

Dott. Loporto Luigi Nicola
BIOLOGO
iscritto all'Ordine dei Biologi
della Sardegna Sar_A0732
Via Meucci n. 14
09170 Oristano
e.mail: nico.lopo@tiscali.it
loponicola@gmail.com
tel. :329/6158320

**Relazione per richiesta di concessione demaniale marittima di uno specchio
acqueo nel mare prospiciente il Comune di Sant'Antioco e di un area demaniale
nel porto di Sant'Antioco per finalità di acquacoltura**

INDICE

Premessa

Introduzione

Ambito territoriale di riferimento

Breve descrizione dell'impianto in progetto

Procedure operative dell'impianto di acquacultura SAMAR

Andamento dell'acquacoltura nel Mediterraneo

Valutazione dell'emissione di sostanze inquinanti dell'impianto "Samar nel golfo di Palmas"

Origine e natura dei rifiuti di maricoltura

Concentrazione di Azoto e fosforo nel cibo non ingerito

Concentrazione di Carbonio nelle escrezioni e nel cibo non ingerito

Valutazione del rilascio di sostanze da parte dell'impianto Samar nel Golfo di Palmas

Descrizioni possibili impatti

Misure di mitigazione

Premessa

La presente relazione è stata realizzata su richiesta della ditta Samar società agricola s.r.l. in seguito alle osservazioni presentate dall'Arpas Sulcis, con protocollo n. 4082 del 01/02/2024.

Introduzione

L'area oggetto di richiesta, è già dotata di concessione demaniale originariamente rilasciate alla società maricoltura calasetta dall'anno 2001 sino al 2019 , per l'installazione di un impianto di acquacoltura per allevamento di specie ittiche in uno specchio acqueo posto tra la località coquaddus e quella di torre canai, per una superficie totale di mq 30.381, e di un'area demaniale della superficie di 3.507 mq nel porto di sant'antioco per finalita' di acquacoltura.

Concessioni attualmente in essere intestate a MARICOLTURE CALASETTA :

- giusta autorizzazione della Regione Autonoma della Sardegna, concessione per occupazione e uso di area demaniale marittima della superficie di mq 3.500, situata nell'area portuale denominata "Ponte" del porto commerciale del Comune di Sant'Antioco (atto repertorio n. 1 del 12.10.2006)
- giusto atto della Regione Autonoma della Sardegna, concessione per occupazione e uso di specchio acqueo marittimo della superficie di mq 7.500 in Comune di Sant'Antioco , località Coquaddus , per la realizzazione di impianto di allevamento di pesci in gabbie galleggiante (atto repertorio n. 2050 del 10.01.2001) ;
- giusto atto della Regione Autonoma della Sardegna, ampliamento dello specchio acqueo marittimo in Comune di Sant'Antioco, località Coaquaddus, fino a complessivi mq 30.381 (atto repertorio n. 22 del 25.10.2006).

Iter licenze autorizzative intestate alla società SAMAR SRL :

Con nota protocollo **RAS n. 14502 del 27 giugno 2023**, l'Assessorato dell'Agricoltura, servizio pesca e acquacoltura, ha inviato alla Società SAMAR SRL il proprio nulla osta a presentare la dichiarazione autocertificativa allo sportello SUAPE competente per territorio, per l'avvio di un procedimento in conferenza di servizi ai sensi dell'art. 37 della LR n. 24/2016 ai fini dell'acquisizione definitiva della concessione demaniale, unitamente a tutti i titoli abilitativi necessari per la realizzazione dell'intervento.

Lo sportello Suape del Comune di Sant'Antioco in data 7 settembre 2023 ha indetto una conferenza di Servizi decisoria - Codice univoco nazionale: 02928480900-08082023-1020.654957, che si è conclusa **positivamente** con verbale di conferenza di Servizi in modalità sincrona in data 13 novembre 2023.

L'assenso di codesto Servizio è stato considerato acquisito ai sensi dell'art. 37, comma 10 della L.R. 24/2016 e dell'art. 14 ter, comma 7 della L. 241/1990.

Altri elementi da considerare sono :

- Attualmente nello specchio acqueo concesso per l'installazione delle gabbie a mare per l'attività di allevamento delle specie ittiche, concessionario la società Maricoltura Calasetta srl, non avendo potuto disinstallare l'attrezzatura a mare che costituiva tutto l'impianto di acquacoltura, causa fallimento, la subentrante società Samar Società Agricola SRL, come ben messo in evidenza dal filmato realizzato dai subacquei della Guardia Costiera di Sant'Antioco, allegato alla presente relazione, si impegna a bonificare tutto lo specchio acqueo contenente cime, catenarie e reti, prima di installare il nuovo impianto.
- Attualmente in tutto il golfo di Palmas, come altre zone della Sardegna, è vietata la pesca a strascico, come previsto dalla legge regionale 7 agosto 1990, n. 25. e che quindi la presenza dell'impianto di acquacoltura previsto **non crea interferenze** con altre attività di pesca.
- Secondo gli studi realizzati da Sardegna Ricerche, I.M.C. e altri, in seguito alla delibera della giunta regionale n. 3/26 del 22/01/22 "Indirizzi per l'attuazione della misura 2.51 del FEAMP "Aumento del potenziale dei siti di acquacoltura (AZA) a mare e per l'acquacoltura nelle acque interne, il golfo di Palmas risulta essere **zona ad alta vocazione** per l'allevamento di Spigole (*Dicentrarchus labrax*) e Orate (*Sparus aurata*).
- Dall'analisi della corretta determinazione dello specchio acqueo effettuata con l'Assessorato dell'Agricoltura, servizio pesca e acquacoltura, lettera prot. 26753 del 28/11/2023, si evince che lo specchio acqueo da chiedere in concessione, comprensivo dell'ingombro degli ancoraggi, ha una superficie complessiva di circa 16 ha, in quanto bisogna includere nel rilievo delle aree richieste in concessione, l'intera superficie occupata dagli ancoraggi, distinguendo la zona "produttiva" ove si trova il reticolo superficiale delle gabbie, da quella di servizio che va dal perimetro esterno dell'area produttiva al poligono che circonda tutte le linee di ancoraggio.

Ambito territoriale di riferimento

L'area di interesse è situata nel comune di Sant'Antioco, in una zona compresa nel litorale tra la spiaggia di Coquaddus e Torre Canai, sulla costa orientale dell'isola di Sant'Antioco, lato ovest del golfo di Palmas.

In base alle condizioni della *Posidonia oceanica* è possibile distinguere nettamente nel Golfo di Palmas un settore orientale (al largo di Porto Botte), caratterizzato da condizioni di naturalità ed integrità completa della prateria a fanerogame, e un settore occidentale (al largo di Maladroxia e Is Pruinis), ove le fanerogame si presentano estremamente degradate da azioni antropiche; una fitta rete di solchi causati da grandi ancore riduce gli indici di copertura a meno del 50%. (fonte Ispra Note illustrative della carta geologica d'Italia, foglio 564 Carbonia)

La zona interessata dalla richiesta di concessione complessivamente interessa un tratto di mare di superficie di circa 30.381 mq, il quale costituirà lo specchio acqueo mirato alla specifica attività di acquacoltura, con profondità che va dai 20 ai 25 metri su fondale sabbioso privo di prateria di *Posidonia oceanica* e popolamenti algali.

Il vento predominante nella zona oggetto della concessione è il maestrale proveniente da nord-ovest, seguito, in ordine di frequenza, da libeccio (sud-ovest) e scirocco (sud-est).

Non trovando in letteratura riferimenti precisi sulle correnti marine superficiali delle acque nel golfo di Palmas, ho trovato **nell'Atlante delle correnti superficiali dei mari italiani**, delle indicazioni di carattere generali che riguardano tutta la costa occidentale della Sardegna; l'Atlante è stato redatto dall'Istituto idrografico della Marina, e se pur un po' datato (1982) fornisce elementi validi che meritano considerazione.

I rilevamenti mensili mostrano una continuità nella direzione delle suddette correnti, con andamento nord-nord ovest verso sud-sud est, che praticamente ricalca quasi completamente la direzione del vento prevalente, cioè il maestrale, che seppur con delle fluttuazioni stagionali, dura tutto l'anno.

Nel golfo di Palmas quando si presenta il maestrale si crea una corrente di superficie ed un fronte ondosso con direzione da Nord verso Sud.

Dopo un lungo e proficuo colloquio con il signor Orlando Arisci, subacqueo professionista, che dal 2004 al 2005, ha collaborato in maniera continuativa con la Maricoltura Calasetta, società concessionaria del medesimo specchio acqueo sino al 2019, il signor Arisci mi confermava che nella zona della concessione per l'impianto di maricoltura, è presente una corrente di fondo continua, con direzione nord-sud, che nei giorni di maestrale sostenuto (oltre i 20 nodi) rendeva molto difficile l'attività lavorativa sul fondo della concessione.

Inoltre mi confermava che, anche in seguito a collaborazioni sporadiche con la precedente concessionaria negli anni successivi, non ha mai rilevato la presenza di residui di mangime o feci provenienti dall'impianto.

Questa preziosa testimonianza, dimostra che le dispersione dei residui prodotti dell’impianto di acquacoltura su un area ben più vasta, è di fatto continua e costante.

Breve descrizione dell’impianto in progetto

Nelle seguenti figure vengono rappresentate la tipologia dell’impianto in progetto “reticolo ormeggio” mq 30381 (fig.1), le coordinate della concessione (fig.2), l’ingombro totale della l’impianto comprensivo delle linee ormeggio sommersa, mq 131682 (fig.3), le coordinate delle linee di ormeggio (fg. 4), le gabbie come da progetto. Fig. 5 e 6 e le foto aeree di riferimento Fig. 7 e 8

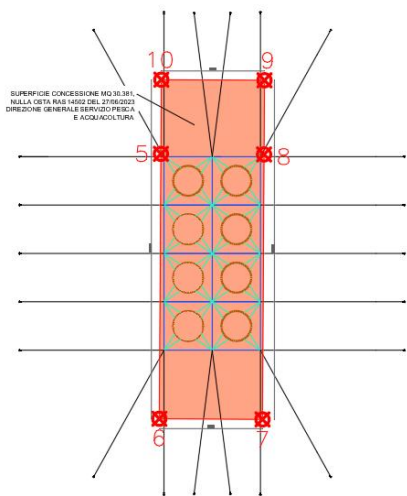


Fig. 1

SP001		COORDINATE GAUSS-BOAGA SPECCHIO ACQUEO	
SUPERFICIE MQ 30381			
SPECCHIO ACQUEO "SUPERFICIE ZOOTECNICA" INSTALLAZIONE GABBIE	10	Nord	4314063.27
		Est	1452844.86
	9	Nord	4314062.69
		Est	1452941.12
	8	Nord	4313993.67
		Est	1452940.71
	7	Nord	4313747.06
		Est	1452939.23
	6	Nord	4313747.64
		Est	1452842.98
	5	Nord	4313994.24
		Est	1452844.46
	10	Nord	4314063.27
		Est	1452844.86

Fig. 2

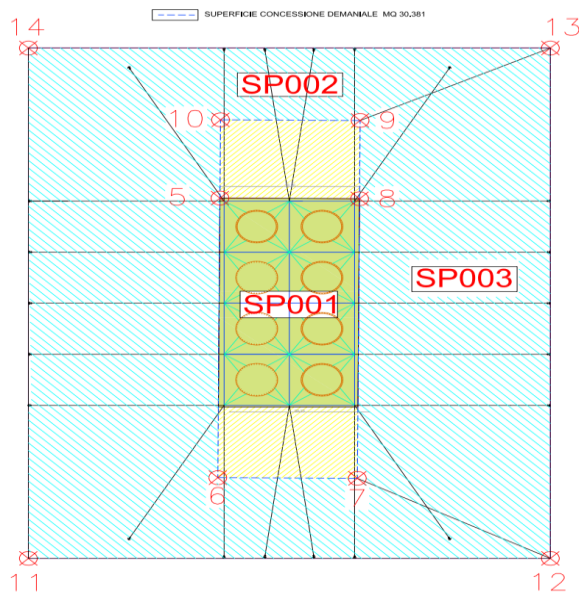


Fig. 3

INTEGRAZIONE SPECCHI ACQUEO ANCORAGGI SOMMERSI			
SP002		COORDINATE GAUSS-BOAGA SPECCHIO ACQUEO	
SUPERFICIE MQ 81077			
13	Nord	4314124.54	
	Est	1453073.34	
14	Nord	4314124.53	
	Est	1452713.30	
11	Nord	4313674.57	
	Est	1452713.45	
12	Nord	4313674.41	
	Est	1453073.27	
7	Nord	4313747.06	
	Est	1452939.23	
6	Nord	4313747.64	
	Est	1452842.98	
10	Nord	4314063.27	
	Est	1452844.86	
9	Nord	4314062.69	
	Est	1452941.12	
13	Nord	4314124.54	
	Est	1453073.34	

SP003		COORDINATE GAUSS-BOAGA SPECCHIO ACQUEO	
SUPERFICIE MQ 50605			
13	Nord	4314124.54	
	Est	1453073.34	
12	Nord	4313674.41	
	Est	1453073.27	
7	Nord	4313747.06	
	Est	1452939.23	
9	Nord	4314062.69	
	Est	1452941.12	
13	Nord	4314124.54	
	Est	1453073.34	

Fig.4

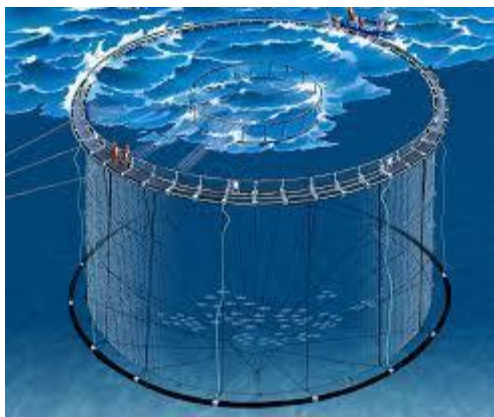


Fig. 5

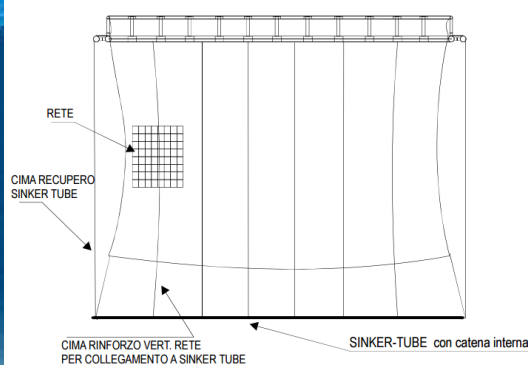


Fig. 6

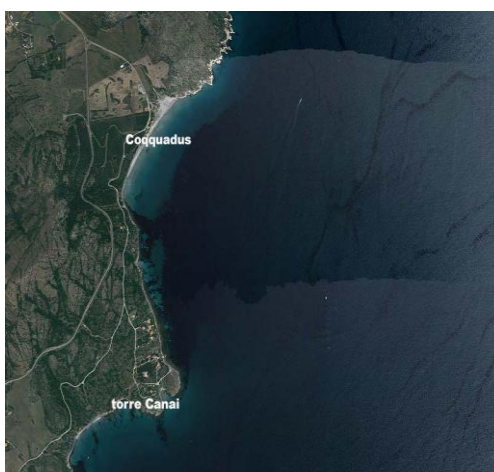


Fig.7

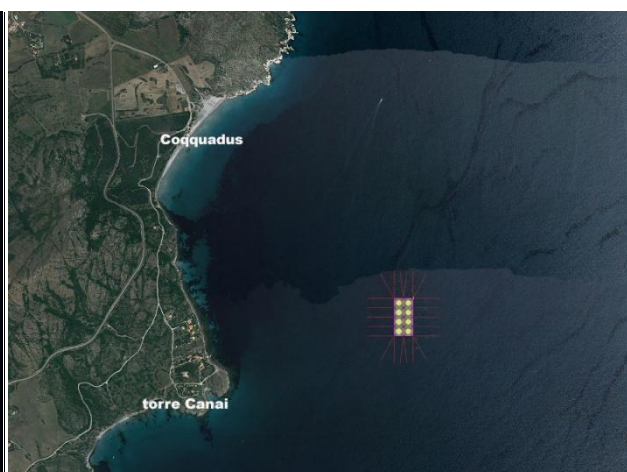


Fig.8

La zona interessata dalla richiesta di concessione interessa un tratto di mare di superficie di circa 30.381 mq, il quale costituirà lo specchio acqueo mirato alla specifica attività di acquacoltura, con profondità che va dai 20 ai 25 metri su fondale sabbioso privo di prateria di *Posidonia oceanica* e popolamenti algali. Ulteriore ci sarà un ingombro delle linee di ancoraggio sommerse, costituite da cime, catenarie a ancore, per un totale di mq 131.682.

Le gabbie avranno un diametro di 25 metri per 10 di profondità, lasciando dai 10 ai 15 metri di colonna d'acqua libera che favorirà la dispersione del mangime e degli scarti prodotti dall'allevamento.

La concentrazione massima prevista di pesce nelle gabbie sarà di 14 kg per metro cubo.

La tipologia di fondale presente nella zona risulta essere sabbioso, con assenza sia *Posidonia oceanica* che di popolamenti algali come **bene evidenziato nel filmato dalla Guardia Costiera di Sant'Antioco** allegato alla presente relazione, che rileva la presenza di reti e catenarie abbandonate dal preesistente impianto che ha cessato la sua attività causa fallimento.

Procedure operative dell'impianto di acquacoltura Samar

Controllo giornaliero impianto

- Con frequenza giornaliera viene controllato tutto l'impianto affinché vengano verificate
- Lo stato di usura delle cime, ormeggi, catene e lo stato della rete
- Le reti che presentano uno stato di usura eccessivo verranno sistemate con delle fascette (Tipo elettrico) per eliminare il rischio di fuoriuscita del prodotto.

Questa procedura ci permette di monitorare lo stato dell'impianto onde prevenire danni futuri.

Cambio rete

- La rete del prodotto viene cambiata in base alla maglia, calcolata sulla grandezza del prodotto.
- Il cambio rete e la pulizia della rete stessa viene effettuata periodicamente.
- L'impianto prevede diverse dimensioni di rete e diverse reti che verranno utilizzate e cambiate in base all'esigenza.
- La pulizia della rete avviene a terra una volta cambiata con reti pulite, evitando così inquinamento in acqua derivante dalla pulizia a mare della stessa.

Una doverosa premessa deve essere fatta prima del prossimo paragrafo

La nostra gestione attenta alla salute dei consumatori e dell'ambiente ci ha portato alla decisione categorica di **non Utilizzare Antibiotici** sia come farmaco tale e quale sia nella dieta dei pesci, in modo da ottenere un prodotto di qualità, in accordo con i protocolli previsti dalle linee guida della GDO, nostro mercato di riferimento.

Alimentazione

- Verrà posizionato sull'impianto un sistema di telecamere che ci permette di controllare giornalmente lo stato di salute dei pesci e valutare eventuali interventi.
- Frequenza della somministrazione del mangime: il nostro programma prevede da 1 a 3 volte al giorno, in base al tasso di accrescimento e della temperatura dell'acqua.
- In automatico, le sonde (vedi allegati) posizionate in acqua monitorano, la temperatura e l'ossigenazione, e inseriscono i dati nel programma di gestione (FishMakers) consentendo un monitoraggio quotidiano.
- La somministrazione del mangime viene effettuata dall'imbarcazione di servizio, dotata di un apposito "cannone" che spara la giusta dose di mangime, calcolata dal programma di gestione, e contemporaneamente monitorata dal personale subacqueo che in caso di eccessiva dispersione del mangime, interrompe l'operazione.

- I parametri tenuti costantemente sotto controllo sono ossigeno e temperatura, poiché durante l'alimentazione il pesce tende a consumare più ossigeno.
- Se ciò dovesse verificarsi, viene interrotta l'alimentazione e verrà controllato lo stato di frenesia alimentare dei pesci, onde evitare episodi di sovralimentazione dei pesci o sprechi di mangime.
- Tutto il personale dell'impianto sarà seguito da esperti del settore acquacoltura, e con periodici corsi di aggiornamento sulle moderne metodologie di allevamento, supportate dalle migliori tecnologie presenti oggi sul mercato.
- Tutto il personale dell'impianto sarà seguito da esperti del settore acquacoltura, e con periodici corsi di aggiornamento sulle moderne metodologie di allevamento, supportate dalle migliori tecnologie presenti oggi sul mercato

Inoltre:

- Per evitare problematiche sanitarie sia nelle Orate che nelle Spigole utilizzeremo integratori alimentari (presenti in allegato le schede tecniche GREENVET) con i quali abbiamo in essere un accordo di massima per l'utilizzo dei loro prodotti.
- Inoltre la bassa densità (14 kg per m³) e il costante controllo dei pesci ci permette, con una certa sicurezza, di allevare prodotto sano e con bassissime possibilità di contaminazione.
- Altro punto di forza della gestione è l'implementazione di un sistema di pesca che permette il rispetto del benessere animale. Il pesce verrà prelevato dall'acqua ancora vivo con apposite pompe ad immersione, installate sulla imbarcazione di servizio (catamarano di 18 metri), quindi non passerà per il tradizionale sistema di pesca con l'utilizzo del "coppo" retino di grande dimensioni che pesca il prodotto ammassandolo e sollevandolo dall'acqua con apposita gru, riducendo fortemente lo stress della pesca nei pesci.
- Una volta portato a bordo stiamo studiando un sistema per utilizzare uno storditore elettrico prima di immergere il pesce in appositi bins in acqua e ghiaccio.
- Il sistema è ancora in fase sperimentale, ma questa attenzione fa capire le nostre intenzioni nell'idea di organizzare un impianto unico nel suo genere con occhio attento all'ambiente, e al benessere animale. Investendo risorse nella ricerca per migliorare ulteriormente le tecniche e la gestione di un impianto circolare integrato e moderno.
- nei protocolli di gestione della Samar s.r.l. saranno previsti controlli periodici a campione sul prodotto allevato per verificare tasso di accrescimento, presenza di patogeni e l'eventuale presenza nel prodotto di metalli pesanti, come mercurio, cadmio e piombo).

- La Samar è una società appositamente costituita come START-UP Innovativa che ha già la sua sede operativa presso Porto Conte Ricerche con lo scopo di aumentare gli standard di efficienza del sistema produttivo, finanziando la ricerca nell'idea di ridurre quanto più possibile l'impatto ambientale e la resa del prodotto allevato.

Andamento dell'acquacoltura nel Mediterraneo

L'acquacoltura in gabbie marine nel Mediterraneo ha avuto un rapido sviluppo a metà degli anni '80, in particolare in Spagna e Grecia, quando un numero crescente di aziende ha iniziato a produrre il branzino (*Dicentrarchus labrax*) e l'orata (*Sparus aurata*). Il branzino e l'orata sono attualmente le specie ittiche più diffuse in Mediterraneo per questo tipo di acquacoltura.

La produzione è progressivamente aumentata nel corso degli anni da 34.700 tonnellate nel 1995 a 137.000 tonnellate nel 2004, con un tasso di crescita medio annuo del 17 per cento.

Nel 2004, quelle due specie hanno rappresentato circa l'85% della produzione totale.

La riproduzione controllata della spigola europea è stata realizzata in via sperimentale in Francia e in Italia a metà degli anni '70 mentre i primi avannotti di orata sono stati prodotti con successo nei primi anni '80. Nel 2002, il totale della produzione europea di avannotti di spigola ed orata (*fingerling*) nel Mediterraneo ha raggiunto un valore economico stimato in 650 milioni di euro (Stirling University, 2005). La gamma dimensionale più comunemente commercializzata per entrambe le specie è tra i 300-400 g. Negli allevamenti in gabbia questo peso viene raggiunto in 12-18 mesi per l'orata e in 15-20 mesi per la spigola, quando il ciclo di produzione inizia in primavera e vengono utilizzati avannotti di 2-4 g.

La rapida espansione degli allevamenti in gabbia negli anni '90, principalmente in Grecia e Turchia, ha portato ad una crisi di mercato alla fine del 1990. Dal 2000 al 2002, i prezzi di mercato sono scesi ai valori minimi spingendo diversi aziende fuori dal mercato.

Ciononostante l'allevamento in gabbia è ancora considerata una pratica con grosse prospettive, soprattutto se le gabbie vengono posizionate in siti profondi ed in aree di attiva circolazione.

Negli anni successivi l'andamento dell'acquacoltura di organismi marini è generalmente aumentato in tutta l'area mediterranea, con la Grecia ancora in testa agli incrementi mentre in Italia si è registrato prima un declino rispetto ai primi anni 2000 e poi una stabilizzazione negli anni 2010-2012 (Fao, 2014). Va anche ricordato che nel frattempo c'è stato anche un cambiamento degli organismi allevati, con una riduzione della mitilicoltura ed un aumento della componente ittica (Sacchi, 2011), aspetto questo che evidenzia la rilevanza del settore e l'esigenza di individuare soluzioni compatibili.

Valutazione dell'emissione di sostanze inquinanti dell'impianto "Samar nel golfo di Palmas" nell'ambiente marino circostante.

Le sostanze rilasciate dagli allevamenti ittici nell'ambiente sono principalmente composte da materiale organico sospeso, originato da materiale fecale e da cataboliti, nonché da residui di mangime non consumato. Diversi sono i fattori che influenzano il rilascio di sostanze da parte di un allevamento, che è proporzionale alla biomassa allevata, alla taglia dei pesci, alla qualità (intesa come digeribilità, più è digeribile meno deiezioni avremo) del mangime utilizzato. Gioca inoltre un ruolo fondamentale l'efficienza del sistema di distribuzione dell'alimento, che permette di diminuire la quota di cibo non sfruttata. Naturalmente, l'impatto dovuto al materiale organico in sospensione è da mettere in relazione con le caratteristiche fisiche del corpo ricevente, in primo luogo, con l'idrodinamismo che ne permette la dispersione. Gli effetti generati da un impianto di maricoltura nell'ambiente marino possono interessare, in funzione delle condizioni idrologiche presenti, sia la colonna d'acqua sia il sedimento nelle vicinanze dell'impianto.

Una parte della materia organica proveniente da un allevamento si può disciogliere nella colonna d'acqua, e una parte arriva sul fondo. Fattori fisici quali la profondità dell'acqua sotto la gabbia, la velocità della corrente, la velocità di sedimentazione del mangime e del materiale fecale fanno sì che l'area interessata sia più o meno ampia; di solito gli effetti maggiori si hanno nel raggio di circa 50-100 m (Kadowaki *et al.*, 1980; Merican e Phillips, 1985; Warre-Hansen, 1982).

Da alcuni anni, alcuni autori (Henderson *et al.*, 2001) suggeriscono l'utilizzo di modelli matematici che tengano conto dei parametri idrodinamici e bentonici per la previsione, il controllo e la gestione dell'impatto ambientale.

Da notare che, per quanto riguarda l'area oggetto della presente indagine, l'applicabilità di dati provenienti da altri bacini (es. fiordi dei mari del nord o baie molto riparate, tipo Grecia), è rassicurante per i nostri fini previsionali, in quanto **il Golfo di Palmas** in generale ha caratteristiche di mare aperto, che mitigano notevolmente l'impatto della maricoltura, sull'ambiente circostante.

Modelli di dispersione

I modelli matematici di dispersione possono essere utili strumenti per la valutazione dell'impatto dei rifiuti prodotti dalla maricoltura. Gowen *et al.* (1989) sono stati fra i primi in questo campo a sviluppare modelli di tipo analitico, che descrivessero la dispersione in un flusso costante nel tempo e nello spazio.

Successivamente, Gillibrand & Turrell (1997) proposero modelli per la stima dei possibili effetti della maricoltura intensiva in acque costiere, semplificando notevolmente l'idrografia dei fiordi scozzesi. Recentemente Cromey *et al.* (2002) hanno sviluppato un modello di tipo "particle tracking", (DEPOMOD per Mare del Nord e MERAMOD specifico per allevamento di spigola e orata in Mar Mediterraneo), che è in grado di tener conto di dati idrografici misurati

sperimentalmente per simulare la risospensione della materia organica depositata al di sotto delle gabbie di allevamento e fare previsioni sull'evoluzione della fauna bentonica.

Nella valutazione dell'impatto ambientale dell'acquacoltura marina sono anche stati usati dei modelli di trasporto innestati in modelli idrodinamici per la simulazione dei fenomeni di sedimentazione, risospensione e decadimento dei rifiuti organici da maricoltura (Panchang *et al.*, 1997; Dudley *et al.*, 2000).

Questi modelli tengono conto della diversa tipologia dei cataboliti con i loro differenti tassi di deposito. Infine, i modelli citati sono stati sviluppati per ambienti dove la principale forzante della circolazione è l'escursione mareale, mentre per ambienti mediterranei la marea è generalmente trascurabile ai fini della modellizzazione dei campi di corrente sottocosta prevalgono gli effetti della forzante atmosferica del vento.

L'allevamento in gabbie, per quanto permetta di diluire più facilmente il carico di sostanze legate agli allevamenti intensivi, non è esente da potenziali problemi, per lo più legati al fatto che le gabbie sono in continuo scambio con l'ambiente circostante.

Origine e natura dei rifiuti da maricoltura

La quantità di cataboliti prodotti e rilasciati nell'ambiente è strettamente correlata al sistema di allevamento adottato. Le deiezioni in acquacoltura, infatti, derivano principalmente dal regime alimentare cui sono sottoposti gli organismi allevati. Il mangime distribuito automaticamente sotto forma di pellets viene quasi totalmente ingerito. La frazione di alimentazione non ingerita (**FW**, "feed waste") va direttamente a disperdersi nell'acqua e segue il destino degli altri cataboliti. Le proteine, i lipidi e i carboidrati, ottenuti con la digestione e l'assimilazione del mangime ingerito, forniscono ai pesci energia e nutrienti per il metabolismo, la crescita e la riproduzione. Il resto del cibo ingerito, ma non assimilato, viene escreto nelle feci come rifiuto solido (**SW**, "solid waste"), mentre i cataboliti (ammonio, urea, fosfati, ecc.) sono escreti come rifiuto disciolto nell'acqua (**DW**, "dissolved waste").

Il totale dei rifiuti (**TW**, "total waste") associato all'alimentazione è quindi composto dalla somma dei rifiuti solidi fecali, dei rifiuti disciolti e del cibo non ingerito:

$$\mathbf{TW = SW + DW + FW}$$

La perdita di cibo è irrilevante e dipende dal comportamento alimentare della specie allevata, la stabilità del cibo nell'acqua, il metodo di distribuzione.

Metodi più moderni di preparazione del mangime basati sulla estrusione e cottura delle materie prime, permettono di ottenere pellet molto più stabili in acqua, dal maggiore apporto energetico e con una determinata galleggibilità. Questa tecnica di preparazione del cibo, affiancata da un'attenta metodologia di distribuzione, permette di ridurre significativamente il quantitativo di mangime distribuito e l'impatto ambientale.

Il tipo di mangime fornito condiziona naturalmente anche la composizione e la natura fisica delle deiezioni fecali.

Concentrazioni di azoto e fosforo nelle escrezioni dei pesci allevati

La quantità di azoto (o di fosforo) rilasciata nell'ambiente da un impianto di allevamento, **nrel** (kg/anno), è la differenza fra la quantità fornita con il cibo, **nsupplied**, e la quantità invece usata effettivamente dai pesci per la propria crescita, **nused**, (Ackefors & nell, 1990; Wallin & Håkanson, 1991):

$$nrel = nsupplied - nused = p * Fc * Cdn - p * Cfn = p * (Fc * Cdn - Cfn)$$

dove:

p = produzione annua di pesce (kg peso umido/anno); Fc = fattore di conversione del mangime;

Cdn = concentrazione del nutriente nel mangime (% del peso umido), Cfn = concentrazione del nutriente nel pesce (% del peso umido).

In generale, la concentrazione di azoto nel cibo (CdN) può variare fra il 6,1% ed il 6,4% perché la % di proteine è normalmente 40/42% nei mangimi (CdN=% di proteine/6,25), mentre quella del fosforo (CdP) si mantiene fra 0,9% e l'1% (Wallin & Håkanson, 1991; Lupatsch & Kissil, 1998; National Pollutant Inventory, 2001).

In letteratura molti articoli riportano i risultati di misure sperimentali sulla concentrazione di nutrienti nel corpo dei pesci. Secondo Wallin & Håkanson (1991), le percentuali medie di azoto e fosforo nella trota iridea (*Oncorhynchus mykiss*) sono rispettivamente CfN =2,66% e CfP =0,48%. Valori simili sono stati misurati, per quanto riguarda l'azoto, da Enell (1995) CfN 3% e, per il fosforo, da Lall (1991) CfP=0,4%-0,5%.

Poiché nell'orata, *Sparus aurata*, la ritenzione del fosforo sembrerebbe essere più elevata che nelle altre specie di pesci, la concentrazione di questo elemento potrebbe essere maggiore e, secondo Lupatsch & Kissil (1998), sarebbe Cfp =0,72%.

Dell'azoto e del fosforo rilasciati nell'ambiente, parte sarà in forma particolata e parte in forma disciolta. Ackefors & Enell (1990) hanno trovato che il 78% dell'azoto viene rilasciato in forma disciolta, mentre il restante 22% è in forma particolata, mentre, per il fosforo, il 79% è disciolto ed il 21% è particolato.

Nel caso dell'orata, Lupatsch & Kissil (1998) hanno trovato stesse percentuali per quanto riguarda l'azoto (disciolto 78%, particolato 22%), mentre percentuali leggermente differenti per il fosforo: disciolto 73%, particolato 27%. Anche in questo caso, la variazione dei valori può essere dovuto alla maggiore ritenzione di fosforo nell'orata.

Lupatsch & Kissil (1998) hanno anche studiato la solubilità delle feci durante la caduta verso il fondo. Tenendo conto di questo fenomeno, hanno quindi stimato che la percentuale di nutriente che

effettivamente precipita sia il 13% per l'azoto e il 62% per il fosforo ma che questo nel contesto in cui le gabbie vengono installate, a causa delle correnti viene diffuso in mare.

Precedenti studi (realizzati da ARPAT e da CIBM) hanno dimostrato come in condizioni di buona corrente (**come nel caso dell'impianto in questione**) solo una piccola parte del sedimento cade sotto le gabbie mentre la maggior parte viene diffuso nell'areale circostante.

Concentrazioni di azoto e fosforo nel cibo non ingerito

In generale, la concentrazione di azoto nel cibo può variare fra il 6,1% ed il 6,4%, mentre quella del fosforo si mantiene fra 0,9% e "1,1% (Wallin & Håkanson 1991; Lupatsch & Kissil, 1998; National Pollutant Inventory, 2001).

Nei moderni impianti di maricoltura, Findlay & Watling (1994) stimano la quantità di cibo non ingerito circa il 0,4% di quello fornito.

La velocità di sedimentazione dei pellet non ingeriti differisce dalle feci.

Gowen *et al.* (1989) usano nel loro modello una velocità di 12 cm/s. Findlay & Watling (1994) forniscono una serie di dati riguardanti diversi tipi e taglie di pellets di mangime in commercializzato in Nord America, valutando in 5.5 cm/s la velocità di sedimentazione per i dry pellets di 3 mm di lunghezza e in 15.5 cm/s la velocità di quelli da 10 mm di lunghezza.

Concentrazioni di carbonio nelle escrezioni e nel cibo non ingerito

Il contenuto di carbonio organico nelle feci e nel mangime può variare molto. Findlay & Watling (1994) hanno proposto che la percentuale di carbonio organico sia il 45% nel cibo ed il 28% nelle feci.

Per quanto riguarda poi la produzione fecale, Dudley *et al.* (2000) hanno assunto nel proprio lavoro il valore di 1.79 g di feci prodotte per kg di pesce.

Valutazione del rilascio di sostanze da parte dell'impianto "Samar nel Golfo di Palmas"

Le specie allevate nelle gabbie saranno spigole (*Dicentrarchus labrax*) e orate (*Sparus aurata*). La durata del ciclo di allevamento è stimata in circa 18/24 mesi, le densità previste dal protocollo produttivo non supereranno i 14 kg/m³.

In ciascuna gabbia potranno essere seminati circa 250000 avannotti con un peso medio di 8/12 g; vi sarà quindi una biomassa iniziale di circa 2500 kg ed una produzione finale (pesci di peso medio 400 g) pari a circa 80 tonnellate a gabbia, considerando una mortalità del 20%.

Nell'impianto a regime è prevista la presenza di 8 gabbie. Considerando che le gabbie saranno seminate in periodi diversi, per ottenere pesci con taglia commerciale durante tutto l'arco dell'anno,

e soprattutto che non saranno mai tutte attive durante lo stesso ciclo di allevamento, la biomassa costantemente presente si manterrà intorno a 400/500 t.

I pesci durante l'allevamento saranno alimentati con mangime estruso specifico per pesci di mare, ed integratori, prodotti secondo la normativa vigente, e che garantiscono sia la crescita ottimale dei pesci, qualità elevate delle carni, ma anche la minimizzazione dei rilasci di nutrienti e cataboliti. La composizione media dell'alimento utilizzato è la seguente: 42% di proteine, 21% di lipidi, ceneri, fibre e fosforo (1,1%).

La quantità di alimento giornaliero espresso come percentuale della biomassa presente in gabbia, varia in funzione sia della taglia che della temperatura. La percentuale di mangime varia dall' 1- 1,6 % a valori intorno allo 0,4%, quando la temperatura dell'acqua scende intorno ai 12°C. Il fattore di conversione (FCR), ovvero il rapporto fra il mangime distribuito e la biomassa ittica prodotta [$FCR = \text{quantità di cibo fornito} / \{\text{biomassa finale} - \text{biomassa iniziale}\}$], a seguito del protocollo che verrà adottato, della conseguente gestione dell'alimentazione operando su singola gabbia con le densità di allevamento indicate, sarà intorno a 1,7/1,8.

Tenendo presenti le caratteristiche produttive del progetto menzionate nei precedenti paragrafi, si riporta di seguito uno schema riassuntivo che quantifica le sostanze rilasciate in mare per un allevamento di spigole e orate con biomassa media a mare pari a circa 400 t.

Sono state fatte le seguenti assunzioni:

produzione, $P = 400$ ton, che rappresenta la produzione annua dell'impianto offshore; fattore di conversione $FCR = 1,7$ (1,7 kg di mangime per kg di pesce prodotto); mangime non ingerito pari a **circa 0,4% del totale fornito**.

Nella simulazione si è assunta la concentrazione di Azoto nel mangime $CdN = 6,6\%$, mentre per quanto riguarda il fosforo si è usato il valore fornito dal produttore del mangime, $CdP = 1,3\%$ (i valori sono stati maggiorati del 10% rispetto al reale).

Si è assunto, anche per ipotizzare il massimo impatto ragionevolmente possibile, che le assimilazioni degli elementi nei pesci fossero $CfN = 3\%$ e $CfP = 0,5\%$, per Azoto e Fosforo rispettivamente.

In particolare, Carbonio, Fosforo e Azoto, si ripartiscono secondo il seguente schema: 60% C, 73% P e 78%N in forma disciolta nella colonna d'acqua, mentre nei sedimenti si accumulerebbe solo il 20% di C, il 27% di P ed il 22% di N.

Sulla base dei calcoli riportati nello schema e che tengono in considerazione il programma di attività di allevamento, **verranno emesse circa 40 tonnellate di azoto/ciclo produttivo e circa 3,5 tonnellate di fosforo/ciclo produttivo**.

Tale rilascio deve essere ovviamente suddiviso per il numero di gabbie di allevamento previste. Considerando una distanza media di 12/15 metri tra il fondo delle reti delle gabbie ed il fondale, e

considerando i dati oceanografici disponibili che evidenziano una corrente media annuale pari a 0,17 m/s (Telfer, 2000), è possibile stimare l'area influenzata da tali rilasci, utilizzando la formula semplificata proposta da Gowen e Bradbury (1987), che tiene conto della corrente, della profondità e della natura del particolato:

$$D=d*V/v$$

dove:

D=distanza orizzontale percorsa dal particolato;

d=profondità della colonna d'acqua sotto le gabbie (14 m circa) V=velocità della corrente (media di circa 0,17 m/s) v=velocità di sedimentazione delle sostanze rilasciate

Non esistendo al momento in letteratura dati riguardanti orata, spigola in Mediterraneo, nelle simulazioni la velocità di sedimentazione attribuita è stata di 0,04 m/s per le feci e 0,12 cm/s per il cibo.

Le distanze percorse dalle diverse particelle dal momento in cui vengono rilasciate dalla gabbia al momento in cui sedimentano sul fondale, sono quindi pari a circa 68m per le feci e a 22,6 m per il cibo non ingerito.

Considerando che le gabbie hanno un raggio pari circa 12,5 m, si può quindi stimare che la superficie interessata dal particolato rilasciato da ogni gabbia è pari al raggio più la distanza percorsa dalle particelle: (feci =68 m; pellets =22,6 m).

Per ciascuna gabbia avremo quindi: simulazione per le feci: $(12,5 + 68)^2 * 3,14 = 15606 \text{ m}^2$.

Descrizioni possibili impatti

Per il Mediterraneo le preoccupazioni maggiori derivano da:

1. l'inquinamento chimico, dovuto a sua volta a fattori come

- produzione di rifiuti solubili;
- uso di rame-zinco con funzione antivegetativa sulle reti delle gabbie e sulle

imbarcazioni adibite al mantenimento degli allevamenti;

- antibiotici e bagni chimici per trattare le infezioni parassitarie;

2. lo scarico di sostanza organica che rappresenta un pericolo soprattutto per la popolazione bentonica sotto e intorno alle gabbie, così come una fonte di inquinamento per i pesci allevati;

3. le fughe di pesce e l'interazione con specie locali. In caso di massicce fuoriuscite i rapporti preda/predatore degli ecosistemi possono essere modificati in modo critico, le specie native possono soffrire di un improvviso incremento del livello di competizione per specifiche nicchie ecologiche. Inoltre, i fuggitivi possono produrre "inquinamento genetico", vale a dire incrocio con esemplari indigeni, con effetti imprevedibili sulle popolazioni naturali delle specie in questione.

Negli anni successivi al citato rapporto FAO del 2007 sono stati pubblicati numerosi rapporti tecnici, alcuni con stime quantitative basate sui dati della FAO (e.g., Sacchi, 2011) altri su un'aggiornata descrizione degli impatti.

Misure di mitigazione

Con riferimento alla **Qualità delle acque**, essi confermano che i maggiori problemi sono legati a immissione di azoto, fosforo e lipidi, aumento della torbidità dell'acqua e diminuzione di ossigeno. Di solito, questi effetti non si propagano a grande distanza dalle gabbie e ci sono poche segnalazioni di impatti su scala più larga (Sarà, 2007). La Samar, pone molta attenzione alla qualità del mangime e degli integratori da utilizzare nel proprio impianto, grazie un notevole miglioramento nella formulazione dei mangimi con un aumento dell'efficienza nutrizionale ed una diminuzione dei residui inutilizzati.

Con riferimento al **Fondale**, alimentazione in eccesso e scarti di pesce provenienti dalle gabbie possono alterare, accumulandosi, i processi chimici di decomposizione e assimilazione dei nutrienti. Nell'impianto dalla Samar, considerata le procedure lavorative sopra esposte, si terrà sotto controllo questo problema, con la raccolta dei pesci morti, effettuata **quotidianamente qualora fosse necessario dai subacquei che operano nell'impianto** minimizzano le perturbazioni e riducendo notevolmente gli impatti provenienti dalle gabbie.

Dalle immagini subacquee della guardia costiera, allegate alla presente relazione, relative al fondale dove sarà posizionato l'impianto, ben si evidenzia la tipologia del fondale, sabbioso e con assenza di *Posidonia oceanica* e di visibili popolazioni algali.

Inoltre faccio notare che sia sul pedagno in cemento che sulle reti abbandonate sul fondo, nonostante siano lì da almeno quattro anni non è cresciuto niente e che le reti hanno trattenuto una gran quantità di sedimento fine trasportato dalle correnti di fondo, fattore importante per mitigare l'accumulo di residui di mangime e feci provenienti dall'impianto una volta in esercizio.

In effetti dalle immagini del filmato non si riscontrano tracce dell'attività del precedente allevamento, che è rimasto in esercizio per 18 anni.

La costante corrente di fondo presente, crea un trasferimento della materia organica lontano dalle gabbie, disperdendo la sostanza organica di scarto prodotta dall'impianto su un'area più vasta, con minori concentrazioni, facilitandone la decomposizione e l'assimilazione.

Inoltre deve essere presa in considerazione per la rimozione dall'ambiente del materiale particolato che può fuoriuscire dalle gabbie verso il fondo, la numerosa fauna selvatica che si avvicina agli allevamenti sia per il cosiddetto "effetto relitto", sia perché qui trova appunto cibo e protezione dai loro predatori.

Per valutare l'impatto ambientale dell'allevamento è inoltre necessario verificare se l'arricchimento organico del fondale sottostante ad esso superi o meno la capacità assimilativa dell'ambiente. Nonostante ciò, per evitare questa tipologia di problemi negli ultimi anni si è pensato di utilizzare le Oloturie (*Holothuria tubulosa*), da posizionare sotto il fondale in prossimità delle gabbie.

Trattandosi di efficienti detritivori infatti, le oloturie giocano un **ruolo chiave nel processamento della sostanza organica** che si accumula nei fondali. L'oloturia di mare può essere vista come uno spazzino del mare. Per questa ragione sono una valida applicazione anche nell'**acquacoltura multi-trofica integrata (IMTA)** dove il loro impiego è risultato efficace per mitigare gli effetti negativi dell'allevamento intensivo sotto le gabbie galleggianti attraverso l'assimilazione e l'abbattimento dei residui organici prodotti dai pesci.

In Italia abbiamo altri esempi di questo tipo, come l'allevamento P2G di Gaeta (Piscicoltura del Golfo di Gaeta Soc. Agricola a R.L) in collaborazione con l'università degli studi di Roma Tor Vergata.

A tal proposito si stanno avviando contatti **con l'università di Cagliari**, dipartimento di Scienze della vita e dell'ambiente, nella figura del Dott. Piero Addis, poiché grazie ad un finanziamento del FEAMP 2014 – 2020 – Misura 2.47 Innovazione. Art. 47 del Reg. (UE) n. 508/2014. Codice progetto 1/INA/ 2.47/2017 ha avviato il progetto “ Specie innovative di interesse commerciale per l'Acquacoltura sarda: sviluppo di protocolli sperimentali per l'allevamento dell'oloturia finalizzati alla sostenibilità della risorsa”. Sono allegati alla presente relazione le pubblicazioni scientifiche del progetto.

Per la Sardegna sarebbe una prima volta.

Con riferimento all'**Ecosistema** si presentano due problemi: le modificazioni indotte sulle biocenosi in prossimità delle gabbie o come effetto a distanza per il trasporto di particolato solido e le modificazioni indotte nelle comunità pelagiche. L'eventuale aumento di trofismo (incremento dei nutrienti) nella colonna d'acqua e l'aumento di produzione primaria sarà mitigato con l'utilizzo di mangime ad alta digeribilità, limitando in maniera evidente le variazioni, l'impatto sulla componente animale autoctona può essere significativo. Prevalentemente le gabbie e il cibo somministrato aumentano la disponibilità alimentare di tutti gli organismi dell'area, pesci inclusi. Questo impatto ha sia aspetti positivi che negativi per quel che riguarda la perturbazione di una comunità naturale. Inoltre la presenza di cibo potenziale (i pesci allevati) favorisce la concentrazione di predatori, dagli uccelli ai mammiferi marini, imponendo talvolta l'utilizzo di deterrenti che possono nuocere alla popolazioni naturali dei predatori suddetti.

A questo proposito, nell'idea di progetto della Samar di allevamento con gabbie a mare saranno presenti dei sistemi di **protezione passiva**, con le reti sopra le gabbie per evitare la predazione da parte di uccelli marini come Cormorani (*Phalacrocorax carbo*) o Gabbiani reali (*Larus (Cachinnans) michahellis*).

Oltretutto la presenza quotidiana degli operatori negli allevamenti disturba la presenza sia dei Cormorani che dei Gabbiani.

I mammiferi marini, come ad esempio i delfini, possono essere attirati dalla presenza di gabbie a mare per l'acquacoltura, ma anche in questo caso l'uso di robuste reti di protezione intorno sia alle singole gabbie che al perimetro di tutto l'allevamento ne impedisce la predazione, senza causare nessun danno ai delfini stessi.

Inoltre **l'impianto sarà dotato di telecamere**, sia in superficie che subacquee, per limitare furti e controllare lo stato delle reti e le potenziali rotture, consentendo un rapido intervento da parte dei subacquei.

Con riferimento alle **Sostanze chimiche**, come già esposto, La Samar dichiara di **non utilizzare** sia antibiotici che antivegetativi nel proprio impianto. La vaccinazione se necessaria, i miglioramenti tecnologici nell'allevamento e le migliori pratiche di gestione (vedi l'utilizzo di integratori alimentari associati al mangime) costituiranno alternative valide per raggiungere e mantenere la salute dei pesci.

Anche i prodotti chimici antivegetativi **sono totalmente sostituiti da pulizia a terra** con **metodi meccanici** (idropulitrice) per il controllo del *biofouling* (fauna e flora incrostanti che si sviluppano sulle strutture degli impianti).

Oristano
13/03/2024

Dott. Biologo Loporto Luigi Nicola
firma

