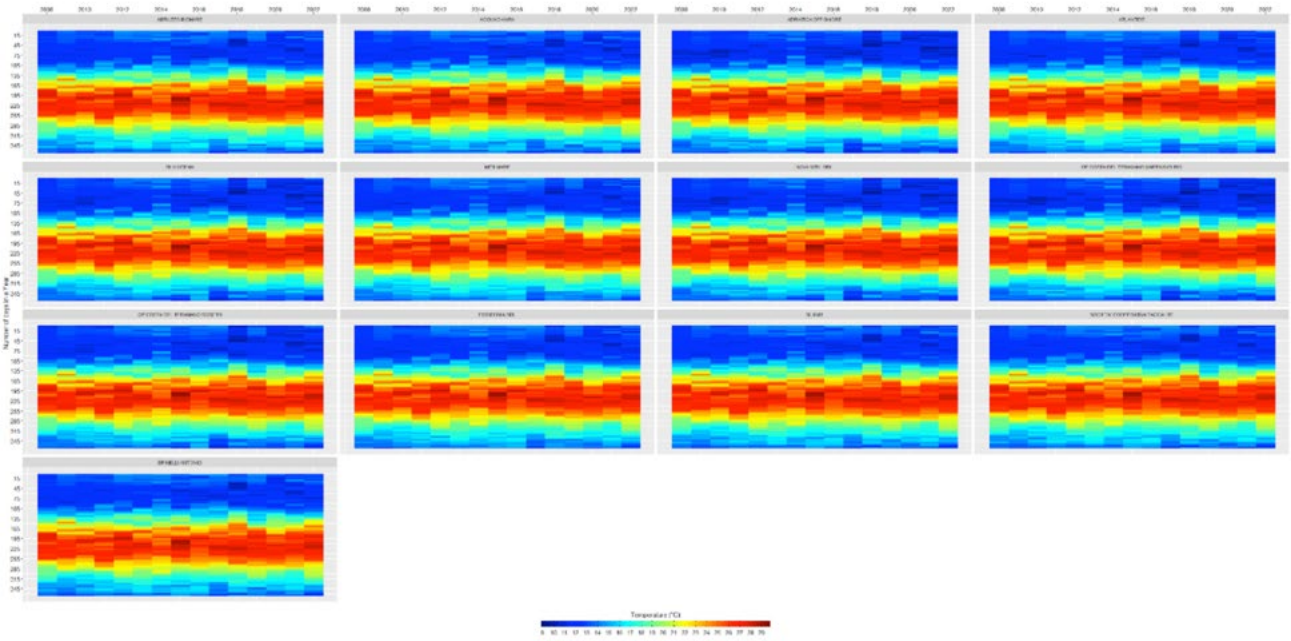


Figura 5.6. Valori di temperatura superficiale del mare (SST) nei punti centrali degli impianti in essere/in progetto lungo la costa Abruzzese, per ciascun giorno dell'anno (indicato sull'asse verticale) e per ciascun anno (indicato sull'asse orizzontale).

La Figura 5.7 mostra con il colore blu la media dei valori giornalieri della temperatura superficiale dell'acqua per gli anni considerati nei punti centrali degli impianti. La stessa figura mostra anche l'andamento dei valori per ciascun anno, evidenziando il picco più alto intorno a metà agosto, con l'inizio della fase discendente, il picco più basso intorno a metà marzo con l'inizio della fase ascendente, in accordo con il commento della Figura 5.4.

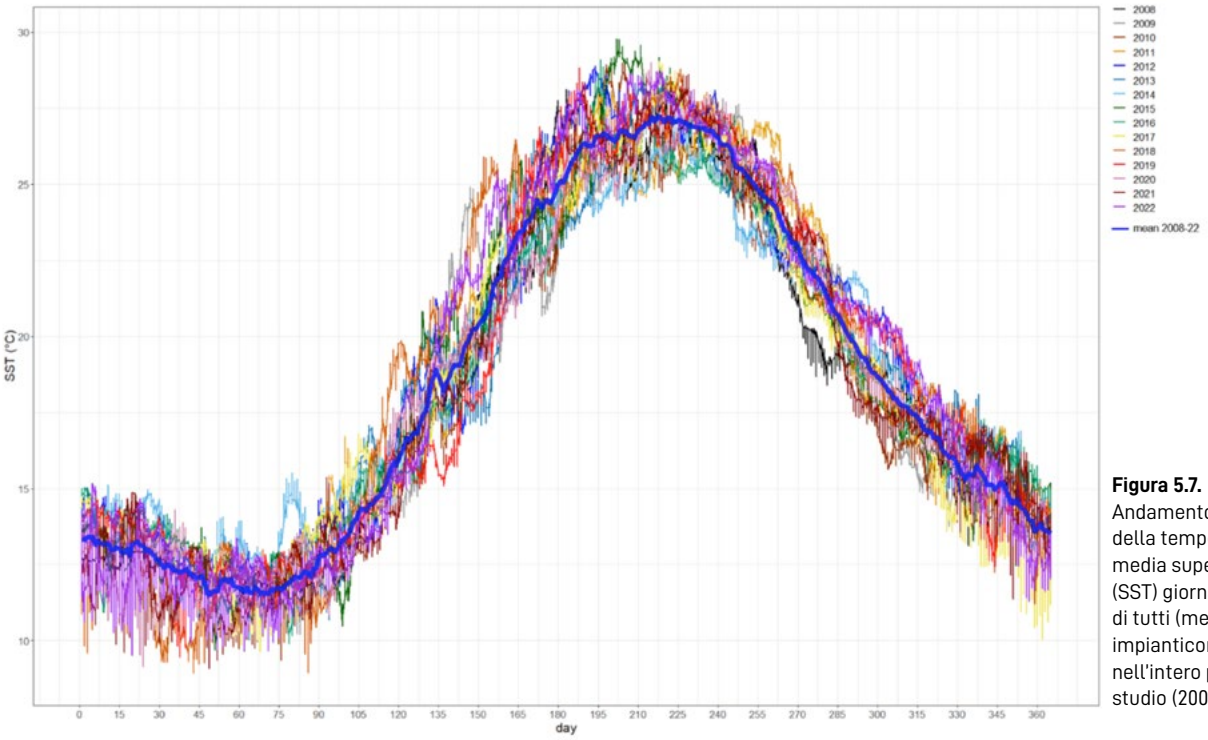


Figura 5.7. Andamento annuale della temperatura media superficiale (SST) giornaliera di tutti (media) gli impianticonsiderati nell'intero periodo di studio (2008 - 2022).

L'andamento generale delle temperature superficiali del mare è mostrato nella Figura 5.8, nel periodo e negli impianti considerati, con temperature minime tra 8,91 e 11,09°C, medie nel range 18,02-18,91°C e temperature massime di 27,91 e 29,78°C nel corso degli anni considerati.

Figura 5.8. Valori minimi, medi e massimi delle temperature per anno nei punti degli impianti.

La Figura 5.9 mostra i valori di SST per tutti gli anni e tutti gli impianti, come serie storica, evidenziando una sovrapponibilità delle curve dei vari impianti a sostegno della omogeneità dei valori lungo la costa abruzzese.
Per valutare in modo statisticamente appropriato l'eventuale variazione climatica nelle acque marine costiere della

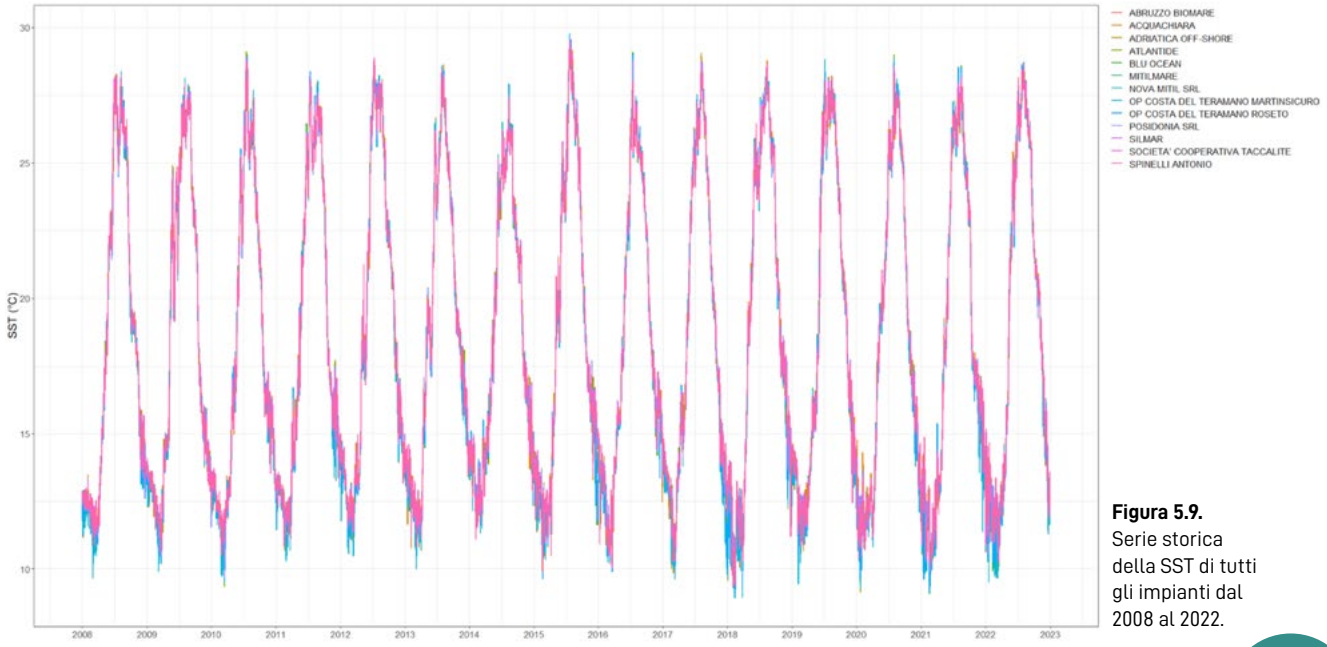


Figura 5.9. Serie storica della SST di tutti gli impianti dal 2008 al 2022.

regione Abruzzo è stata necessaria un'analisi di tutta la serie storica, che considera e analizza le componenti del valore di temperatura (rumore di fondo dovuto a condizioni atmosferiche, a copertura nuvolosa, ad interferenze nell'acquisizione da satellite, stagionalità, dovuta al normale ciclo delle stagioni e il trend, che rappresenta la tendenza).
La Figura 5.10 riporta la serie storica delle temperature, mediate per giorno (tutti gli impianti), ed è così composta:

- la prima riga (observed) mostra gli andamenti dei valori osservati di temperatura media giornaliera nell'intero periodo considerato;
- la seconda riga mostra il trend della temperatura, opportunamente depurato dalle altre componenti, con il metodo decompose;
- la terza riga visualizza gli andamenti stagionali al netto delle altre componenti;
- la quarta riga mostra la componente casuale (rumore di fondo), sempre al netto delle altre.

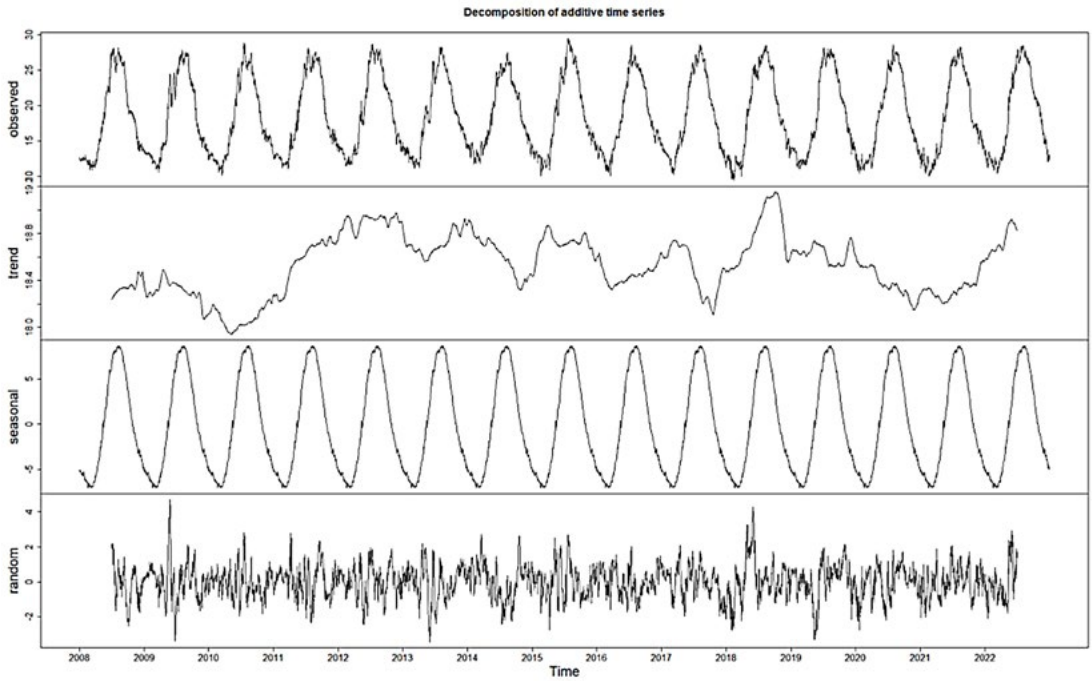


Figura 5.10. Decomposizione delle serie temperali delle medie giornaliere di SST per l'insieme degli impianti.

Il trend che risulta da questa analisi delle serie storiche mostra alcune fluttuazioni nel tempo, ed in particolare sono evidenti tre fasi di temperature crescenti (dal 2010 al 2013, dal 2018 al 2019 e dal 2021 al 2022).
Per verificare se il trend ottenuto è statisticamente significativo è stato applicato il test statistico di Mann-Kendall. La Tabella 5.1 riporta i valori del test (MK) e i p.value. Gli impianti in corrispondenza dei quali si hanno valori di p<0,05 risultano avere un trend statisticamente significativo (crescente).

Impianti	MK	p.value
OP COSTA DEL TERAMANO MARTINSICURO n	0,0165	0,067
ADRIATICA OFF-SHORE n	0,0165	0,067
NOVA MITIL SRL n	0,0169	0,060
BLU OCEAN n	0,0174	0,054
OP COSTA DEL TERAMANO ROSETO n	0,0187	0,038
ATLANTIDE c	0,0244	0,007
MITILMARE c	0,0283	0,002
POSIDONIA SRL c	0,0282	0,002
ABRUZZO BIOMARE s	0,0268	0,003
SOCIETA' COOPERATIVA TACCALITE s	0,0266	0,003
SPINELLI ANTONIO s	0,0277	0,002
SILMAR s	0,0290	0,001
ACQUACHIARA s	0,0294	0,001

Tabella 5.1. Test Mann-Kendall per la significatività del trend (crescente) delle serie storiche delle SST giornaliere di ciascun impianto, elencati da nord a sud. Le celle evidenziate indicano un trend statisticamente significativo.

Sembrerebbe che la significatività del trend si manifesti soprattutto negli impianti posti nella zona sud (costa chietina) e nella zona centrale (costa pescarese) delle acque marine costiere abruzzesi, mentre a nord, con l'eccezione dell'impianto di Roseto (comunque il più a sud tra i teramani), il trend non risulta significativo. Questa affermazione è confermata dalla Figura 5.11 che mostra come le medie annuali della temperatura dell'acqua superficiale degli impianti, in generale, siano minori al nord rispetto al centro e al sud.

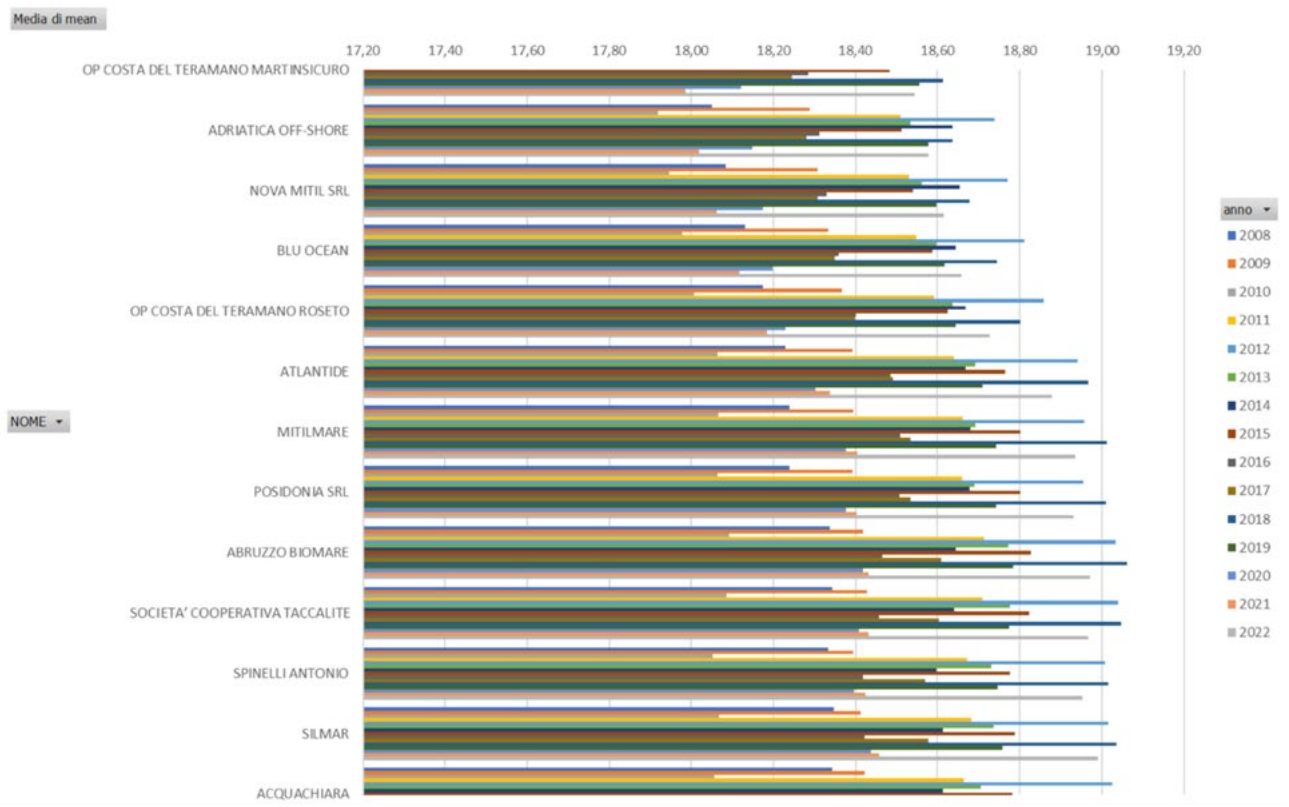


Figura 5.11. Medie annuali (colori delle serie) della temperatura dell'acqua superficiale degli impianti, elencati da nord a sud.

Nell'analisi della serie storica, per valutare l'entità della componente trend, espressa in gradi centigradi, è stata applicata un'analisi di regressione lineare sui dati della componente trend (Tabella 5.2).

	Estimate	Std.errore	t value	Pr(>|t|)
intercept	-2,354	1,855	-1.269	0,204
SST	0,010	0,001	11,261	<2e-16 ***

Tabella 5.2. Tabella dei coefficienti dell'analisi di regressione lineare sui dati della componente trend della serie storica

L'incremento annuale del trend, depurato delle altre componenti, è pari a 0,010 gradi.
L'incremento risulta statisticamente significativo.
I dati qui analizzati di temperatura superficiale del mare (SST) derivati da rilevazioni satellitari (prodotto CMEMS) per gli anni 2008-2022, sembrano confermare un lieve aumento della temperatura superficiale nella localizzazione degli impianti di acquacoltura attivi/in progetto lungo la costa Abruzzese, nel Mare Adriatico. Per valutare l'impatto di tale trend sulle comunità biologiche occorre continuare a monitorare ed approfondire le valutazioni, anche con dati di più lungo periodo.

Inoltre, dalla consultazione della bibliografia esaminata, è sembrato interessante rilevare, per ciascun anno, il "numero di ondate di calore" (Marine HeatWaves) che sono definite come un'anomalia che persiste per almeno 5 giorni consecutivi, intendendo per anomalia che il valore di temperatura giornaliero supera il 90° percentile di tutti i valori del periodo considerato.

La Figura 5.12 mostra la distribuzione della frequenza dei valori della temperatura (SST) nei due periodi (estivo – caldo, dall'1 giugno al 30 novembre; invernale - freddo, dall'1 dicembre al 31 maggio).

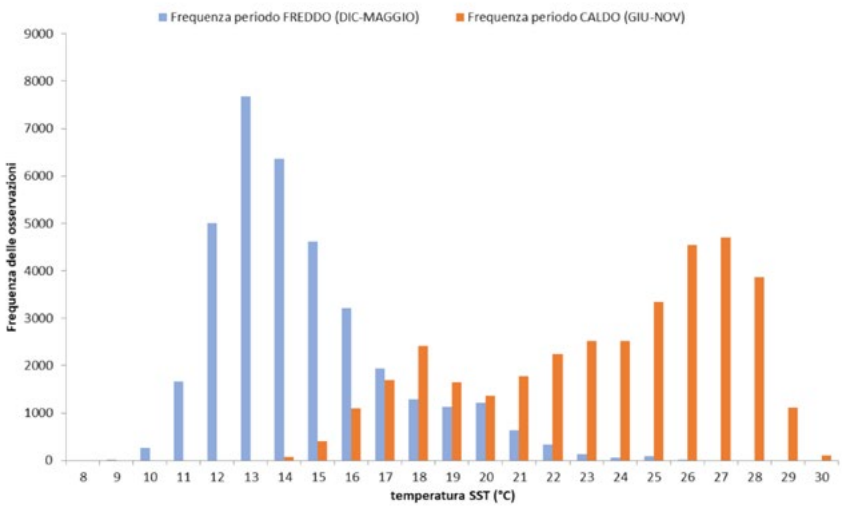


Figura 5.12. Distribuzione della frequenza dei valori della temperatura (SST) nei due periodi considerati (estivo – caldo, dal 1° giugno al 30 novembre di colore arancio; invernale - freddo, dal 1° dicembre al 31 maggio di colore blu)

Le Tabelle 5.3 e 5.4 mostrano i percentili nei due periodi considerati.

Tabella 5.3. Percentili delle temperature (SST) del periodo estivo – caldo, dal 1 giugno al 30 novembre.

PERIODO CALDO (GIU-NOV)

PERCENTILI	*°C*
5	16,12
10	17,11
25	20,09
50	23,98
75	26,17
90	27,30
95	27,77

Tabella 5.4. Percentili delle temperature (SST) del periodo invernale - freddo, dal 01 dicembre al 31 maggio.

PERIODO FREDDO (DIC-MAGGIO)

PERCENTILI	*°C*
5	10,96
10	11,42
25	12,25
50	13,46
75	15,36
90	18,06
95	19,58

Nella Figura 15.3 è riportato il numero medio (mediana) di ondate di calore per anno e per tutti gli impianti considerati (in arancione, variabile Num MHW). Le barre di colore giallo riportano il totale di giorni (mediana degli impianti) nell'anno in cui si è verificata l'ondata di calore, mentre le barre arancioni il numero degli eventi. La stessa figura mostra che negli anni 2012, 2015 e 2022 sono state registrati più di 25 giorni di temperature anomale (come definito in MHW), e nel 2015 tali giornate sono state tutte consecutive (un unico evento MHW), mentre negli altri due anni si sono manifestate in 2 e 3 eventi, rispettivamente.

Una visualizzazione più dettagliata dei dati (un esempio è riportato in Figura 5.14), permette di notare che il trend crescente delle temperature si è manifestato, in alcuni anni, non tanto con l'aumento del numero di eventi di ondate di calore (celle bordate in nero), ma con la maggiore durata di tali eventi, ossia con numero maggiore di giornate "anomale". Tale numero è comunque molto variabile nel corso degli anni.

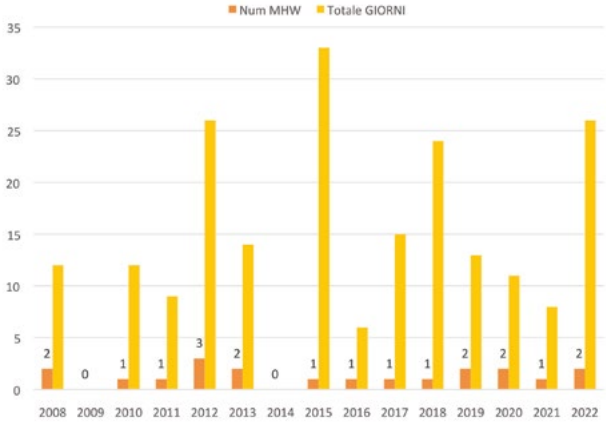


Figura 5.13. Grafico del numero medio (mediana) di ondate di calore per anno e per tutti gli impianti considerati (in arancione, Num MHW); le barre di colore giallo riportano il totale di giorni (mediana degli impianti) nell'anno in cui si è verificata l'ondata di calore.

data	stagio	NOME	mean_2008	mean_2009	mean_2010	mean_2011	mean_2012	mean_2013	mean_2014	mean_2015	mean_2016	mean_2017	mean_2018	mean_2019	mean_2020	mean_2021	mean_2022
25/6	calda	ABRUZZO BIOMARE	25,430	21,340	22,170	25,390	25,965	25,330	24,255	23,450	25,465	25,745	24,225	25,750	23,350	25,645	24,995
26/6	calda	ABRUZZO BIOMARE	26,315	22,230	22,445	25,210	26,390	24,690	23,955	23,010	25,500	25,845	23,925	25,965	23,635	26,055	24,550
27/6	calda	ABRUZZO BIOMARE	27,090	22,185	23,350	25,545	26,290	23,795	24,375	23,210	24,960	25,495	23,855	26,335	24,310	26,275	25,900
28/6	calda	ABRUZZO BIOMARE	27,750	23,330	23,660	25,685	26,525	23,155	24,605	23,615	24,895	25,230	23,715	26,860	25,295	25,505	26,820
29/6	calda	ABRUZZO BIOMARE	27,405	23,850	23,680	25,560	26,410	23,285	24,785	23,280	24,570	25,210	24,050	25,910	24,825	26,000	26,435
30/6	calda	ABRUZZO BIOMARE	26,495	23,860	24,270	24,815	26,930	23,320	24,475	24,140	25,270	25,125	24,740	25,485	25,525	26,605	26,670
1/7	calda	ABRUZZO BIOMARE	27,865	24,590	24,050	24,535	27,045	23,705	24,700	24,055	25,530	24,750	25,305	25,880	25,970	26,355	27,150
2/7	calda	ABRUZZO BIOMARE	27,155	24,460	24,265	24,825	27,070	23,970	24,820	23,715	25,805	24,720	25,035	27,390	26,400	26,000	27,250
3/7	calda	ABRUZZO BIOMARE	26,820	25,100	24,670	24,690	27,505	23,830	24,880	24,820	26,245	24,300	24,945	27,550	26,540	26,025	27,115
4/7	calda	ABRUZZO BIOMARE	27,595	25,325	24,995	23,830	26,845	23,690	25,275	24,220	26,070	24,570	25,545	27,540	26,120	26,060	27,270
5/7	calda	ABRUZZO BIOMARE	27,865	24,450	26,420	24,060	27,380	23,905	25,365	25,465	25,925	25,060	27,045	28,085	25,390	25,800	28,155
6/7	calda	ABRUZZO BIOMARE	27,755	24,970	25,780	25,055	27,645	23,860	25,520	25,820	26,545	25,220	26,455	27,870	25,390	26,250	28,010
7/7	calda	ABRUZZO BIOMARE	27,680	25,200	26,420	24,740	28,195	24,220	25,600	26,050	26,610	25,270	26,220	27,925	25,100	26,715	27,495
8/7	calda	ABRUZZO BIOMARE	28,005	25,200	25,070	25,905	28,345	24,440	26,220	26,650	26,640	25,905	26,215	27,530	25,200	26,730	27,295
9/7	calda	ABRUZZO BIOMARE	26,900	24,925	25,765	26,015	28,215	24,520	26,155	26,705	27,290	25,820	25,445	27,235	25,810	26,680	26,635
10/7	calda	ABRUZZO BIOMARE	27,290	25,125	26,290	26,420	28,570	24,880	24,675	25,010	27,440	26,710	25,330	26,855	25,805	26,550	26,245
11/7	calda	ABRUZZO BIOMARE	27,460	24,465	25,775	27,250	28,625	24,840	24,160	25,590	27,860	26,960	26,035	26,420	25,930	27,130	26,090
12/7	calda	ABRUZZO BIOMARE	28,130	25,015	25,740	27,695	28,845	25,510	24,285	26,715	28,140	27,105	26,135	26,470	25,425	27,030	26,130
13/7	calda	ABRUZZO BIOMARE	28,275	24,930	26,260	27,570	28,490	25,245	24,205	27,015	27,960	27,090	26,530	26,520	25,055	26,390	26,310
14/7	calda	ABRUZZO BIOMARE	27,625	25,460	26,790	27,975	28,475	25,170	24,385	27,435	28,055	26,760	25,925	26,250	25,225	26,355	26,100
15/7	calda	ABRUZZO BIOMARE	27,035	25,620	27,700	27,490	27,795	25,260	24,625	27,720	25,510	26,990	27,190	26,045	25,370	26,630	26,020
16/7	calda	ABRUZZO BIOMARE	26,505	25,500	28,920	27,270	28,375	25,725	24,715	28,430	25,405	26,265	26,940	25,710	25,450	26,060	27,005
17/7	calda	ABRUZZO BIOMARE	26,580	24,715	28,470	27,280	27,615	25,600	24,925	28,615	25,710	25,790	26,665	25,550	25,400	25,655	26,715
18/7	calda	ABRUZZO BIOMARE	26,400	24,425	28,450	27,450	27,225	25,435	25,055	29,150	26,495	25,675	26,650	25,995	25,305	25,750	26,730
19/7	calda	ABRUZZO BIOMARE	26,610	25,410	27,770	27,530	27,255	25,615	25,925	28,990	25,695	25,525	26,725	26,095	24,875	26,050	26,410
20/7	calda	ABRUZZO BIOMARE	26,690	25,945	27,520	27,260	27,210	25,860	25,720	28,235	26,645	25,945	26,975	26,355	25,305	25,955	26,770
21/7	calda	ABRUZZO BIOMARE	27,110	26,300	27,945	26,620	27,460	26,005	24,650	29,460	25,945	26,425	26,970	26,940	25,975	25,770	27,005
22/7	calda	ABRUZZO BIOMARE	27,000	26,925	28,700	26,410	27,040	26,070	24,620	29,305	26,290	26,725	27,105	27,690	26,460	26,010	27,215
23/7	calda	ABRUZZO BIOMARE	25,620	26,960	28,590	26,190	27,045	26,220	24,700	28,975	25,845	26,565	26,955	26,535	25,845	26,450	27,745
24/7	calda	ABRUZZO BIOMARE	24,760	27,300	28,245	25,820	26,695	26,790	24,810	29,040	25,880	26,565	26,730	26,705	25,990	26,210	27,870
25/7	calda	ABRUZZO BIOMARE	24,930	27,345	27,270	25,445	26,125	27,005	25,160	28,710	25,990	26,485	26,295	27,585	25,705	25,805	28,435
26/7	calda	ABRUZZO BIOMARE	25,145	26,700	26,885	25,280	26,090	27,670	25,125	28,990	26,025	26,025	26,395	28,020	25,970	26,005	28,130
27/7	calda	ABRUZZO BIOMARE	25,075	26,195	26,220	25,455	26,335	27,930	24,695	29,200	26,615	26,095	26,720	27,815	26,690	26,885	27,525
28/7	calda	ABRUZZO BIOMARE	25,820	26,940	26,060	24,860	26,750	28,150	25,410	28,895	26,300	26,170	27,185	26,920	26,855	27,785	28,330
29/7	calda	ABRUZZO BIOMARE	25,790	26,770	26,180	24,765	27,175	28,100	25,020	29,120	27,055	26,345	27,050	27,115	27,460	27,190	28,270
30/7	calda	ABRUZZO BIOMARE	25,765	27,080	25,160	24,745	27,500	27,895	24,780	28,410	27,225	27,105	27,370	27,160	28,425	27,660	28,080
31/7	calda	ABRUZZO BIOMARE	26,165	27,340	25,230	24,745	27,760	27,250	24,745	28,190	27,375	27,375	27,165	27,530	28,530	28,020	28,140
1/8	calda	ABRUZZO BIOMARE	25,825	27,380	25,550	25,020	27,435	27,260	25,295	27,815	27,075	27,520	27,495	28,025	28,375	27,615	27,935
2/8	calda	ABRUZZO BIOMARE	27,170	27,940	25,940	25,605	27,090	27,070	25,140	27,775	26,520	28,200	27,910	27,275	28,020	26,705	28,520
3/8	calda	ABRUZZO BIOMARE	27,820	27,270	25,675	24,950	27,335	27,630	26,060	27,765	27,105	27,605	27,835	27,120	28,005	26,890	28,390
4/8	calda	ABRUZZO BIOMARE	27,375	26,080	26,185	26,050	28,060	27,935	26,235	27,510	27,380	28,290	27,930	26,805	26,465	26,710	28,470
5/8	calda	ABRUZZO BIOMARE	27,495	26,745	25,725	26,440	27,905	28,030	25,960	28,990	27,040	28,770	27,765	26,900	26,020	26,655	28,650
6/8	calda	ABRUZZO BIOMARE	27,740	26,465	24,965	26,205	27,995	28,240	25,660	28,310	25,355	28,475	27,905	27,310	26,040	26,530	28,670
7/8	calda	ABRUZZO BIOMARE	27,760	26,510	25,945	26,275	28,025	28,105	26,065	27,835	25,310	27,950	27,910	27,165	26,260	26,775	27,900
8/8	calda	ABRUZZO BIOMARE	28,015	25,965	25,595	26,975	28,125	27,965	26,270	28,525	25,725	28,375	28,050	26,650	26,460	27,425	27,690
9/8	calda	ABRUZZO BIOMARE	28,125	26,600	25,635	26,375	27,975	27,535	26,060	28,430	26,325	28,045	28,385	27,310	26,360	26,555	27,895
10/8	calda	ABRUZZO BIOMARE	27,030	25,840	26,215	25,575	27,760	27,255	26,315	28,215	25,750	28,015	27,845	27,975	26,330	27,250	27,900
11/8	calda	ABRUZZO BIOMARE	27,005	26,975	26,540	25,560	27,945	26,945	26,870	27,585	25,400	28,505	28,120	27,825	27,075	27,510	27,440
12/8	calda	ABRUZZO BIOMARE	26,915	26,525	26,505	25,080	27,240	27,020	27,270	28,060	25,245	28,155	28,635	27,300	27,240	27,715	27,510
13/8	calda	ABRUZZO BIOMARE	27,090	26,405	26,605	26,095	26,765	27,270	27,350	28,040	25,460	28,005	28,655	28,035	27,230	27,860	27,070
14/8	calda	ABRUZZO BIOMARE	27,345	26,155	26,160	26,330	26,170	27,205	26,820	27,745	25,245	27,400	28,110	27,965	27,460	28,015	26,870
15/8	calda	ABRUZZO BIOMARE	26,825	26,560	26,005	26,020	26,620	26,975	26,390	27,695	25,660	27,410	27,660	27,155	27,300	28,225	26,700
16/8	calda	ABRUZZO BIOMARE	26,240	26,095	26,115	26,425	27,440	26,610	25,975	27,455	25,560	27,520	27,415	27,405	27,225	28,205	27,320
17/8	calda	ABRUZZO BIOMARE	26,215	27,215	25,920	26,160	27,675	26,960	25,850	27,165	25,390	27,455	27,525	27,295	27,215	27,305	27,895
18/8	calda	ABRUZZO BIOMARE	26,540	27,140	26,160	25,955	27,740	27,210	25,900	27,090	25,360	27,170	27,435	27,455	27,075	27,415	27,405
19/8	calda	ABRUZZO BIOMARE	26,490	27,230	26,175	27,010	27,490	27,330	25,385	26,915	25,535	27,170	27,570	26,740	27,145	27,210	26,950
20/8	calda	ABRUZZO BIOMARE	26,825	26,930	26,310	27,275	27,155	26,900	25,920	26,765	25,490	27,215	27,325	27,010	27,400	27,470	27,090
21/8	calda	ABRUZZO BIOMARE	26,905	27,210	26,205	27,120	27,325	25,605	25,890	26,555	25,920	26,915	27,400	27,555	27,440	27,210	26,960
22/8	calda	ABRUZZO BIOMARE	26,960	27,610	26,530	27,350	27,405	25,735	26,055	26,975	25,425	26,940	27,490	27,290	27,540	27,040	27,025
23/8	calda	ABRUZZO BIOMARE	27,030	27,165	26,755	27,315	27,315	25,775	26,045	26,840	25,160	26,010	27,590	26,740	27,655	27,815	26,950
24/8	calda	ABRUZZO BIOMARE	26,505	27,120	26,710	27,555	27,645	25,965	25,935	26,095	25,125	26,125	27,575	27,215	27,295	27,310	26,645
25/8	calda	ABRUZZO BIOMARE	26,060	27,095	27,090	27,475	27,645	25,795	26,100	26,580	25,195	26,275	27,290	27,055	27,270	27,025	26,690
26/8	calda	ABRUZZO BIOMARE	25,875	27,410	27,250	27,120	28,040	25,485	26,305	26,160	24,905	26,560	26,705	27,035	27,405	27,145	26,730
27/8	calda	ABRUZZO BIOMARE	25,730	27,350	27,415	27,215	27,115	25,335	26,320	26,080	25,025	26,700	26,365	26,995	27,215	26,945	26,420
28/8	calda	ABRUZZO BIOMARE	26,200	26,870	27,130	26,550	26,275	25,375	26,020	26,670	25,305	26,545	26,425	27,260	26,920	25,945	26,570
29/8	calda	ABRUZZO BIOMARE	26,315	27,020	26,565	26,465	25,935	25,140	25,500	26,810	25,455	26,490	26,030	27,175	26,805	25,705	26,865
30/8	calda	ABRUZZO BIOMARE	26,200	27,105	25,470	26,570	26,310	24,705	26,140	27,350	24,820	26,590	26,120	27,265	26,620	25,740	26,690
31/8	calda	ABRUZZO BIOMARE	26,110	26,920	25,310	26,940	26,515	24,010	26,275	26,720	25,115	26,570	26,530	27,090	26,335	25,795	26,695
1/9	calda	ABRUZZO BIOMARE	25,800	26,870	25,035	26,360	26,315	25,130	26,005	26,975	25,295	25,880	26,670	27,080	26,025	25,880	26,150

Figura 5.14. Esempio dei dati di dettaglio per un impianto: in colonna sono riportati gli anni del periodo, per riga i giorni dell'anno: i giorni con temperature anomale sono colorati di roso chiaro, le ondate di calore (MHW) sono bordate in nero.

Discussione e Conclusione

I risultati di questo studio hanno dimostrato che per le acque costiere della regione Abruzzo:

- la temperatura misurata da satellite ed utilizzata in questo studio fa riferimento a quella superficiale dell'acqua, che risente della temperatura atmosferica e delle sue escursioni, delle stagioni più calde e di quelle più fredde durante tutto l'anno;
- l'analisi della serie storica degli anni 2008-2022, ha evidenziato l'incremento annuale del trend, che depurato delle altre componenti (stagionalità, rumore di fondo), è pari a 0,010 gradi;
- il trend che risulta dalle analisi delle serie storiche mostra un andamento variabile nel tempo, ma che comunque evidenzia tre momenti di temperature crescenti (dal 2010 al 2013, dal 2018 al 2019 e dal 2021 al 2022);
- l'aumento delle temperature superficiali si è manifestato, in alcuni anni, non tanto con l'aumento del numero di eventi di ondate di calore (MHW-marine heatwaves), ma con la maggiore durata di tali eventi, ossia con numero maggiore di giornate "anomale".

In accordo con altri studi nell'area del Mediterraneo [Pisano et al, 2020; Pastor et al, 2020], i cambiamenti osservati (anche se per un periodo breve in questo studio) solo relativi all'andamento medio stagionale, con aumenti e decrementi relativi rispettivamente ai valori medi estivi e invernali nel periodo considerato. Inoltre, sono più evidenti, nell'arco di tempo considerato, "momenti" con innalzamento prolungato della temperatura dell'acqua: questi momenti (chiamati in letteratura Marine HeatWaves - MHWs) sono riportati in numero sempre crescente e di durata sempre maggiore, sempre più intensi ed estesi [Garrabou et al, 2022; Collins et al, 2019].

I cambiamenti climatici rappresentano un potenziale fattore limitante per le risorse alieutiche in generale, ma anche per l'allevamento dei Molluschi Bivalvi in particolare, interferendo direttamente con la loro sopravvivenza e il loro comportamento.
Alcuni studi, ad esempio, utilizzando modelli, hanno mostrato che i cambiamenti climatici, in merito al fitoplancton, potrebbero provocare una diminuzione della ricchezza di specie e della taglia, oltre alla possibilità che alcune specie prevalgano sulle altre modificando la struttura della rete trofica, con una riduzione del numero di potenziali nicchie ecologiche e della biodiversità [Henson et al, 2021; Ratnarajah et al, 2023; Tsirintanis et al, 2022].
La tendenza è quella di un crescente predominio di specie di fitoplancton più piccole che avrebbe implicazioni per la funzione sia ecologica sia biogeochimica degli oceani, poiché le regioni dominate da piccoli fitoplanctonti, in genere, supportano reti alimentari meno produttive e sequestrano meno carbonio organico rispetto a quelle dominate da classi di più grandi dimensioni. Questi cambiamenti nella composizione delle specie si verificano a causa di condizioni ambientali che superano le tolleranze dei tipi di fitoplancton attualmente esistenti [Henson et al, 2021].
Conseguentemente se i diretti consumatori di fitoplancton, come lo zooplancton o gli organismi filtratori, non possono più acquisire le prede necessarie è probabile che si verifichino cambiamenti significativi nelle reti trofiche marine con perdita di biodiversità che, a sua volta, rende instabile l'ecosistema e provoca una diminuzione nella biomassa delle risorse alieutiche [Ratnarajah et al., 2023].

D'altro canto, i cambiamenti climatici, caratterizzati da forti fluttuazioni di temperatura, connesse a periodi di forti piogge o periodi di siccità che modificano in modo significativo la salinità dei mari, possono promuovere stress nei bivalvi, con conseguenti cambiamenti nelle risposte fisiologiche e comportamentali e, in casi estremi, provocare un'elevata mortalità. Le alte temperature e le sporadiche precipitazioni intense che si prevede si verificheranno nel sud dell'Europa a causa dei cambiamenti climatici, complessivamente avranno gravi implicazioni per i sistemi naturali e umani, e presumibilmente saranno ulteriormente accompagnate da acidificazione dei mari (aumento di CO2) e diminuzione di ossigeno disciolto (causa aumento temperatura). Dal punto di vista sanitario, inoltre, è stato dimostrato che l'aumento di temperatura sia anche uno dei principali fattori scatenanti eventi che portano all'accumulo di alcune biotossine nei bivalvi europei [Dhanji-Rapkova M. et al., 2023].
È pertanto auspicabile continuare in modo costante il monitoraggio per la rilevazione della temperatura superficiale dei mari, soprattutto con metodi speditivi e poco costosi come la rilevazione satellitare, al fine di verificare i risultati ottenuti dai modelli sperimentati e la resilienza degli ecosistemi marini. Solo in questo modo sarà possibile attuare politiche di ripristino ecologico reindirizzando le strategie della pesca e dell'acquacoltura.

6

Impostare l'indice procedurale da attivare per l'individuazione delle aza aree interne ed avviare le relative attività

L'Abruzzo non ha lagune, valli o stagni nel proprio territorio e pertanto non si presta alla classica acquacoltura estensiva esercitata in altre regioni italiane. Ciò non toglie che non possano essere individuate nuove zone per la produzione ittica nei corsi d'acqua e nei laghi, considerata la fitta rete idrografica di cui la regione dispone o realizzati nuovi impianti di acquacoltura nelle aree interne della Regione.
Il processo di individuazione di zone adatte all'acquacoltura nelle acque interne, a livello nazionale, procede lentamente non essendo state ancora condivise e pubblicate linee guida peculiari che possano fornire indicazioni di riferimento e omogeneità territoriale.
Ciò non toglie che si possa iniziare un percorso virtuoso che ponga le prime basi di conoscenza da sviluppare quando i riferimenti nazionali saranno disponibili.
Questo progetto, pertanto ha incluso studi propedeutici alla identificazione di aree potenzialmente adatte all'acquacoltura nelle acque interne in modo da creare nuove opportunità di investimento incentivate da un coerente quadro di riferimento, nel rispetto dell'ambiente e delle salubrità dei prodotti ittici. In tale ambito è parso utile evidenziare anche i potenziali conflitti tra le varie attività produttive derivanti soprattutto dai diversi usi delle acque interne, considerando i mutamenti climatici ed i periodi siccitosi.
Per attuare il percorso suddetto sono state svolte le seguenti attività:

- Studio bibliografico della normativa di riferimento
- Mappatura GIS degli impianti di acquacoltura nelle acque interne della regione Abruzzo e individuazione di percorsi autorizzativi ai fini di una più efficiente programmazione e gestione regionale
- Stato dell'arte e mappatura GIS delle derivazioni concesse per impianti di acquacoltura;
- Ricerca dati sulle portate e sulle scadenze delle concessioni;
- Identificazione dell'iter tecnico-amministrativo per la richiesta di una nuova concessione di derivazione, anche all'interno delle zone protette;
- Valutazioni sanitarie e ambientali
- Conflitti con altri usi delle acque e delle risorse naturali
- Innovazione

La descrizione delle suddette attività svolte sarà preceduta da un excursus relativo alla tipologia degli impianti di acquacoltura e alla produzione nazionale.

6.1 Acquacoltura - Tipologie

hiips://pofeamp.politicheagricole.it/it/notizie/acquacoltura-cos%C3%A8-come-si-fa-e-quali-sono-le-opportunit%C3%A0/

L'acquacoltura può essere realizzata in mare, nei fiumi, nei laghi, negli stagni, nelle lagune, nei bacini artificiali ed è praticata in ogni parte del mondo. In Italia il settore rappresenta un grande patrimonio di conoscenze, esperienze e eccellenze, grazie alla diffusione di pratiche di allevamento diversificate.
In rapporto all'entità dell'intervento umano richiesto è possibile distinguere 3 tipi di acquacoltura:

- acquacoltura estensiva
- acquacoltura intensiva
- acquacoltura semi-intensiva

Si parla di acquacoltura estensiva quando l'area dedicata all'allevamento è di grandi estensioni e l'alimentazione dei pesci si basa esclusivamente sull'uso delle risorse naturali. L'intervento dell'acquacoltore è limitato alla semina degli esemplari giovani e al controllo del flusso dell'acqua attraverso griglie appositamente installate, quindi l'allevatore non interviene sulla nutrizione dei pesci che si alimentano autonomamente con quel che offre loro l'ecosistema. L'acquacoltura estensiva, oltre a costituire un valido modello di sviluppo dal punto di vista economico, consente di conservare gli ecosistemi delle zone umide costiere e il patrimonio paesaggistico di lagune, stagni e laghi di acqua dolce o salmastra (Figura 6.1)
Quando l'acquacoltura estensiva viene praticata nelle valli e nelle lagune costiere (cosiddette valli di pesca) prende il nome di vallicoltura, mentre la stagnicoltura è realizzata soprattutto in stagni e laghi gestiti in modo da favorire lo sviluppo della fauna acquatica con un rendimento superiore a quello dell'ecosistema naturale.
In termini di qualità del prodotto ittico, i pesci allevati con metodi estensivi presentano carni di elevata qualità, sostanzialmente equivalenti a quelle degli animali selvatici.
Con acquacoltura intensiva si indicano gli allevamenti in cui le specie di acqua salata, salmastra o dolce sono unicamente e direttamente alimentate dall'uomo. La somministrazione degli alimenti e la rimozione delle sostanze di scarto avvengono con l'impiego di tecnologie avanzate. L'acquacoltura intensiva è praticata su terraferma o in mare, in vasche o mediante l'installazione di gabbie marine, e di solito riguarda allevamenti specializzati e monocolturali

– ossia dedicati a un solo tipo di specie ittica. L'acquacoltura intensiva è la forma di acquacoltura prevalente in Italia soprattutto in impianti a terra in bacini artificiali di dimensioni ridotte.

Figura 6.1 . Acquacoltura estensiva

L'acquacoltura intensiva si distingue in:

- acquacoltura marina: i pesci sono allevati in gabbie ancorate sul fondo e mantenute in superficie da un telaio galleggiante. Tecniche più sofisticate includono gabbie sommergibili, sistemi di monitoraggio remoto, alimentazione automatica. Gli impianti possono essere posizionati al largo (*offshore*) o sottocosta (*inshore*).
- acquacoltura di specie marine su terraferma: avviene in vasche o all'interno di bacini, sia naturali che artificiali, alimentati con acqua di mare.
- in acqua dolce su terraferma: è praticata soprattutto in bacini artificiali volti all'accrescimentodella specie.

A metà tra l'acquacoltura estensiva e intensiva si pone l'acquacoltura semintensiva: negli allevamenti di questo tipo l'uomo interviene per integrare la dieta dei pesci allevati con l'obiettivo di renderla più completa e mirata all'accrescimento della specie. L'acquacoltura semintensiva è generalmente praticata in vasche a terra, in aree costiere, lagune o laghi.
Con riferimento all'organismo acquatico allevato, l'acquacoltura può essere denominata:

- piscicoltura
- molluschicoltura
- crostaceicoltura
- alghicoltura

La piscicoltura o itticoltura, marina o d'acqua dolce, riguarda l'allevamento e la riproduzione dei pesci. Sebbene in Italia la piscicoltura comprenda l'allevamento di molte specie di pesci diversi, la produzione nazionale si concentra in particolar modo sulle trote, quando l'acquacoltura avviene in acque dolci, sulle spigole e sulle orate quando l'allevamento è praticato in acque salate.
La molluschicoltura è la forma di allevamento prevalentemente estensiva dedicata ai molluschi bivalvi e prevede la semina di giovani esemplari in zone marine o lagunari idonee al rapido accrescimento. I molluschi si alimentano in maniera autonoma sfruttando il plancton della zona di semina. La molluschicoltura si distingue in venericoltura, se ad essere allevate sono vongole, mitilicoltura, nel caso sono mitili o cozze, e ostricoltura, se si tratta di ostriche
La crostaceicoltura indica l'allevamento di crostacei con metodo estensivo, semi-intensivo e l'intensivo tecnologico che prevede sofisticate modalità di distribuzione degli alimenti. La crostaceicoltura in Italia risulta legata soprattutto alla produzione di mazzancolle.
L'alghicoltura è la coltivazione di alghe marine, praticata soprattutto nei paesi asiatici.
In base all'ambiente di allevamento si possono distinguere le seguenti tipologie:

- acque interne, bacini artificiali o vasche su terraferma in cui si pratica acquacoltura intensiva. Quando i bacini sono alimentati dall'acqua di fiume a monte e la restituiscono a valle si parla di sistemi a flusso continuo, mentre esistono anche sistemi a ricircolo.
- acque di transizione, ossia salmastre, originate dal mescolamento tra le acque marine costiere e le acque dolci dei fiumi. Si tratta di lagune, stagni costieri, laghi salmastri e zone di delta o estuario dove si pratica soprattutto l'acquacoltura estensiva.

• le acque di mare, in cui si pratica l'acquacoltura intensiva con gabbie ancorate sui fondali o la molluschicoltura, con bacini su terraferma alimentati con acque marine.

6.1.1 Acquacoltura estensiva in italia

In questo tipo di allevamento i pesci si nutrono utilizzando le risorse trofiche dell'ecosistema in cui vivono, l'allevatore interviene solo per le semine di novellame, per regimentare le acque e per le catture con tecniche tipiche della pesca artigianale, con l'impiego di sistemi fissi o con l'impiego di reti, trappole ed ami in vario modo utilizzati. In qualche caso possono essere utilizzati integratori alla dieta e può essere svolto un controllo sui predatori. Il limite di questa tipologia di allevamento deriva dalla disponibilità di vaste superfici e dalla difficoltà di controllo degli uccelli ittiofagi, compensati però dall'elevata qualità dei prodotti, se si opera con acque non inquinate, e dalla possibilità di arrivare alla certificazione ambientale, cosa che costituisce un valore aggiunto alla commercializzazione del prodotto.
In Italia esempi di acquacoltura estensiva sono le lagune costiere e le valli.

Le lagune costiere

La produzione ittica di questi ambienti può considerarsi una via di mezzo tra pesca e acquacoltura.
Nel mar Mediterraneo l'acquacoltura marina è nata nelle lagune costiere, ed in Italia l'evoluzione verso la vallicoltura ha segnato una vera ottimizzazione di pratiche basate sui cicli e sulle dinamiche naturali.
Questi ecosistemi sono definiti di transizione perché sono costituiti da bacini costieri confinati dal mare da cordoni litorali ed in contatto con la sezione di chiusura di bacini idrografici con i quali sono in comunicazione attraverso canali di marea (lagune) o varchi (stagni). Questo aspetto à molto importante per il possibile impatto causato dalle acque fluviale sulla qualità delle acque lagunari.
La maggior parte delle lagune è caratterizzata da acque poco profonde e pertanto esse sono esposte a fattori meteoclimatici come la temperatura ed i venti, che però condizionando l'idrodinamismo, consentono il rimescolamento dei sedimenti ricchi di nutrienti con la matrice acquosa.
In questi ecosistemi fondamentale è il ruolo dei canali di mare che stabiliscono i contatti tra acque dolci e marine e, di conseguenza, permettendo il passaggio degli organismi acquatici, favoriscono la biodiversità e l'equilibrio dell'ecosistema. Sono dei veri e propri trasportatori di stadi larvali e giovanili oltre a permettere la montata o la smontata delle specie ittiche anadrome e catadrome. L'acqua dolce proveniente dai fiumi contribuisce con i suoi nutrienti a sostenere la rete trofica dell'ecosistema lagunare. Per tutti questi motivi le lagune costiere, come anche gli stagni salmastri, sono generalmente ecosistemi nei quali la produttività è superiore a quella degli ambienti marini, nell'ambito dello stesso sistema costiero, ed è per questo che sono stati considerati, fin dall'antichità, come aree di elezione per la pesca e per l'allevamento.
In alcuni casi le lagune, nelle quali inizialmente veniva praticata solo la pesca, sono state modificate inserendo sistemi fissi per il controllo idraulico (sbarramenti, chiuse, ecc.), sistemi fissi di cattura (lavorieri) e la proprietà esclusiva dei prodotti, ad esempio da parte di un gruppo di pescatori-acquacoltori che ha preso in concessione gli spazi acquei.
Le specie ittiche tipiche delle comunità lagunari sono: *Mugil cephalus* (cefalo), *Chelon labrosus* (muggine labbrone), *Liza ramada* (muggine calamita), *Liza aurata* (muggine dorato), *Liza saliens* (muggine musino), tra i Mugilidi; *Sparus aurata* (orata), tra gli Sparidi; *Dicentrarchus labrax* (spigola), tra i Moronidi; *Anguilla anguilla* (anguilla), tra gli Anguillidi; *Atherina boyeri* (latterino), tra gli Aterinidi.
Naturalmente le specie ittiche si distribuiranno lungo il gradiente di salinità a seconda delle proprie caratteristiche fisiologiche. Per quanto riguarda le comunità fito-zooplanctoniche e fito-zoobentoniche, nelle lagune si ritrovano popolamenti tipici che ne fanno degli ecosistemi del tutto peculiari.
In pratica l'efficacia della produttività della laguna si basa sulla tradizionale conoscenza delle migrazioni di specie marine verso e dalla laguna e sulla gestione ambientale attivata attraverso il controllo idraulico.
Pertanto il ciclo produttivo è il seguente:

- reclutamento dei giovanili (montata);
- accrescimento di questi a carico delle risorse trofiche naturali;
- cattura ai lavorieri degli esemplari di taglia commerciale o dei subadulti migranti.

La gestione delle lagune prevede una conoscenza approfondita dell'ecosistema con la consapevolezza che è necessario conservarlo in buono stato di integrità ambientale.

Lagune e valli del nord adriatico

L'arco litorale del nord Adriatico è caratterizzato dalle foci dei due più grandi bacini idrografici nazionali (Po ed Adige) e di altri corsi d'acqua di notevole importanza (Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta e Reno). L'incontro delle foci con il mare, lì dove le acque di transizione si formano per l'interazione tra il trasporto delle acque continentali e l'ecosistema marino, ha portato alla formazione di grandi sistemi lagunari. Nella parte più settentrionale di quest'area, tra le foci dell'Isonzo e del Tagliamento sono ubicate le lagune di Grado e Marano, in gran parte gestite come ambienti di pesca artigianale e con i sistemi tradizionali della vallicoltura (941 ettari), cioè con una evoluzione dell'acquacoltura estensiva.
Complessivamente in Friuli-Venezia Giulia, sono presenti 36 valli per una superficie di 1.260 ettari (615 ettari in acqua).
In Veneto sono presenti tre grandi sistemi lagunari: la laguna di Caorle, la laguna di Venezia e parte del complesso

lagunare del delta del Po. All'interno di questi sistemi sono presenti 50 valli che coprono una superficie complessiva di 20.373 ettari (circa 15.000 ettari in acqua). In Emilia Romagna, le Valli di Comacchio, un gruppo di tre bacini salmastri, coprono una superficie complessiva di 12.800 ettari, mentre Valle Nuova, un complesso di tre valli di 1.890 ettari, ha una superficie totale in acqua di 11.000 ettari circa. Le produzioni in questi complessi lagunari sono comprese tra i 30 kg/ha/anno, delle Valli di Comacchio, ai 150 kg/ha/anno delle Valli Venete.
La Vallicoltura Nord Adriatica è una vera peculiarità nel panorama della gestione delle lagune costiere mondiali. Sono suddivise da arginature stabili nelle quali sono seminati i giovanili di pesci eurialini (cefali, orate, spigole, anguille) che sono catturati, dopo uno o due anni di accrescimento, in autunno, mentre rimontano verso il mare al diminuire della temperatura. L'accrescimento avviene attraverso lo sfruttamento della rete trofica naturale.
Al giorno d'oggi le valli sono isolate dalla laguna mediante argini in terra, mentre l'afflusso dell'acqua è regolato attraverso chiaviche, formando un sistema stabile e consolidato. In passato il confinamento avveniva mediante l'uso di graticci realizzati con mazzi di cannucce palustri assemblate in vario modo. A questo consolidamento, derivante dalla necessità di cominciare a costruire un'impresa redditizia, stabile e continuativa, di certo hanno contribuito ingegneri veneziani che hanno progettato canalizzazioni e introdotto pali e graticci.
Poiché le valli del nord hanno basse profondità, al loro interno sono state realizzate aree più profonde per consentire lo sverno dei pesci in allevamento (peschierotti): in alcuni casi sono dei gorghi (fosse di forma circolare di circa 6-10 m di diametro e 4 m di profondità), in altri canali stretti e profondi in posizione protetta dai venti di bora. In queste aree, veri e propri bacini di sverno, ogni anno, in autunno, al sopraggiungere dei primi freddi, vengono trasferiti i pesci, dopo essere stati catturati al lavoriero (Figura 6.2). A primavera le aree di sverno vengono riaperte e i pesci tornano ad accrescersi nella valle. Molto interessante è l'isolamento termico per ghiacciatura, che viene attuato utilizzando acqua dolce che, galleggiando sulle acque salate, più dense, all'interno dei gorghi forma uno strato ghiacciato in superficie. Il ghiaccio crea una barriera tra l'atmosfera e l'acqua salmastra permettendo, al di sotto, di mantenere una temperatura generalmente non inferiore ai 3-4°C. In queste condizioni i pesci possono riuscire a superare temperature esterne molto rigide.
La produzione ittica delle valli salse si basava sulla semina dei giovanili raccolti in natura (pesce novello); oggi, per specie come l'orata e la spigola si dispone di giovanili da avannotterie, mentre per le anguille il seme è solo naturale.
Quindi si può considerare la vallicoltura come un ecosistema che svolge un importante ruolo di fitodepurazione e che permette la sopravvivenza di molte specie vegetali ed animali tipiche di ambienti ormai rari, potenzialmente non presenti in una fascia costiera fortemente antropizzata.
La multifunzionalità valliva si esprime dunque nella produzione ittica estensiva, nella possibilità di realizzare oasi ed aree protette, negli effetti turistici del paesaggio lagunare, nella fitodepurazione di masse d'acqua lagunari e continentali.

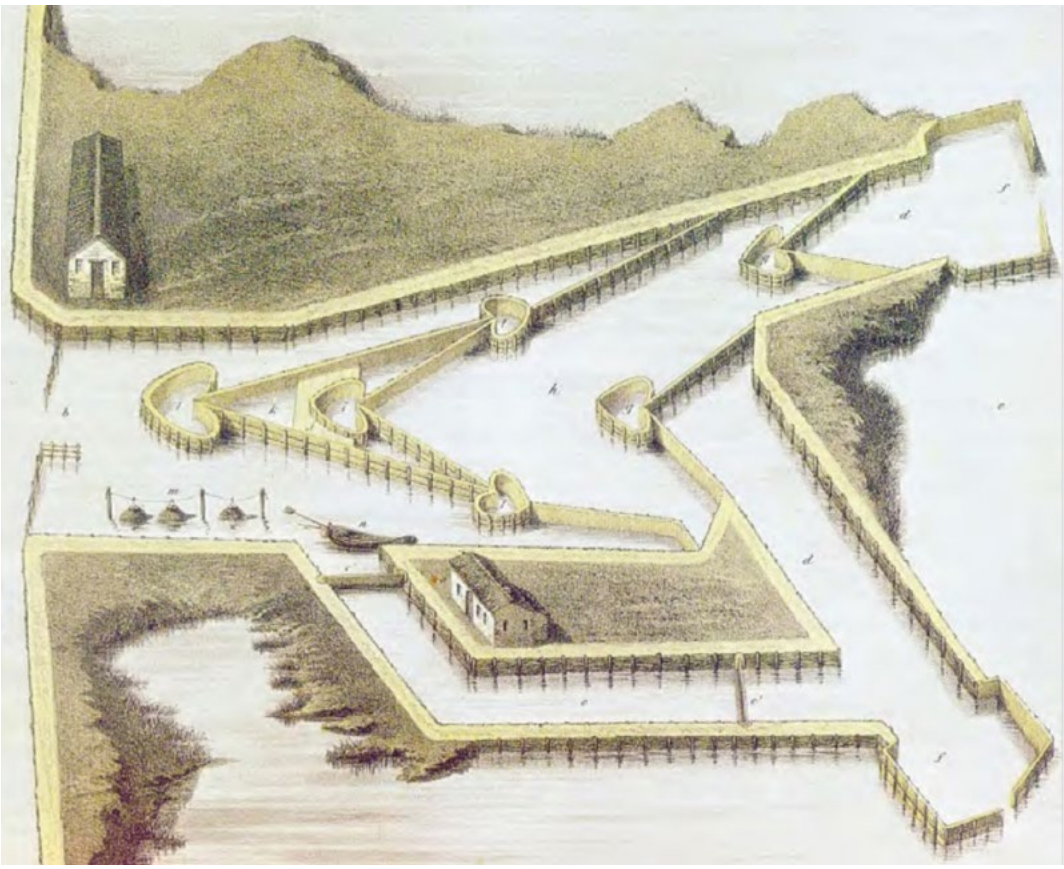


Figura 6.2 . Lavoriero delle Valli di Comacchio
(M. Coste, Voyage d'esploration sur le littoral de la France et del'Italie, Paris, 1855).

Lagune dell'Adriatico meridionale

Nei pressi del promontorio del Gargano sono collocate le più importanti lagune del basso Adriatico, la laguna di Lesina e quella di Varano. Altri ambienti lagunari di minore estensione sono Acquatina (40 ettari) e Alimini (256 ettari).
La laguna di Lesina è compresa tra la foce del fiume Fortore e Capo Mileto. Il bacino è separato dal mare da una sottile striscia dunale larga 1-2 km; la comunicazione con il mare è assicurata da due canali di marea (Acquarotta, nella parte occidentale, e Schiapparo, nella parte orientale). La laguna occupa una superficie di 5.136 ettari e si presenta piuttosto allungata parallelamente alla costa, con una lunghezza di circa 22 km ed una larghezza media di 2,4 km. La profondità media è di 0,7 m con valori massimi di 3-4 m (fosse circondariali interne). Nella laguna sono presenti numerosi apporti di acqua dolce soltanto nella parte orientale. La gestione piscicola è stata basata prevalentemente sulla cattura di specie ittiche per mezzo di speciali sistemi, localmente conosciuti come paranze, utilizzati storicamente per la pesca delle anguille. Le paranze sono costituite da lunghissimi sbarramenti (una volta di canne, e per tale ragione, ancora oggi, chiamati fratte, sostituiti più recentemente da panni di rete di nylon) disposti perpendicolarmente alle rive con funzioni di invito (passaggio obbligato) per i pesci verso i bertovelli, posizionati ad intervalli regolari lungo lo stesso sbarramento.
Negli ultimi anni i due canali di marea, muniti di chiuse idrauliche azionate con motori elettrici, sono stati equipaggiati con moderni lavorieri.
Ne paraggi sono presenti impianti di piscicoltura intensiva, mentre nella zona orientale del bacino, tra la vecchia foce di Sant'Andrea e la località Cauto, sono presenti alcuni stagni arginati che coprono una superficie complessiva di 35 ettari, gestiti per l'allevamento semintensivo di gamberi Peneidi.
A sud-est di Lesina si estende la laguna di Varano, che presenta una forma arrotondata ed una profondità molto maggiore (oltre 6 m nella sua parte centrale). Il bacino copre una superficie complessiva di 6.100 ettari e comunica con il mare attraverso due canali di marea (Capoiale e Varano). Come a Lesina, la pesca viene eseguita per mezzo delle paranze. Per la notevole profondità del bacino, si è inoltre sviluppata la mitilicoltura, anche se negli ultimi anni, a causa di problemi ambientali, tale pratica colturale ha subito una forte limitazione.

Lagune del Tirreno centrale

La costa del Tirreno centrale, tra la Toscana e la Campania, presenta una serie di lagune di notevole importanza produttiva e, soprattutto, conservazionistica. Procedendo da nord a sud esse sono: laguna di Orbetello, lago di Burano, laghi di Fogliano, Monaci, Caprolace e Sabaudia, lago di Fondi, lago Lungo, lago di Patria e lago del Fusaro.
La laguna di Orbetello è localizzata alla base del promontorio dell'Argentario e copre una superficie di circa 2.500 ettari. Il bacino circonda completamente la piccola penisola di Orbetello. Una diga artificiale collega la penisola al promontorio e separa la laguna in due bacini: il bacino di Levante e il bacino di Ponente. Il primo è separato dal mare da un cordone litorale sabbioso chiamato Tombolo della Feniglia, nel quale è presente il canale di marea adiacente ad Ansedonia; il secondo è confinato dal mare dal Tombolo della Giannella, nel quale è ubicato un secondo canale nei pressi di Nassa. Un terzo canale (canale di Fibbia), consente la comunicazione del bacino di Ponente con la foce del fiume Albegna.
Il sistema di gestione della pesca è simile alla vallicoltura del nord Adriatico ed è effettuata attraverso i moderni lavorieri, ubicati sui tre canali di marea. La tendenza all'insabbiamento frequente delle foci a mare e, più recentemente l'inquinamento della laguna, rappresentano i fattori limitanti principali alla produzione. Nella laguna confluiscono anche i reflui di una decina di impianti di piscicoltura intensiva. Le produzioni risultano di poco superiori ai 100 kg/ha/anno.

Figura 6.3 . Laguna di Orbetello

Il lago di Burano (100 ha di superficie bagnata), da diversi anni "Oasi di protezione" per l'avifauna, gestita dal WWF, è di scarsa importanza produttiva. A sud di Roma, nella provincia di Latina, si trovano i quattro laghi, Fogliano (400 ettari), Monaci (80 ettari), Caprolace (300 ettari) e Sabaudia (390 ettari), che fanno parte del Parco Nazionale del Circeo. In queste lagune l'Ente Parco ha conservato le attività di pesca tradizionali, avviando, tra l'altro, un'attività pilota (avannotteria di bacino) per lo sviluppo di pratiche di acquacoltura, a supporto della pesca lagunare, compatibili con la gestione conservativa di tali ambienti. Negli ultimi anni, le produzioni ittiche (fatta eccezione per il Lago di Monaci, nel quale la produzione è stata abbandonata) sono risultate comprese tra 20 e 50/kg/ha/anno, in gran parte rappresentate da: anguille, Mugilidi, spigole, saraghi e orate.
Più a sud, tra il promontorio di Terracina e Gaeta, è ubicato il lago di Fondi (381 ettari), separato dal mare da una duna boscata (Bosco del Salto) ed in collegamento con questo attraverso due canali di marea (i canali Canneto e Sant'Anastasia). I notevoli apporti continentali contribuiscono alla formazione di estese zone di acqua dolce. Per tali ragioni tra le specie ittiche lagunari prevalgono
i Mugilidi e le anguille. Le produzioni oscillano tra i 50 e 100 kg/ha/anno.

Gli stagni sardi

Le lagune costiere della Sardegna, chiamate comunemente stagni, sono una importante realtà del Mediterraneo, con oltre 2.000 tonnellate annue di prodotti della pesca, senza condizionare la biodiversità degli ambienti lagunari.
I 77 stagni sardi hanno una estensione complessiva di circa 15.000 ettari. La loro superficie è molto variabile; Cabras, lo stagno più esteso della Sardegna copre una superficie di 2.228 ettari. Tuttavia, solo 19 stagni hanno un'estensione superiore a 100 ettari e 58, raggiungono i 10 ettari. In origine la superficie delle zone umide sarde era molto più estesa, ma la precedente politica di bonifica fondiaria ha spinto al recupero, a fini agricoli, di ampie superfici lagunari.
L'origine degli stagni sardi è diversa: la maggior parte, tra cui gli stagni più estesi, come Cabras e S. Gilla, nasce da insenature sbarrate da uno o più cordoni litorali formatisi in seguito a moti tettonici di innalzamento e abbassamento del livello dal mare. Altri, frequenti soprattutto nella costa orientale, derivano dall'espansione delle acque di fiumi e torrenti lungo la costa, a causa dell'occlusione della foce; tra questi, S. Giovanni di Muravera, Colostrai, Su Petrosu.
Infine, alcuni stagni della costa occidentale dell'isola, come Sal'e porcus, si sono formati in zone con
fondo derivante da depositi di natura argillosa, disposti tra le dune sabbiose.
Il fondo è generalmente di natura fangosa; la profondità media è modesta e non raggiunge il metro: in molti stagni sono stati scavati canali profondi oltre due metri; in altri, esistono vaste aree, naturali o create artificialmente vicino alla bocca a mare, che giungono a tre-quattro metri di profondità.
La salinità delle acque degli stagni sardi è di norma elevata, a causa dei limitati afflussi d'acqua dolce e dei notevoli ricambi marini. Alcuni stagni originariamente salmastri, come Cabras, Santa Giusta e altri, hanno subito, negli ultimi anni, notevoli aumenti della salinità per cause diverse: la costruzione di dighe nei corsi d'acqua immissari, la modifica dei sistemi irrigui utilizzati nei terreni agricoli circostanti con minore quantità di acque reflue, la deviazione di apporti inquinati. Parallelamente sono stati intensificati gli apporti marini per l'allargamento e l'approfondimento delle bocche a mare. Il tempo di ricambio delle acque è molto variabile, rapido, con ricambi addirittura giornalieri, negli stagni più piccoli, mentre è dell'ordine di diversi mesi nei più estesi.
Negli ultimi quindici anni alcuni tra i maggiori stagni come S. Giusta, S'Ena arrubia e, più recentemente Cabras, hanno subito gravi crisi distrofiche. La fauna ittica presente nelle lagune sarde è molto varia e annovera circa una trentina di specie, alcune tipiche lagunari, altre caratteristiche della fauna marina costiera. Le specie presenti in tutti gli stagni sono: *Anguilla anguilla*, *Dicentrarchus labrax*, *Mugil cephalus* e altri Mugilidi, e diversi Gobidi, in particolare *G. paganellus* e *G. niger*. In alcuni stagni che conservano zone di acqua completamente dolce si trova anche *Cyprinus carpio* e *Tinca tinca*. Nella maggior parte degli stagni con salinità prossime a quelle marine, si pescano *Solea vulgaris*, alcuni Sparidi come *Sparus aurata*, *Lithognatus mormyrus*, *Diplodus vulgaris*, *D. sargus* e *D. annularis*, *Boops salpa*, *Mullus surmuletus* e *M. barbatus*.
Quando sono presenti canali sublacuali che collegano la bocca a mare con il centro dello stagno, compaiono anche specie tipicamente marine quali pagelli, scorfani, occhiate, cernie.
Queste specie montano nella primavera e tentano di riguadagnare il mare ai primi freddi.
Tra i Molluschi, si rinvengono frequentemente *Tapes decussatus* e *Mytilus galloprovincialis*, quest'ultimo introdotto per l'allevamento.
Nelle zone più dolci è rinvenibile *Cerastoderma glaucum*. Tra i Crostacei la specie più comune è *Carcinus aestuarii*.
La gestione piscicola viene praticata in trenta stagni (superficie complessiva di 8.250 ettari), quasi sempre ad opera di cooperative di pescatori. In generale l'attività si svolge con tecniche tradizionali che consistono essenzialmente nella gestione della montata del novellame dal mare e la cattura delle forme adulte attraverso i lavorieri posti nelle bocche a mare. I lavorieri degli stagni sardi, denominati giostre, consistono in uno sbarramento di griglie a forma di V che intercettano le bocche a mare. Moderni lavorieri in cemento armato e griglie plastiche vanno progressivamente sostituendo le giostre tradizionali in cannuccia palustre e pali in legno; fra queste si possono ancora ammirare le giostre della Peschiera Pontis di Cabras.
A differenza di quanto accade in molti ambienti lagunari della penisola, negli stagni sardi vige l'usanza di smantellare completamente il lavoriero durante il periodo primaverile, per favorire al massimo la montata dal mare non solo di novellame, ma anche di giovanili e adulti. L'attività di pesca si svolge anche con gli attrezzi della pesca vagantiva:

bertovelli, nasse e diversi tipi di reti da posta. In alcuni casi la gestione tradizionale viene integrata da altre attività.
In sette stagni vi sono strutture per la mitilicoltura. Si tratta in genere di impianti fissi realizzati con pali in legno o in materiale metallico o sistemi flottanti mentre in otto stagni, vi sono strutture per l'allevamento di pesci in vasche a terra o in gabbie. In tre stagni infine, la gestione produttiva viene integrata da un'attività di turismo didattico-ambientale, che prevede l'esecuzione di visite guidate e/o il consumo del prodotto locale in strutture ricettive realizzate presso le peschiere.
Negli ultimi 30 anni, in 26 lagune sono stati eseguiti imponenti lavori di recupero ambientale, con ingenti investimenti pubblici. Gli interventi, in qualche caso certamente discutibili per una scarsa attenzione agli aspetti ambientali, hanno riguardato principalmente: la "razionalizzazione" delle bocche a mare, il dragaggio dei fondali, la regolazione degli apporti continentali, la realizzazione di impianti d'allevamento per molluschi.
Gli stagni sardi sono noti per le rese elevate, derivanti non solo dalla produttività "intrinseca" dei sistemi, ma anche dalla cattura di esemplari adulti che in questi entrano dal mare. Nel 1999 la resa degli stagni sardi, riferita alla superficie della lagune produttive, è stata di 319 kg/ha, di cui il 66% costituita da molluschi. Il confronto con i dati esistenti in bibliografia sulle produzioni passate evidenzia un calo delle quantità di pesci e crostacei, un aumento del numero di specie e l'importanza crescente assunta dagli allevamenti di mitili. Questa differenza può essere attribuita, da una parte, al processo di marinizzazione che ha riguardato molti stagni come conseguenza del minore afflusso di acque dolci e dei maggiori ricambi marini derivanti dalla così detta "razionalizzazione" delle bocche a mare, dall'altra alla crescente pressione predatoria degli uccelli ittiofagi.

Figura 6.4a . Lavoriero in canne

Figura 6.4b . Lavoriero moderno

6.1.2 Acquacoltura intensiva in italia

L'aumento della domanda di prodotti ittici di pregio ha sostenuto l'evoluzione dell'acquacoltura verso una produzione più intensa rispetto a quella tradizionale delle lagune e delle valli.
Se da un lato l'aumento di produttività provoca una maggiore disponibilità di alimenti, dall'altra, al giorno d'oggi, è necessario garantire la qualità totale nel processo produttivo, nelle materie prime utilizzate, nell'igiene del prodotto e nelle interazioni con l'ecosistema collegato, in relazione alle restrizioni legislative in tema di salvaguardia ambientale ed all'aumentata richiesta di qualità e di informazione da parte del consumatore.
In pratica nell'allevamento intensivo viene introdotto dall'esterno ciò che il sistema naturale non è in grado di fornire in quantità adeguate per sostenere la biomassa desiderata: cibo, ossigeno e rimozione dei cataboliti.

La Tabella 6.1 mostra le differenze nelle caratteristiche strutturali e funzionali tra l'allevamento estensivo, semintensivo (o semiestensivo) ed intensivo.

Caratteristiche allevamento	Estensivo	Semintensivo	Intensivo
Ambiente di allevamento	Bacini naturali o semi naturali	Recinti, vasche in terra, ambienti naturali	Vasche (in terra cemento, plastica, vetroresina) gabbie, recinti, ecc.)
Superficie/volume (a titolo indicativo)	Oltre 20 ha	Fino a 20 ha	Da 25 a 20.000 m^3 per bacino (ampiezze/volumi variabili secondo la fase di allevamento e la tipicità dell'impianto)
Approvvigionamento idrico	Naturale, per quota o altezza di marea	Naturale o misto	Forzato, spesso con uso di pompe o derivazioni (eccezione per le gabbie)
Densità di allevamento	Fino a 0,0025 kg/m3	Fino a 1 kg/m3	In media 20 – 30 kg/m^3
Alimentazione	Naturale, dalla rete trofica dell'ambiente	Dalla rete trofica dell'ambiente integrata con alimenti naturali o artificiali, concimazioni	Fornita totalmente dall'esterno con alimenti ad elevata tecnologia
Ossigenazione	Assente	Facoltativa	Necessaria, mediante sistemi di aerazione e/o con ossigeno puro (eccezione per le gabbie)
Specie allevabili	Tutte le specie	Tutte le specie	Tutte le specie
Presidi farmaceutici	Assenti	Facoltativi	Necessari
Trattamento reflui	Non necessario	Facoltativo	Necessario

Tabella 6.1 . Differenze nelle caratteristiche strutturali e funzionali tra l'allevamento estensivo, semintensivo ed intensivo

Si parla di sistemi semintensivi quando l'apporto di energia supplementare è modesto e si limita ad integrazioni della dieta naturale, anche tramite la fertilizzazione degli ambienti, per una stimolazione della produttività trofica naturale. La produzione avviene in bacini in terra, stagni, aree lagunari o costiere confinate, laghi le cui dimensioni sono di regola più contenute degli estensivi; i ricambi idrici sono di regola naturali o misti, il controllo esterno parziale.

Impianti intensivi a terra

Sono gli impianti più diffusi, generalmente a ciclo aperto, cioè l'acqua che entra, scorre nelle vasche, e viene restituita al corpo idrico all'uscita dell'impianto. La portata dell'acqua può essere controllata. Questi impianti presentano elevati costi di costruzione e di esercizio oltre alla necessità di essere collocati in un sito idoneo pianeggiante con disponibilità di acqua di buona qualità.
Un impianto intensivo generalmente è diviso in tre settori funzionali ai diversi cicli produttivi:
- un'avannotteria
- un settore per il preingrasso
- un settore da ingrasso

A supporto dell'attività sono presenti strutture accessorie quali magazzini, silos, uffici, celle frigorifere, officina, laboratorio, serbatoi per l'ossigeno.
Fondamentale e il sistema automatico di controllo e di attivazione dell'ossigenazione dei bacini e della distribuzione dell'alimento.
Prendendo come esempio un allevamento di trote, l'attività riproduttiva dell'allevatore consiste nelle fasi seguenti, condotte nell'avannotteria.
- Selezione dei riproduttori: le trote vengono selezionate ad una ad una a livello fenotipico per rappresentare la massima purezza genetica con caratteristiche di rusticità elevate. Dopo la selezione, nel periodo prossimo alla riproduzione, i pesci selezionati vengono suddivisi per sesso nelle vasche in appositi settori separati.
- Spremitura dei riproduttori: a dicembre-gennaio, durante il periodo riproduttivo, si effettuano le operazioni di spremitura. Queste pratiche consistono in particolari manipolazioni che permettono la fuoriuscita delle uova dalle femmine (Figura 6.5) e degli spermi dai maschi (Figura 6.6) per avviare la fecondazione. Le uova estratte dalle femmine mature sono cosparse del liquido seminale maschile. L'attivazione degli spermatozoi che feconderanno l'uovo viene facilitata dall'aggiunta di acqua proveniente dallo stesso allevamento.

Figura 6.5 . Spremitura di un esemplare femmina

Figura 6.6 . Spremitura di un esemplare maschio

- Lavaggi, misura e incubazione delle uova: dopo circa 15 minuti dalla esposizione per la fecondazione, le uova vengono sottoposte a vari lavaggi con acqua pulita di sorgente, per eliminare lo sperma in eccess, particolati e feci trasportati durante la spremitura. Successivamente si passa alla misura volumetrica delle uova per risalire al numero di uova prodotte (in base alle dimensioni dell'uovo si deduce quante uova si hanno per un determinato volume). Le uova in incubazione vengono deposte in appositi embrionatori verticali (Figura 6.7) dove rimarranno immobili in acqua corrente fino alla embrionatura.

Figura 6.7 . Embrionatori

- Pulizia delle uova embrionate e schiusa: raggiunta l'embrionatura, vengono eliminate le uova morte o non fecondate mediante un selettore a fotocellule. Successivamente le uova, vengono riposte in appositi contenitori per la schiusa inseriti in una vasca di svezzamento, dove i pesci dallo stadio larvale rimarranno fino alla taglia di trotelle 4-6 cm (Figura 6.8)

Successivamente le trotelle sono trasferite nelle vasche di preingrasso e poi in quelle da ingrasso.
La respirazione e l'escrezione dei pesci può degradare la qualità dell'acqua e quindi, oltre al continuo rinnovo ottenuto per differenza di quote o correnti, può essere necessario l'apporto di ossigeno, o tramite sistemi di aerazione o con l'uso di ossigeno puro.
Il monitoraggio della qualità delle acque è una delle operazioni più importanti nella gestione dell'azienda anche per calcolare la razione alimentare giornaliera e l'eventuale utilizzo dei meccanismi di ossigenazione ausiliari.
I parametri da tenere sotto controllo sono riportati nella Tabella 6.2.

Figura 6.8 . Vasca di svezzamento

Parametro	Effetto
Temperatura	L'accrescimento del pesce dipende dalla temperatura. Ciascuna specie ha valori termici ottimali (*termopreferendum*).
Ossigeno	È fondamentale per la vita ed il benessere del prodotto allevato. Tenori di ossigeno disciolto ottimali sono fondamentali per ottenere buoni indici di conversione dell'alimento.
Ammoniaca	È presente in acqua sotto forma di ione ammonio (NH4+) o di gas disciolto (NH3), quest'ultima è la forma tossica e il loro rapporto percentuale dipende dal pH. In vasche di allevamento intensivo dove si ha un buon effetto autopulente con ricambi idrici appropriati si osserva una fluttuazione dell'ammoniaca totale entro valori compresi tra 0,5 e 2,5 mg/l.
Nitriti e nitrati	Sono i sottoprodotti della trasformazione dell'ammoniaca presente nelle acque da parte di batteri prima in nitriti e poi in nitrati. Il valore limite consigliato per i nitriti è di 0,1 mg/l. I nitriti sono tossici per i pesci e la tossicità diminuisce all'aumentare del pH e della salinità.
pH	È determinante per la tossicità dell'ammoniaca, dei nitriti e dell'anidride carbonica.
Anidride carbonica (CO_2)	Si comporta come un acido, influenza il pH e la sua tossicità dipende da quest'ultimo. La tossicità inizia a 9-10 mg/l con un pH di 5, contro un valore di 20 mg/l con un pH di 6. Aumento della CO_2 può essere legato alla respirazione del pesce o delle piante acquatiche durante la notte. Sistemi di aerazione o ossigenazione intensa dell'acqua riducono i rischi di intossicazione da CO_2.
Materiali in sospensione	La presenza di materiali in sospensione nelle acque delle vasche di allevamento può essere legata a solidi presenti nelle acque di ricambio o ad una produzione *in situ*. Nel caso di materiali organici è necessario intervenire per la loro rimozione aumentando il ricambio o l'aspirazione dei fanghi di fondo. Oltre a problemi meccanici alle branchie possono favorire patologie alle branchie.

Tabella 6.2 . Principali parametri ambientali determinanti per i processi produttivi

Gli allevamenti intensivi son di diverse tipologie, in genere ricondotte a tre principali categorie: impianti a stagni, a raceways e a vasche.
Gli impianti a raceway sono utilizzati nella troticoltura tradizionale. Sono vasche di cemento rettangolari, costruite in parallelo, attraversate da un flusso d'acqua di ottima qualità che entra e scorre per differenza di quota e che si immette con un scarico nel corpo idrico recettore (Figura 6.9).

Figura 6.9 . Vasche di una troticoltura

Nell'allevamento intensivo per impianto a vasche si intende una tipologia costituita da serie di vasche di limitate dimensioni (100-1000 m3) realizzate con materiali diversi (vetroresina, alluminio, alluminio/acciaio e PVC, bacini in terra rivestiti in PVC o cemento. In mare sono usate le gabbie, fisse o galleggianti, poste in zone ridossate, protette dai venti, dalle onde e dalle forti correnti (Figura 6.10 e 6.11).

Figura 6.10 . Gabbie galleggianti

6.2 Acquacoltura - Produzione nel Mondo

L'acquacoltura consiste nell'allevamento o nella coltivazione di organismi acquatici vegetali ed animali, in ambienti di acque dolci, salmastre e marine e rappresenta il continuo tentativo da parte dell'uomo di governare il ciclo vitale degli organismi acquatici per averne una disponibilità e anche una proprietà continuativa.
Le prime tracce di questa pratica risalgono al 5.000 a.C., alcuni affreschi (Figure 6.11 e 6.12) mostrano l'utilizzo di vasche nel 1700 a.C. in Egitto, ma le prove consistenti si trovano intorno al 500 a.C. grazie a Fang Li, esperto piscicoltore cinese che scrisse un trattato al riguardo, riportando le tecniche più avanzate dell'epoca. Sappiamo anche che Fenici, Etruschi e Romani amavano particolarmente ingrassare in vasca murene e anguille (Figura 6.13), ma coltivavano anche ostriche nelle lagune dell'Impero. Nel medio evo furono allevate altre specie come orate, spigole e cefali, ma il vero incremento si registra nella seconda metà del XX secolo grazie ai progressi scientifici e tecnologici.

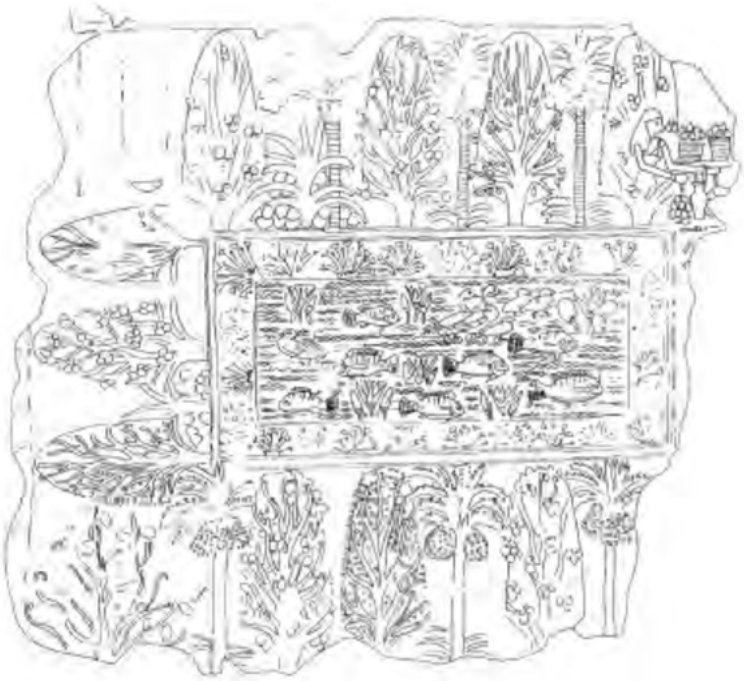


Figura 6.11 . Affresco di Tebe (XVIII Dinastia, 1700 a.C.) raffigurante i giardini dei complessi palaziali con vasca di acclimatazione, per le esigenze della corte e della classe sacerdotale. In Egitto, nella sfera religiosa, il consumo del pesce era riservato esclusivamente ai detentori del potere sacerdotale, e tale forma di privilegio ha giustificato nel corso dei secoli il collegamento tra specie ittiche ed élites. (da: *L'Itticoltura nell'Antichità, di Giacopini, Marchesini e Rustico, Collaborazione tecnico-editoriale dell'Enel*, IGER, 1994).

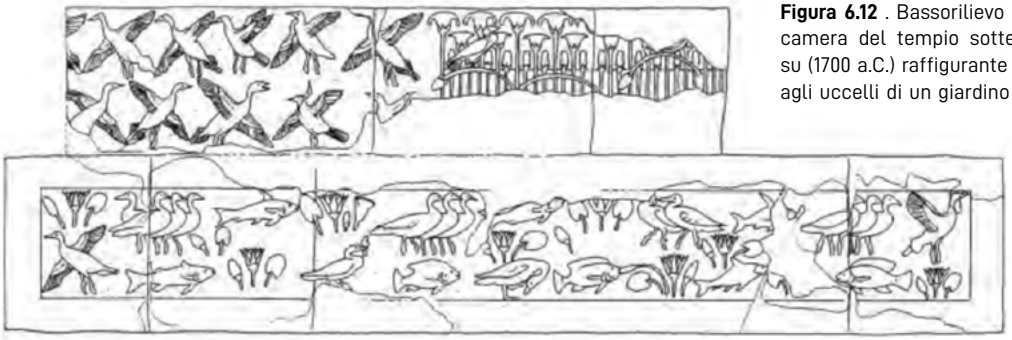


Figura 6.12 . Bassorilievo rinvenuto a Tebe d'Egitto nella camera del tempio sotterraneo della regina Hatshepsu (1700 a.C.) raffigurante il quartiere dedicato ai pesci e agli uccelli di un giardino di acclimatazione. Costituisce il più antico documento iconografico che attesti il collegamento tra vivai e cerimoniale religioso (da: L'Itticoltura nell'Antichità, di Giacopini, Marchesini e Rustico, Collaborazione tecnico-editoriale dell'Enel, IGER, 1994).

La prima riproduzione artificiale è stata praticata dal monaco tedesco Stephen Ludwig Jacobi, nel 1741, unendo uova e spermi di trota. Tale tecnica, riscoperta nel 1842 dal Prof. Coste del Collegio di Francia, diede l'avvio alla diffusione della troticoltura, che un secolo dopo esplose come la pratica di piscicoltura più diffusa nel mondo nord-occidentale.

Figura 6.13 . Particolare della vasca rettangolare, probabilmente destinata alla fase di raccolta, lavaggio e temporanea stabulazione dei molluschi, della Peschiera di Pian di Spille (Tarquinia, provincia di Viterbo) del I sec. a.C. (da: L'Itticoltura nell'Antichità, di Giacopini, Marchesini e Rustico, Collaborazione tecnico-editoriale dell'Enel, IGER, 1994).

Negli ultimi venti anni, la produzione mondiale in acquacoltura è praticamente quintuplicata, passando da 20 a 120 milioni di tonnellate (Figura 6.14).

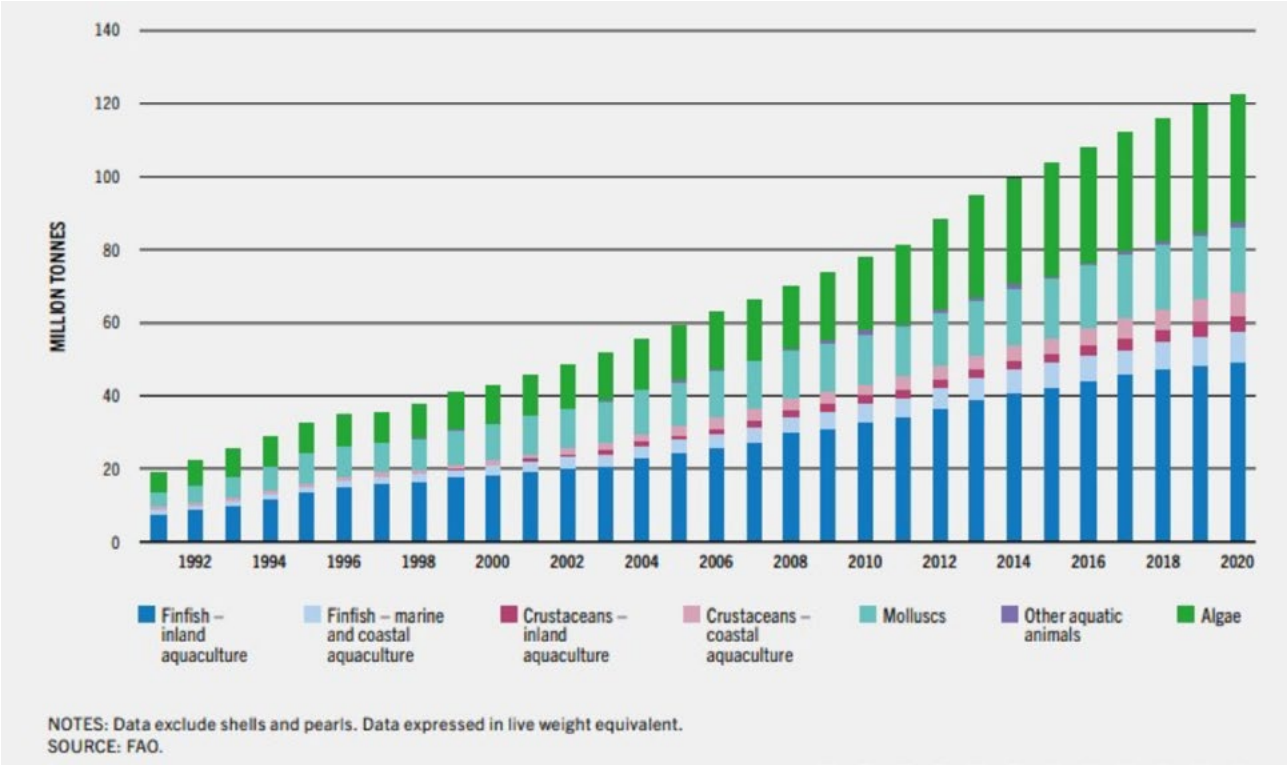


Figura 6.14 . Incremento della produzione in acquacoltura nel mondo dal 1991 al 2020 (venti anni)

Quindi l'acquacoltura è il settore di produzione alimentare in più rapida crescita e questo avviene in quasi tutte gli stati del mondo, poiché la popolazione aumenta e di conseguenza aumenta la domanda di prodotti alimentari. La produzione derivante dalla pesca di cattura si è stabilizzata e la maggior parte delle principali zone di pesca hanno raggiunto il loro massimo potenziale. La Tabella 6.3 confronta la produzione derivante dalla pesca con quella derivante dall'acquacoltura nel mondo. Pertanto, gli approvvigionamenti derivanti dalla pesca di cattura non saranno in grado di far fronte alla crescita della domanda globale di alimenti: l'acquacoltura è considerata un'opportunità per colmare il divario tra domanda e offerta di cibo nella maggior parte delle regioni di il mondo. Le principali tendenze di sviluppo indicano che il settore continua intensificare e diversificare, utilizzando nuove specie e modificando sistemi e pratiche. Inoltre le preferenze di consumo possono fortemente influenzare la crescita del settore, con chiare richieste per la produzione di prodotti sicuri e di qualità. Di conseguenza, viene posta una crescente enfasi su una maggiore applicazione della regolamentazione e migliore governance del settore per una pratica più sostenibile, miglioramento della sicurezza alimentare a scala globale, riduzione della povertà.

	Catture	Acquacoltura	Produzione totale	% Totale
China	14 169 893	68 423 859	82 593 752	38.66 %
Indonesia	7 524 705	15 893 400	23 418 105	10.96 %
India	5 477 100	7 800 300	13 277 400	6.22 %
Vietnam	3 429 029	4 455 557	7 884 586	3.69 %
United States	4 803 630	490 305	5 293 935	2.48 %
Russia	4 983 145	248 293	5 231 438	2.45 %
Peru	4 851 310	153 940	5 005 250	2.34 %
Philippines	2 056 669	2 358 238	4 414 907	2.07 %
Bangladesh	1 895 619	2 488 600	4 384 219	2.05 %
Japan	3 230 560	943 748	4 174 309	1.95 %
Norway	2 472 399	1 453 042	3 925 441	1.84 %
Chile	2 376 682	1 407 286	3 783 968	1.77 %
South Korea	1 366 962	2 406 351	3 773 313	1.77 %
Myanmar	1 951 120	1 082 153	3 033 273	1.42 %
Thailand	1 542 465	964 266	2 506 731	1.17 %
Others	26 563 712	8 167 662	34 731 374	16.26 %
Total	**93 519 384**	**120 103 682**	**213 623 066**	**100 %**

Sources:
Eumofa elaboration of Eurostat and FAO data.

Tabella 6.3 .Confronto tra la produzione derivante dalla pesca e quella derivante dall'acquacoltura nel mondo

	Valore	% Valore	Volume	% Volume
United Kingdom	1 308 220	26.24 %	219 500	16.06 %
France	758 655	15.22 %	194 335	14.22 %
Spain	633 106	12.70 %	306 572	22.43 %
Greece	508 058	10.19 %	128 748	9.42 %
Italy	453 156	9.09 %	153 937	11.26 %
Malta	161 912	3.25 %	13 823	1.01 %
Ireland	157 663	3.16 %	34 977	2.56 %
Germany	126 109	2.53 %	41 077	3.01 %
Denmark	124 464	2.50 %	40 221	2.94 %
Croatia	120 687	2.42 %	20 444	1.50 %
Poland	114 756	2.30 %	42 627	3.12 %
Portugal	90 328	1.81 %	11 475	0.84 %
Netherlands	84 052	1.69 %	46 340	3.39 %
Finland	62 370	1.25 %	15 296	1.12 %
Cyprus	43 753	0.88 %	8 079	0.59 %
Czechia	41 237	0.83 %	20 989	1.54 %
Hungary	35 985	0.72 %	17 315	1.27 %
Sweden	34 827	0.70 %	11 497	0.84 %
Romania	31 871	0.64 %	12 848	0.94 %
Bulgaria	29 719	0.60 %	11 963	0.88 %
Austria	29 596	0.59 %	4 242	0.31 %
Lithuania	11 982	0.24 %	3 776	0.28 %
Slovakia	7 283	0.15 %	2 739	0.20 %
Estonia	7 278	0.15 %	1 062	0.08 %
Slovenia	6 093	0.12 %	2 087	0.15 %
Latvia	1 852	0.04 %	628	0.05 %
Belgium	538	0.01 %	86	0.01 %

Sources:
Eumofa elaboration of Eurostat and FAO data.

Tabella 6.4 .Produzione totale in acquacoltura per Stato Membro EU
(valore in migliaia di euro e percentuale sul totale, volume in tonnellate peso vivo e percentuale sul totale)

L'Europa rappresenta una delle zone con il consumo di prodotti ittici più elevato al mondo che si aggira intorno ai 22 chilogrammi annui medio pro-capite. A livello generale, il mercato ittico europeo muove ogni anno un valore di 55 milioni di euro e un volume di 12 milioni di tonnellate di pescato. L'Europa ricopre circa il 3,1% della produzione globale di prodotti ittici derivanti da pesca e acquacoltura, posizionandosi al quarto posto nella classifica dei maggiori produttori. L'80% della produzione europea proviene dalla pesca, mentre il 20% da allevamenti in acquacoltura. La Tabella 6.4 riporta il valore ed il volume della produzione in acquacoltura per ciascuno Stato Membro UE.

Tuttavia, ad oggi, la maggior parte dei consumi viene soddisfatta tramite importazioni da Paesi extra-UE. Per questo, negli ultimi anni, a livello europeo si è dibattuto molto su quale possa essere il ruolo dell'acquacoltura nella produzione futura, considerandola come una soluzione in grado di soddisfare il fabbisogno in continua crescita dei consumatori mantenendo, allo stesso tempo, una produzione sostenibile.
L'acquacoltura europea in mare è orientata verso molluschi bivalvi, orate e spigole mentre nelle acque dolci verso salmoni, trote, carpe, storioni e tilapie.
A tale proposito, la Commissione Europea ha adottato alcune comunicazioni con le quali ha definito gli obiettivi strategici dell'UE riguardo all'acquacoltura, l'ultima, in senso cronologico, è stata pubblicata il 12 maggio 2021 "Orientamenti strategici per un'acquacoltura dell'UE più sostenibile e competitiva per il periodo 2021-2030", in linea con quelli che sono gli obiettivi del Green Deal europeo (trasformare le politiche dell'UE in materia di clima, energia, trasporti e fiscalità in modo da ridurre le emissioni nette di gas a effetto serra di almeno il 55% entro il 2030 rispetto ai livelli del 1990) e della strategia "Dal produttore al consumatore", per un sistema alimentare più sano e sostenibile in Europa.
I principi europei sono questi: il sistema alimentare dell'UE garantisce alimenti freschi e sicuri a tutti i cittadini europei, la produzione alimentare non è solo un servizio essenziale, ma anche una fonte di reddito, la filiera agroalimentare dell'UE garantisce la sicurezza dell'approvvigionamento alimentare a oltre 400 milioni di cittadini ed è un importante settore economico.
Il settore agroalimentare ha però un impatto considerevole sull'ambiente. Circa un terzo delle emissioni di gas serra a livello mondiale proviene dai sistemi alimentari, secondo una relazione del Gruppo intergovernativo di esperti sul cambiamento climatico (IPCC). I prodotti ittici da acquacoltura vengono considerati come un'importante fonte di proteine a basso impatto ambientale e, pertanto, l'UE richiede che questo settore sia sostenibile, resiliente e competitivo.
I quattro pilastri, tra loro interconnessi, su cui si basa questa richiesta sono:

1. sviluppare la resilienza e la competitività;
2. partecipare alla transizione verde;
3. garantire l'approvazione sociale e le informazioni ai consumatori;
4. rafforzare le conoscenze e l'innovazione.

6.3 Acquacoltura - Produzione in Italia

In Italia l'acquacoltura è considerata un'attività agricola che presenta caratteristiche identiche sia se venga esercitata in acque interne (dolci o salmastre) sia se venga esercitata in acque marine.
Infatti la Legge 122 del 27 marzo 2001, ha integrato la precedente Legge 5 febbraio 1992 n. 102, definendo "imprenditori agricoli ai sensi dell'articolo 2135 del c.d., i soggetti, persone fisiche o giuridiche, singoli o associati, che esercitano l'acquacoltura e le connesse attività di prelievo sia in acque dolci sia in acque salmastre e marine".
Le origini dell'acquacoltura italiana vanno ricercate nei primi esperimenti di riproduzione artificiale della trota agli inizi del '900, anche se risalgono intorno al 1860 le prime notizie sulla fecondazione artificiale, effettuate in Piemonte e in Friuli. È solo nel secondo dopoguerra che l'attività, grazie ad
alcuni pionieri, inizia a svilupparsi. A partire dagli anni sessanta si è assistito ad una progressiva diffusione grazie da una rapida evoluzione delle tecniche produttive, in particolare nella riproduzione artificiale, dell'ittiopatologia, con la prevenzione delle malattie, della mangimistica, con i mangimi estrusi, e nella tecnologia di allevamento.
I comparti storici dell'acquacoltura italiana sono la troticoltura e la anguillicoltura.
La prima si è sviluppata fin dagli anni cinquanta grazie alla messa a punto di efficaci tecniche di fecondazione artificiale della trota iridea, specie originaria del Nord America, e grazie all'abbondante disponibilità di acque fredde di ottima qualità. Dopo una rallentamento negli anni '80 il settore si è di nuovo espanso migliorando la qualità prodotta e proponendo prodotti lavorati e semilavorati che hanno trovato ampio spazio nella Grande Distribuzione Organizzata.
L'anguillicoltura si è sviluppata in forma intensiva alla fine degli anni settanta per sopperire alla crisi del settore vallivo dove era nata. L'anguilla non si può riprodurre in cattività e, di conseguenza, dipende dalla disponibilità di novellame, sempre più carente.
Alla fine degli anni '80 sono state allevate sempre più le specie eurialine (soprattutto spigole e orate), alle quali si stanno aggiungendo di recente saraghi e ombrine.
Sono da aggiungere quelle specie che hanno un ruolo importante per la diversificazione delle produzioni e lo sfruttamento di condizioni ambientali peculiari (per esempio valli da pesca, stagni costieri, ripopolamento acque interne, laghetti di pesca sportiva ecc.): cefali, trota fario, pesci gatto, storioni, carpe, persico-spigola.
Per quanto riguarda le tecnologie di produzione, allo stato attuale l'acquacoltura italiana ha raggiunto standard

elevati negli impianti intensivi a terra, per la produzione di pesci d'acqua dolce e marina, e si rileva un forte sviluppo dell'allevamento in mare in gabbie galleggianti e sommerse (Tabelle 6.5 e 6.6).

Produzione dell'acquacoltura italiana in tonnellate e corrispettivo valore in migliaia di euro per 2019				
Specie	Impianti a terra e a mare	Impianti vallivi e salmastri	Totale	Valore
Spigola	7 .000	400	7.400	60.000
Orata	9 .100	400	9.500	73.400
Ombrina	100	/	100	800
Anguilla	550	250	800	8.800
Cefali	/	2.500	2.500	9.500
Trota	37.000	/	37.000	120.250
Salmerino di fonte	900	/	900	4.050
Pesce gatto	450	/	450	2.700
Carpe	650	/	650	2.800
Storione (*)	1.000	/	1.000	6.800
Altri pesci (**)	1.500	/	1.500	11.200
TOTALE	58.250	3.550	61.800	300.300

(*) escluso il valore prodotto dal caviale
(**) saraghi, persico spigola, perisco trota, salmerino alpino, tinca, temolo, luccio, etc.

Tabella 6.5
Produzione dell'acquacoltura italiana anno 2019
Elaborazione dati - Associazione Piscicoltori Italiani - API 2020

Produzione italiana di caviale e di uova di trota per consumo umano in tonnellate per 2019	
Caviale	53
Uova di Trota	13

Tabella 6.6
Produzione italiana di caviale e di uova di trota
Elaborazione dati - Associazione Piscicoltori Italiani - API 2020

Il settore dell'itticoltura italiana nel 2021 ha sfiorato 300 milioni di euro di giro d'affari, ha prodotto 62.150 tonnellate di pesci di venti specie diverse, distribuiti in più di seicento siti produttivi. Il primato spetta all'allevamento della trota, che con 37.000 tonnellate ha raggiunto un valore di 115.500.000 euro, seguita dall'orata e dalla spigola, con più di 17.000 tonnellate, pari a 141.900.000 euro. L'Italia è leader europeo nella produzione di caviale di storione, con e 53 tonnellate immesse sul mercato nel 2019.

6.4 Acquacoltura: fattori limitanti, punti di forza e fattori di sviluppo

FATTORI LIMITANTI

- minori margini di redditività registrati negli ultimi anni;
- aggressività commerciale dei partner comunitari e non;
- attuali congiunture economiche nazionali ed internazionali;
- mutati modelli di consumo, che richiedono sempre più prodotti di facile preparazione;
- adeguamento alle norme comunitarie che riguardano l'acquacoltura spesso riferite a tipologie di allevamento diverse da quelle italiane;
- necessità di un continuo adeguamento tecnologico per compensare i costi di produzione;
- aumento dei costi di alimentazione, energetici, gestionali;
- concorrenza;
- gestione ambientale;
- predazione da parte di uccelli ittiofagi, responsabili anche della diffusione di patologie negli animali allevati.

PUNTI DI FORZA

- crisi del settore della pesca marittima;
- forte importazione di prodotti ittici;
- possibilità di soddisfare una domanda crescente, diversificando le taglie e le specie prodotte;
- elevato standard qualitativo raggiunto per le specie allevate;
- buon livello tecnologico raggiunto e l'alta professionalità degli operatori del comparto;
- capacità di fornire il prodotto durante tutto l'arco dell'anno evitando fluttuazioni legate alla stagionalità

della pesca;
- sicurezza sanitaria derivante dai costanti controlli effettuati durante tutto il ciclo produttivo (mediamente da 15 a 30 mesi), sia dagli stessi allevatori sia dai Servizi Sanitari Nazionali (ASL, NAS, ecc.);
- possibilità di offrire un prodotto con un marchio che ne certifichi la provenienza e il giorno in cui è stato pescato, con l'introduzione di procedure di tracciabilità.

FATTORI DI SVILUPPO

- incrementare la redditività delle aziende mediante la riduzione dei costi di produzione, soprattutto con un maggiore riconoscimento della qualità del prodotto da parte del mercato;
- migliorare e ottimizzare le tecniche di allevamento anche adottando più elevati livelli tecnologici, atti a ridurre e contenere l'impatto ambientale;
- integrare le fasi di trasformazione e commercializzazione riducendo il numero dei passaggi lungo la catena distributiva fino al consumatore;
- rinnovare le strategie commerciali per la promozione di un prodotto che può offrire una qualità elevata in termini assoluti e soprattutto garantire costanti standard qualitativi;
- semplificare le procedure burocratiche e amministrative per l'ottenimento di agevolazioni per l'ammodernamento e per la realizzazione di nuove strutture produttive;
- adeguare tecnologie per incrementare la competitività e la produttività degli allevamenti;
- tutelare e valorizzare la produzione nazionale attraverso la certificazione di origine e qualità del prodotto;
- qualificare la produzione attraverso la certificazione delle aziende e dei processi (certificazioni ISO).

L'acquacoltura italiana per i livelli produttivi e la diversità delle specie allevate, rappresenta una realtà vitale con delle potenzialità ancora inesplorate che si colloca ai vertici della produzione europea.

6.5 Approccio alla implementazione di un impianto di acquacoltura nelle acque interne della regione Abruzzo.

Identificazione dell'iter tecnico-amministrativo per la richiesta della concessione di derivazione per alimentare un impianto di acqua coltura, anche all'interno delle zone protette;

Documento guida su Acquacoltura e Natura 2000 - Una sintesi Lussemburgo: Ufficio delle pubblicazioni dell'UE, 2018, ISBN: 978-92-79-93538-1, doi:10.2779/823716, KH-03-18-288-IT-N © Unione Europea, 2018

SCELTA DEL SITO

Considerando che l'acquacoltura consiste nell'allevamento o la coltivazione di organismi acquatici mediante tecniche che ne aumentano la produzione oltre la naturale capacità ambientale, ne deriva che gli organismi rimangono proprietà di una persona fisica o giuridica durante la fase di allevamento o di coltura, compreso il raccolto. Quindi l'allevatore è il principale soggetto responsabile nei confronti del pesce allevato, dell'ambiente e del consumatore.
Il potenziale allevatore che desidera dedicarsi a questa attività nelle acque dolci (allevamento intensivo) deve scegliere con molta accuratezza il sito nel quale collocare l'impianto.
La scelta del sito deve tener conto:

- dei vincoli ambientali e culturali
- dell'accesso alla viabilità
- della adeguata distanza dai centri abitati e dagli insediamenti industriali
- della disponibilità di una portata d'acqua costante e di buona qualità che, restituita subito a valle dell'impianto, garantisca il deflusso ecologico, cioè il volume d'acqua utile affinché l'ecosistema acquatico continui a prosperare e a fornire i servizi necessari (Direttiva 2000/60/CE, Decreto direttoriale 30/STA del 13 febbraio 2017, Direzione generale per la salvaguardia del territorio e delle acque)
- che l'utilizzo dell'acqua non entri in contrasto con altri usi (potabile, agricolo, industriale).

DERIVAZIONE

Con il termine derivazione si definisce qualsiasi prelievo da corpi idrici (sotterranei o superficiali) realizzato mediante opere, manufatti o impianti fissi. Costituiscono la derivazione l'insieme dei seguenti elementi: opere di raccolta, regolazione, estrazione, derivazione, condotta, uso, restituzione e scolo delle acque.
L'acqua (superficiale e sotterranea) è un bene di tutti e come tale non può essere sfruttata illimitatamente e senza l'autorizzazione rilasciata dalle autorità preposte. Tutti i soggetti pubblici o privati che vogliono derivare acque pubbliche sul proprio terreno o sul terreno altrui, devono chiederne la concessione alla Regione Abruzzo ai sensi del Regolamento emanato con Decreto del Presidente della Giunta Regionale n. 3. del 13 agosto 2007.
Le derivazioni sono così definite (art. 8 D.P.G.R. 13 agosto 2007, n. 3/Reg.):

- piccole e grandi derivazioni da acque superficiali;

• piccole e grandi derivazioni da acque sotterranee;
• piccole e grandi derivazioni da acque sorgive.

Le competenze per i procedimenti concessori sono così ripartite (art.9 D.P.G.R. 13.08.2007, n. 3/Reg.):
• alle Provincie: tutte le piccole derivazioni;
• alla Regione Abruzzo, Genio Civile competente per territorio: tutte le grandi derivazioni.

SCARICO DELLE ACQUE

Oltre alla scelta del sito è necessario tenere presente le caratteristiche dello scarico dell'impianto che andranno ad impattare sul corpo idrico ricevente. L' Articolo 101 del Codice dell'Ambiente (D.lgs. 3 aprile 2006, n. 152) - Criteri generali della disciplina degli scarichi, al comma 7 precisa che "salvo quanto previsto dall'articolo 112, ai fini della disciplina degli scarichi e delle autorizzazioni, sono assimilate alle acque reflue domestiche le acque reflue:
d) provenienti da impianti di acquacoltura e di piscicoltura che diano luogo a scarico e che si caratterizzino per una densità di allevamento pari o inferiore a 1 Kg per metro quadrato di specchio d'acqua o in cui venga utilizzata una portata d'acqua pari o inferiore a 50 litri al minuto secondo".
Se i valori sono superiori a quelli indicati, lo scarico è assimilato ad uno scarico industriale. In entrambi i casi i rispettivi valori-limite dei parametri previsti sono riportati nell'Allegato 5 del D. Lgs. 152/2006.
L'Articolo 111 del suddetto codice (Impianti di acquacoltura e piscicoltura) stabilisce anche che:

> 1. Con decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, di concerto con i Ministri delle politiche agricole e forestali, delle infrastrutture e dei trasporti e delle attività produttive, e previa intesa con Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano, sono individuati i criteri relativi al contenimento dell'impatto sull'ambiente derivante dalle attività di acquacoltura e di piscicoltura".

I suddetti criteri, a tutt'oggi, non sono ancora disponibili.

Si riporta di seguito la normativa regionale di riferimento per l'autorizzazione allo scarico.
• DGR n. 906 del 29.12.2022 - Approvazione delle "Linee guida per il rilascio delle autorizzazioni allo scarico di acque reflue" (aggiorna e sostituisce la precedente DGR n.1045 del 28.12.2018)
• Determinazione n. DPC017/313 del 28.10.2020 - Determinazione n. DPC/263 del 23.12.2019 recante "Esercizio della potestà sanzionatoria: individuazione dei presupposti per la graduazione delle sanzioni di cui all'art. 133 del decreto legislativo 152 del 3 aprile 2006, nel rispetto delle disposizioni di cui all'art. 11 della L. 24.11.1981 n. 689": sua convalida e contestuale disapplicazione ex art. 21 nonies comma 2 Legge 241/1990 e s.m.i.
• Determinazione n. DPC/263 del 23/12/2019 - Esercizio della potestà sanzionatoria: individuazione dei presupposti per la gradazione delle sanzioni di cui all'art. 133 del decreto legislativo 3 aprile 2006 n° 152, nel rispetto delle disposizioni di cui all'art. 11 della L. 24.11.1981 n° 689.

L'autorizzazione allo scarico viene rilasciata dalla Regione Abruzzo, Ufficio Autorizzazione scarichi – Autorizzazione Unica Ambientale (AUA) Provinciale.

Gli interessati presentano al S.U.A.P. (Sportello unico per le attività produttive) l'istanza, esclusivamente per via telematica, utilizzando la modulistica predisposta dalla Regione Abruzzo per la procedura di AUA, inoltrandola all'Autorità competente ed a tutti i seguenti soggetti coinvolti nel procedimento:
• il gestore del servizio idrico integrato per gli scarichi reflui industriali recapitati in pubblica fognatura;
• la Regione Abruzzo, rispettivamente
  - DPC024 - Servizio Gestione e Qualità delle acque per gli scarichi reflui di attività produttive non recapitanti in pubblica fognatura;
  - DPC025 - Servizio Politica energetica, qualità dell'aria e SINA per le emissioni in atmosfera;
  - DPC026 - Servizio Gestione dei Rifiuti per l'utilizzi dei fanghi derivanti dal processo di depurazione in agricoltura;
• il Comune di competenza;
• la Provincia di competenza;
• l'Agenzia Regionale per la Tutela Ambientale (ARTA);
• l'Aziena Sanitaria Locale (ASL)

L'AUA è uno strumento di semplificazione amministrativa introdotta dal Decreto del Presidente della Repubblica 13 marzo 2013, n. 59 Regolamento recante la disciplina dell'autorizzazione unica ambientale e la semplificazione di adempimenti amministrativi in materia ambientale gravanti sulle piccole e medie imprese e sugli impianti non soggetti ad autorizzazione integrata ambientale, a norma dell'articolo 23 del decreto-legge 9 febbraio 2012, n. 5, convertito, con modificazioni, dalla legge 4 aprile 2012, n. 35. L'AUA risponde alla duplice esigenza di garantire la tutela dell'ambiente e ridurre gli oneri burocratici a carico degli operatori. La Regione Abruzzo, con DGR 812 del 5.12.2016, ha adottato una modulistica regionale relativa alle varie tipologie di AUA allo scopo di snellire le procedure nella predisposizione degli

adempimenti da parte di cittadini ed imprese.
Il modulo per l'autorizzazione allo scarico, oltre alle informazioni richieste sulle caratteristiche dello scarico, contiene anche l'elenco dei documenti da allegare, riportato di seguito nella scheda A.

SCHEDA A – SCARICHI DI ACQUE REFLUE

- ☐ Relazione tecnica predisposta e sottoscritta da tecnico abilitato e controfirmata del titolare dell'attività contenente:
  - descrizione ciclo produttivo e dei mezzi tecnici impiegati nel/i processo/i produttivo/i,
  - schema a blocchi relativo al processo produttivo con indicazione delle portate dei vari flussi di processo, comprese acque di raffreddamento, vapore, acque di lavaggio, acque di scarico, fanghi,
  - dichiarazione per presenza / assenza di sostanze "pericolose" nello scarico
- ☐ Corografia 1:25000 con ubicazione dell'insediamento, localizzazione dei punti d'immissione degli scarichi nel corpo ricettore, indicazione delle coordinate geografiche Gauss-Boaga di ogni punto di scarico;
- ☐ Planimetria catastale 1:2000 e planimetria 1:500 con riportato
  1) l'insediamento, la localizzazione di eventuali pozzi di approvvigionamento e degli impianti di depurazione;
  2) indicazione delle aree impermeabili distinte dalle aree permeabili;
  3) ubicazione degli stoccaggi nei piazzali;
  4) tracciato di tutte le reti fognanti (acque reflue di lavorazione, acque di raffreddamento, acque reflue dei servizi igienici, acque meteoriche[tetti e piazzali]) indicando il loro percorso dallo stabilimento fino al relativo punto d'immissione nel corpo ricettore, evidenziando il loro eventuale passaggio nell'impianto di depurazione, il relativo pozzetto di campionamento, il percorso della tubazione di scarico delle acque di sfioro eccedenti quelle di prima pioggia (se presente) fino al relativo punto d'immissione nel corpo ricettore.
- ☐ Planimetrie in scala idonea dell'insediamento con l'indicazione della rete fognaria interna, delle fonti di prelievo, dei pozzetti di prelievo fiscale, il numero degli scarichi (con riferimento ai numeri progressivi di cui alla tabella A.1 quadro sinottico degli scarichi); ogni tipologia di acqua reflue prodotta deve essere evidenziata con colore diverso. Nel caso di scarico su suolo o strati superficiali del sottosuolo cartografia in grado di evidenziare l'ubicazione dell'impianto, il più vicino corpo idrico superficiale e il suo percorso, relazione sull'impossibilità tecnica o eccessiva onerosità a fronte dei benefici ambientali conseguibili a recapitare in corpi idrici superficiali e relazione geologico – idrogeologica sulla natura dei terreni soggetti allo scarico ed eventuali ripercussioni sui corpi idrici sotterranei e superficiali;
- ☐ Nel caso di assimilazione delle acque reflue industriali alle acque reflue domestiche documentazione necessaria a comprovare il possesso dei requisiti richiesti (riferimenti normativi: art.101 comma 7 del Codice dell'ambiente – Allegato 5 Parte III del Codice dell'ambiente Tabella 6 – DPR 19 ottobre 2011 n. 227 – Normativa regionale di settore);

Pertanto, la conoscenza delle caratteristiche fisiologiche ed etologiche dell'organismo allevato, dell'habitat utilizzato, dell'intensità della produzione, delle pratiche di gestione e del tipo di sistema di produzione utilizzato è fondamentale per determinare le interazioni e l'impatto delle operazioni di acquacoltura sull'ecosistema acquatico che lo alimenta.

AUTORIZZAZIONI EDILIZIE PER LA COSTRUZIONE DELL'IMPIANTO

La realizzazione di un impianto di acquacoltura intensivo richiede anche autorizzazioni edilizie e rientra nelle attività oggetto di procedimento di comunicazione o Segnalazione Certificata di Inizio di Attività (SCIA) (Tabella A, Decreto legislativo 25 novembre 2016, n. 222 Individuazione di procedimenti oggetto di autorizzazione, segnalazione certificata di inizio di attività (SCIA), silenzio assenso e comunicazione e di definizione dei regimi amministrativi applicabili a determinate attività e procedimenti, ai sensi dell'articolo 5 della legge 7 agosto 2015, n. 124).
Gli interventi soggetti a SCIA sono tutti quelli che non rientrano né tra gli interventi effettuabili con il regime di edilizia libera né tra quelli per cui è richiesto il Permesso di Costruire.

VALUTAZIONE AMBIENTALE

Dal punto di vista ambientale, dal D. Lgs. 152/2006, Allegato IV - Progetti sottoposti alla Verifica di assoggettabilità di competenza delle regioni e delle province autonome di Trento e Bolzano, è prevista la Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) per gli impianti di piscicoltura intensiva con superficie complessiva oltre i 5 ettari (Articolo 101). Lo studio da sottoporre ad autorizzazione deve essere redatto secondo quanto stabilito dall'Allegato V del suddetto Decreto Legislativo e dal Decreto Ministero Ambiente del 30 marzo 2015, contenente le Linee guida per la verifica di assoggettabilità a valutazione di impatto ambientale dei progetti di competenza delle Regioni e Province autonome, previste dall'articolo 15 del Decreto-Legge 24 giugno 2014, n. 91, convertito con modificazioni dalla Legge 11 agosto 2014, n. 216.

Inoltre, bisogna tener conto anche della Rete Natura 2000, istituita con le Direttive Habitat e Uccelli.
La Direttiva Habitat (92/43/CEE) si basa sulla consapevolezza che all'interno dell'Unione europea gli habitat naturali continuano a deteriorarsi e un numero crescente di specie selvatiche, parte del patrimonio naturale dell'UE, è seriamente minacciato. La Direttiva mira a garantire il loro ripristino o mantenimento in uno stato di conservazione favorevole attraverso la designazione di Zone Speciali di Conservazione (SAC) al fine di creare una rete ecologica europea coerente, la rete Natura 2000. La rete comprende anche le aree designate come Zone di Protezione Speciale (ZPS) ai sensi della Direttiva Uccelli (2009/147/CE) sulla conservazione degli uccelli selvatici.
Le due Direttive proteggono circa 1.500 specie rare e in via di estinzione e circa 230 tipi di habitat (compresi habitat marini e costieri, habitat di acqua dolce, zone umide ecc.) in modo che possano mantenere o raggiungere uno stato di conservazione favorevole, in particolare attraverso la designazione e la gestione dei siti della rete Natura 2000.
La rete Natura 2000 sostiene il principio dello sviluppo sostenibile. Il suo scopo non è quello di vietare le attività umane, ma piuttosto di garantire che siano intraprese in un modo che permettano di raggiungere gli obiettivi di conservazione stabiliti per il sito Natura 2000 (in funzione delle specie e dei tipi di habitat di interesse europeo presenti).
Questo principio è sostenuto dall'articolo 6 della Direttiva Habitat che stabilisce che all'interno di ciascun sito Natura 2000 gli Stati membri debbano:

- adottare misure di conservazione appropriate che siano conformi alle esigenze ecologiche dei tipi di habitat protetti e delle specie presenti nei siti (articolo 6.1),
- evitare attività dannose che potrebbero perturbare in modo significativo queste specie o deteriorare gli habitat delle specie o dei tipi di habitat protetti (articolo 6.2),
- seguire la procedura di cui all'art. 6.3 e 6.4 quando si pianificano nuovi sviluppi che potrebbero interessare un sito Natura 2000.

I diversi sistemi di acquacoltura possono esercitare diversi impatti e avere sull'ambiente effetti differenti, che possono includere perdita o deterioramento degli habitat, disturbo delle specie, spostamento di specie e cambiamenti nelle comunità locali.
Questi impatti devono essere tenuti in considerazione quando si valutano i rischi, insieme con la sensibilità o vulnerabilità dell'ecosistema sottoposto alle possibili pressioni delle attività di acquacoltura.
È necessario un approccio caso per caso per identificare gli impatti potenziali effettivi, che dipendono dalle condizioni ambientali e di allevamento, dalle misure di mitigazione e dalle pratiche di gestione appropriate che devono essere applicate per evitare o minimizzare tali effetti (Tabella 6.7).

Impianti di acquacoltura: impatti potenziali	Costieri e marini							Acque dolci		
	Gabbie	Zattere e palangari	Coltivazione interditale di molluschi	Coltivazione di fondo di molluschi	Vasche a terra	Stagni terrestri	Coltivazione in laguna	Stagni	Sistemi a flusso continuo	Sistemi a ricircolo
Sedimentazione	X	X	X	X		X	X	X	X	
Cambiamenti biogeochimici delle acque	X	X			X	X	X	X	X	
Immissione di sostanze chimiche	X				X	X			X	X
Infrastrutture			X	X	X	X	X		X	X
Disturbo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Controllo dei predatori	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Incroci di specie	X				X	X			X	
Trasmissione di patogeni	X		X	X	X	X	X	X	X	
Specie aliene*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
* l'introduzione di specie aliene per il loro utilizzo in acquacoltura è disciplinata dal Regolamento 708/2007										

Tabella 6.7 .Impatti potenziali di un impianto di acquacoltura

Se l'area interessata alla costruzione dell'impianto di acquacoltura è all'interno di un parco nazionale (Parco Nazionale d'Abruzzo, Lazio e Molise, Parco Nazionale Gran Sasso e Monti della Laga, Parco Nazionale Majella) o del Parco Regionale Velino-Sirente il rilascio di autorizzazione è subordinato al preventivo nulla osta dell'Ente parco (Art. 13, Legge 6 dicembre 1991, n. 394 Legge quadro sulle aree protette).

REGISTRAZIONE E/O AUTORIZZAZIONE DELLE IMPRESE DI ACQUACOLTURA E DEGLI STABILIMENTI DI LAVORAZIONE DEI PRODOTTI DI ACQUACOLTURA - BANCA DATI NAZIONALE (BDN)

A seguito della Decisione della Commissione CE n. 392 del 30 aprile 2008 recante modalità di applicazione della Direttiva 2006/88/CE del Consiglio per quanto riguarda una pagina informativa su Internet per la messa a disposizione per via elettronica delle informazioni relative alle imprese di acquacoltura e agli stabilimenti di trasformazione riconosciuti, è stata istituita una Banca Dati Nazionale (BDN), che , oltre a registrare i dati anagrafici delle singole imprese, consente di generare informazioni utili per soddisfare in modo efficiente i debiti informativi nei confronti dell'Unione Europea.
Tale sistema è stato realizzato dal Ministero della Salute, per il tramite con il Centro Nazionale Servizi dell'Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise "G. Caporale", ed ha implementato l'anagrafe delle imprese di acquacoltura in seno alla Banca Dati Nazionale (BDN).
E' stata predisposta una modulistica ad hoc per la registrazione e/o autorizzazione delle imprese di acquacoltura e degli stabilimenti di lavorazione dei prodotti di acquacoltura, per la comunicazione della variazione dei dati anagrafici e della la cessazione di attività.
Nella BND devono essere registrate tutte le imprese di acquacoltura, identificate con codice aziendale.
Tra le informazioni da registrare in BDN per ogni impresa, vi sono:

- tipo di allevamento (esempio: bacini; canali; acque recintate; quarantena; stagni; vasche)
- gruppo della specie ospitata (crostacei; molluschi; pesci), oltre che il dettaglio della specie
- tipo di produzione (incubatoio; ingrasso per consumo umano; laghetto di pesca sportiva)
- tipo di acque (dolce, salmastra, salata)
- qualifica sanitaria e le autorizzazioni.

Per ciascuna impresa deve essere presente un registro di carico e scarico, in formato cartaceo, elettronico, o direttamente in BDN.
Nel registro l'allevatore registra e aggiorna regolarmente le informazioni anagrafiche dell'allevamento e le movimentazioni, con l'indicazione delle quantità movimentate in entrata e uscita, con data, provenienza e/o destinazione.
Le movimentazioni vanno registrate entro 3 giorni dall'evento, anche se lo stesso è tenuto direttamente in BDN o informatizzato.
L'eventuale mortalità anomala deve essere riportata nel registro nel più breve tempo possibile.
In relazione ai suddetti aspetti, i principali riferimenti normativi sono i seguenti:

- Decreto Legislativo 148/2008, che stabilisce le condizioni di polizia sanitaria applicabili alle specie d'acquacoltura ed ai relativi prodotti, nonché alla prevenzione e lotta di talune malattie degli animali acquatici
- Decreto 08 luglio 2010 - Disposizioni per la gestione dell'anagrafe delle imprese di acquacoltura
- Decreto Ministeriale 3 agosto 2011 - recante disposizioni per il rilascio dell'autorizzazione alle imprese d'acquacoltura, ai sensi dell'art. 6 del D.l.vo 148/2008

SANITÀ E IGIENE DEGLI ALLEVAMENTI ITTICI

Uno Stato membro dell'Unione Europea può richiedere alla Commissione il riconoscimento dello status di indennità per una o più malattie elencate nel gruppo C del Reg. di esecuzione (UE) 2018/1882 per tutto il suo territorio o per una o più zone o compartimenti. La Setticemia emorragica virale (SEV) e la Necrosi ematopoietica infettiva (NEI) rientrano nel gruppo di malattie per le quali è possibile richieder il riconoscimento di indennità. La domanda può essere fatta nelle seguenti casistiche:

- nessuna delle specie sensibili per la malattia oggetto della domanda è presente nel territorio interessato
- l'agente patogeno è notoriamente non in grado di sopravvivere nel territorio oggetto della domanda
- lo status di indenne è stato dimostrato tramite un programma di eradicazione
- il compartimento introduce solo animali provenienti da stabilimenti dichiarati indenni ed è indipendente dallo stato sanitario delle acque circostanti.

Gli Stati membri devono presentare un vero e proprio dossier preparato dallo stabilimento che ne fa richiesta di concerto con la ASL territorialmente competente. Le procedure per il rilascio dell'autorizzazione sanitaria alle imprese di acquacoltura ed agli stabilimenti di lavorazione (articolo 6 decreto legislativo 4 agosto 2008, n. 148) sono state definite con Decreto Ministeriale 3 agosto 2011.
Per agevolare gli operatori che lavorano nell'ambito dell'acquacoltura ad applicare pratiche corrette in materia di igiene nella gestione dell'intero processo produttivo, dall'approvvigionamento del materiale vivo alla consegna del prodotto finito, compresa la gestione degli impianti e delle attrezzature, è stato redatto dal Ministero della Salute, di concerto con il Centro di referenza nazionale per le malattie dei pesci, molluschi e crostacei dell'Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie (IZSVe), il Manuale per le buone prassi igieniche, diffuse con nota ministeriale prot. 16090 del 4 settembre 2012. Poiché le attività svolte dalle imprese di acquacoltura possono variare molto da un'azienda all'altra così come le prassi igieniche ad esse collegate. Lo scopo del documento è quello di fornire indicazioni per la stesura di un manuale di corretta prassi igienica ad hoc per l'impianto, con particolare riferimento alle misure di biosicurezza. Gli operatori del settore saranno pertanto facilitati nell'individuazione dei principali rischi di introduzione e diffusione di malattia in am-

biente acquatico e delle principali misure di biosicurezza adottabili nel proprio impianto.
In Abruzzo, per garantire la qualità del prodotto e per la sorveglianza sanitaria i Servizi Veterinari, coordinati dal Ministero della Salute e dalle Regioni, effettuano controlli sistematici su tutta la filiera produttiva, avvalendosi dell'Istituto Zooprofilattico Sperimentale Abruzzo e Molise "G. Caporale" (IZS-Teramo) per l'esecuzione delle analisi sulle malattie dei pesci e su eventuali rischi microbiologici o chimici legati al consumo dei prodotti ittici.

BENESSERE ANIMALE

Non va dimenticato che l'acquacoltura è un'importante attività di allevamento animale. Negli ultimi decenni l'allevamento del pesce e di altre specie acquatiche si è diffuso e i responsabili di decisioni a livello politico, gli scienziati e i consumatori si interessano sempre più alle pratiche di allevamento utilizzate e ai relativi problemi di benessere. I metodi scientifici per valutare il benessere dei pesci evolvono continuamente, ma i problemi principali sono l'enorme varietà delle specie ittiche e dei metodi di produzione, come pure una generale carenza di dati scientifici nel campo.
Nell'Unione Europea la Direttiva 98/58/CE del Consiglio stabilisce norme minime riguardo alla protezione degli animali negli allevamenti. Alcune organizzazioni internazionali hanno pubblicato raccomandazioni e linee guida in materia di benessere dei pesci. Nel 2005 il Consiglio d'Europa ha adottato una raccomandazione sul benessere dei pesci di allevamento e nel 2008 l'Organizzazione mondiale per la salute animale (OIE) ha adottato una serie di linee guida in materia di benessere dei pesci. Inoltre l'industria ha adottato alcuni codici di condotta, tra cui una serie di misure volte a salvaguardare il benessere dei pesci. Inoltre, sono state pubblicate le "Linee guida sulla qualità dell'acqua e sulla manipolazione per il benessere dei pesci vertebrati di allevamento". Il documento è stato redatto da un gruppo di iniziativa volontaria nell'ambito della Piattaforma dell'Unione Europea (UE) sul benessere degli animali (EU-Platform on Animal Welfare), formato da esperti europei provenienti da diverse realtà: centri di ricerca, università, filiere produttive, istituzioni, associazioni animaliste. Le linee guida sono tradotte in 23 lingue e sono disponibili nel sito web della Commissione europea.

Ricapitolando, per un impianto di acquacoltura sono necessarie le seguenti autorizzazioni:

- Valutazione di Impatto Ambientale (se richiesta) copia del progetto e studio d'impatto ambientale.
- Concessione edilizia per le strutture d'allevamento da presentare al Sindaco il quale può richiedere parere all'Autorità Sanitaria. Il Decreto Legislativo 25 novembre 2016, n. 222 Individuazione di procedimenti oggetto di autorizzazione, segnalazione certificata di inizio di attività (SCIA), silenzio assenso e comunicazione e di definizione dei regimi amministrativi applicabili a determinate attività e procedimenti, ai sensi dell'articolo 5 della legge 7 agosto 2015, n. 124, che ha individuato le attività oggetto di comunicazione o segnalazione certificata di inizio di attività (SCIA), nella Tabella A ha individuato il regime amministrativo, descritto nella Tabella 6.8.

ATTIVITA'	REGIME AMMINISTRATIVO	CONCENTRAZIONE DI REGIMI AMMINISTRATIVI	RIFERIMENTI NORMATIVI
14 Altre Attività 102 Attività di allevamento, stalle di sosta, trasporto di animali vivi, in conto proprio, produzione di latte crudo	SCIA unica	SCIA per avvio attività più SCIA per notifica sanitaria. La notifica sanitaria deve essere presentata contestualmente alla comunicazione per le industrie insalubri che va resa nell'ambito della SCIA unica, che è trasmessa a cura del SUAP alla ASL.. Per la notifica sanitaria non devono essere richieste asseverazioni.	Testo Unico delle Leggi Sanitarie di cui al Regio Decreto n. 1265/1934. Decreto del Ministero della Sanità de 05/09/1994. DPR n. 317/1996 (registrazione all'anagrafe animale per l'ottenimento o aggiornamento del Codice Aziendale). Regolamento 852/2004/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio sull'igiene dei prodotti alimentari DPR n. 320/1954 art.17

Tabella 6.8 .Regime amministrativo per concessione edilizia acquacoltura

- Concessione ad uso ittiogenico. L'uso di acque pubbliche ai fini di un loro utilizzo in attività di allevamento ittico (uso ittiogenico) è subordinato al rilascio, da parte delle Regioni, della relativa concessione.
- Autorizzazione allo scarico (AUA) ai sensi D. lgs 152/2006 e ss.mm.ii. E'rilasciata dalla Regione – Genio Civile provinciale; il Comune è competente se lo scarico è in pubblica fognatura.
- Registrazione dell'azienda. Ai sensi del D.lgs 148/08 è previsto l'obbligo di registrazione di tutte le imprese di acquacoltura che allevano o detengono anche transitoriamente animali, presso il Servizio Veterinario dell'ASL competente per territorio il quale le identifica con un codice d'allevamento alfanumerico e conseguente iscrizione delle aziende all'Anagrafe delle aziende d'acquacoltura (DM 8 luglio 2010)
- Autorizzazione dell'azienda. Ai sensi del D.lgs 148/08 con apposito DM (3 agosto 2011 e successive linee guida regionali) applicativo è stato esteso a tutte le imprese d'acquacoltura, stabilimenti di lavorazione e trasportatori di pesce vivo è previsto l'obbligo di autorizzazione di tutte le imprese di acquacoltura che prevede tra l'altro:
    - Registro carico/scarico integrato per allevamenti di pesce
    - Misure minime di biosicurezza
    - Piano di sorveglianza e analisi del rischio di diffusione delle patologie
- Ai sensi del D.lgs 193/06 è previsto l'obbligo di registrazione (su appositi registri) dei trattamenti con medicinali veterinari.
- Registro per i sottoprodotti di origine animale non destinati al consumoumano (pesci morti in allevamento o scarti di lavorazione derivati dalla trasformazione dei prodotti d'acquacoltura) ai sensi del Regolamento CE1069/2009).
- Registro dei rifiuti-MUD, iscrizione a SISTRI qualora le caratteristiche e la conduzione aziendale lo rendano necessario ai sensi del D.lgs 22/97 e successive integrazioni(sono rifiuti speciali: i contenitori di medicinali o mangime medicato, gli accumulatori esauriti, gli olii lubrificanti usati,...).
- Registrazione all'UVAC (Ufficio Veterinario per gli Adempimenti Comunitari) di competenza territoriale per gli operatori che importano animali o prodotti di origine animale da un altro Stato membro dell'UE.
- Registro di detenzione CITES degli esemplari o di parti di esemplari delle specie animali protette ai sensi del Decreto del Ministero dell'Ambiente 8/01/2002 per tutti gli allevatori e/o trasformatori di storioni e anguille.
- Autorizzazione Sanitaria al trasporto di animali vivi (ai sensi del Regolamento CE 1/2005 sul benessere degli animali durante il trasporto) per le aziende dotate di propri mezzi idonei al trasporto dei pesci vivi.
- In merito alla scelta delle specie ittiche da allevare si deve tenere in considerazione il Regolamento CE 708/2007 che disciplina l'impiego in acquacoltura di specie esotiche e di specie localmente assenti.
- Ai sensi del Pacchetto Igiene Regolamenti CE8 52/2004, 853/2004, 854/2004, 882/2004 e 183/2005 e ss.mm.ii. Registrazione e applicazione di Corrette Prassi Igieniche per la produzione primaria: pesca e allevamento
- Autorizzazione (Bollo CE) e Autocontrollo per gli stabilimenti di lavorazione, trasformazione e depositi frigoriferi.

L'ACQUACOLTURA NELLE ZONE INTERNE DELLA REGIONE ABRUZZO

L'Abruzzo non ha lagune, valli o stagni nel proprio territorio e pertanto non si presta alla classica acquacoltura estensiva esercitata in altre regioni italiane. Ciò non toglie che non possano essere individuate nuove zone per la produzione ittica nei corsi d'acqua e nei laghi, considerata la fitta rete idrografica di cui la regione dispone (Figura 6.15).

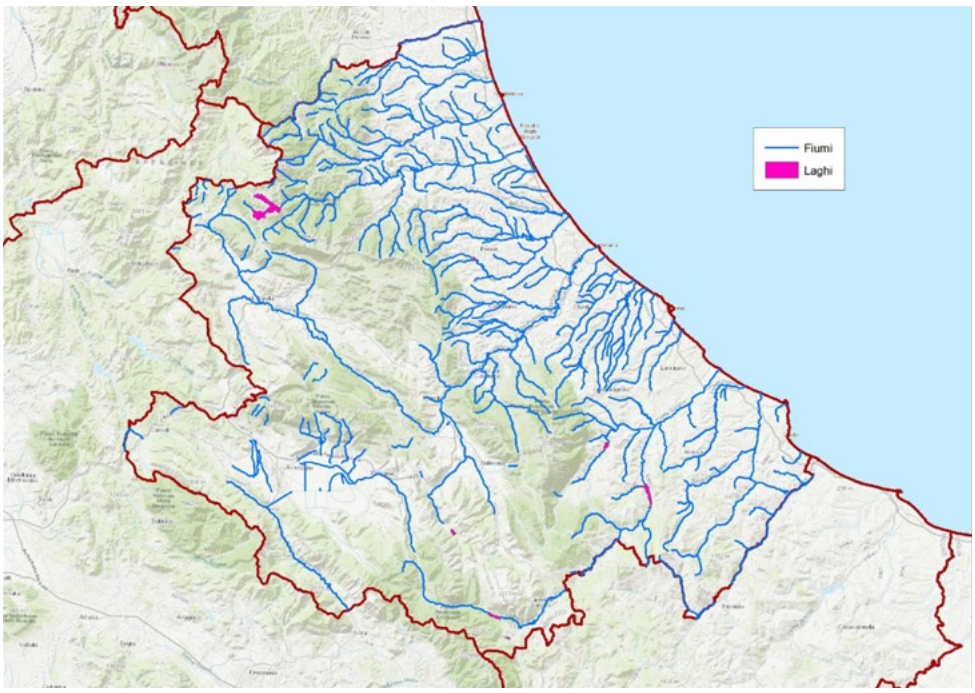


Figura 6.15 .I principali fiumi e laghi della regione Abruzzo.

Il processo di individuazione di zone adatte all'acquacoltura nelle acque interne, a livello nazionale, procede lentamente non essendo state ancora condivise e pubblicate linee guida peculiari che possano fornire indicazioni di riferimento omogenee a livello nazionale.
Ciò non toglie che si possa iniziare un percorso virtuoso che ponga le prime basi di conoscenza da sviluppare quando i riferimenti nazionali saranno disponibili.
Pertanto la conoscenza del reticolo idrografico (fiumi, torrenti e laghi) è di primaria importanza, dato che l'acqua è l'elemento fondante dell'impianto e, quindi, deve essere di buona qualità.
La scelta delle specie da allevare è altrettanto prioritaria poiché alcune (salmonidi) sono più esigenti di altre (ciprinidi) che possono adattarsi a condizioni ambientali più scadenti.
L'approvvigionamento dell'acqua deve considerare questo aspetto: le trote hanno bisogno di acque di ottima qualità, limpide, fredde e ben ossigenate, mentre le carpe e gli altri ciprinidi possono adattarsi a condizioni meno rigorose.
A questo proposito può essere utile la classificazione delle acque dolci in salmonicole e ciprinicole effettuata dalla Regione Abruzzo all'interno della Carta Ittica Regionale disponibile al seguente url:
hiips://www.regione.abruzzo.it/content/carta-ittica

Coerentemente a quanto previsto dal D. Lgs. n. 152/2006, la Regione Abruzzo ha emanato la L.R. 28/2017 che prevede, all'art. 7, comma 2, che la Carta Ittica definisca la classificazione delle acque suddividendole in zone salmonicole (zone A), zone ciprinicole (zone B) e ambienti di transizione o salmastri (zone C).
Lo strumento utilizzato dalla Carta Ittica per la classificazione delle acque supera la mera applicazione delle tabelle chimico-fisiche del D.Lgs 152/06 e si basa sulla osservazione diretta dello stato di conservazione delle comunità ittiche. Questo criterio deriva dalla considerazione che non è sufficiente che la qualità dell'acqua abbia semplicemente delle caratteristiche idonee alla sopravvivenza delle specie ittiche, ma che bisogna considerare l'ecosistema acquatico nel suo insieme e verificare che le specie ittiche di riferimento siano in grado di completare il proprio ciclo biologico.
Nella Figura 6.16 sono riportate le classificazioni delle acque superficiali in zone A e zone B.

ACQUE DI CATEGORIA A e B

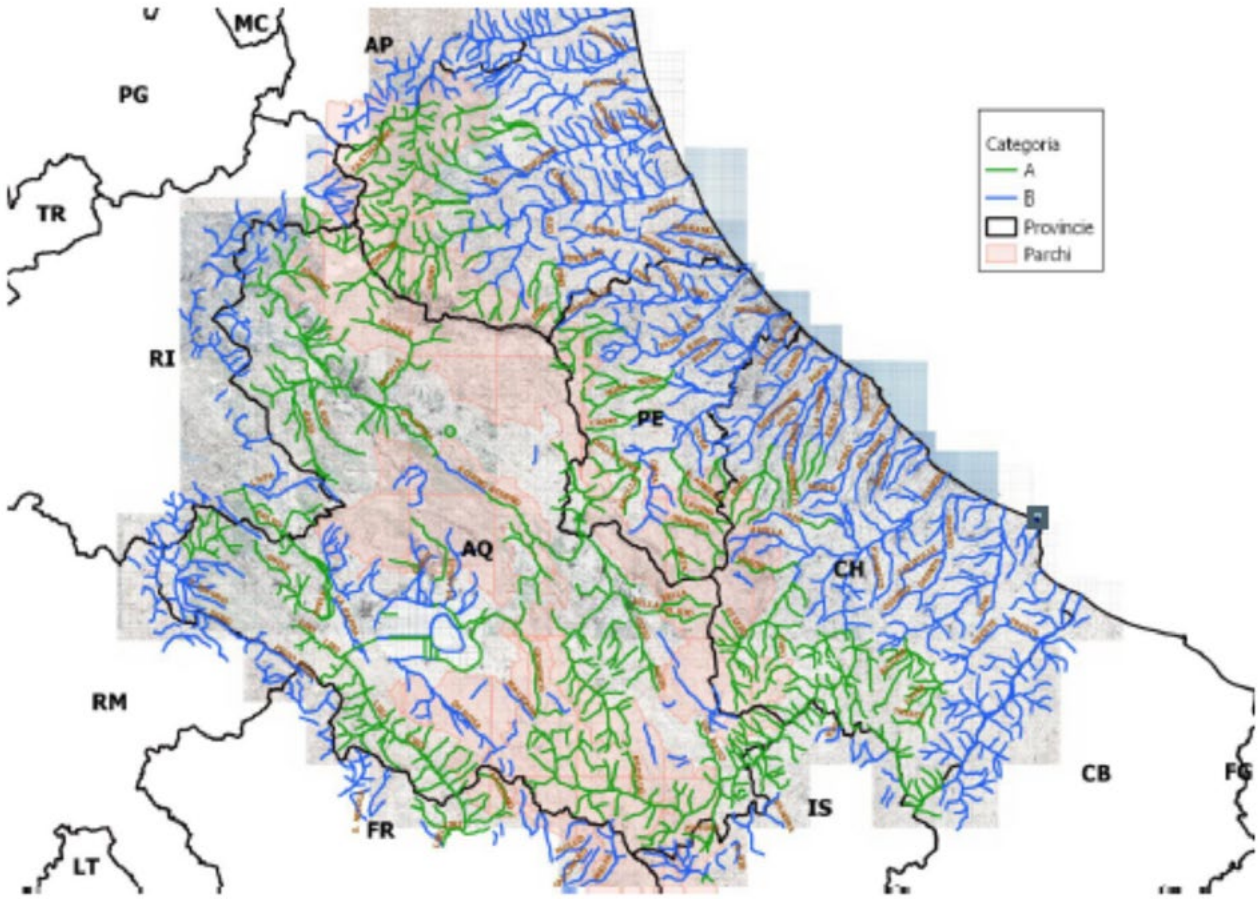


Figura 6.16 . Acque di categoria A e di categoria B nella regione Abruzzo.

Di seguito sono elencati tutti i tratti dei corsi d'acqua che rientrano nella zona "A", a gestione salmonicola per le singole province; i corsi d'acqua, o i tratti dei corsi d'acqua, non rientranti nelle liste seguenti appartengono direttamente alla zona "B", a gestione ciprinicola.

Provincia di L'AQUILA

- Rio Forcella, Preturo, in agro comune di L'Aquila.
- Fiume Vomano;
- Fiume Aterno: dalle sorgenti fino alle confluenze del Gamberale e dal Comune di Acciano fino al limite della Provincia;
- Fiume Tirino: dalle sorgenti sino al confine con la Provincia di Pescara;
- Fiume Raiale;
- Fiume Vera e canale Vetoio;
- Fiume Raio: dalle sorgenti fino alla confluenza con il fiume Vomano;
- Fiume Castellano (o Trontino) in agro Campotosto;
- Fiume Sagittario;
- Fiume Gizio;
- Fiume Vella;
- Fiume Velletta;
- Fiume Sangro;
- Fiume Liri: dalle sorgenti fino al confine regionale;
- Rio Sonno: affluente del fiume Liri in agro Castellafiume per tutto il suo corso;
- Torrente dello Schioppo (o Romito): dalle sorgenti sino alla confluenza con il fiume Liri;
- Fiume Giovenco: dalle sorgenti fino al Ponte di strada 17 del Fucino (LAT: 42.038394, LONG: 13.575878);
- Fiume Turano: dalle sorgenti fino al Ponte sulla Tiburtina Valeria lato Roma dopo l'abitato di Carsoli (LAT: 42.097908, LONG: 13.084180);
- Rio Pezzana: dalle sorgenti sino alla confluenza con il Fiume Sagittario ad Anversa degli Abruzzi (LAT: 42.002370 LONG: 13.815410);
- Fiume Rio Sparto e laghetto omonimo in agro Canistro: dalle sorgenti al ponticello situato presso il ristorante Parco del Rio Sparto (LAT: 41.934667, LONG: 13.405541);
- Torrente Rianza: dalle sorgenti per tutto il suo corso.
- Torrente Pallocco: dalle sorgenti per tutto il suo corso.
- Fiume Imele-Salto: dalle sorgenti di Verrecchia fino alla confluenza con il fosso Pratolungo;
- Fosso Pratolungo: dalle sorgenti fino alla confluenza con il fiume Imele;
- Rio La Foce di Celano: dalle sorgenti fino al Ponte sulla Ferrovia Roma-Pescara (LAT: 42.073154, LONG: 13.551104);
- Rio Santa Iona: dalle sorgenti fino al ponte sulla statale del Rione Bussi nel Comune di Celano;
- Fosso n. 4: da Borgo S. Giuseppe di Caruscino (LAT: 42.031409, LONG: 13.455067) alla confluenza di Fosso 7 (LAT: 42.026864, LONG: 13.484696);
- Fiume Tasso;
- Canale del Fucino: allacciante meridionale con tutti i suoi affluenti dalle sorgenti di Venere fino alla confluenza di Fosso 38;
- Fosso 38: in tutto il suo corso fino alla confluenza con il canale collettore centrale del Fucino in località Ottomila;
- Fosso 39 e 40: dalle sorgenti di Trasacco fino alla confluenza con il Canale Contro collettore di sinistra del Fucino;
- Canale Contro collettore di sinistra: dalla confluenza con Fosso 39 fino alla confluenza con il Canale collettore centrale in località Tremila;
- Canale Allacciante Settentrionale (Fucino): dalle sorgenti di Strada 16 fino alla confluenza con fosso 15;
- Fosso 15 (Fucino): in tutto il suo percorso fino alla confluenza con la piccola Cinta;
- Sorgenti Padulo: dalle sorgenti fino alla confluenza con l'allacciante settentrionale;
- Rio Gamberale: per tutto il suo corso;
- Torrente Zittola per tutto il suo corso.

Provincia di CHIETI

- Fiume Sangro: dal confine con la Provincia di Isernia fino allo sbarramento del lago di Bomba, lago escluso;
- Fiume Aventino: dalle sorgenti al bacino di Casoli, escluso il bacino;
- Fiume Aventino: loc.tà Acquevive in Comune di Taranta Peligna: tratto dalla restituzione ENEL alla canalizzazione;
- Fiume Verde di Rosello e Borrello: per tutto il corso;
- Fiume Verde-Fara S. Martino: dalle sorgenti alla confluenza con l'Aventino;
- Fiume Sinello: dalle sorgenti fino al ponte in loc. Comune di Guilmi (LAT: 41.999553, LONG: 14.462208);
- Fiume Treste: dalle sorgenti fino al ponte sulla Strada Provinciale di S. Buono (LAT: 41.938951, LONG: 14.537283);
- Fiume Foro: dalle sorgenti alla Calcara di San Camillo (LAT: 42.280386 LONG: 14.202372) nel comune di Bucchianico in via Santa Maria Maggiore.
- Fiume Arielli: dalle sorgenti al Ponte Autostrada – Tollo; al ponticello nell' abitato di Arielli (LAT: 42.267464, LONG: 14.304061)
- Torrente Venna: dalle sorgenti al ponticello (LAT: 42.277824 LONG: 14.295631) sulla strada che da Canosa Sannita porta a Villa Moggio;

- Torrente Venna Moggio: dalle sorgenti a via Arenella (LAT: 42.285722 LONG: 14.277014) in località Tratturo comune di Giuliano Teatino.
- Torrente Dentolo (Dendalo) dalle sorgenti al ponte (LAT: 42.257666 LONG: 14.223084) in via Dendalo che collega il paesino di Calcara con Selve.
- Torrente Gufo-Monteferrante: per tutto il suo corso;
- Torrente Turcano-Villa S. Maria – Rosello: per tutto il suo corso;
- Torrente Arsiccia-Palena: per tutto il suo corso;
- Torrente Parello-Pizzoferrato-Quadri: per tutto il suo corso;
- Torrente Cotaio-Palena: per tutto il suo corso;
- Torrente Scaricaturo-Palena: per tutto il suo corso:
- Torrente Pizzariscello-Palena: per tutto il suo corso;
- Torrente Cupo-Colledimacine-Torricella: per tutto il suo corso;
- Torrente Lama-Gamberale: per tutto il suo corso;
- Torrente Schiera-Montenerodomo: per tutto il suo corso;
- Torrente S. Leo-Pennadomo-Torricella: per tutto il suo corso;
- Fiume Trigno: dalle sorgenti alla confluenza con il Fiume Sente (LAT: 41.768872, LONG: 14.496295);
- Torrente Fonte della Noce nel Comune di Lettopalena: per tutto il suo corso.
-Torrente Altosa: dalle sorgenti alla confluenza con il Fiume Sinello (LAT: 41.983610, LONG: 14.466536).
-Vallone Cupo: dal confine con il Parco Nazionale della Majella sino alla confluenza con il fosso della Guardata (tutto il corso).
-Fosso della Guardata: dalle sorgenti sino alla confluenza con il Vallone Cupo (tutto il corso).
-Fosso Crognaleto: dal confine con il Parco Nazionale della Majella sino alla confluenza con il Fiume Sangro in Valle Sacchette nel comune di Pizzoferrato.
-Fosso della Palude: dalle sorgenti sino alla confluenza con il Torrente Turcano (Roio del Sangro).

Provincia di PESCARA

- Fiumi Aterno-Sagittario-Pescara: dal confine con la Provincia di L'Aquila fino alla confluenza con il fiume Orte;
- Fiume Tirino: dal confine con la Provincia di L'Aquila fino alla confluenza con il fiume Pescara;
-Canale del vivaio: canale del vivaio Az . Agricola Troticoltura Erede Rossi Silvio Di Rossi Niccola in località Cirichiello.
- Fiume Giardino: dalle sorgenti fino alla confluenza con il fiume Pescara;
- Fiume Orfento: dalle sorgenti fino alla confluenza con il fiume Orta;
- Fiume Orta: dal confine con la Provincia di L'Aquila fino alla confluenza con il fiume Orfento;
- Fiume Lavino: dal confine con il Parco Nazionale della Maiella, nel comune di Roccamorice (LAT: 42.209110, LONG: 14.023657), fino alla confluenza con il fiume Pescara;
- Fosso S. Spirito: dalle sorgenti fino alla confluenza con il Fiume Lavino;
- Torrente S. Callisto: dalla sorgente fino alla confluenza con il fiume Pescara;
- Fiume Alento: dalle sorgenti al confine con la Provincia di Chieti;
- Torrente Nora: dalle sorgenti fino al ponte per Contrada Micherone (LAT: 42.364419, LONG: 13.999586);
- Torrente Schiavone: dalle sorgenti sino alla confluenza con il Torrente Nora.
- Torrente Cigno: dalle sorgenti sino al ponte (LAT: 42.319431, LONG: 13.991347) situato in Contrada Castellano in località Rota Giannelli (PE).
-Torrente Scarsello: dalle sorgenti fino alla confluenza con il fiume Tirino nel Comune di Bussi sul Tirino.
- Torrente Gallero: dalle sorgenti alla confluenza con il fiume Tavo nel Comune di Penne;
- Fiume Tavo: dalle sorgenti del torrente Angri fino alle "Cascatelle" comprese, in contrada Pianogrande del Comune di Penne (LAT: 42.447673, LONG: 13.891048).

Provincia di TERAMO

- Fiume Fino: dalle sorgenti alla confluenza con il torrente Cerchiolo;
- Torrente Cerchiolo: dalle sorgenti alla confluenza con il fiume Fino;
- Torrente Leomogna: dalle sorgenti alla presa Enel sita a valle della Strada provinciale n. 37 di Castelli (LAT: 42.486378, LONG: 13.707754);
- Torrente Ruzzo: dalle sorgenti alla presa Enel di Villa Piano;
- Fiume Mavone: dalle sorgenti alla presa Enel di Isola del G. Sasso (LAT: 42.504567, LONG: 13.649372);
- Torrente Chiarino: dalle sorgenti alla presa Enel in Contrada Tozzanella (LAT: 42.549549, LONG: 13.640366);
- Fiume Vomano: dalle sorgenti sino alla piana del Mangimificio "Europa" (42.587904, 13.676832) in località Leognano;
- Fosso S.Martino: dalle sorgenti alla confluenza con il fiume Vomano;
- Rio Maggiore: dalle sorgenti alla confluenza con il fiume Vomano;
- Fosso Salvagno: dalle sorgenti alla confluenza con il fiume Vomano;
- Fosso Vibla: dalle sorgenti alla confluenza con il fiume Vomano;
- Fiume Tordino: dalle sorgenti al ponte sulla Strada Statale 68 in località Varano (LAT: 42.627204, LONG: 13.604699);

- Torrente Fiumicello: dalle sorgenti alla presa ENEL in loc.tà Valle Soprana;
- Torrente Vezzola: dalle sorgenti allo sbarramento di Villa Popolo (LAT: 42.655757, LONG: 13.628137);
- Torrente Rimaiano: dalle sorgenti al ponte della S.P. n. 50B (Mangnanella- Colle Caruno, LAT: 42.679949, LONG: 13.638428);
- Torrente Fiumicino: dalle sorgenti alla confluenza con il fosso Ingrasso, compreso gli affluenti Misigliano e fosso Ingrasso dalle loro sorgenti alla confluenza con il torrente Fiumicino;
- Fosso Grande: dalle sorgenti alla confluenza con il fosso Bianco a monte dell'abitato di Nocella;
- Fosso Bianco: dalle sorgenti alla confluenza con il fosso Grande;
- Torrente Salinello: dalle sorgenti al ponte della rotabile Piano Risteccio – Ripe di Civitella (LAT: 42.766638, LONG: 13.657955);
- Torrente Castellano: dalle sorgenti alla confluenza con il fosso di Olmeto, compresi tutti gli affluenti scorrenti in territorio della provincia di Teramo;
- Fosso di Olmeto: dalle sorgenti alla confluenza nel Torrente Castellano;
- Rio di San Vito: dalle sorgenti alla confluenza con il Torrente Castellano;

Bisogna tenere presente che qualsiasi tipo di attività antropica è in grado di generare una serie di pressioni e di impatti sugli ecosistemi acquatici che, in maniera diretta o indiretta, possono alterare lo stato quali-quantitativo delle risorse idriche.
Quando l'entità delle pressioni supera la capacità di resistenza e di resilienza degli ecosistemi acquatici, gli equilibri ecologici vengono profondamente alterati e il tutto si traduce in uno stato qualitativo non accettabile.
Nel Piano di Tutela delle Acque (PTA) della Regione Abruzzo (Aggiornamento analisi delle pressioni antropiche sui corpi idrici superficiali della Regione Abruzzo – Aggiornamento al Piano di Tutela delle Acque) sono stati evidenziati i fattori che possono influenzare la quantità e la qualità dei corpi idrici, riportati nella Tabella 6.9.
hiips://www.regione.abruzzo.it/pianoTutelaacque/index.asp?modello=aggPiani20152021&servizio=lista&stileDiv=aggPiani20152021

DRIVERS (fattori determinanti)
Agricoltura
Cambiamenti climatici
Energia idroelettrica
Energia non idroelettrica
Pesca e acquacoltura
Protezione dalle inondazioni
Silvicoltura
Industria
Turismo e ricreazione
Trasporti
Sviluppo urbano

Tabella 6.9 . Principali fattori determinanti delle attività antropiche in grado di generare pressioni e impatti sui corpi idrici (WFD Reporting Guidance, 2016)

Pertanto una valutazione degli impatti presenti sul territorio nel quale si vuole collocare un impianto di acquacoltura deve considerare la presenza e/o l'influenza dei fattori determinanti sopra elencati, anche in relazione ad uno scenario futuro.
Di interesse più particolare è l'ubicazione degli impianti di depurazione delle acque reflue che potrebbero condizionare la qualità delle acque e rappresentare dei rischi sanitari per l'allevamento.
La Figura 6.17 mostra l'ubicazione degli impianti di depurazione nella regione Abruzzo

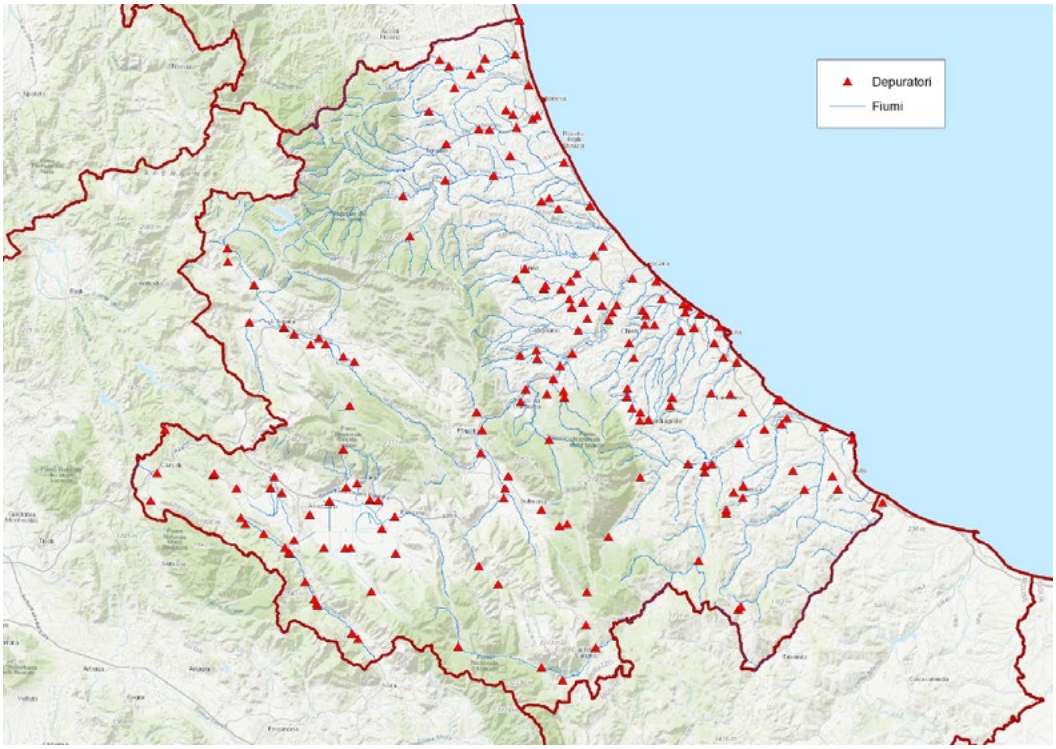


Figura 6.17 . Ubicazione degli impianti di depurazione nella regione Abruzzo

Nei capitoli precedenti si è trattato dei permessi necessari per costruire un impianto di acquacoltura nelle zone protette: la conoscenza dell'ubicazione di parchi nazionali e regionali, di riserve e di Siti di Interesse Comunitario (SIC) è necessaria anche per una maggiore consapevolezza dell'effetto dell'eventuale impatto. La Figura 6.18 mostra l'ubicazione delle aree protette nella regione Abruzzo.

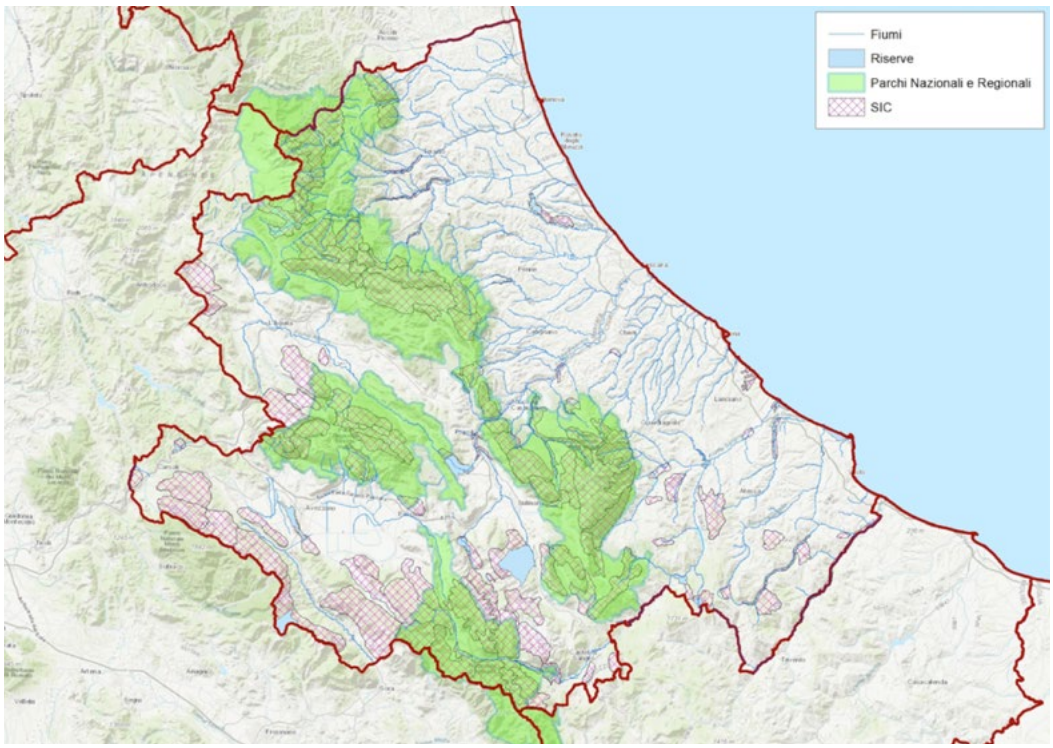


Figura 6.18 . Ubicazione delle aree protette nella regione Abruzzo.

Non meno importante è riportare in cartografia le ubicazioni degli impianti di acquacoltura già presenti nella regione Abruzzo, onde evitare sovrapposizioni. Può tornare utile valutare le considerazioni dei proprietari in merito alla scelta del sito anche per valorizzare le esperienze già fatte.
A tal fine, per esaminare il numero e la distribuzione degli impianti di acquacoltura nella regione Abruzzo è stata consultata l'anagrafe zootecnica delle specie di acquacoltura alimentata dalle informazioni provenienti dalla Banca Dati Nazionale delle imprese zootecniche.
L'anagrafe zootecnica è il sistema di identificazione e registrazione degli animali attraverso cui le autorità competenti, gli operatori di settore e i cittadini possono ottenere informazioni aggiornate sulla consistenza della popolazione animale di interesse zootecnico, sulla sua distribuzione sul territorio e sulle sue caratteristiche, ma anche sulle aziende e sugli animali domestici allevati o custoditi per la produzione di carne, latte, uova e altri prodotti, o destinati ad altri usi zootecnici.
E' uno strumento fondamentale per la sorveglianza epidemiologica, la sicurezza alimentare e la sanità pubblica. Nella fattispecie, l'applicativo web Acquacoltura, gestito da IZS – Teramo, accessibile dal Portale del Sistema Informativo Veterinario (hiips://www.vetinfo.sanita.it), è il Sistema Informativo Nazionale per l'Anagrafe delle imprese di Acquacoltura e per la gestione delle zone di molluschicoltura.
L'applicativo permette di registrare:

- le aziende e gli allevamenti di pesci, crostacei e molluschi
- gli stabilimenti di trasformazione
- gli stati sanitari delle aziende
- i controlli dei servizi veterinari ai fini della corretta applicazione di quanto previsto dal decreto
- le movimentazioni.

Le informazioni ottenute dall'anagrafe sono state interfacciate con quelle provenienti dalle concessioni per derivazioni finalizzate alla pescicoltura e dalle autorizzazioni allo scarico sempre per gli stessi impianti acquisite da ottenute dagli

DENOMINAZIONE	INDIRIZZO	COMUNE
C.I.S.I. Regione Abruzzo	Via Vetoio	L'Aquila
Azienda Agricola Troticoltura Erede Rossi Silvio di Rossi Niccola	Tempera	L'Aquila
Azienda Agricola Troticoltura Erede Rossi Silvio di Rossi Niccola	Contrada San Callisto	Popoli
Azienda Agricola Troticoltura Erede Rossi Silvio di Rossi Niccola	Via L'Aquila n. 9	Bussi sul Tirino (AQ)
Itticoltura di Carlo srls Società Agricola	Via L'Aquila	Bussi sul Tirino (AQ)

Tabella 610 .Elenco degli impianti di acquacoltura in attività nella regione Abruzzo

Uffici Provinciali Autorizzazione Scarichi della Regione Abruzzo e dai Servizi Provinciali Genio Civile della Regione Abruzzo. In questo modo è stata individuate la localizzazione degli impianti, senza aver potuto acquisire le coordinate geografiche delle derivazioni e degli scarichi, poichè non disponibili.
Nella Tabella 6.10 è riportato l'elenco degli impianti in attività.

Pertanto, per una visione completa ed immediata, sono stati sovrapposti i layers precedenti contenenti laghi, fiumi, depuratori e aree protette aggiungendo il layer relative all'ubicazione degli impianti di acquacoltura (Figura 6.19).

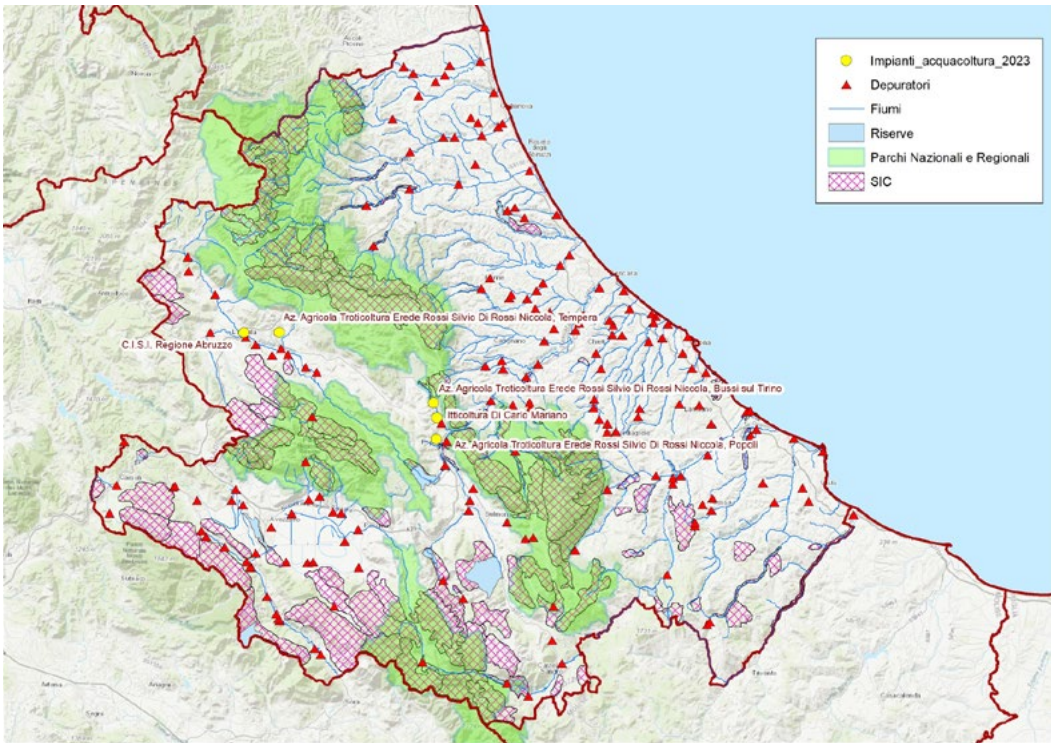


Figura 6.19 . Mappa riepilogativa con i laghi, i fiumi, i depuratori, le aree protette egli impianti di acquacoltura.

Un altro aspetto da considerare riguarda il flusso ecologico che deve essere garantito a valle delle derivazioni, cioè un flusso di portata in grado di sostenere le comunità biologiche presenti nel corso d'acqua. Pertanto è bene tener presente la cartografia prodotta dalla Regione Abruzzo nell'ambito del Piano di Tutela delle Acque relativa alla determinazione del Deflusso Minimo Viotale nei corpi idrici abruzzesi per valutare compatibilità con la portata di derivazione dell'impianto in progettazione (Figura 6.20).
hiips://www.regione.abruzzo.it/pianoTutelaacque/index.asp?modello=elaboratiPiano&servizio=lista&stileDiv=elaboratiPiano

Si deve tener presente, comunque, che l'acqua scarseggia a causa dei cambiamenti climatici e si registra inoltre una crescente concorrenza tanto per lo spazio quanto per l'accesso all'acqua tra diverse attività economiche.
Di conseguenza è necessario limitare e controllare l'impatto ambientale dell'impianto. I principali inquinanti presenti nelle acque in uscita di un impianto di piscicoltura sono: azoto, fosforo, solidi sospesi. Il D. Lgs 152/2006 stabilisce i valori-limite di queste sostanze insieme ad altri parametric e pone le correte condizioni di smaltimento.
La diminuzione dell'output netto dell'azoto, sia per la forma ammoniacale che per i nitriti e i nitrati, prevede in particolare una buona gestione alimentare, cui si può associare eventualmente l'azione di filtri biologici aerobi. Il fosforo è l'elemento implicato principalmente nei processi di eutrofizzazione delle acque e deve eesere ben dosato con i mangimi. La maggior parte dei problemi, tuttavia, è dovuta allo scarico di solidi sospesi che si depositano sul letto del fiume. Nel caso delle itticolture, i solidi sospesi da rimuovere sono quelli provenienti dal metabolismo degli animali allevati (feci, resti di mangime e di animali). All'interno dell'allevamento i solidi sospesi possono comportare gravi danni ai pesci, causando lesioni branchiali per effetto dell'abrasioni e dello sfregamento, essi possono ugualmente danneggiare l'ambiente naturale con effetti di tre tipi:

- modifica dell'ecosistema di fondale a causa della copertura del substrato;
- ostacolo alla penetrazione della luce, dovuto all'aumento della torbidità con conseguenze nella struttura delle popolazioni animali e vegetali;
- aumento di richiesta di ossigeno a causa dell'aumento della degradazione della sostanza organica presente nei solidi sospesi.

Il lagunaggio e la fitodepurazione rappresentano un principio efficace per trattenere ed integrare nella vegetazione acquatica le suddette sostanze inquinanti anche mediante bacini di decantazione.

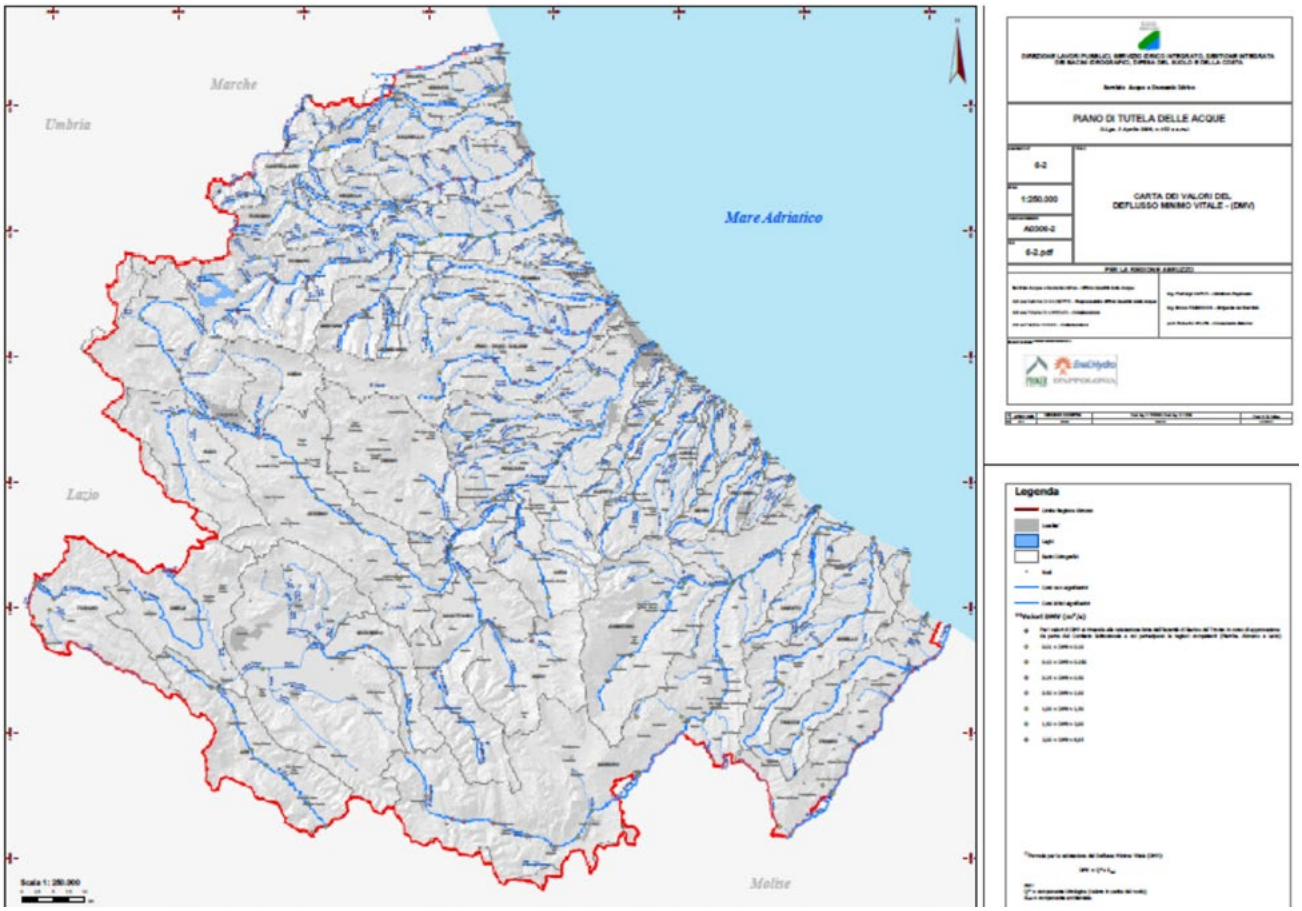


Figura 6.20 . Carta dei valori di Deflusso Minimo Vitale (DMV).

Altro importante fattore di inquinamento, in questo caso di tipo biologico, è l'eventuale fuga di pesce dall'allevamento che può instaurare con la fauna autoctona del corso d'acqua meccanismi di competizione nella ricerca del cibo e nell'accoppiamento, oppure diffondere nell'ambiente patologie di tipo batterico, virale e parassitario di cui è portatore e/o escretore.

L'impatto ambientale dell'allevamento può essere mitigato qualora venga attuata una gestione corretta dei seguenti punti:

- Ottimizzazione del rapporto tra mangime consumato e rilascio di inquinanti: utilizzo di diete differenziate per i vari stadi di allevamento, di mangimi formulati correttamente in relazione ai fabbisogni energetici e proteici dei pesci, nonché somministrati adeguatamente;
- Riduzione al minimo di trattamenti profilattici e terapeutici: protocolli ottimali dei trattamenti, utilizzo di sostanze a rapida degradabilità;
- Migliore tecnologia dell'ossigenazione dell'acqua.

Figura 6.21 . Criteri e adempimenti per la realizzazione di un impianto di acquacoltura.

Da considerare l'interruzione della continuità del corso d'acqua a causa della presenza dell'impianto, cosa che impedisce la risalita o la discesa delle specie ittiche lungo il fiume. Pertanto è bene prevedere i passaggi per pesci che servono appunto a facilitare il superamento di ostacoli naturali e artificiali, consentendo così il libero movimento agli individui.

La Figura 6.21 riepiloga i criteri da utilizzare per la scelta del sito e, indicati dalla frecci rossa, gli adempimenti da porre in essere per la realizzazione dell' impianto.

INNOVAZIONE

Alcuni studiosi del settore suggeriscono un elevato potenziale di crescita per l'acquacoltura marina (maricoltura), insieme con un aumento relativamente marginale dell'acquacoltura d'acqua dolce, altri invece sottolineano l'eccessiva enfatizzazione verso la maricoltura sotto la spinta della teorizzata crescita blu, blue growht.
In realtà l'acquacoltura in mare a tutt'oggi ha il limite di allevare grandi pesci carnivori che hanno bisogno di mangime proteico, derivante da farina di pesce e quindi da altre specie ittiche (la principale fonte di acidi grassi omega-3 per i mangimi proviene da pesci selvatici), e di alti costi di produzione per gestire le tecnologie necessarie a sostenere impianti offshore. Inoltre l'espansione degli allevamenti in mare provocano anche il consumo di terra a causa dell'indotto.
L'economia in ambienti offshore esposti a eventi meteomarini severi richiede produzioni di alto valore di mercato, specie ittiche carnivore che rimangono inaccessibili ai consumatori a basso reddito e a chi soffre di insicurezza alimentare, nonostante i significativi progressi tecnologici. In secondo luogo, alcuni autori temono che la scienza contemporanea e le narrazioni politiche sull'acquacoltura marina, le alleanze di attori che le propagano, contribuiscono, attraverso il loro allineamento con l'agenda politica per la crescita blu, a una spinta globale per creare e recintare il territorio marittimo attraverso l'estensione dei diritti di proprietà private e accelerare l'allocazione negli oceani alle industrie estrattive. "Recinti" marini facilitati dalla "crescita blu" potrebbero escludere e soppiantare i pescatori costieri, che attualmente rappresentano la stragrande maggioranza degli utenti dell'oceano, potenzialmente erodendo i contributi significativi che la pesca su piccola scala apporta alla nutrizione umana.
D'altro canto, la crescita dell'acquacoltura terrestre ha reso il pesce d'allevamento in acqua dolce ampiamente disponibile e accessibile a consumatori di basso e medio reddito nei paesi che rappresentano la maggioranza della produzione mondiale dell'acquacoltura. Oggi l'acquacoltura d'acqua dolce rappresenta il 77% della produzione a livello globale.
La cultura del pesce d'acqua dolce domina la produzione globale anche perché le maggiori specie allevate (carpe, pesci gatto e tilapie) sono onnivore o erbivore e consumano mangimi con bassi livelli di proteine e farina di pesce. Le specie d'acqua dolce sono facili da allevare, utilizzando tecnologie di base relativamente a basso costo, inoltre hanno un'alta tolleranza a basse concentrazioni di ossigeno disciolto.
Il potenziale di crescita della maricoltura potrebbe essere stato gonfiato mentre in Europa continua ad essere sottovalutato il ruolo presente e futuro dell'acquacoltura d'acqua dolce.
Approcci equilibrati che diano priorità allo sviluppo dell'acquacoltura d'acqua dolce oltre alla maricoltura possono contribuire maggiormente alla produzione globale di cibo sicuro.
A livello globale, il 90% degli stock ittici monitorati da Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) sono completamente o eccessivamente sfruttati. Nel 1974, l'acquacoltura forniva solo il 7% del consumo mondiale di pesce, passando al 26% nel 1994 e al 39% nel 2004. Dopo ulteriori dieci anni il contributo del settore dell'acquacoltura all'approvvigionamento di pesce per il consumo umano ha superato per la prima volta quello del pesce pescato in natura.
In Italia l'acquacoltura d'acqua dolce considera solo specie diverse di trote e quindi il passaggio alle specie erbivore o onnivore richiede un cambiamento culturale che modifichi l'approccio alimentare.

POLICULTURA

La policoltura (Figura 6.22) implica la conpresenza di specie compatibili e complementari in un allevamento e può essere una potenziale strategia innovative per pratiche di acquacoltura equilibrate dal punto di vista ambientale poichè riducono l'impronta di carbonio, migliorano la qualità dell'acqua e aumentano l'approvvigionamento alimentare. La policoltura in acquacoltura necessita di compatibilità di base tra taxa combinati in modo da evitare comportamento predatorio e competizione interspecifiche per risorse accessibili. Un tale ecosistema garantisce il benessere della vita acquatica e la produttività. La complementarità di base consente la combinazione di specie compatibili e l'utilizzo di risorse accessibili (cioè, mangime, riparo, spazio) in un dato ambiente acquatico. I sistemi di policoltura hanno quindi buone performance ambientali e agronomiche perché riciclano i nutrienti (ad esempio carbonio, azoto e fosforo) nella biomassa degli organismi allevati. La capacità degli organismi di recuperare e/o trasformare i nutrienti che altrimenti andrebbero sprecati e diventerebbero potenziali inquinanti (ruolo di biorisanamento) riduce anche la dipendenza da mangimi. Gli approcci di policoltura possono anche aumentare la resilienza di sistemi di allevamento con specie complementari in grado di adattarsi ai cambiamenti delle condizioni ambientali. Inoltre, la diversità delle specie allevate crea nuove fonti di reddito e diminuzioni di rischi finanziari che la monocoltura può prospettare. La policoltura può essere un'opportunità per produrre specie che potrebbero non essere economicamente redditizie se allevate in monocoltura. Ad esempio, l'accrescimento di massa corporea della tilapia del Nilo (Oreochromis niloticus) e del pesce gatto africano (Clarias gariepinus) è maggiore quando questi pesci vengono allevati insieme piuttosto che separatamente. I vantaggi economici dei sistemi di policoltura possono essere aumentati, selezionando specie ad alto valore aggiunto (ad es. granchi, gamberi). La po-

licoltura oltre ad avere migliori prestazioni, resilienza e benefici economico, la policoltura può anche stressare meno i pesci rispetto alla monocoltura migliorando direttamente il benessere degli animali dovuto alla combinazione di specie o indirettamente per minori operazioni manutenzione aumentando l'accettazione sociale delle specie prodotte. In generale, tutte le iniziative che migliorano il benessere degli animali d'allevamento sono gradite e dal punto di vista della sostenibilità sociale, anche se le aspettative dei consumatori riguardo al benessere degli animali variano notevolmente tra paesi. La policoltura potrebbe anche far cambiare la percezione dell'acquacoltura all'interno della società. Il passo successivo è quello di sviluppare un sistema efficiente di approccio alla progettazione di allevamenti multispecie che considerino tutti aspetti della biodiversità.

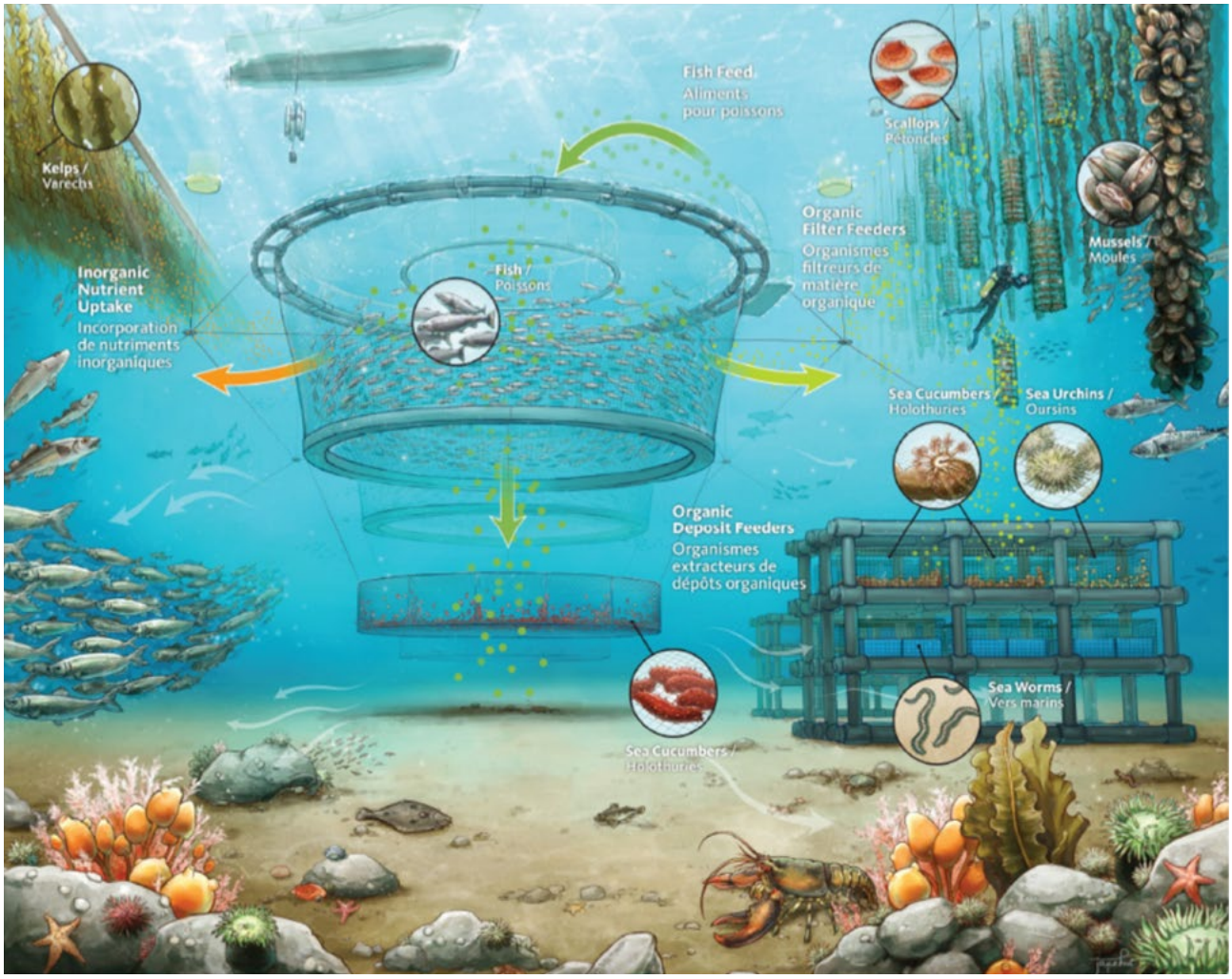


Figura 6.22 . Visualizzazione del concetto di policoltura in ambiente marino.

ACQUACOLTURA MULTITROFICA INTEGRADA D'ACQUA DOLCE (*Freshwater Integrated Multi-Trophic Aquaculture - FIMTA*) O ACQUAPONICA

L'acquacoltura multi-trofica integrata d'acqua dolce (FIMTA) è forse meglio conosciuta come acquaponica. E' importante perchè può aumentare la sostenibilità riducendo il consumo di acqua e la produzione di rifiuti e aumentare la diversificazione dei prodotti. In particolare, utilizzando le piante per ridurre i livelli di fosforo (e altri nutrienti) negli effluenti può aiutare gli allevatori a soddisfare le linee guida sulla qualità dell'acqua e prevenire l'eutrofizzazione nell'ambiente. L'acquaponica combina animali acquatici e coltura vegetale, attraverso un legame microbico e relazioni di simbiosi. Usa l'attività microbica per convertire i rifiuti organici prodotti dal pesce in nutrienti inorganici che sono poi consumati dalle piante, che assorbono anche nutrienti inorganici disponibili direttamente. Questa tecnologia può essere adattata a molte specie di pesci e piante, in una gamma di condizioni di crescita, e con una varietà di tecniche, comprese le zattere galleggianti. Un'acquacoltura più sostenibile deve essere resiliente, produttiva, e rispettosa dell'ambiente, ma deve anche essere culturalmente sensibile, etica, socialmente giusta, economicamente sostenibile e tecnicamente appropriato, come raccomanda FAO, 1995. Questi approcci forniscono un quadro prezioso per conciliare produttività, conservazione dell'ambiente, condivisione delle risorse e benessere degli animali.

SISTEMA DI ACQUACOLTURA A RICIRCOLO (*Recirculating aquaculture system- RAS*)

Il sistema di acquacoltura a ricircolo (RAS) (Figura 6.23) è una tecnologia in cui l'acqua viene riciclata e riutilizzata dopo filtrazione meccanica e biologica e rimozione delle sostanze in sospensione e dei metaboliti. Questo metodo viene utilizzato per l'allevamento ad alta densità di varie specie di pesci, utilizzando al minimo il territorio e l'acqua. In questo sistema i pesci sono generalmente allevati in vasche interne/esterne in un ambiente controllato, diversamente dal metodo tradizionale di allevare pesci in stagni aperti e vasconi. Il metodo può essere utilizzato per qualsiasi specie allevata in acquacoltura. Nuova acqua viene aggiunta ai serbatoi solo per produrre spruzzi, evaporazione e per eliminare i materiali di scarto. L'acqua ricondizionata circola attraverso il sistema e non più del 10% del volume d'acqua totale del sistema viene sostituito giornalmente. La gestione dei sistemi di ricircolo si basa sulla quantità e qualità del mangime e sul tipo di filtrazione. L'obiettivo generale di tutta la filtrazione è rimuovere il rifiuti provenienti dal metabolismo, i nutrienti in eccesso e i solidi sospesi nell'acqua in modo da fornire una buona qualità dell'acqua per il organismi acquatici.

Figura 6.23 . Impianto di acquacoltura a ricircolo.

Alla luce di tutte queste considerazioni, riportate da riviste scientifiche di prestigio, appare realistico e produttivo potenziare l'acquacoltura delle acque interne della regione Abruzzo, tenendo presente le indicazioni innovative sperimentate in altri luoghi.

7

Valutare ed organizzare i lavori scientifici disponibili sull'argomento per l'organizzazione di eventi informativi promossi dalla Regione Abruzzo

Materiali e Metodi

La ricerca bibliografica è stata effettuata secondo le linee guida della revisione di scopo (scoping review). Le revisioni di scopo esaminano le prove emergenti (cioè i risultati della ricerca) e ne identificano le lacune (bias). Sono particolarmente vantaggiose per aree vaste e interdisciplinari, come quelle individuate in questo studio: lo sviluppo dell'acquacoltura nelle acque interne abruzzesi, le interrelazioni con lo sviluppo del settore della policoltura, le nuove tecnologie e l'imprescindibile riflessione sulla sostenibilità declinata nelle diverse componenti ambientali, sociali ed economiche. La pianificazione, lo sviluppo e il reporting seguono la procedura di revisione PRISMA, standardizzata a livello internazionale.

Identificazione e selezione

Per individuare la bibliografia, i database di ricerca utilizzati sono stati: PubMed, Web of Science, Scopus. Google Scholar è stato analizzato per il recupero di documentazione tecnica non indicizzata. E' stata condotta una prima ricerca che ha incluso tutte le pubblicazioni con un titolo o un riassunto contenente la seguente stringa di ricerca:

> [(aquaculture OR inland aquaculture OR freshwater aquaculture) AND (ponds* OR lake* OR river) AND (polyculture* OR aquaponics*) AND (Europe OR Asia OR Africa OR China OR Tailandia OR Vietnam OR India OR Bangladesh OR Nepal OR "Sri Lanka" OR Bhutan OR Pakistan) AND (AZA OR geographic mapping OR Remote sensing OR GIS)].

Inoltre, allo scopo di offrire completezza sul campo di indagine, l'analisi è stata estesa ai prodotti dell'acquacoltura nelle acque interne nel loro ruolo - preponderante in alcune aree geografiche - di alimenti in grado di soddisfare il bisogno alimentare delle popolazioni:

> [(food poverty OR food safety) AND (inland aquaculture) AND (systematic review)].

Le stringhe di ricerca sono state adattate alla sintassi di ciascun database.

Successivamente la ricerca bibliografica è stata condotta usando con le seguenti parole chiave:

> (Sustainability OR Climate change OR Aquaculture Ecosystem)

I criteri di inclusione hanno accolto tutti i tipi di documenti pubblicati in lingua inglese, disponibili come testi completi. I criteri di esclusione includono termini di ricerca in un contesto diverso (ad esempio, analisi analitica di alimenti acquatici, logistica di alimenti acquatici e modellazione commerciale delle vendite di alimenti acquatici) e record che non sono rilevanti per la finalità della ricerca.

Clustering tematico

Il clustering tematico, inteso come aggregato di pubblicazioni omogenee per argomento, è stato eseguito utilizzando l'ambiente del software di visualizzazione (VOSViewer) versione 1.6.18 (hiips://www.vosviewer.com), particolarmente adatto per la mappatura bibliometrica scientifica e la generazione di cluster di ricerca. Il clustering tematico è stato rilevato applicando la tecnica del clustering VOS, seguita dal clustering delle frequenze di co-occorrenza sui dati di testo. Inoltre, alcune parole chiave considerate irrilevanti per le analisi sono stati rimosse. E' stata prodotta una mappa di co-occorrenze di termini con un minimo di quattro occorrenze di parole nei dati di testo.

Risultati

Dopo la ricerca iniziale, sono stati identificati 7.679 record potenziali dai 3 database. Seguendo i criteri di ammissibilità, il titolo e l'abstract di ciascun articolo sono stati vagliati e valutati per includere o escludere l'articolo. A livello di titolo sono stati esclusi 4138 articoli. I testi integrali di 131 articoli sono stati ulteriormente valutati per includere infine 108 articoli. Alcune pubblicazioni aggiuntive rilevanti per il presente studio, ma non identificate attraverso questo processo, sono state raccomandate dagli esperti. Il processo di selezione complessivo dei 108 articoli identificati è mostrato nella Figura 7.1.

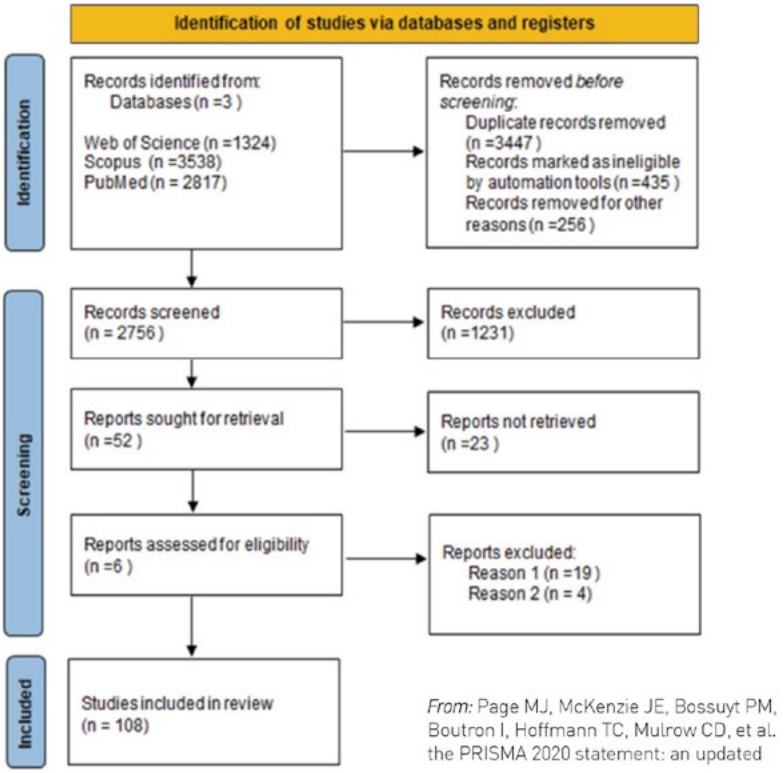


Figura 7.1 . PRISMA flow diagram (v. artcoli pag. 67)

Nella Figura 7.2 è riportata la visualizzazione del clustering tematico elaborata incrociando tutte le pubblicazioni della ricerca bibliografica. I 5 cluster (aree tematiche), identificati con differente colorazione, permettono di mappare le aree di ricerca maggiormente rappresentate dalle pubblicazioni scientifiche (©VOSViewer) e di evidenziare gli argomenti più indagati.

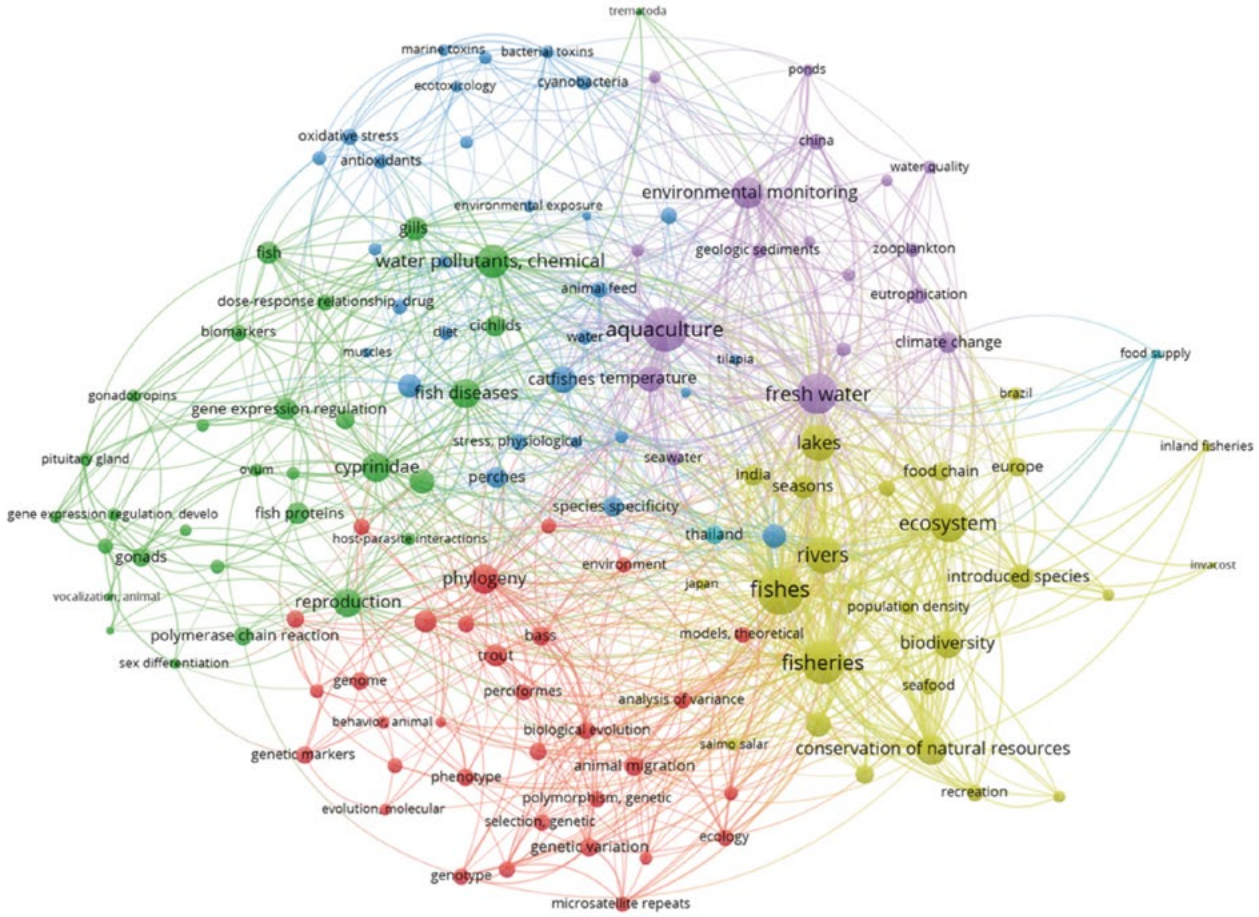


Figura 7.2 . Mappa dei 5 cluster individuati

L'analisi delle pubblicazioni utilizzate ha permesso di individuare anche le aree geografiche oggetto di analisi e ricerca, così come riportato nella Figura 7.3.

Figura 7.3 . Aree geografiche

La Figura 7.4 mostra, su grafico, il numero di pubblicazioni per Paese.

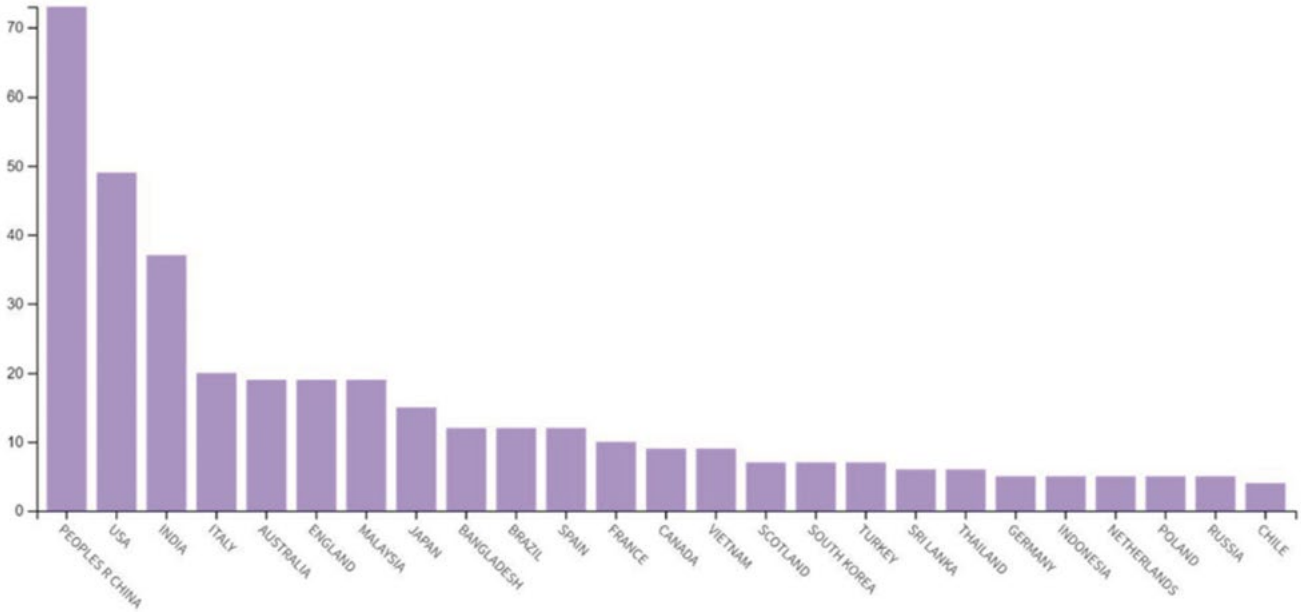


Figura 7.4 . Aree geografiche (grafico)

La prevalenza numerica di lavori scientifici in alcune aree geografiche (Cina e area asiatica in particolare) e i cluster correlati sono mostrati in Figura 7.5. Il numero di pubblicazioni è proporzionale alla grandezza del cerchio rappresentato nelle figure successive.
La Figura 7.6 riporta le parole-chiave delle pubblicazioni utilizzate e le loro connessioni.
La Figura 7.7 riporta le co-occurrence e le loro connessioni.
Nella Figura 7.8 è possibile visualizzare i 4 cluster con specifico riferimento all'area manageriale, conoscenza necessaria per l'allestimento di un impianto di acquacoltura.
La centralità di recenti studi sull'acquaponica in acquacoltura e la correlazione con le relative parole chiave, è evidenziata in Figura 7.9.
Le pubblicazioni recenti, inoltre, si concentrano sull'analisi tra l'acquacoltura nelle acque interne secondo un approccio ecosistemico e la tematica della conservazione delle risorse naturali, alla luce del cambiamento climatico, come visualizzato nella Figura 7.10

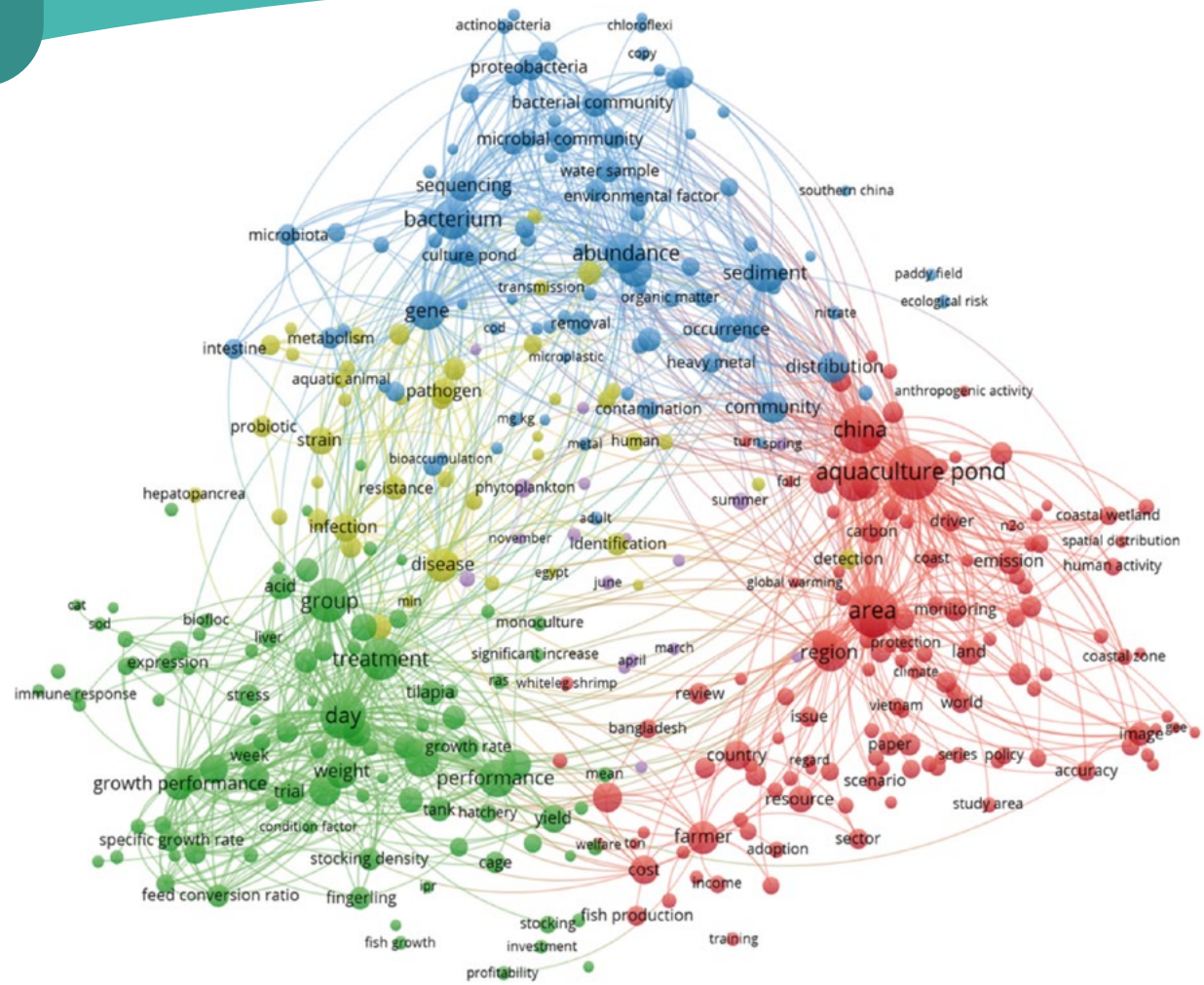


Figura 7.5 . Prevalenza numerica delle pubblicazioni

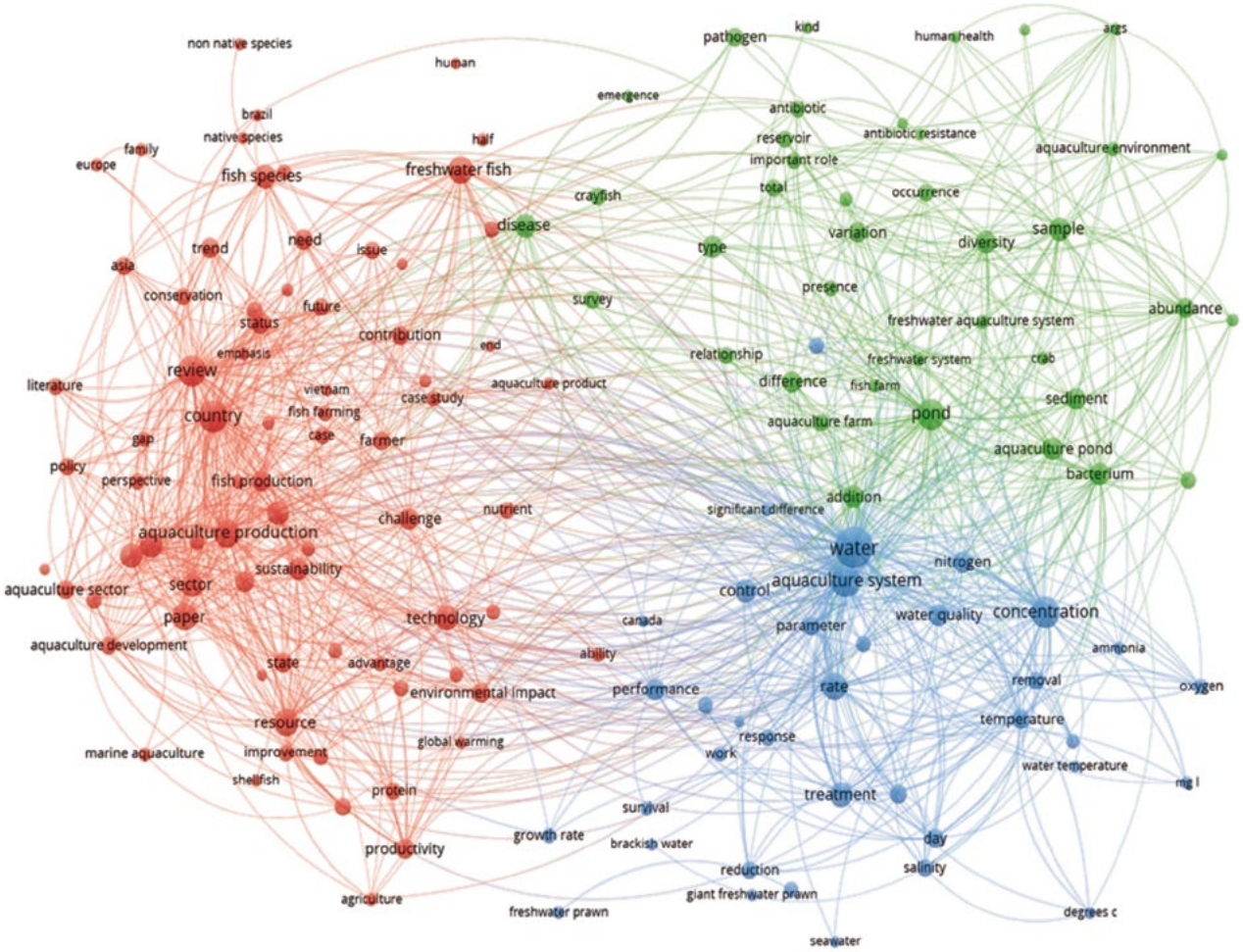


Figura 7.6 . Parole-chiave delle pubblicazioni utilizzate e loro connessioni

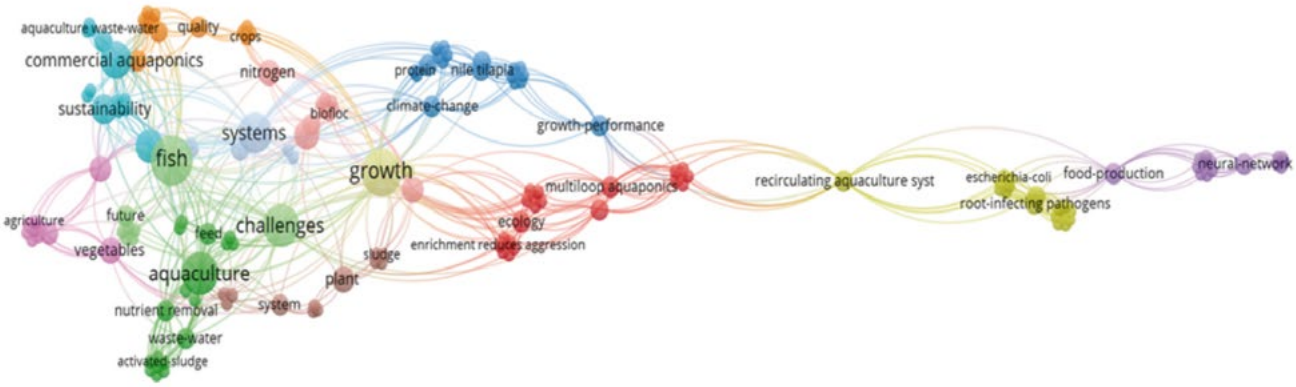


Figura 7.7 . Misurazione bibliografica delle pubblicazioni che utilizzano le stessi fonti bibliografiche (co-occurrence)

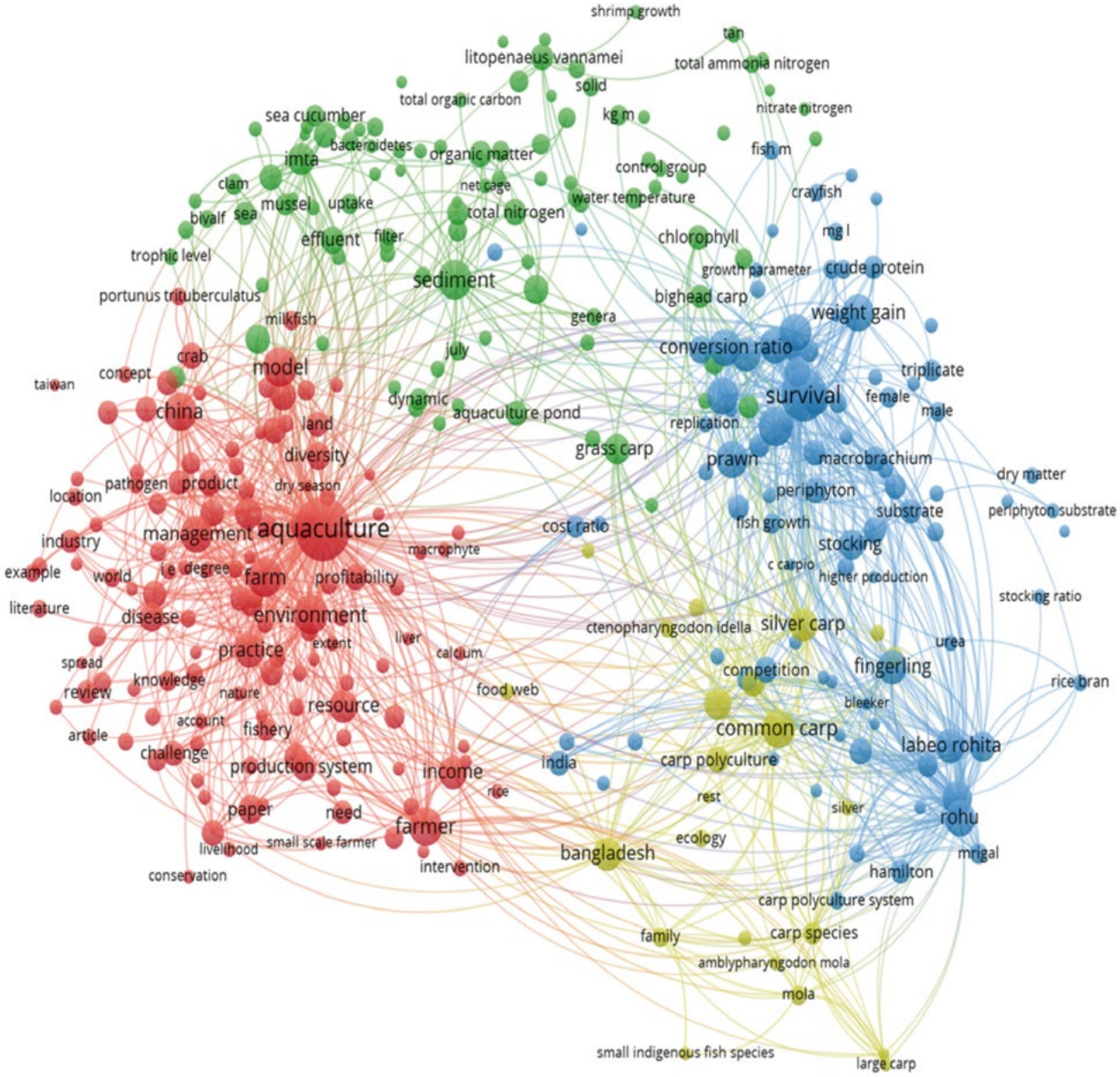


Figura 7.8 . Rappresentazione dei 4 cluster attraverso le parole chiave che attengono all'aspetto manageriale

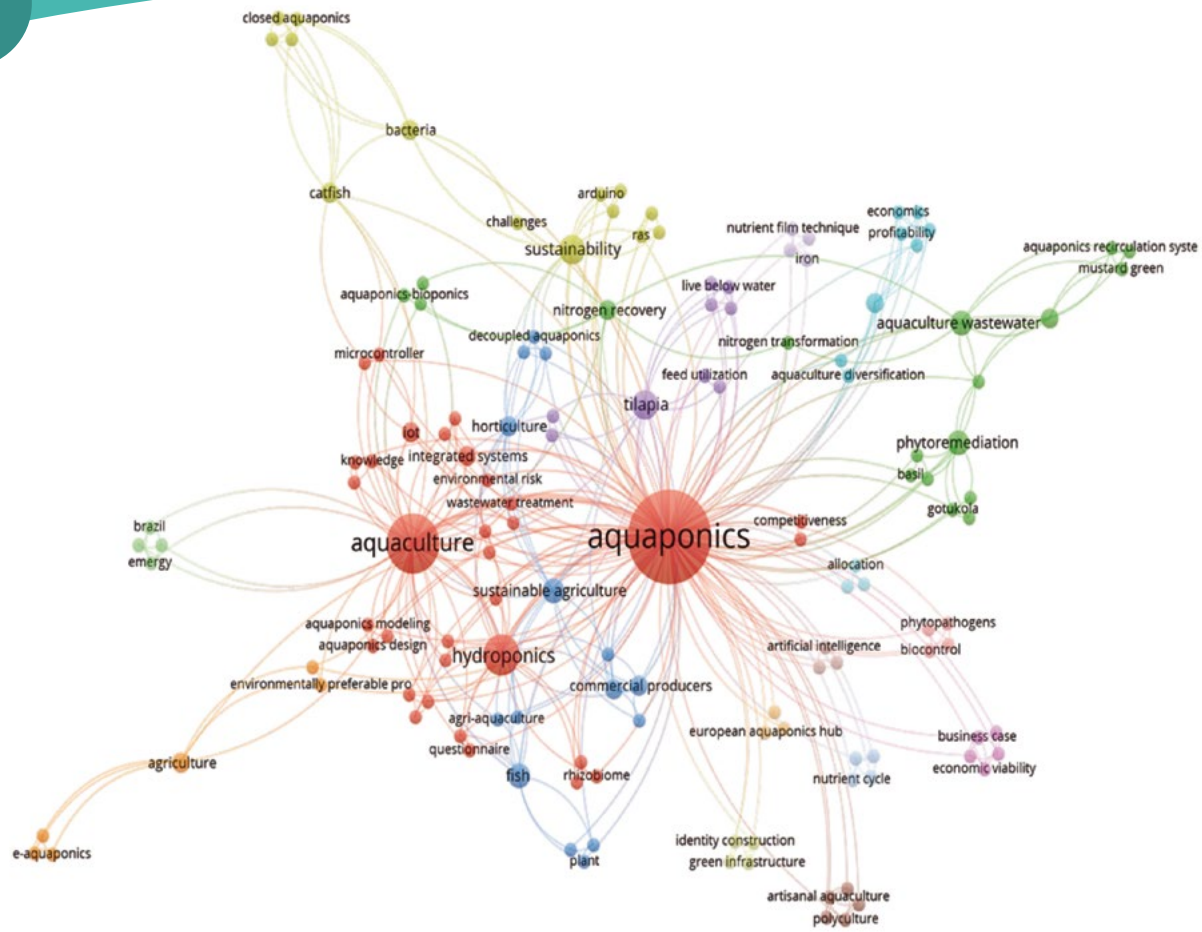


Figura 7.9 . Evidenza della centralità di studi sull'acquaponica

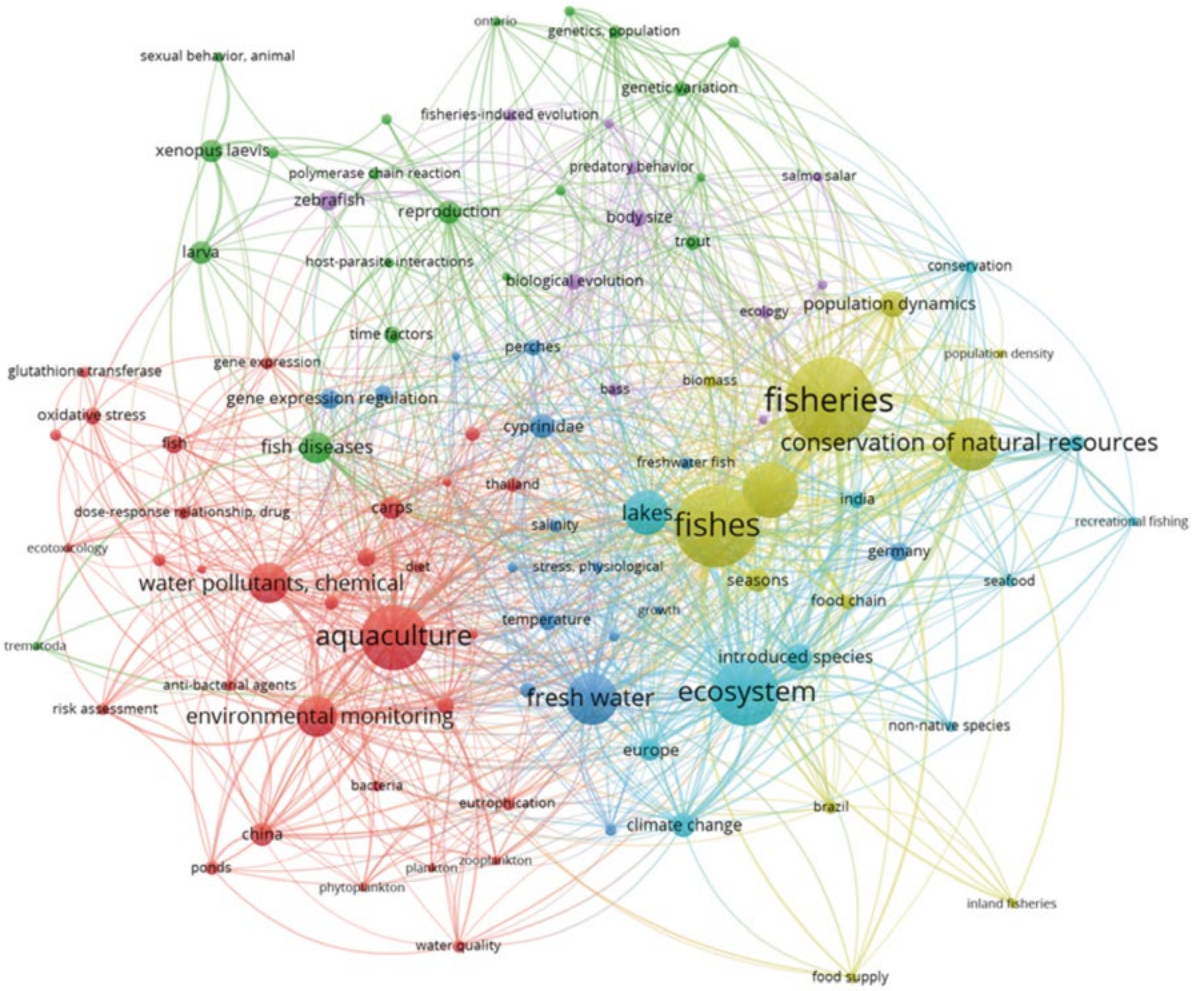


Figura 7.10 . Evidenza dell'approccio ecosistemico e della centralità della conservazione della natura

RASSEGNA DEI PRINCIPALI RIFERIMENTI NORMATIVI IN ACQUACOLTURA

https://www.acquacoltura.org/principali-riferimenti-normativi-acquacoltura/

1. Inquadramento giuridico

- Legge n. 102 del 5 febbraio 1992 Norme concernenti l'attività di acquacoltura
- Legge n. 472 del 7 dicembre 1999 Interventi nel settore dei trasporti (art. 25 barche di servizio).
- Legge n. 122 del 27 marzo 2001 Disposizioni modificative ed integrative alla normativa che disciplina il settore agricolo e forestale
- Decreto Legislativo n. 226 del 18 maggio 2001 Orientamento e modernizzazione del settore della pesca e dell'acquacoltura a norma dell'articolo 7 della Legge 5 marzo 2001 n. 57.
- Decreto Legislativo n. 228 del 18 maggio 2001 Orientamento e modernizzazione del settore agricolo a norma dell'articolo 7 della Legge 5 marzo 2001 n. 57.
- Decreto Legislativo 9 gennaio 2012 , n. 4 Misure per il riassetto della normativa in materia di pesca e acquacoltura, a norma dell'articolo 28 della legge 4 giugno 2010, n. 96.

2. Tutela delle acque dall'inquinamento

- Delibera Comitato Interministeriale delle acque dall'inquinamento 28 gennaio 1983 Definizione degli allevamenti ittici da considerarsi insediamenti civili, ai sensi della Legge 10 maggio 1976 n° 319, e successive modificazioni, recanti norme per la tutela delle acque dall'inquinamento.
- Legge n. 183 del 18 maggio 1989 Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo.
- Decreto Legislativo n. 258 del 18 agosto 2000 Disposizioni correttive ed integrative del D. Lgs. 11 maggio 1999 n° 152 in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, a norma dell'art. 1, comma, della Legge 24 aprile 1998 n° 128.
- Decreto del Presidente della Repubblica n. 238 del 18 febbraio 1999 Regolamento recante norme per l›attuazione di talune disposizioni della Legge 5 febbraio 1994 n° 36 in materia di risorse idriche.
- Decreto Legislativo n. 152 del 3 aprile 2006 Norme in materia ambientale.

3. Prevenzione e controllo delle introduzioni di specie esotiche e specie associate in acquacoltura per impedirne la diffusione e favorire l'eradicazione.

- Regolamento (CE) N. 708/2007 del Consiglio dell'11 giugno 2007 relativo all'impiego in acquacoltura di specie esotiche e di specie localmente assenti
- Regolamento (CE) N. 506/2008 della Commissione del 6 giugno 2008 che modifica l'allegato IV del regolamento (CE) n. 708/2007 del Consiglio relativo all'impiego in acquacoltura di specie esotiche e di specie localmente assenti
- Regolamento TO (CE) N. 535/2008 della Commissione del 13 giugno 2008 recante modalità di applicazione del regolamento (CE) n. 708/2007 del Consiglio relativo all'impiego in acquacoltura di specie esotiche e di specie localmente assenti
- Regolamento O (UE) N. 304/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 recante modifica del regolamento (CE) n. 708/2007 del Consiglio relativo all'impiego in acquacoltura di specie esotiche e di specie localmente assenti

4. Tutela ambientale

- Direttiva 85/337/CEE del Consiglio del 27 giugno 1985 concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati e 73ss.mm.ii.

- Direttiva 92/43/CEE del Consiglio del 21 maggio 1992 relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche
- Direttiva 2006/44/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 6 settembre 2006 sulla qualità delle acque dolci che richiedono protezione o miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci
- Direttiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 30 novembre 2009 concernente la conservazione degli uccelli selvatici
- Decreto Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357 Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche
- Legge 6 dicembre 1991, n. 394, Legge quadro sulle aree protette.
- Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 Norme in materia ambientale
- Decreto Ministero Ambiente del 30 marzo 2015, contenente le Linee guida per la verifica di assoggetabilità a valutazione di impatto ambientale dei progetti di competenza delle Regioni e Province autonome, previste dall'articolo 15 del Decreto-Legge 24 giugno 2014, n. 91, convertito con modificazioni dalla Legge 11 agosto 2014, n. 216
- Decreto n. 30/STA del 13 febbraio 2017 della Direzione generale per la salvaguardia del territorio e delle acque - Linee guida per l'aggiornamento dei metodi di determinazione del deflusso minimo vitale.
- Regione Abruzzo - Piano di tutela delle acque https://www.regione.abruzzo.it/pianoTutelaacque/
- Legge 11 febbraio 1992, n. 157 Norme per la protezione della fauna selvatica omeoterma e per il prelievo venatorio.
- Legge Regionale n. 50 del 7 settembre 1993 Primi interventi per la difesa della biodiversita' nella Regione Abruzzo: tutela della fauna cosiddetta minore.
- Legge Regionale n. 28 del 27 aprile 2017 Gestione della fauna ittica e disciplina della pesca nelle acque interne.
- Carta ittica regionale e Calendario Ittico
- Decreto-legge 27 giugno 1985, n. 312, convertito dalla legge 8 agosto 1985, n. 431 Disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale. Integrazioni dell'art. 82 del DPR 24 luglio 1977, n. 61
- Decreto legislativo 29 ottobre 1999, n. 490 Testo unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali e ambientali, a norma dell'art. 1 della legge 8 ottobre 1997, n. 352
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137 Regione Abruzzo - Piano Regionale Paesistico L.R. 3.3.1965 n. 431 **https://www.regione.abruzzo.it/content/piano-regionale-paesistico-prp**

5. Allevamento

- Regolamento (CE) 338/97 del 9 Dicembre 1996 - "Regolamento relativo alla protezione di specie della flora e della fauna selvatiche mediante il controllo del loro commercio".
- Regolamento (CE) 1808/01 del 30 Agosto 2001 che reca le modalità d'applicazione del regolamento (CE) n. 338/97 del Consiglio, relativo alla protezione di specie della flora e della fauna selvatiche mediante il controllo del loro commercio",
- Decreto 8 gennaio 2002 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela della Tutela del Territorio. Istituzione del registro di detenzione delle specie animali e vegetali. Istituzione del registro di detenzione delle specie animali e vegetali.
- Circolare MiPAF 10/07/2002, prot. C.200204768 XI/R

6. Benessere animale

- Direttiva 98/58/CE del Consiglio del 20 luglio 1998 riguardante la protezione degli animali negli allevamenti
- Regolamento (CE) n. 1/2005 del 22 dicembre 2005 relativo alla protezione degli animali durante il tra-

sporto e le operazioni correlate che modifica le direttive 64/432/CEE e 93/119/CE e il regolamento (CE) n. 1255/97.

- Decreto Legislativo n. 151 del 25 Luglio 2007, Disposizioni sanzionatorie per la violazione delle disposizioni del regolamento (CE) n. 1/2005 sulla protezione degli animali durante il trasporto e le operazioni correlate.

7. Igiene e sicurezza alimentare

- Legge 30 aprile 1962 n. 283 Disciplina igienica della produzione e della vendita delle sostanze alimentari e delle bevande.
- Decreto del Presidente della Repubblica, n. 327/80. Regolamento di esecuzione della Legge 30 aprile 1962 n. 283.
- Decr. MINISAN n. 209 del 27/02/1996 e seguenti modifiche ed integrazioni
- Regolamento CE n. 178/2002 del parlamento europeo e del consiglio che stabilisce i principi ed i requisiti generali della legislazione alimentare, istituisce l'Autorità europea per la sicurezza alimentare e fissa procedure nel campo della sicurezza alimentare e ss. mm.ii. (G.U.C.E. L 31 del 01/02/2002).
- Accordo del 28 luglio 2005 ai sensi dell'art. 4 del Decreto Legislativo 28 agosto 1997, n. 281 tra il Ministro della Salute ed i Presidenti delle Regioni e delle Province Autonome sul documento recante "Linee guida ai fini della rintracciabilità di alimenti e mangimi per fini della sanità pubblica" volto a favorire l'attuazione del Reg. CE n. 178/2002.
- Regolamento CE n. 852/2004 del parlamento europeo e del consiglio del 29/04/2004 sull'igiene dei prodotti alimentari e successive modifiche ed integrazioni (G.U.C.E. L 139 del 30/04/2004).
- Regolamento CE n. 853/2004 del parlamento europeo e del consiglio del 29/04/2004che stabilisce norme in materia di igiene per gli alimenti di origine animale e successive modifiche e integrazioni (G.U.C.E. L 139 del 30/04/2004).
- Regolamento CE n. 854/2004 del parlamento europeo e del consiglio del 29/04/2004 che stabilisce norme specifiche per l'organizzazione di controlli sui prodotti di origine animale destinati al consumo umano (G.U.C.E. L 139 del 30/04/2004).
- Provvedimento 9 febbraio 2006. Accordo ai sensi dell'art. 4 del Decreto Legislativo 28 agosto 1997, n. 281 tra il Ministro della Salute, le Regioni e le Province Autonome relativo a «Linee guida applicative del regolamento n. 852/2004/CE del Parlamento europeo e del Consiglio sull'igiene dei prodotti alimentari» (G.U.R.I. n. 259 del 07/11/2006).
- Regolamento CE n. 2073/2005 della Commissione del 15 novembre 2005 sui criteri microbiologici applicabili ai prodotti alimentari (G.U.C.E. L 338 del 22/12/2005).
- Regolamento CE n. 2074/2005 della Commissione del 5 dicembre 2005 recante modalità di attuazione relative a taluni prodotti di cui al regolamento (CE) n. 853/2004 del Parlamento europeo e del Consiglio e all'organizzazione di controlli ufficiali a norma dei regolamenti del Parlamento europeo e del Consiglio (CE) n. 854/2004 e (CE) n. 882/2004, deroga al regolamento (CE) n. 852/2004 del Parlamento europeo e del Consiglio e modifica dei regolamenti (CE) n. 853/2004 e (CE) n. 854/2004 (G.U.C.E. L 338 del 22/12/2005).
- Decreto legislativo n. 190 del 5 aprile 2006. Disciplina sanzionatoria per le violazioni del Regolamento CE n. 178/2002 sanzioni sul 178/2002.
- Regolamento di esecuzione (UE) N. 931/2011 della Commissione del 19 settembre 2011 relativo ai requisiti di rintracciabilità fissati dal regolamento (CE) n. 178/2002 del Parlamento europeo e del Consiglio per gli alimenti di origine animale.
- Nota della Direzione Generale della Sicurezza Alimentare -Ministero Salute (31/05/2016) Procedure per il richiamo, da parte degli OSA, di prodotti non conformi, ai sensi del Regolamento (CE) 178/2002 e successiva pubblicazione dei dati inerenti i prodotti richiamati per una corretta tutela del consumatore.
- Regolamento (UE) 2017/625 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 15 marzo 2017 relativo ai controlli ufficiali e alle altre attività ufficiali effettuati per garantire l'applicazione della legislazione sugli alimenti e sui mangimi, delle norme sulla salute e sul benessere degli animali, sulla sanità delle piante nonché sui prodotti fitosanitari.
- Decreto Lgs del 15/12/2017 n° 231 inerente a : Disciplina sanzionatoria per la violazione delle disposizioni del regolamento (UE) n° 1169/2011 relativo alla fornitura di informazioni sugli alimenti ai consumatori.

8. Etichettatura, tracciabilità

- Regolamento CE n. 104/2000 del Consiglio 17 dicembre 1999 Relativo all'organizzazione comune dei mercati nel settore dei prodotti della pesca e dell'acquacoltura
- Regolamento CE n. 2065/2001 della Commissione 22 ottobre 2001 Che stabilisce le modalità di applicazione del Regolamento (CE) 104/2000 per quanto concerne l'informazione dei consumatori nel settore dei prodotti della pesca e dell'acquacoltura.
- Decreto Ministeriale MiPAF del 27 marzo 2002 Etichettatura dei prodotti ittici e sistema di controllo
- Circolare applicativa MiPAF 27 maggio 2002 al Reg. n° 2065/2001 della Commissione del 22 ottobre 2001 recante modalità di applicazione del Reg. CE 104/2000, relativamente all'informazione ai consumatori nel settore dei prodotti della pesca e dell'acquacoltura.
- Decreto Ministeriale 31 gennaio 2008 del 31/01/08 Denominazioni in lingua italiana delle specie ittiche di interesse commerciale (che sostituisce l'elenco allegato al D.M. del 25 luglio 2005
- D.M. 6 maggio 2008 del 06/05/08 Sistema di marcatura dei contenitori primari e secondari di caviale e registrazione delle ditte che producono o riconfezionano caviale.
- Regolamento (CE) 1224/2009 che istituisce un regime di controllo comunitario per garantire il rispetto delle norme della politica comune della pesca.
- Regolamento (UE) 404/2011 recante modalità di applicazione del Regolamento (CE) n. 1224/2009 del Consiglio che istituisce un regime di controllo comunitario per garantire il rispetto delle norme della politica comune della pesca.
- Circolare del Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali (12/12/2014) Circolare sugli adempimenti in materia di tracciabilità ed etichettatura dei prodotti ittici ai sensi del Reg. (CE) 1224/2009, del Reg. (UE) 404/2011 e del Reg. (UE) 1379/201

9. Mangimi, additivi, mangimi medicati

- Decreto Legislativo 3 marzo 1993, n. 90 "Attuazione della direttiva 90/167/CEE con la quale sono stabilite le condizioni di preparazione, immissione sul mercato ed utilizzazione dei mangimi medicati nella Comunità" e successive modifiche (G.U.R.I. n. 78 del 03-04-1993).
- Regolamento CE n. 999/2001 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 22 maggio 2001 recante disposizioni per la prevenzione, il controllo e l'eradicazione di alcune encefalopatie spongiformi trasmissibili e succ. mod. (G.U.C.E. L 147 del 31/05/2001).
- Decreto del Presidente della Repubblica n. 433 del 2 novembre 2001, recante il "Regolamento di attuazione delle direttive 96/51/CE, 98/51/CE e 99/20/CE in materia di additivi nell'alimentazione degli animali" (S.O. G.U.R.I. n. 291 del 15/12/2001).
- Regolamento CE 1829/2003 del Parlamento europeo e del Consiglio del. 22.09.03 relativo agli alimenti e mangimi geneticamente modificati e successive modificazioni (G.U.C.E. L 268 del 18/10/2003).
- Regolamento CE 1830/2003 del Parlamento europeo e del Consiglio del 22.09.03 concernente la tracciabilità e l'etichettatura di organismi geneticamente modificati e la tracciabilità di alimenti e mangimi ottenuti da organismi geneticamente modificati, nonché recante modifica della Dir. 2001/18/CE e successive modificazioni (G.U.C.E. L 268 del 18/10/2003).
- Regolamento CE 1831/2003 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 22.9.03 - additivi destinati all'alimentazione animale e successive modifiche (G.U.C.E. L 268 del 18/10/2003).
- Regolamento CE n. 882/2004 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 29 aprile 2004 relativo ai controlli ufficiali intesi a verificare la conformità alla normativa in materia di mangimi e di alimenti e alle norme sulla salute e sul benessere degli animali e successive modifiche ed integrazioni (G.U.C.E. L 165 del 30/04/2004).
- Regolamento CE n. 183/2005 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 12.01.05, che stabilisce i requisiti per l'igiene dei mangimi (G.U.C.E. L 35/1 del 08.02.05).
- Regolamento CE 1292 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 5 agosto 2005 recante modifica dell'allegato IV del regolamento (CE) n. 999/2001 del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda l'alimentazione degli animali.
- Raccomandazione CE 187/2005 della Commissione del 2 marzo 2005 relativa ad un programma coor-

dinato di controlli per l'anno 2005 nel settore dell'alimentazione animale in applicazione della direttiva 95/53/CE del Consiglio (G.U.C.E. L 062 del 09/03/2005).

- Regolamento CE 479/2006 della Commissione del 23 marzo 2006 relativo all'autorizzazione di taluni additivi appartenenti al gruppo dei composti di oligoelementi (G.U.C.E. L 84 del 24 marzo 2006)
- Regolamento di esecuzione (UE) 2015/1486 della Commissione del 2 settembre 2015 relativo all'autorizzazione della cantaxantina come additivo per mangimi per talune categorie di pollame, di pesci ornamentali e di uccelli ornamentali.
- Regolamento di esecuzione (UE) 2017/962 della Commissione del 07/06/2017 che sospende l'autorizzazione dell'etossichina come additivo per mangimi destinati a tutte le specie e categorie di animali.
- Farmaci veterinari, residui e contaminanti
- Regolamento CEE n. 2377/90 del Consiglio del 26 giugno 1990 che definisce una procedura comunitaria per la determinazione dei limiti massimi di residui di medicinali veterinari negli alimenti di origine animale e succ. modifiche ed integrazioni (G.U.C.E. L 224 del 18/08/1990).
- Decreto Legislativo n. 149 del 10 maggio 2004. Attuazione delle direttive 2001/102/CE, 2002/32/CE, 2003/57/CE e 2003/100/CE, relative alle sostanze ed ai prodotti indesiderabili nell'alimentazione degli animali e successive modifiche (G.U.R.I. n. 139 del 16 giugno 2004).
- Decreto Legislativo n. 158 del 16 marzo 2006. Attuazione della direttiva 2003/74/CE, concernente il divieto di utilizzazione di talune sostanze ad azione ormonica, tireostatica e delle sostanze beta-agoniste nelle produzioni animali (G.U.R.I. n. 98 del 28 aprile 2006).
- Decreto Legislativo n. 193 del 6 aprile 2006. Attuazione della direttiva 2004/28/CE recante codice comunitario dei medicinali veterinari (G.U.R.I. n. 121 del 26 maggio 2006 - Supplemento Ordinario n. 127).
- Raccomandazione CE 576/2006 della Commissione del 17 agosto 2006 sulla presenza di DON, zearalenone, ocratossina A, tossine T-2 e HT-2 e fumonisine in prodotti destinati all'alimentazione degli animali (G.U.C.E. L 229 del 23/08/2006).
- Regolamento CE n. 1881/2006 della Commissione del 19 dicembre 2006 che definisce i tenori massimi di alcuni contaminanti presenti nelle derrate alimentari e succ. modifiche ed integrazioni (G.U.C.E. L 364 del 20/12/2006).
- Decreto Legislativo n. 143 del 24 Luglio 2007. Disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 6 aprile 2006, n. 193, concernente il codice comunitario dei medicinali veterinari, in attuazione della direttiva 2004/28/CE. (GU n. 206 del 5-9-2007).
- 11/12/2018 - REGOLAMENTO (UE) 2019/6. Relativo ai medicinali veterinari e che abroga la direttiva 2001/82/CE
- 11/12/2018 - REGOLAMENTO (UE) 2019/4. Relativo alla fabbricazione, all'immissione sul mercato e all'utilizzo di mangimi medicati, che modifica il regolamento (CE) n. 183/2005 del Parlamento europeo e del Consiglio e che abroga la direttiva 90/167/CEE del Consiglio

10. Smaltimento rifiuti e sottoprodotti di origine animale

- Regolamento CE 1774/02 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 03.10.02 recante norme sanitarie relative ai sottoprodotti di origine animale non destinati al consumo umano e successive modifiche e integrazioni (G.U.C.E. L 273 del 10/10/2002).
- Decreto Legislativo n. 36 del 21 febbraio 2005. Disposizioni sanzionatorie in applicazione del regolamento (CE) n. 1774/2002, e successive modificazioni, relativo alle norme sanitarie per i sottoprodotti di origine animale non destinati al consumo umano.
- Regolamento (CE) n. 1069/2009 del 21/10/09 Regolamento del Parlamento Europeo e del Consiglio recante norme sanitarie relative ai sottoprodotti di origine animale e ai prodotti derivati non destinati al consumo umano e che abroga il regolamento (CE) n. 1774/2002 (regolamento sui sottoprodotti di origine animale)

11. Polizia Sanitaria

- Regio Decreto 27 luglio 1934, n. 1265 Approvazione del testo unico delle leggi sanitarie.
- Decreto del Presidente della Repubblica n. 320 dell'8 febbraio 1954. Regolamento di Polizia Veterinaria e

successive modifiche ed integrazioni (G.U.C.E. n. 142 del 24/06/1954).

- Decreto Ministero della Sanità 5 settembre 1994 Elenco delle industrie insalubri di cui all'art. 216 del testo unico delle leggi sanitarie
- Decreto Presidente della Repubblica 30 aprile 1996, n. 317 Regolamento recante norme per l'attuazione della direttiva 92/102/CEE relativa all'identificazione e alla registrazione degli animali.
- Regolamento (CE) n. 599/2004 della Commissione del 30 marzo 2004 concernente l'adozione di un modello armonizzato di certificato e di verbale d'ispezione relativi agli scambi intracomunitari di animali e di prodotti di origine animale
- Direttiva del Consiglio del 24 ottobre 2006 n. 2006/88/CE Relativa alle condizioni di polizia sanitaria applicabili alle specie animali d'acquacoltura e ai relativi prodotti, nonché alla prevenzione di talune malattie degli animali acquatici e alle misure di lotta contro tali malattie.
- Decreto Legislativo 4 agosto 2008, n. 148 - "Attuazione della direttiva 2006/88/CE relativa alle condizioni di polizia sanitaria applicabili alle specie animali d'acquacoltura e ai relativi prodotti, nonché alla prevenzione di talune malattie degli animali acquatici e alle misure di lotta contro tali malattie"
- Regolamento (CE) N. 1250/2008 del 12/12/08 Regolamento della Commissione che modifica il regolamento (CE) n. 2074/2005 per quanto riguarda le condizioni di certificazione per le importazioni di prodotti della pesca, molluschi bivalvi, echinodermi, tunicati e gasteropodi marini vivi destinati al consumo umano
- Regolamento (CE) N. 1251/2008 del 12/12/08 Regolamento della Commissione recante modalità di esecuzione della direttiva 2006/88/CE per quanto riguarda le condizioni e le certificazioni necessarie per l'immissione sul mercato e l'importazione nella Comunità di animali d'acquacoltura e i relativi prodotti e che stabilisce un elenco di specie vettrici
- Decreto Ministeriale (Ministero Salute) del 08/07/2010 - Disposizioni per la gestione dell'anagrafe delle imprese di acquacoltura
- Decreto Ministeriale (Ministero Salute) del 03/08/2011 Disposizioni per il rilascio dell'autorizzazione sanitaria alle imprese di acquacoltura e degli stabilimenti di lavorazione, ai sensi dell'articolo 6 del decreto legislativo 4 agosto 2008, n. 148.
- Regolamento (UE) 2016/429 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2016 relativo alle malattie animali trasmissibili e che modifica e abroga taluni atti in materia di sanità animale («normativa in materia di sanità animale»).
- Nota della Direzione Generale della Sanità Animale e dei Farmaci Veterinari - Ministero della Salute (10/05/2016) Adempimenti nel settore della piscicoltura-Misure d'intervento.
- Decreto Ministeriale del 28/06/2016 MOD. 4 informatizzato. Indicazioni operative.
- Ministero Della Salute del 26/10/2017. Indicazioni in merito alla compilazione del MOD. 4 per i pesci
- Ministero della Salute 20/10/2017 Modello 4 Generico ai sensi del Decreto Ministeriale 28 giugno 2016 Modifica dell'allegato IV del decreto del Presidente della Repubblica 30 aprile 1996, n. 317, recante: «Regolamento recante norme per l'attuazione della direttiva 92/102/CEE, relativa all'identificazione e alla registrazione degli animali».
- Regolamento di Esecuzione (UE) 2018/1882 Relativo all'applicazione di determinate norme di prevenzione e controllo delle malattie alle categorie di malattie elencate e che stabilisce un elenco di specie e gruppi di specie che comportano un notevole rischio di diffusione di tali malattie elencate.
- Regolamento Delegato (UE) 2020/689 della Commissione del 17 dicembre 2019 che integra il regolamento (UE) 2016/429 del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda le norme relative alla sorveglianza, ai programmi di eradicazione e allo status di indenne da malattia per determinate malattie elencate ed emergenti.
- Regolamento Delegato (UE) 2020/691 della Commissione del 30 gennaio 2020 che integra il regolamento (UE) 2016/429 del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda le norme relative agli stabilimenti di acquacoltura e ai trasportatori di animali acquatici.

BIBLIOGRAFIA
(n.108 articoli selezionati per la scoping review)

1. Ahmed, N., & Thompson, S. (2019). The blue dimensions of aquaculture: A global synthesis. Science of the Total Environment, 652, 851-861
2. Ainsworth, R., Cowx, I. G., & Funge-Smith, S. J. (2021). A review of major river basins and large lakes relevant to inland fisheries. FAO
3. Alves, D. C., & Minte-Vera, C. (2013). Scientometric analysis of freshwater fisheries in Brazil: Repeating past errors? Reviews in Fish Biology and Fisheries, 23(1), 113-126. doi:10.1007/s11160-012-9282-6
4. Amoussou, N., Thomas, M., Pasquet, A., & Lecocq, T. (2022). Finding the Best Match: A Ranking Procedure of Fish Species Combinations for Polyculture Development. Life (Basel, Switzerland), 12(9), 1315
5. Anand, A., Krishnan, P., Kantharajan, G., Suryavanshi, A., Kawishwar, P., Raj, U., Babu, D. E. (2020). Assessing the water spread area available for fish culture and fish production potential in inland lentic waterbodies using remote sensing: A case study from Chhattisgarh state, India. Remote Sensing Applications: Society and Environment, 17 doi:10.1016/j.rsase.2019.100273
6. Arthur, R. I., Bhaumik, U., Pandit, P. K., Saha, S., & Paria, T. (2023). Trickier than it first appears: Investigating opportunities to increase small fish production and availability from culture-based inland fisheries in West Bengal, India. Maritime Studies, 22(2) doi:10.1007/s40152-023-00301-9
7. Arthur, R. I., Lorenzen, K., Homekingkeo, P., Sidavong, K., Sengvilaikham, B., & Garaway, C. J. (2010). Assessing impacts of introduced aquaculture species on native fish communities: Nile tilapia and major carps in SE Asian freshwaters. Aquaculture, 299(1-4), 81-88. doi:10.1016/j.aquaculture.2009.11.022
8. Balirwa, J. S. (2007). Ecological, environmental and socioeconomic aspects of the lake Victoria's introduced nile perch fishery in relation to the native fisheries and the species culture potential: Lessons to learn. African Journal of Ecology, 45(2), 120-129. doi:10.1111/j.1365-2028.2007.00753.x
9. Bandira, P. N. A., Mahamud, M. A., Samat, N., Tan, M. L., & Chan, N. W. (2021). GIS-based multi-criteria evaluation for potential inland aquaculture site selection in the George town conurbation, Malaysia. Land, 10(11), 1174. doi:10.3390/land10111174
10. Baulcomb, C. (2013). Aquaculture and ecosystem services: Reframing the environmental and social debate. Ecosystem services in agricultural and urban landscapes (pp. 58-82)
11. Belton B., Little D.C., Zhang W., Edwards P., Skladany M. & Thilsted S.H. 2020. Farming fish in the sea will not nourish the world. Nature Comm, 11(1), 5804
12. Belton, B., Bush, S. R. & Little, D. C. Not just for the wealthy: rethinking farmed fish consumption in the Global South. Glob. Food Secur. 16, 85–92 (2018)
13. Béné, C. et al. Contribution of fisheries and aquaculture to food security and poverty reduction: assessing the current evidence. World Dev. 79, 177–196 (2016). – DOI
14. Bera, T., Kumar, V., Sarkar, D. J., Devi, M. S., Behera, B. K., & Das, B. K. (2022). Pollution assessment and mapping of potentially toxic elements (PTE) distribution in urban wastewater fed natural wetland, Kolkata, India. Environmental Science and Pollution Research, 29(45), 67801-67820. doi:10.1007/s11356-022-20573-8
15. Bestari, N., Edwards, P., Katon, B., Morales, A. & Pullin, R. An Evaluation of Small Scale Freshwater Rural Aquaculture Development for Poverty Reduction. Case Study 6: Tilapia Cage Farming in Lake Taal, Batangas, Philippines Report No. 091704, 110–127 https://www. adb.org/publications/evaluation-small-scale-freshwater-rural-aquaculture-developmentpoverty-reduction (Asian Development Bank, 2005)
16. Beveridge, M. C., Thilsted, S. H., Phillips, M. J., Metian, M., Troell, M., & Hall, S. J. (2013). Meeting the food and nutrition needs of the poor: the role of fish and the opportunities and challenges emerging from the rise of aquaculture. Journal of fish biology, 83(4), 1067–1084. https://doi-org.bibliosan.idm.oclc.org/10.1111/jfb.1218
17. Bhendarkar, M. P., Brahmane, M. P., Gaikwad, B. B., & Singh, N. P. (2020). The status and prospectus of fisheries and aquaculture in Maharashtra, India. Indian Journal of Geo-Marine Sciences, 49(4), 567-575
18. Brugère, C., Aguilar-Manjarrez, J., Beveridge, M. C. M. & Soto, D. The ecosystem approach to aquaculture 10 years on – a critical review and consideration of its future role in blue growth. Rev. Aquacult. 11, 493–514 (2019)
19. Buran H. A., Good C. & Powell M.D. 2020. Health management in recirculating aquaculture systems (RAS). In: Aquaculture Health Management (Frederick S.B. Kibenge, Mark D. Powell eds). Academic Press, 281-318
20. Calle Yunis, C. R., Salas Lopez, R., Cruz, S. M. O., Barboza Castillo, E., Silva Lopez, J. O., Iliquin Trigoso, D., & Briceno, N. B. R. (2020). Land suitability for sustainable aquaculture of rainbow trout (Oncorhynchus Mykiss) in Molinopampa (Peru) based on RS, GIS, and AHP. Isprs International Journal of Geo-Information, 9(1), 28. doi:10.3390/ijgi9010028
21. Cao, L., Naylor, R., Henriksson, P., Leadbitter, D., Metian, M., Troell, M., & Zhang, W. (2015). Global food supply. China's aquaculture and the world's wild fisheries. Science (New York, N.Y.), 347(6218), 133–135
22. Chen, D., Wang, Y., Shen, Z., Liao, J., Chen, J., & Sun, S. (2022). Long time-series mapping and change detection of coastal zone land use based on google earth engine and multi-source data fusion. Remote Sensing, 14(1), 1. doi:10.3390/rs14010001
23. Chopin T., Murray S. & Bakhsh H. K. 2016. Freshwater IMTA - Developing Integrated Multi-Trophic Aquaculture systems for commercial salmon hatcheries. Hatchery International,31

24. Cooke, S. J., Nyboer, E., Bennett, A., Lynch, A. J., Infante, D. M., Cowx, I. G., ... & Taylor, W. W. (2021). The ten steps to responsible Inland fisheries in practice: reflections from diverse regional case studies around the globe. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 31, 843-877

25. Cowx, I. G. (2015). Characterisation of inland fisheries in Europe. Fisheries Management and Ecology, 22(1), 78-87. doi:10.1111/fme.12105

26. da Conceicao, E. d. O., Mantovano, T., de Campos, R., do Couto, E. V., Ferreira, J. H. D., Rangel, T. F., Higuti, J. (2023). Predicted changes in the distribution of ostracoda (crustacea) from river basins in the southern cone of South America, under two climate change scenarios. Hydrobiologia, 850(6), 1443-1460. doi:10.1007/s10750-023-05144-3

27. Dai, Y., Feng, L., Hou, X., Choi, C., Liu, J., Cai, X., Gibson, L. (2019). Policy-driven changes in enclosure fisheries of large lakes in the yangtze plain: Evidence from satellite imagery. Science of the Total Environment, 688, 1286-1297. doi:10.1016/j.scitotenv.2019.06.179

28. Dapieve, D. R., Maggi, M. F., Mercante, E., Francisco, H. R., Oliveira, D. d. D., & Luiz Junior, O. J. (2023). Use of geotechnologies for aquaculture site selection: Suitability factors and constraints for production in ground-excavated ponds. Latin American Journal of Aquatic Research, 51(2), 160-194. doi:10.3856/vol51-issue2-fulltext-2981

29. Deb, A., Chandan, C. S. S., Roy, P., Hossain, M. I., & Bari, S. M. (2021). Inland aquaculture and fish health management: A case study of Sylhet district in Bangladesh. Aquaculture Studies, 21(3), 129-137. doi:10.4194/2618-6381-v21_3_05

30. Delpero, A., & Volpato, G. (2022). Integrated pond aquaculture and regional identity: ethnobiology of the golden humped tench of Poirino highlands, Northwest Italy. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine, 18(1), 1-14

31. Du, Y., Lu, Y., Roebuck, J. A., Jr., Liu, D., Chen, F., Zeng, Q., Jaffe, R. (2021). Direct versus indirect effects of human activities on dissolved organic matter in highly impacted lakes. Science of the Total Environment, 752, 141839. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.141839

32. Duong Thanh Thoai, Anh Nguyet Dang, & Nguyen Thi Kim Oanh. (2019). Analysis of coastline change in relation to meteorological conditions and human activities in Ca Mau Cape, Vietnam. Ocean & Coastal Management, 171, 56-65. doi:10.1016/j.ocecoaman.2019.01.007

33. Dutta, D., Das, C. S., & Kundu, A. (2016). A geo-spatial study on spatio-temporal growth of brackish water aquaculture along the coastal areas of West Bengal (India). Modeling Earth Systems and Environment, 2(2) doi:10.1007/s40808-016-0109-7

34. Edwards, P. (2015). Aquaculture environment interactions: Past, present and likely future trends. Aquaculture, 447, 2-14. doi:10.1016/j.aquaculture.2015.02.001

35. Edwards, P., Zhang, W., Belton, B. & Little, D. C. Misunderstandings, myths and mantras in aquaculture: its contribution to world food supplies has been systematically over reported. Mar. Policy 106, 103547 (2019)

36. Ertürk, A., Razinkovas, A., Zemlys, P., Pilkaityte, A. R., & Gasiunaite, Z. (2008). Linking NPZD and foodweb models of an estuarine lagoon ecosystem. Paper presented at the doi:10.1109/BALTIC.2008.4625558 Retrieved from https://www-scopus-com.bibliosan.idm.oclc.org/inward/record.uri?eid=2-s2.0-55849099595&doi=10.1109%2fBALTIC.2008.4625558&partnerID=40&md5=505a887df3a8de916114c532ef0e1947

37. Everard, M. (2018). Food from wetlands. The wetland book: I: Structure and function, management, and methods (pp. 1025-1027) doi:10.1007/978-90-481-9659-3_195 Retrieved from https://www-scopus-com.bibliosan.idm.oclc.org/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85054241284&doi=10.1007%2f978-90-481-9659-3_195&partnerID=40&md5=315efe75fb3bdd3db6dced8feadbd362

38. Freed, S., Barman, B., Dubois, M., Flor, R. J., Funge-Smith, S., Gregory, R., Cohen, P. J. (2020). Maintaining diversity of integrated rice and fish production confers adaptability of food systems to global change. Frontiers in Sustainable Food Systems, 4 doi:10.3389/fsufs.2020.576179

39. Funge-Smith, S., & Bennett, A. (2019). A fresh look at inland fisheries and their role in food security and livelihoods. Fish and Fisheries, 20(6), 1176-1195. doi:10.1111/faf.12403

40. García-Berthou, E., Almeida, D., Benejam, L., Magellan, K., Bae, M. -., Casals, F., & Merciai, R. (2015). Ecological impact of inland fish introduced to the Iberian peninsula. Ecosistemas, 24(1), 36-42. doi:10.7818/ECOS.2015.24-1.07

41. Ghose, B. (2014). Fisheries and aquaculture in Bangladesh: Challenges and opportunities. Annals of Aquaculture and Research, 1(1), 1-5

42. Gladju, J., & Kanagaraj, A. (2021). Potential applications of data mining in aquaculture. Paper presented at the doi:10.1109/ICAECA52838.2021.9675497 Retrieved from https://www-scopus-com.bibliosan.idm.oclc.org/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85125011584&doi=10.1109%2fICAECA52838.2021.9675497&partnerID=40&md5=8f1bd7d7edd65d60919cc126a94cc228

43. Government of India, Ministry of Fisheries, National Fisheries Development Board (Department of Fisheries, Animal Husbandry & Dairying). 2022. Recent Trends in Aquaculture - Recirculatory Aquaculture System (RAS). (edited by Dr. I.S. Bright Singh)

44. Gurung, T. B. (2016). Role of inland fishery and aquaculture for food and nutrition security in Nepal. Agriculture and Food Security, 5(1) doi:10.1186/s40066-016-0063-7

45. Han, Y., Huang, J., Ling, F., Qiu, J., Liu, Z., Li, X., Chi, H. (2023). Dynamic mapping of inland freshwater aquaculture areas in lianghan plain, China. Ieee Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, 16, 4349-4361. doi:10.1109/JSTARS.2023.3269430

46. Heilpern, S. A., Fiorella, K., Cañas, C., Flecker, A. S., Moya, L., Naeem, S., DeFries, R. (2021). Substitution of inland fisheries with aquaculture and chicken undermines human nutrition in the Peruvian amazon. Nature Food, 2(3), 192-197. doi:10.1038/s43016-021-00242-8

47. Hernandez, R. et al. The "quiet revolution" in the aquaculture value chain in Bangladesh. Aquaculture 493, 456–468 (2018)

48. Horváth, L., Kovács, É., Csorbai, B., Hegyi, Á., Lefler, K., Müller, T., & Urbányi, B. (2022). Carp Breeding in the Carpathian Basin with a Sustainable Utilization of Renewable Natural Resources. Life (Basel, Switzerland), 12(10), 1661

49. Hung, W.-C., Hwang, C., Tosi, L., Lin, S.-H., Tsai, P.-C., Chen, Y.-A., Wang, W.-J. , Li E.-C. , Ge, S. (2023). Toward sustainable inland aquaculture: Coastal subsidence monitoring in Taiwan. Remote Sensing Applications: Society and Environment, 30 doi:10.1016/j.rsase.2023.100930

50. Islam, M. M., Barman, A., Kundu, G. K., Kabir, M. A., & Paul, B. (2019). Vulnerability of inland and coastal aquaculture to climate change: Evidence from a developing country. Aquaculture and Fisheries, 4(5), 183-189. doi:10.1016/j.aaf.2019.02.007

51. Jayasankar, P. (2018). Present status of freshwater aquaculture in India-A review. Indian Journal of Fisheries, 65(4), 157-165

52. Kalbassi, M. R., Abdollahzadeh, E., & Salari-Joo, H. (2013). A review on aquaculture development in Iran. Ecopersia, 1(2), 159-178

53. Kang, B., Huang, X., Li, J., Liu, M., Guo, L., & Han, C. C. (2017). Inland fisheries in China: Past, present, and future. Reviews in Fisheries Science & Aquaculture, 25(4), 270-285

54. Kapetsky, J. M. (2000). Present applications and future needs of meteorological and climatological data in inland fisheries and aquaculture. Paper presented at the , 103(1-2) 109-117. doi:10.1016/S0168-1923(00)00106-4 Retrieved from https://www-scopus-com.bibliosan.idm.oclc.org/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0034212406&doi=10.1016%2fS0168-1923%2800%2900106-4&partnerID=40&md5=8ffd03f434e17b88494a0b712e3774dd

55. Katano, O., Hakoyama, H., & Matsuzaki, S. I. S. (2015). Japanese inland fisheries and aquaculture: status and trends. Freshwater fisheries ecology, 231-240

56. Katiha, P. K., Jena, J. K., Pillai, N. G. K., Chakraborty, C., & Dey, M. M. (2005). Inland aquaculture in India: past trend, present status and future prospects. Aquaculture Economics & Management, 9(1-2), 237-264

57. Katiha, P.K., Jena, J.K., Pillai, N.G.K., Chakraborty, C., Dey, M.M. Inland aquaculture in India: Past trend, present status and future prospects. (2005) Aquaculture Economics and Management, 9 (1-2), pp. 237-264. Cited 39 times. doi: 10.1080/13657300590961573

58. Kibria A. S. M. & Haque M. M. 2018.Potentials of integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) in freshwater ponds in Bangladesh. Aquaculture Reports, 11,8-16. https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2018.05.004

59. Kinh Bac Dang, Manh Ha Nguyen, Duc Anh Nguyen, Thi Thanh Hai Phan, Tuan Linh Giang, Hoang Hai Pham, Dieu Tien Bui. (2020). Coastal wetland classification with deep U-net convolutional networks and sentinel-2 imagery: A case study at the Tien Yen estuary of Vietnam. Remote Sensing, 12(19), 3270. doi:10.3390/rs12193270

60. Kloas W., Gross R. & Baganz D. 2015. A New Concept for Aquaponic Systems to Improve Sustainability, Increase Productivity, and Reduce Environmental Impacts. Aquaculture Environment Interactions, 7, 179-192

61. Kumari, A., Ansal, M. D., Singh, P., & Holyappa, S. A. (2019). Evaluation of aquaculture units established in inland salt affected areas of district Fazilka, Punjab. Indian Journal of Ecology, 46(1), 196-200

62. Lebel, L., Lebel, P. & Chuah, C. J. Water use by inland aquaculture in Thailand: stakeholder perceptions, scientific evidence, and public policy. Environ. Manage. 63, 554–563 (2019)

63. Lebel, L., Lebel, P., Chitmanat, C., Uppanunchai, A., & Apirumanekul, C. (2018). Managing the risks from the water-related impacts of extreme weather and uncertain climate change on inland aquaculture in northern thailand. Water International, 43(2), 257-280. doi:10.1080/02508060.2017.1416446

64. Li, Z., Liu, J., Wang, Q., & Silva, S. S. D. (2018). Inland aquaculture: Trends and prospects. Aquaculture in China: Success stories and modern trends, 25-37

65. Liu, S., Li, X., Chen, D., Duan, Y., Ji, H., Zhang, L., Hu, X. (2020). Understanding land use/land cover dynamics and impacts of human activities in the Mekong delta over the last 40 years. Global Ecology and Conservation, 22, e00991. doi:10.1016/j.gecco.2020.e00991

66. Mancini, L., Aulicino, F. A., Marcheggiani, S., D'Angelo, A. M., Pierdominici, E., Puccinelli, C., Tancioni, L. (2010). Multi-criteria approach for the environmental impact assessment of inland aquaculture. Annali Dell'Istituto Superiore Di Sanita, 46(3), 317-322. doi:10.4415/ANN-10-03-16

67. Menegon, S., Fadini, A., Perini, L., Sarretta, A., Depellegrin, D., De Maio, E., . . . Barbanti, A. (2023). A geoportal of data and tools for supporting maritime spatial planning in the Adriatic-Ionian region. Environmental Modelling & Software, 160, 105585. doi:10.1016/j.envsoft.2022.105585

68. Meng, Y., Du, P., Wang, X., Bai, X., & Guo, S. (2020). Monitoring human-induced surface water disturbance around Taihu Lake since 1984 by time series landsat images. Ieee Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, 13, 3780-3789. doi:10.1109/JSTARS.2020.3005135

69. Mires, D. (2000). Development of inland aquaculture in arid climates: Water utilization strategies applied in Israel. Paper presented at the , 7(1-2) 189-195. doi:10.1046/j.1365-2400.2000.00186.x Retrieved from https://www-scopus-com.bibliosan.idm.oclc.org/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0034092162&doi=10.1046%2fj.1365-2400.2000.00186.x&partnerID=40&md5=920f457e6bc7c4f8fd80aade7605fd29

70. Mohanty, P. K., & Anil Kumar, N. C. (2008). Geospatial information system for integrated fisheries development in kerala state, india. Paper presented at the , 2 855-861. Retrieved from https://www-scopus-com.bibliosan.idm.oclc.org/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84865647128&partnerID=40&md5=b1335eacb0914eac5ecbc16114fb5f72

71. Muñoz-Lechuga, R., Sanz-Fernández, V., & Cabrera-Castro, R. (2018). An overview of freshwater and marine finfish aquaculture in Spain: Emphasis on regions. Reviews in Fisheries Science & Aquaculture, 26(2), 195-213

72. Naylor, R. L. et al. Feeding aquaculture in an era of finite resources. Proc. Natl Acad. Sci. USA 106, 15103–15110 (2009)

73. Naylor, R. L., Goldburg, R. J., Primavera, J. H., Kautsky, N., Beveridge, M. C., Clay, J., Folke, C., Lubchenco, J., Mooney, H., & Troell, M. (2000). Effect of aquaculture on world fish supplies. Nature, 405(6790), 1017–1024

74. Naylor, R. L., Hardy, R. W., Buschmann, A. H., Bush, S. R., Cao, L., Klinger, D. H., Little, D. C., Lubchenco, J., Shumway, S. E., & Troell, M. (2021). A 20-year retrospective review of global aquaculture. Nature, 591(7851), 551–563

75. Naylor, R. L., Kishore, A., Sumaila, U. R., Issifu, I., Hunter, B. P., Belton, B., Bush, S. R., Cao, L., Gelcich, S., Gephart, J. A., Golden, C. D., Jonell, M., Koehn, J. Z., Little, D. C., Thilsted, S. H., Tigchelaar, M., & Crona, B. (2021). Blue food demand across geographic and temporal scales. Nature communications, 12(1), 5413. https://doi-org.bibliosan.idm.oclc.org/10.1038/s41467-021-25516-4

76. Neori, A., Shpige, M., Guttman, L., & Israel, A. (2017). Development of polyculture and integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) in Israel: a review. Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh, 69

77. Ngasotter, S., Panda, S. P., Mohanty, U., Akter, S., Mukherjee, S., Waikhom, D., & Devi, L. S. (2020). Current scenario of fisheries and aquaculture in India with special reference to Odisha: a review on its status, issues and prospects for sustainable development. International Journal of Bio-resource and Stress Management, 11(4), 370-380

78. Okeke-Ogbuafor, N., Stead, S., & Gray, T. (2021). Is inland aquaculture the panacea for Sierra Leone's decline in marine fish stocks? Marine Policy, 132 doi:10.1016/j.marpol.2021.104663

79. Oyebola, O. O., & Fada, P. O. (2020). Climate change: A potential risk to cage culture and genetic structure of native fisheries in fish cage-installed inland lakes. Lakes and Reservoirs: Science, Policy and Management for Sustainable Use, 25(3), 283-291. doi:10.1111/lre.12331

80. P. JAYASANKAR . Present status of freshwater aquaculture in India - A review. Indian J. Fish., 65(4): 157-165, 2018 157. DOI: 10.21077/ijf.2018.65.4.81300-20

81. Palmer, S. C. J., Gornez, P. M., Thomas, Y., Simis, S., Miller, P., I., Glize, P., & Barille, L. (2020). Remote sensing-driven pacific oyster (crassostrea gigas) growth modeling to inform offshore aquaculture site selection. Frontiers in Marine Science, 6, 802. doi:10.3389/fmars.2019.00802

82. Panicz, R., Całka, B., Cubillo, A., Ferreira, J. G., Guilder, J., Kay, S., Keszka, S. (2022). Impact of climate-driven temperature increase on inland aquaculture: Application to land-based production of common carp (cyprinus carpio L.). Transboundary and Emerging Diseases, 69(5), e2341-e2350. doi:10.1111/tbed.14577

83. Pham, H. V., Torresan, S., Critto, A., & Marcomini, A. (2019). Alteration of freshwater ecosystem services under global change–A review focusing on the Po River basin (Italy) and the Red River basin (Vietnam). Science of the Total Environment, 652, 1347-1365

84. Priyanka, E. B., Adithya, B., Prasanth, S. A., & Dhanaseelan, C. (2022). Integrated low-cost intelligent solution for inland aquaculture. Paper presented at the doi:10.1109/ESCI53509.2022.9758230 Retrieved from https://www-scopus-com.bibliosan.idm.oclc.org/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85129604839&doi=10.1109%2fESCI53509.2022.9758230&partnerID=40&md5=2df1713b541e76ff659158cabadb55fa

85. Rico, A., Vighi, M., Van den Brink, P. J., ter Horst, M., Macken, A., Lillicrap, A., & Telfer, T. C. (2019). Use of models for the environmental risk assessment of veterinary medicines in European aquaculture: current situation and future perspectives. Reviews in Aquaculture, 11(4), 969-988

86. Rocha, C. P., Cabral, H. N., Marques, J. C., & Gonçalves, A. M. (2022). A global overview of aquaculture food production with a focus on the activity's development in transitional systems—The case study of a South European Country (Portugal). Journal of Marine Science and Engineering, 10(3), 417

87. Rönnback, P., Bryceson, I., & Kautsky, N. (2002). Coastal aquaculture development in eastern Africa and the Western Indian Ocean: prospects and problems for food security and local economies. Ambio, 31(7-8), 537–542

88. Rutaisire, J., Nandi, S., & Sundaray, J. K. (2017). A review of Uganda and Indias freshwater aquaculture: Key practices and experience from each country. Journal of Ecology and the Natural Environment, 9(2), 15-29

89. Shah T.K. & Charak S. R. 2018. A review of fresh water integrated multi-trophic aquaculture (FIMTA): Catching up on the dream of a blue revolution in India. Aquaculture, 22 (1), 9-11

90. Shamsuzzaman, M. M., Islam, M. M., Tania, N. J., Al-Mamun, M. A., Barman, P. P., & Xu, X. (2017). Fisheries resources of Bangladesh: Present status and future direction. Aquaculture and Fisheries, 2(4), 145-156

91. Shuanglin, D., Jianguang, F., & Jansen Henrice, M. (2013). Review on integrated mariculture in China, including case studies on successful polyculture in coastal Chinese waters. Deliverable D3. 1 Case Studies on Successful Polyculture Examples in Coastal Chinese Seas, 1-39

92. Ssekyanzi, A., Nevejan, N., Van der Zande, D., Brown, M. E., & Van Stappen, G. (2021). Identification of potential surface water resources for inland aquaculture from sentinel-2 images of the Rwenzori region of Uganda. Water, 13(19), 2657. doi:10.3390/w13192657

93. Syaifudin, A., & Carsjens, G. J. (2018). Exploring farming strategies in a metropolitan area: Case study of inland aquaculture in Bogor regency. Paper presented at the , 202(1) doi:10.1088/1755-1315/202/1/012026 Retrieved from https://www-scopus-com.bibliosan.idm.oclc.org/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85058082942&doi=10.1088%2f1755-1315%2f202%2f1%2f012026&partnerID=40&md5=65149f56794138b5d9c62fdece33f227

94. Tew, Y. L., Tan, M. L., Samat, N., Chan, N. W., Mahamud, M. A., Sabjan, M. A., Wee, S. T. (2022). Comparison of three water indices for tropical aquaculture ponds extraction using google earth engine. Sains Malaysiana, 51(2), 369-378. doi:10.17576/jsm-2022-5102-04

95. Thomas M., Pasquet A., Aubin J., Nahon S. & Lecocq T. 2021. When more is more: taking advantage of species diversity to move towards sustainable aquaculture. Biol Rev, 96, 767-784

96. Thomas, M., Pasquet, A., Aubin, J., Nahon, S., & Lecocq, T. (2021). When more is more: taking advantage of species diversity to move towards sustainable aquaculture. Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society, 96(2), 767–784

97. Tian, P., Liu, Y., Li, J., Pu, R., Cao, L., Zhang, H., Yang, Y. (2022). Mapping coastal aquaculture ponds of China using sentinel SAR images in 2020 and google earth engine. Remote Sensing, 14(21), 5372. doi:10.3390/rs14215372

98. Uzunova, E., Radeva, E., & Tzonev, R. (2015). Inland aquaculture development in the Natura 2000 sites in Bulgaria: Ecological approach and aqua-environmental measures. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 21, 56-60

99. Váradi, L. (2001). Review of trends in the development of European inland aquaculture linkages with fisheries. Fisheries Management and Ecology, 8(4-5), 453-462. doi:10.1046/j.1365-2400.2001.00268.x

100. Villar-Navarro E., Garrido-Pérez C. & Perales J.A. 2021. Recycling "waste" nutrients back into RAS and FTS marine aquaculture facilities from the perspective of the circular economy. Sci Total Environ, 762, 143057

101. Wang, Q., Li, Z., Gui, J. F., Liu, J., Ye, S., Yuan, J., & De Silva, S. S. (2018). Paradigm changes in freshwater aquaculture practices in China: Moving towards achieving environmental integrity and sustainability. Ambio, 47, 410-426

102. Wedekind, H., Hilge, V., & Steffens, W. (2001). Present status, and social and economic significance of inland fisheries in Germany. Fisheries Management and Ecology, 8(4-5), 405-414. doi:10.1046/j.1365-2400.2001.00261.x

103. Williams, M. J., Bell, J. D., Gupta, M. V., Dey, M., Ahmed, M., Prein, M., Child, S., Gardiner, P. R., Brummett, R., & Jamu, D. (2000). Responsible aquaculture can aid food problems. Nature, 406(6797), 673

104. Xu, P., Herold, M., Tsendbazar, N., & Clevers, J. G. P. W. (2020). Towards a comprehensive and consistent global aquatic land cover characterization framework addressing multiple user needs. Remote Sensing of Environment, 250, 112034. doi:10.1016/j.rse.2020.112034

105. Xu, Y., Hu, Z., Zhang, Y., Wang, J., Yin, Y., & Wu, G. (2021). Mapping aquaculture areas with multi-source spectral and texture features: A case study in the pearl river basin (Guangdong), China. Remote Sensing, 13(21), 4320. doi:10.3390/rs13214320

106. Yu, Z., Di, L., Rahman, M. S., & Tang, J. (2020). Fishpond mapping by spectral and spatial-based filtering on google earth engine: A case study in Singra Upazila of Bangladesh. Remote Sensing, 12(17), 2692. doi:10.3390/rs12172692

107. Zhang W., Belton B., Edwards P., Henriksson P. J. G., Little D. C., Newton R. & Troell M. 2022. Aquaculture will continue to depend more on land than sea. Nature, 603(7900), E2-E4

108. Zhong, S., Li, A., & Wu, J. (2022). The total factor productivity index of freshwater aquaculture in China: Based on regional heterogeneity. Environmental Science and Pollution Research, 29(11), 15664-15680. doi:10.1007/s11356-021-16504-8

BIBLIOGRAFIA del CAPITOLO 5

1. Buongiorno Nardelli B., C.Tronconi, A. Pisano, R.Santoleri, 2013: High and Ultra-High resolution processing of satellite Sea Surface Temperature data over Southern European Seas in the framework of MyOcean project, Rem. Sens. Env., 129, 1-16, doi:10.1016/j.rse.2012.10.012

2. Colaiuda, V., Di Giacinto, F., Lombardi, A., Ippoliti, C., Giansante, C., Latini, M., Mascilongo, G., Di Renzo, L., Berti, M., Conte, A., Ferri, N., Verdecchia, M., & Tomassetti, B. 2021. Evaluating the impact of hydrometeorological conditions on E. coli concentration in farmed mussels and clams: Experience in Central Italy. Journal of Water and Health, vol. 19, no. 3, pp. 512-533, jwh2021203. https://doi.org/10.2166/wh.2021.203

3. Collins M., M. Sutherland, L. Bouwer, S.-M. Cheong, T. Frölicher, H. Jacot Des Combes, M. Koll Roxy, I. Losada,K. McInnes, B. Ratter, E. Rivera-Arriaga, R.D. Susanto, D. Swingedouw, and L. Tibig, 2019: Extremes, Abrupt Changes and Managing Risk. In: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 589–655. https://doi.org/10.1017/9781009157964.008

4. Conti F, Mascilongo G, Colaiuda V, Tomassetti B, Lombardi A, Capoccioni F, et al. Sviluppo di strumenti tecnologici predittivi sanitario/meteo-ambientali per potenziare l'efficienza e la sostenibilità degli impianti di molluschicoltura: avvio del progetto FORESHELL. In: Proceedings of the Conference of Società Italiana di Ricerca Applicata alla Molluschicoltura SIRAM (SIRAM 2021). 2021. pp. 24-27

5. Dhanji-Rapkova M, Teixeira Alves M, Triñanes JA, Martinez-Urtaza J, Haverson D, Bradley K, Baker-Austin C, Huggett JF, Stewart G, Ritchie JM, Turner AD. Sea temperature influences accumulation of tetrodotoxin in British bivalve shellfish. Sci Total Environ. 2023 Aug 10;885:163905. doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.163905. Epub 2023 May 3. PMID: 37142018

6. Di Giacinto F., Mascilongo G., Scattolini M., Pichinelli D., Berti M., Ferri N. Water quality monitoring station in the bivalve purification centre of Giulianova city (Abruzzo region, Italy): one-year results. AMMR, 3rd International Symposium on the Advances in Marine Mussel Research August 26-28, 2019 Chioggia, Venice

7. Esterby, S.R. Review of methods for the detection and estimation of trends with emphasis on water quality applications , Hydrological Processes 10:127-149

8. Filipponi F., Ippoliti C., Tora S., Giansante C., Scamosci E., Petrini M., Di Deo N., Conte A. Water color data analysis system for coastal zone monitoring. In: Proceeding of X International Conference AIT "Planet Care from Space", Trends in Earth Observation, second vol. September 2021. DOI: 10.978.88944687/00

9. Filipponi, F.; Valentini, E.; Taramelli, A. Sea Surface Temperature changes analysis, an Essential Climate Variable for Ecosystems Service Provisioning. In Proceedings of the 2017 9th International Workshop of Multitemporal Remote Sensing Images (MultiTemp2017), Brugge, Belgium, 27–29 June 2017; Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE): New York, NY, USA, 2017; pp. 244–251

10. Garrabou, J., Gómez-Gras, D., Medrano, A., Cerrano, C., Ponti, M., Schlegel, R., Bensoussan, N., Turicchia, E., Sini, M., Gerovasileiou, V., Teixido, N., Mirasole, A., Tamburello, L., Cebrian, E., Rilov, G., Ledoux, J.-B., Souissi, J. B., Khamassi, F., Ghanem, R. Harmelin, J.-G. (2022). Marine heatwaves drive recurrent mass mortalities in the Mediterranean Sea. Global Change Biology, 28, 5708–5725. https://doi.org/10.1111/gcb.16301

11. Gibbons, J.D., and S. Chakraborti. 2003. Nonparametric Statistical Inference, Marcel Dekker, NY

12. Gilbert, R.O. 1987. Statistical Methods for Environmental Pollution Monitoring, Wiley, NY

13. Henson, S.A., Cael, B.B., Allen, S.R. et al. Future phytoplankton diversity in a changing climate. Nat Commun 12, 5372 (2021). https://doi.org/10.1038/s41467-021-25699-w

14. Hirsch, R.M., J.R. Slack, and R.A. Smith. 1982. Techniques of trend analysis for monthly water quality data , Water Resources Research 18(1):107-121

15. Hobday, A. J., Alexander, L. V., Perkins, S. E., Smale, D. A., Straub, S. C., Oliver, E. C. J., Benthuysen, J. A., Burrows, M. T., Donat, M. G., Feng, M., Holbrook, N. J., Moore, P. J., Scannell, H. A., Sen Gupta, A., & Wernberg, T. (2016). A hierarchical approach to defining marine heatwaves. Progress in Oceanography, 141, 227–238. https:// doi.org/10.1016/j.pocean.2015.12.014

16. Hobday, A. J., Oliver, E. C. J., Guptan, A. S., Benthuysen, J. A., Burrows, M. T., Donat, M. G., Holbrook, N. J., Moore, P. J., Thomsen, M. S., Wernberg, T., & Smale, D. (2018). Categorizing and naming marine heatwaves. Oceanography, 31(2), 1–13. https://doi.org/10.5670/ocean og.2018.205

17. Ippoliti, C., Conte, A., Deo, N.D., Filipponi, F., Giansante, C., Petrini, M., Salini, R., Scamosci, E., Tora, S., 2020. Sentinel-2 e campionamenti in situ per il monitoraggio delle acque marine dell'Abruzzo: primi risultati. Eighth International Symposium "Monitoring of Mediterranean Coastal Areas. Problems and Measurement Techniques" 557–568. https://doi.org/10.36253/978-88-5518-147-1.56

18. Ippoliti, C., Di Lorenzo, A., Caprioli, R., Pelini, S., Conte, A., D'Anselmo, F., Alessandrini, B., Tora, S., Giansante, C., 2018. SeaGIS Abruzzo: A publicly available atlas of marine uses and natural resources in the Adriatic Sea Region. Geospatial Health 13. https://doi.org/10.4081/gh.2018.705

19. Kendall, M.G. 1975. Rank Correlation Methods, 4th edition, Charles Griffin, London

20. Lombardi, A., Manzi, M. P., Giacinto, F. D., Colaiuda, V., Tomassetti, B., Papa, M., Ippoliti, C., Giansante, C., Ferri, N., Marzano, F. S. Coastal Water Quality: Hydrometeorological Impact of River Overflow and High-resolution Mapping from Sentinel-2 Satellite. In: Tsuzuki, M. S. G., Rahman, R. O. A., editors. Engineering Problems - Uncertainties, Constraints and Optimization Techniques [Working Title] [Internet]. London: IntechOpen; 2022 [cited 2022 Jul 26]. BOOK CHAPTER Available from: https://www.intechopen.com/online-first/82160 doi: 10.5772/intechopen.104524

21. Mann, H.B. 1945. Non-parametric tests against trend, Econometrica 13:163-171

22. Pastor F, Valiente JA, Khodayar S. A Warming Mediterranean: 38 Years of Increasing Sea Surface Temperature. Remote Sensing. 2020; 12(17):2687. https://doi.org/10.3390/rs12172687

23. Pisano A, Marullo S, Artale V, Falcini F, Yang C, Leonelli FE, Santoleri R, Buongiorno Nardelli B. New Evidence of Mediterranean Climate Change and Variability from Sea Surface Temperature Observations. Remote Sensing. 2020; 12(1):132. https://doi.org/10.3390/rs12010132

24. R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org/

25. Ratnarajah, L., Abu-Alhaija, R., Atkinson, A. et al. Monitoring and modelling marine zooplankton in a changing climate. Nat Commun 14, 564 (2023). https://doi.org/10.1038/s41467-023-36241-5

26. Saha, Korak; Zhao, Xuepeng; Zhang, Huai-min; Casey, Kenneth S.; Zhang, Dexin; Baker-Yeboah, Sheekela; Kilpatrick, Katherine A.; Evans, Robert H.; Ryan, Thomas; Relph, John M. (2018). AVHRR Pathfinder version 5.3 level 3 collated (L3C) global 4km sea surface temperature for 1981-Present. [indicate subset used]. NOAA National Centers for Environmental Information. Dataset. https://doi.org/10.7289/v52j68xx

27. Tomassetti, B., Lombardi, A., Colaiuda, V., Conti, F., Mascilongo, G., Capoccioni, F., Pulcini, D., Di Francesco, G., Di Renzo, L., Profico, C., Ippoliti, C., Giansante, C., Ferri, N., and Di Giacinto, F.: FORESHELL Project: development of sanitary/weather-environmental predictive technological tools to enhance the efficiency and sustainability of shellfish farming., EGU General Assembly 2022, Vienna, Austria, 23–27 May 2022, EGU22-12798, hiips://doi.org/10.5194/egusphere-egu22-12798, 2022

28. Tsirintanis K, Azzurro E, Crocetta F, Dimiza M, Froglia C, Gerovasileiou V, Langeneck J, Mancinelli G, Rosso A, Stern N, Triantaphyllou M, Tsiamis K, Turon X, Verlaque M, Zenetos A, Katsanevakis S (2022) Bioinvasion impacts on biodiversity, ecosystem services, and human health in the Mediterranean Sea. Aquatic Invasions 17(3): 308–352, https://doi.org/10.3391/ai.2022.17.3.01

29. Yang, C., F. E. Leonelli, S. Marullo, V. Artale, H. Beggs, and B. B. Nardelli, A. Pisano. 2021. "Sea Surface Temperature Intercomparison in the Framework of the Copernicus Climate Change Service (C3S)." Journal of Climate 34 (13): 5257–5283. doi:http://dx.doi.org/10.1175/JCLI-D-20-0793.1

IZS
TERAMO

ISBN 9788893650267