

**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI**

**FEDERICO II**

**Centro Interdipartimentale di Ricerca per l'Acquacoltura**

**CRIAcq**

**DOTTORATO DI RICERCA IN ACQUACOLTURA**

**(INDIRIZZO IN PRODUZIONI MARINE E**

**DULCIACQUICOLE)**

***PRIME INDAGINI SULL'ALLEVAMENTO DI PSETTA MAXIMA IN***

***PROTOTIPI DI GABBIA SOMMERGIBILI***

**COORDINATORE**

**Ch.mo Prof.**

**Aldo Bordi**

**RELATORE**

**Ch.mo Prof.**

**Lucio Barone**

**DOTTORANDO**

**Dott. Gianpaolo Paolillo**

**XVII Ciclo 2004-2005**

# *Indice*

<b>PREMESSA</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUZIONE</b>	
<b>1. Acquacoltura in Europa e in Italia: caratteristiche, consistenza, tendenze</b>	<b>2</b>
1.1 L'acquacoltura tra passato e presente	2
1.2 Stato dell'acquacoltura in Europa	4
1.3 Stato dell'acquacoltura nazionale	7
1.4 Acquacoltura in Campania e potenzialità di sviluppo	9
1.5 Strategie di difesa e sviluppo del settore	11
<b>2. L'allevamento del Rombo chiodato, <i>Psetta maxima</i></b>	<b>13</b>
2.1 Generalità e aspetti biologici	13
2.2 Allevamento larvale	15
2.3 Fase di ingrasso	19
2.4 Aspetti economici	22
2.5 Prospettive per l'allevamento in Italia	24
<b>MATERIALI E METODI</b>	
<b>3. Strutture impiantistiche e apparecchiature utilizzate</b>	<b>28</b>
3.1 La vasca di allevamento a terra	28
3.2 L'impianto pilota di Piano di Sorrento	28
3.2.1 Localizzazione e installazione	29
3.2.2 Caratteristiche funzionali dell'impianto	32
3.2.3 Gabbia sommergibile da 1000 m <sup>3</sup>	33
3.2.4 Gabbia sommersa da 380 m <sup>3</sup>	38
3.2.5 Gabbia di fondale da 850 m <sup>3</sup>	41
3.2.6 La boa di servizio e alimentazione	43
3.3 La sonda multiparametrica per i rilievi di corrente e temperatura	45
<b>RISULTATI</b>	
<b>4. Allavamento del rombo chiodato in gabbia sommergibile</b>	<b>47</b>
4.1 Rilievi termic	47
4.2 I ciclo di allevamento	49
4.3 II ciclo di allevamento	61
<b>DISCUSSIONE</b>	<b>68</b>
<b>CONCLUSIONI</b>	<b>75</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>77</b>

## PREMESSA

Il lavoro di seguito presentato riassume la sperimentazione condotta dall'unità operativa coordinata dal prof. Lucio Barone e di cui lo scrivente ha fatto parte per l'intero periodo di svolgimento del dottorato. L'obiettivo è stato quello di fornire i primi dati, tecnologici e zootecnici, utili all'implementazione di una metodologia valida all'introduzione in Italia dell'allevamento di *Psetta Maxima*, pregiata specie ittica meglio conosciuta come rombo chiodato e prodotta ormai da anni con successo in vicini paesi europei quali Francia e Spagna.

L'introduzione di nuove specie di allevamento quale strategia di difesa e sviluppo dell'acquacoltura nazionale è stata l'idea comune che nel 2000 ha spinto all'istituzione del Centro Interdipartimentale di Ricerche per L'Acquacoltura (CRIAcq) e alla realizzazione, negli anni successivi, di cinque impianti sperimentali localizzati tra Portici, Salerno e Piano di Sorrento. Di questi, quattro sono degli impianti a terra, a circuito chiuso, finalizzati alle ricerche per il perfezionamento delle tecniche di riproduzione e allevamento larvale, attrezzati per la piscicoltura, la crostaceicoltura e la mitilicoltura.

L'ultimo, invece, è un impianto marino che si presta sia a dare continuità alla ricerche attuate a terra, nelle avannotterie sperimentali, con la possibilità quindi di condurre prove di ingrasso, sia di sperimentare tecnologie innovative riguardanti moduli di allevamento, sistemi di ancoraggio e automatismi di ottimizzazione delle tecniche di gestione.

Tutti gli impianti sono nati grazie al contributo della regione Campania nell'ambito della misura di aiuto 4.23 della campagna POR 2000-2006.

La ricerca sul rombo, per il cui svolgimento, è stata preziosa la disponibilità della concessione marina di Piano di Sorrento, è stata possibile grazie al contributo del M.U.R.S.T. su delibere CIPE nell'ambito del Piano di potenziamento delle rete di ricerca scientifica e tecnologica, "Prodotti Agroalimentari".

Essa infatti rappresenta il Workpackage n°5 (*Sviluppo di nuove tecnologie per l'allevamento del rombo (Scophthalmus maximus) in Campania*) del Progetto 24 (Cluster C 08) dal titolo "*Potenziamento della rete di ricerca in acquacoltura per lo sviluppo del settore in Campania*".

# INTRODUZIONE

## 1. ACQUACOLTURA IN EUROPA E IN ITALIA: CARATTERISTICHE, PRODUZIONI, TENDENZE

### 1.1 L'ACQUACOLTURA TRA PASSATO E PRESENTE

Il termine acquacoltura identifica, oggi, l'insieme di attività umane, distinte dalla pesca, finalizzate all'allevamento di pesci, molluschi, crostacei e alghe. Ma l'acquacoltura è un'attività molto antica, certamente con origini che risalgono ad oltre 5.000 anni or sono. In un bassorilievo della tomba di Aktihetep risalente al 2.500 a.C., è chiaramente riconoscibile un uomo che raccoglie tilapie (pesci d'acqua dolce) da uno stagno. Allo stesso periodo risalgono le origini della carpicoltura in Cina. Fang, fra i padri della piscicoltura cinese, tra il 1135 ed il 1122 a.C. costruì stagni per l'allevamento dei pesci. È sorprendente come questo pioniere raccolse note sul comportamento e sull'accrescimento dei pesci allevati. Sempre in Cina, Fan Li scrisse nel 500 a.C. il primo trattato conosciuto da Fenici, Etruschi e Romani nelle attività piscicole nelle aree costiere trae certamente origine dalle antiche pratiche egizie. In Italia, durante l'epoca romana, nelle lagune venivano prodotti molluschi, in particolare ostriche. In Europa, la piscicoltura moderna ha inizio con un risultato tecnico-scientifico certamente rilevante: la prima fecondazione artificiale di uova di trota di ruscello eseguita da Stephen Ludwig Jacobi, nel 1741. Tale tecnica, riscoperta nel 1842 dal prof. Coste del Collegio di Francia, diede l'avvio alla diffusione della trotticoltura, che un secolo dopo esplose come la pratica di piscicoltura più diffusa nel mondo nord-occidentale.

I prodotti della moderna acquacoltura provengono da differenti tipologie di allevamento: intensivo, estensivo e semiestensivo.

Nell'allevamento intensivo la biomassa viene allevata in vasche d'acqua dolce, salata o salmastra e alimentata con diete artificiali formulate per essere adatte alle singole specie allevate. Nel caso dell'allevamento intensivo in mare aperto (maricoltura) si utilizzano gabbie di dimensioni variabili, galleggianti o sommerse mentre con diete artificiali.

Nell'allevamento estensivo il pesce viene seminato allo stadio giovanile in lagune o stagni costieri e cresce con alimentazione naturale, sfruttando cioè le risorse fornite dall'ambiente. La vallicoltura rappresenta un patrimonio paesaggistico unico in Italia ed ha un ruolo fondamentale per la conservazione degli eco-sistemi delle zone umide costiere.

Esiste infine una forma di allevamento intermedia, il semiestensivo, quando cioè l'alimentazione naturale viene integrata con diete artificiali.

Un comparto importante, poi, dell'acquacoltura è la molluschicoltura. Questa forma di allevamento consiste nel seminare giovanili, per lo più di origine naturale, in zone marine o lagunari particolarmente idonee al loro rapido accrescimento. Queste zone vengono scelte in base a determinati requisiti microbiologici, chimici e fisici delle acque. Tali organismi si accrescono sfruttando il plancton presente nella zona in cui sono seminati. Vengono allevate in tale maniera vongole, cozze, ostriche.

All'inizio del terzo millennio, l'acquacoltura, per far fronte alle esigenze dei consumatori, sta assumendo un ruolo sempre più importante. In particolare, per ciò che riguarda l'Italia, già da molti anni in quasi tutti i banchi di vendita, accanto ai pesci di cattura si trovano prodotti provenienti da allevamenti. Infatti la scelta di molti consumatori si indirizza su alcune specie in quantità tale da non consentire al settore della pesca di rispondere alla domanda. Ma c'è un altro motivo che comporta un maggiore sviluppo dell'attività di acquacoltura in quantità e qualità. Il pesce, si sa, è un ottimo alimento e giustamente i consumatori ne fanno una domanda crescente. Ma, e si sa anche questo, le risorse marine debbono essere salvaguardate e per questo sono state emanate leggi tese ad un minor impatto ambientale della pesca (periodi per il ripopolamento biologico, abolizione di alcune tecniche di pesca, ecc.). In poche parole, si pescherà con più responsabilità e forse meno. Ma d'altra parte si vorrà avere sempre più pesce sulla tavola per le sue qualità nutrizionali. L'acquacoltura è in grado di costituire la risposta a queste necessità e di garantire prodotti sicuri e controllati. Per stare al passo con le esigenze dei consumatori, l'acquacoltura italiana si sta evolvendo per raggiungere l'obiettivo di un'acquacoltura sempre più responsabile, capace di tutelare il cittadino non solo in quanto diretto consumatore (qualità del prodotto), ma anche come uomo (difesa dell'ambiente). Questo processo, condiviso da Amministrazioni Pubbliche, associazioni di categoria e imprenditori, favorisce lo

sviluppo dell'acquacoltura italiana verso il mare (più impianti in mare aperto), prevede maggiori informazioni al momento dell'acquisto (indicazione dell'allevamento di provenienza ed altri dati) e comporta un sistema di controllo delle tecniche di allevamento a tutela del consumatore e dell'ambiente in linea con le direttive comunitarie.

## 1.2 STATO DELL'ACQUACOLTURA IN EUROPEA

Nella graduatoria dei principali paesi produttori, l'Europa, nel suo complesso, si pone al terzo posto dopo la Cina e il Perù (Milana, 2000). Nella Comunità europea l'acquacoltura ha conosciuto uno sviluppo notevole negli ultimi dieci anni, attualmente, come descritto in tabella 1, la produzione sfiora 1,2 milioni di tonnellate, rappresentando circa il 15% del volume e il 25% del valore dei prodotti della pesca comunitaria (Piccioli, 2001).

La Comunità europea produce circa il 3% in volume dell'intera produzione mondiale dell'acquacoltura, e il 4,3% in valore. Risulta il leader mondiale della produzione di alcune specie quali trota, spigola, orata, anguilla europea, rombo, mitili. Se si considera ad esempio la sola produzione di molluschi questa rappresenta l'8% della produzione mondiale (Piccioli, 2001).

I principali paesi europei produttori sono la Francia, l'Italia, la Germania e la Danimarca, dove le specie più allevate sono trota e carpa. Il maggior produttore comunitario è la Francia, con una produzione di 265.800 tonnellate annue, seguita dalla Spagna con 232.700 e dall'Italia con 212.200 (Piccioli, 2001). In realtà al momento nel settore complessivo dell'acquacoltura comunitaria va segnalata una diminuzione delle produzioni dei molluschi (7% circa) che non ha impedito tuttavia a questo comparto di continuare a condizionare fortemente il totale delle produzioni di allevamento, incidendo ancora intorno al 60% (ISMEA, 2002). Appare invece favorevole la curva di sviluppo dell'allevamento dei pesci d'acqua salmastra, ad esempio nel 2000 sono state ottenute 110000t di pese marino contro le 97000 del 1999 (+13,5%) (ISMEA, 2002).

Per quanto riguarda l'acquacoltura marina, i principali paesi produttori sono la Spagna con 208.400t, la Francia con 208.100t, l'Italia con 158.000t e il Regno Unito con 113.400t. I molluschi rappresentano più dell'80 % in volume dell'acquacoltura

marina anche se solo il 47 % in valore. Le principali zone di allevamento sono la Galizia, in Spagna (mitili), la costa occidentale francese (ostriche) e le zone lagunari del Nord Adriatico in Italia (vongole).

La produzione ittica in mare è dominata sia in termini quantitativi che di valore dal salmone allevato in Scozia e Irlanda. Nell'ultimo decennio la produzione di spigole e orate nel Mediterraneo ha conosciuto una progressione spettacolare, soprattutto in Grecia, mentre Spagna e Francia concentrano la totalità della produzione mondiale per il rombo.

La produzione in acqua dolce è costituita quasi esclusivamente da pesci, anche se modeste quantità di gamberi d'acqua dolce sono allevate nei Paesi scandinavi.

**Tab.1- Profili produttivi dell'acquacoltura nei paesi della UE (Piccioli, 2001)**

<b>Paese europeo</b>	<b>Acquacoltura marina (t)</b>	<b>Acquacoltura d'acqua dolce (t)</b>	<b>Cenni descrittivi</b>
<b>Austria</b>	0	4.300	Produzione di carpe (terzo produttore) e trote
<b>Belgio</b>	0	1.700	Produzione di carpe, trote e alcune specie minori
<b>Danimarca</b>	7.100	34.500	Terzo produttore di trote (anche in gabbie in mare); è il solo paese in cui la produzione tende a diminuire; terzo produttore di anguille
<b>Finlandia</b>	13.300	2.800	Solo trote allevate sia in mare sia in acqua dolce
<b>Francia</b>	208.100	57.700	Primo produttore europeo di ostriche e trote, importanti produzioni anche di carpe, rombi e mitili.
<b>Germania</b>	22.400	36.700	Maggior produttore comunitario di carpe, importante produzione anche di trote. Acquacoltura marina incentrata sui mitili.
<b>Grecia</b>	52.300	2.700	Principale produttore di spigole e orate, anche mitili in mare. Modesta produzione di trote in acqua dolce.
<b>Irlanda</b>	40.000	1.800	Produzione di salmone (secondo in Europa) e mitili. Limitate produzioni di ostriche e trote.
<b>Italia</b>	158.000	54.200	Maggior produttore comunitario di vongole e anguille; importanti produzioni di trote e mitili. Primo produttore europeo di spigole, orate e storioni
<b>Paesi Bassi</b>	95.600	2.000	Produzione di molluschi in mare, particolarmente importanti i mitili. Anguille e pesci gatto in acqua dolce
<b>Portogallo</b>	7.100	1.700	Acquacoltura marina essenzialmente semi-estensiva; vongole e pesci pregiati in maggioranza.
<b>Regno Unito</b>	113.400	16.100	Primo produttore comunitario di salmone atlantico (secondo a livello mondiale). Trote in acqua dolce.
<b>Spagna</b>	208.400	25.300	Primo produttore mondiale di mitili e rombi. Altre specie importanti: trote, orate e spigole.
<b>Svezia</b>	2.500	3.000	Trote allevate sia in mare che in acqua dolce, piccola produzione di mitili in mare



### 1.3 STATO DELL'ACQUACOLTURA NAZIONALE

Il settore ittico italiano ha vissuto negli ultimi anni un periodo di profonda trasformazione per l'accentuarsi dei fenomeni di internazionalizzazione delle politiche e dell'economia. In Italia l'acquacoltura ha proseguito il suo sviluppo, in termini sia di volume prodotto che di evoluzione tecnica e commerciale: determinanti i buoni risultati registrati dalle specie eurialine, spigole e orate, dai mitili e dalle vongole. Nel 2000, i quantitativi prodotti dall'attività di allevamento hanno raggiunto, secondo i dati API e ICRAM, le 227 mila tonnellate, con una incidenza del 34 % sulla produzione ittica nazionale e del 23 % sui ricavi complessivi di settore.

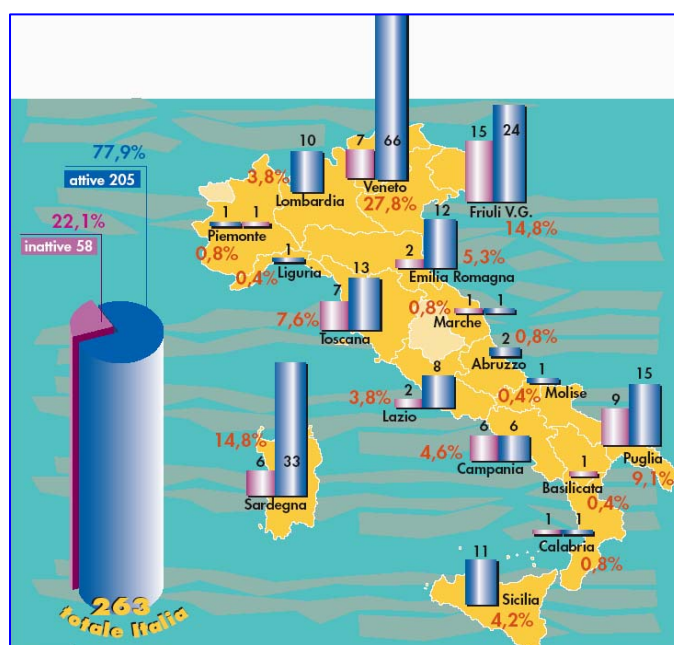
I quantitativi allevati divisi per specie sono riportati in tabella 2 (ISMEA, 2002), secondo i dati forniti, in un quinquennio il peso dell'acquacoltura è passato dal 21,5% al 31% in quantità e dall'11,8% al 16,9% in valore. Per la FAO l'Italia è il secondo paese al mondo per l'incidenza dell'allevamento sulla produzione.

*Tab.2- Produzione Italiana (t) di acquacoltura dal 1997 al 2000 (ISMEA,2002).*

<b>Specie allevata</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>
Spigola	4600	5850	7200	8100
Orata	3900	5850	5700	6000
Sarago	200	300	350	400
Cefalo	2900	3000	3000	3000
Anguilla	3100	3150	3200	2700
Trota	51000	48000	44000	44500
Pesce gatto	800	700	750	550
Carpa	700	700	700	700
Storione	500	400	450	550
Altre	1000	1000	2000	2100
<b>Totale</b>	<b>6870</b>	<b>68600</b>	<b>67350</b>	<b>68600</b>
Mitili	103000	100000	100000	106000
Vongole	40000	48000	50000	53000
<b>Totale</b>	<b>143000</b>	<b>148000</b>	<b>150000</b>	<b>159000</b>
<b>Totale generale</b>	<b>211700</b>	<b>216600</b>	<b>217350</b>	<b>227600</b>

Focalizzando l'attenzione sulle specie eurialine, il numero complessivo di imprese censite è di 263, di cui 205 attive (77,9%) e 58 inattive (22,1%) (fig.1). Delle imprese

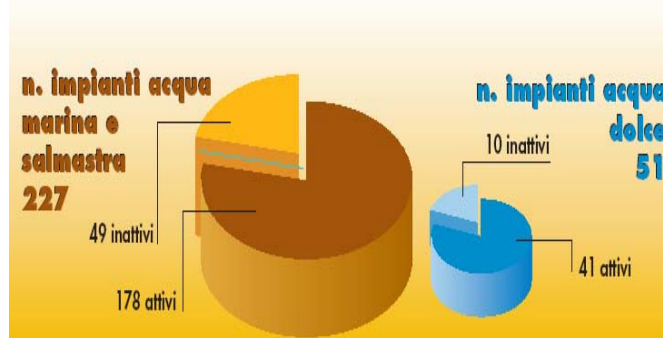
attive, 152 operano in acqua marina o salmastra e 36 in acqua dolce. Le regioni con il maggior numero di imprese risultano essere quelle in cui le attività di piscicoltura sono storicamente radicate nel territorio, quali il Veneto, che risulta la regione con la maggior presenza di imprese, il Friuli Venezia Giulia e la Sardegna. Queste tre regioni da sole rappresentano il 57,4% del totale delle imprese nazionali, il 60% di quelle attive e il 48,3% di quelle inattive. Le restanti percentuali sono coperte essenzialmente da altre 14 regioni, oltre alla Basilicata, che denuncia una sola impresa inattiva. Risulta così un totale di 17 regioni su 20 che presentano impianti di allevamento di specie eurialine.



*Fig.1- Distribuzione regionale delle imprese attive ed inattive*

Alle 263 imprese corrispondono 278 impianti, un numero maggiore delle imprese, a significare che una impresa può gestire più impianti. La regione con il maggior numero di impianti è il Veneto con 75 sedi operative, seguono la Sardegna con 43 e il Friuli Venezia Giulia con 39. Queste tre regioni con 157 impianti rappresentano il 56,5% del totale (fig. 1). La distribuzione degli impianti nelle quattro aree geografiche mostra una notevole concentrazione nel Nord con 144 sedi operative pari al 52% del totale, seguito dalle isole con 56 (20%), dal Sud con 42 (15%) e dal Centro con 36 (13,0%).

Dei 278 impianti rilevati 219 sono risultati attivi e 59 inattivi. In particolare sono stati distinti gli impianti che operano in acqua dolce da quelli che operano in acqua marina o salmastra. I risultati relativi a questa distinzione sono riportati nella (fig.2). Dei 278 impianti censiti, 227 operano con acqua marina e salmastra (82%), di cui 49 inattivi e 178 attivi.



**Fig.2 - Stato di attività degli impianti ripartiti per tipo di acqua**

#### 1.4 ACQUACOLTURA IN CAMPANIA E POTENZIALITÀ DI SVILUPPO

Nonostante la significativa crescita, in produzione e valore, che l'acquacoltura ha fatto registrare a livello comunitario e nazionale, in Campania la situazione è ancora in una fase di avvio e sperimentazione, può considerarsi in una fase di prima generazione imprenditoriale.

La naturale vocazione marinara della nostra regione e gli elevati consumi ittici pro-capite (28 Kg) non sono stati sufficienti a colmare il notevole deficit produttivo, che riguarda sia il comparto dell'acquacoltura sia quello della pesca marittima (IREPA 1995). In tabella 3 sono riportati il numero e la dislocazione degli impianti a conduzione imprenditoriale destinati all'acquacoltura (piscicoltura e mitilicoltura). (Unimar, 2001; ARPAC, 2002

**Tab.3 - Consistenza e produzione (q) degli impianti destinati alla mitilicoltura e alla piscicoltura in Campania**

Provincia	Mitilicoltura	Specie dulciacquicole	Specie eurialine
Napoli	12*	-	1
Avellino	-	-	-
Benevento	-	-	-
Caserta	-	1	-
Salerno	-	1	3
<b>Produzione totale (q)</b>	<b>19490</b>	<b>n.p.</b>	<b>2000</b>

(\* ) dei 19 impianti presenti 7 risultano inattivi

L'acquacoltura può offrire notevole sviluppo alla regione Campania integrandosi con le sue peculiari caratteristiche, quali la lunghezza delle coste, le particolari condizioni climatiche, la qualità delle acque del Tirreno, la lunga tradizione marinara, l'esistenza di un mercato di sbocco che presenta, con la continua evoluzione dei regimi alimentari, nuove potenzialità di assorbimento.

Il ritardo nel settore dell'acquacoltura ricalca in maniera amplificata la situazione dell'intero comparto produttivo, le cui cause, a parte l'ottimizzazione delle tecniche di allevamento negli impianti esistenti, sono da ricercarsi nella scarsa formazione e cultura d'impresa, nonostante l'offerta di svariate forme di finanziamento nazionali e comunitarie, a questo si aggiunge il rapporto tra ricerca ed impresa che resta relegato a singoli e sporadici episodi e, non meno rilevante, il deficit tecnologico soprattutto per quanto riguarda l'impiantistica. Il trasferimento a mare degli allevamenti, infatti, richiede l'installazione delle strutture di allevamento in siti marini idonei, ma il livello di idoneità è funzione della tecnologia disponibile. I siti riparati, poco distanti dalla costa, gestiti con continuità, sono e sono stati da sempre i più ricercati e i primi ad essere impegnati fino e laddove è stato possibile. I livelli di investimento richiesti in questi casi sono certamente inferiori, il grado tecnologico inferiore, i rischi di perdite di biomassa minori. Per contro, l'avvicinamento alla costa, in Italia ma soprattutto in Campania, oggi è divenuto uno dei limiti allo sviluppo del settore. Infatti, la normativa nazionale, particolarmente sensibile alla questione ambientale, pone grossi vincoli all'aumento dei volumi e delle densità di allevamento in funzione dell'avvicinamento alla costa, della riduzione della profondità del fondale e dell'attenuazione dei fenomeni marini di movimento delle masse d'acqua con minore effetto dispersivo di smaltimento dei reflui di allevamento. A questo si aggiunga che le zone più riparate sono sempre oggetto di forti interessi turistici.

Niente di più semplice che spostare l'attività in siti più esposti se non fosse per il fatto che in questi casi è necessaria l'adozione di una tecnologia, più complessa, di cui purtroppo ancora oggi l'Italia è scarsamente dotata. Il motivo dello scarso know-how nel settore impiantistico è riconducibile all'assenza storica del settore ingegneristico nella ricerca in acquacoltura, la componente tecnico-impiantistica non è stata incentivata in passato, negli allevamenti a terra di prima generazione, di interesse e gestione quasi esclusiva dei biologi, chiamati, nella

maggior parte dei casi, a gestire e non a progettare. Quando però l'aumento delle produzioni e dei volumi ha reso necessario il trasferimento a mare degli impianti, l'Italia si è trovata impreparata, senza una forte componente progettuale, e si è vista costretta ad importare tecnologia nord europea, senza dubbio sovradimensionata per i nostri mari, onerosa sia come capitali di anticipazione che come costi di gestione. Se si aggiunge poi il basso livello di cooperazione senza la disponibilità di grossi capitali e gli interessi, spesso forti, da parte di ambienti poco puliti che come risultato hanno visto l'impiego di finanziamenti europei per la creazione di impianti fantasma, il quadro regionale può definirsi completo.

## 1.5 STRATEGIE DI DIFESA E SVILUPPO DELL'ACQUACOLTURA NAZIONALE

Dall'analisi condotta, in Italia l'allevamento di specie ittiche eurialine, si è sviluppato a partire dagli anni ottanta, gli impianti si sono rapidamente distribuiti lungo la fascia costiera tirrenica ed adriatica utilizzando acque salmastre, di origine sotterranea o costiera, acque marine in vasche in terraferma oppure localizzando la loro attività in gabbie a mare.

Le specie allevate sono state fundamentalmente due: la spigola e l'orata.

Purtroppo l'aumento della capacità produttiva se da un lato ha trovato un mercato interno con una domanda in forte crescita, dall'altro, non essendo accompagnato da un contenimento dei costi di produzione, ha lasciato ampi spazi a prodotti di allevamento provenienti da altri paesi, rallentando la crescita del settore e rendendo le nostre aziende vulnerabili.

Per quanto riguarda il futuro non si intravedono mutamenti di tendenza, è anzi prevedibile una sempre più agguerrita presenza sul mercato nazionale di produzioni mediterranee, che potranno essere efficacemente contrastate soltanto attraverso l'adozione di sistemi innovativi di allevamento. Tra questi, primo fra tutti, l'utilizzo di strutture impiantistiche più snelle ed economiche da ridurre fortemente i capitali di investimento iniziali, e che, con un acquisito know-how tecnologico, rispondano ad un dimensionamento idoneo alle avversità meteomarine delle nostre coste, abbandonando definitivamente l'importazione di costose strutture estere progettate per operare in condizioni oceaniche.

Quanto esposto ovviamente deve accompagnarsi a sempre più attente tecniche di gestione, che oltre alla riduzione dei costi produttivi possano garantire una qualità sempre crescente dei prodotti allevati.

Un altro importante input produttivo potrà venire dalle ricerche mirate al superamento degli ostacoli che ancora oggi limitano l'introduzione di nuove specie in allevamento, fattore importantissimo che permetterebbe, diversificando le produzioni, di ampliare il mercato. Tali prove stanno dando risultati positivi, a livello produttivo, per quanto riguarda l'allevamento intensivo di specie di pregio, quali il sarago maggiore, il sarago pizzuto, il dentice, l'ombrina e il rombo.

Il CRIAcq, ha già attivato una serie di progetti mirati all'introduzione di nuove specie di allevamento, quello di seguito illustrato ne è un chiaro esempio, inoltre vedendo l'afferenza di alcuni componenti della sezione Meccanizzazione delle attività produttive del Dpt di Ingegneria Agraria e Agronomia del Territorio della facoltà di Agraria di Portici, ha riunito anche chi, forte dell'esperienza maturata in diversi anni di attività nel settore dell'acquacoltura, lavora da tempo all'acquisizione di un adeguato know-how nella progettazione di questo particolare tipo di impiantistica zootecnica.

## 2. L'ALLEVAMENTO DEL ROMBO CHIODATO, *PSETTA MAXIMA*

### 2.1 GENERALITÀ E ASPETTI BIOLOGICI

Il Rombo chiodato, *Psetta maxima*, appartenente alla famiglia degli *scoftalmidi* (Tab. 4), è un pesce dal corpo appiattito e romboidale che presenta testa ben sviluppata e muso corto, può raggiungere un diametro di 50-60 cm ed una lunghezza di 100 cm, dimensioni corrispondenti ad un peso superiore ai 10 Kg.

*Tab.4 – Inquadramento sistematico*

<b>Famiglia</b>	Scoftalmidi
<b>Classe</b>	Osteitti
<b>Phylum</b>	Cordati
<b>Ordine</b>	Pleuronectiformi
<b>Superordine</b>	Teleostei
<b>Nome scientifico</b>	<i>Psetta Maxima</i>

Il corpo è privo di squame ma cosparso di una serie di tubercoli ossei a forma di bottone che appaiono solo sul lato superiore del corpo stesso.

Queste gibbosità rassomigliano a dei chiodi posti sulla pelle facilmente riconoscibili al tatto passando la mano sul dorso del pesce, da qui deriva la sua denominazione comune: *Rombo chiodato*.

I due lati del corpo sono asimmetrici: quello ventrale, costantemente appoggiato sul fondo sabbioso in età adulta, è di colore biancastro l' altro, quello dorsale, presenta colori dal marrone al bruno-grigiastro.

Inoltre sul lato dorsale sono visibili gli occhi, assenti su quello inferiore definito cieco.

La pinna dorsale e quella anale non si prolungano al di sotto della coda, sono sviluppate per quasi l' intera lunghezza del corpo e sono munite di raggi.

All' origine della pinna dorsale è presente una leggera indentatura e i primi raggi si presentano leggermente ramificati con la punta libera dalla membrana.

La pinna ventrale si trova in posizione giugulare, quella caudale è caratterizzata dalla presenza di macchie e le pinne pettorali si trovano in corrispondenza dell'

opercolo; la pinna pettorale presente sul lato superiore è molto più sviluppata sul lato inferiore.

La linea laterale è sviluppata su entrambi i lati descrivendo una curvatura accentuata sulle pinne pettorali, la bocca è munita di piccoli denti uguali da entrambi i lati e la coda possiede un margine arrotondato.

Il rombo chiodato appartiene alla categoria dei “ pesci piatti” e vive appoggiato su un fianco del corpo che risulta fortemente compresso; la colorazione brunastra gli permette di godere di un buon mimetismo sul fondale fangoso o melmoso in prossimità del quale trascorre la propria vita tra i 25 e gli 80 m di profondità.

La sua spiccata reazione mimetica è stata a lungo analizzata attraverso numerose ricerche. Alcune di esse evidenziavano che giovani esemplari di psetta assumono in pochi giorni il colore del fondo della vasca nella quale vengono posti; dopo i primi periodi riescono ad adattare il loro manto al fondo anche in solo 2 o 3 ore.

Nelle sperimentazioni più spinte e di minore rilievo scientifico si è arrivati a far assumere al pesce una colorazione anche a macchie o a scacchi verificando inoltre che tale animale, se accecato, non è più in grado di cambiare colore.

Si tratta di una specie eurialina, in grado cioè di sopravvivere a variazioni di salinità, che può penetrare anche nelle lagune salmastre.

Predilige una salinità pari a 35 mg/l e tollera male valori al di sotto dei 15 mg/l.

È un predatore diurno e vorace, si nutre di molluschi, crostacei e pesci vari che cattura compiendo prima piccoli e lenti spostamenti che ne rendono difficilmente percettibile la presenza, ed effettuando successivamente, sollevandosi dal fondo, uno scatto fulmineo.

Infatti la sua caccia si basa più sull' attesa della preda che sulla ricerca attiva in quanto sfrutta la sua grande capacità mimetica.

Può essere pescato tutto l' anno, è principalmente presente nel mar mediterraneo ma al contempo ritrovabile nell' adriatico, nell' atlantico centrale e settentrionale.

La notevole propensione predatoria ha portato allo sviluppo di una tecnica di pesca specifica per il rombo che viene praticata in inverno innescando sul fondo o sul galleggiante piombato un latterino vivo, pesce di cui lo scoftalmide è molto ghiotto.

Vengono generalmente usate esche vive in quanto esse richiamano maggiormente il rombo attraverso le vibrazioni trasmesse nell' acqua.



Alla famiglia degli scoftalmidi appartengono anche il:

- rombo quattrocchi (*lepigorhombus boschi*)
- rombo peloso (*phrynorhombus regius*)
- rombo liscio o soaso (*scophthalmus rhombus*)
- rombo giallo (*lepidorhombus whiggjagonis*)

Il primo si differenzia dal rombo chiodato per la presenza di scaglie ctenoidi sul lato oculare, cicloidi su quello opposto e per la lunghezza raggiunta che è di circa 30 cm, come psetta presenta la pinna pettorale del lato oculare più lunga di quella del lato opposto e lato cieco biancastro.

Il secondo si differenzia per la presenza di piccole scaglie munite di spinale sul lato oculare che sono visibili, ma meno ruvide, anche sul lato cieco; raggiunge una lunghezza di 20 cm.

Il rombo soaso è caratterizzato da pelle liscia ed occhi sul lato sinistro, fornisce carni magre e di ottima qualità ma da un punto di vista commerciale è ritenuto meno pregiato del rombo chiodato rispetto al quale è di dimensioni inferiori.

Il Rombo giallo a differenza di *Psetta maxima* ha un corpo più ellittico che romboidale.

## 2.2 ALLEVAMENTO LARVALE

La riproduzione avviene da febbraio a maggio, i maschi si riproducono a partire dai 3 anni di età e le femmine dai 4-5 anni.

In *Psetta maxima* le gonadi sono doppie e l' ovario maturo è bilobato. Naturalmente, la maturazione delle gonadi ricorre tra maggio - giugno e ottobre - novembre.

Vengono rilasciate da 500.000 a 1.000.000 di uova per kg di peso delle femmine e la fecondazione è esterna.

In allevamenti in cui la densità di stabulazione è elevata è preferibile effettuare la fecondazione artificiale.

Nel rombo, l' assenza di squame agevola le operazioni di manipolazione permettendo di effettuare la marcatura con la quale è possibile controllare in maniera individuale ogni riproduttore.

Stabilito il sesso dell'individuo si effettua il marchio sull'estremità dello stesso attraverso una bruciatura a freddo con azoto liquido; tale marchio ha una durata di circa due anni che permette di non ripetere l'operazione.

Durante la fase iniziale di sviluppo dell' allevamento i riproduttori utilizzati sono i pesci catturati ed ogni anno si esegue una selezione dei soggetti ed una sostituzione dei maschi e delle femmine pari al 10% della popolazione.

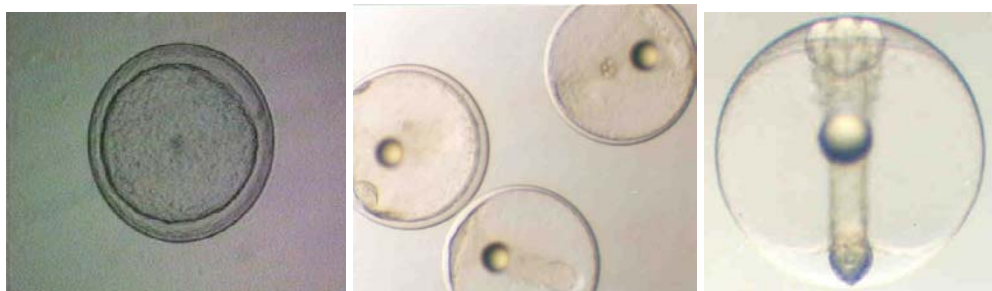
L' introduzione di nuovi riproduttori serve ad aumentare la variabilità genetica e ad evitare fenomeni di consanguineità.

L' alimentazione di questi, specie nel periodo riproduttivo, risulta costituita principalmente da pescato o da pesce congelato quale sardine, sgombro, totani, somministrati sottoforma di panetti impastati con farine di pesce e olio di fegato di merluzzo; la temperatura ottimale per il mantenimento di tali soggetti è di 14-15°C durante la fase di riproduzione.

In allevamento la riproduzione naturale è molto rara, le uova si ottengono attraverso un massaggio addominale e lo sperma viene prelevato direttamente dai testicoli attraverso una siringa priva di ago.

Viene utilizzato sperma di vari maschi per evitare problemi di infertilità che si può manifestare in alcuni di essi.

Le uova presentano un diametro di 0.9-1.2 mm e galleggiano grazie alla presenza di un globulo lipidico, il loro periodo di incubazione è di circa una settimana (fig.3).

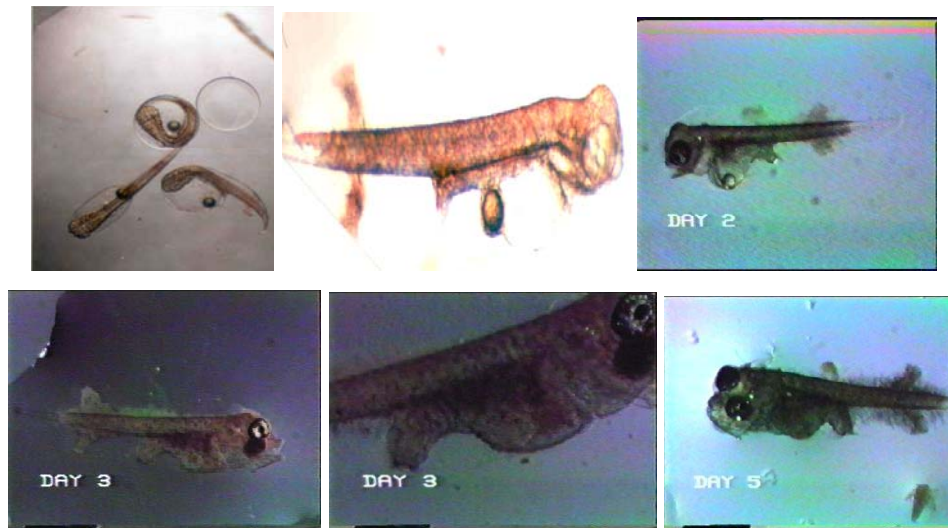


*Fig.3 - Immagini al microscopio di uova di Psetta maxima*

Dopo la schiusa le larve sono inattive e si nutrono esclusivamente delle riserve fornite dal sacco vitellino e dal globulo lipidico.

Gli occhi non sono funzionanti e non presentano pigmenti, il tubo digerente non è attivo e sia la bocca che l'ano sono chiusi; durante questa fase le larve, di circa 2.7-3

mm di lunghezza, sono planctoniche e si concentrano in una fascia a circa 10 cm dal pelo libero dell'acqua (fig. 4).



*Fig.4 – Larve in diverse fasi dopo la schiusa delle uova*

Dopo 2 - 4 giorni si verifica un assorbimento del sacco vitellino, si iniziano a sviluppare i diversi organi, si intensifica la pigmentazione della pelle e si completa quella degli occhi, inoltre le larve diventano più attive.

Successivamente la bocca e l'ano iniziano ad aprirsi, le mandibole a funzionare e le pinne pettorali si sviluppano.

L'alimentazione esogena inizia quando le larve hanno 3-4 giorni di età ed una lunghezza media di 3.5-3.9 mm, in tale periodo l'intestino si presenta come un tubo stretto differenziato in una parte anteriore, media e posteriore.

La digestione si basa sull'assorbimento intestinale di lipidi e di proteine per pinocitosi.

Il globulo lipidico scompare totalmente dopo sette giorni dalla schiusa delle uova; la vescica natatoria si può osservare a partire dal 3° giorno ed il suo completo sviluppo avviene 8 giorni dopo la fine della fase vitellinica, da questo momento le larve dipenderanno esclusivamente dall'alimentazione esogena.

Raggiunti i 14-16 giorni di età ed una lunghezza di 7 mm lo stomaco inizia ad essere funzionale ed appaiono le ghiandole gastriche; in corrispondenza di tale fase si verifica, inoltre, l'inizio della metamorfosi che porterà l'animale a diventare piatto ed asimmetrico.

Dopo 20 giorni i soggetti raggiungono una lunghezza di 10 mm, la cresta orbitale destra si inizia ad intravedere sul lato sinistro.

Al 30° giorno la lunghezza è di circa 20 mm ed il sistema digestivo ed enzimatico è perfettamente funzionante, a partire da tale periodo l'occhio destro si avvicina maggiormente alla parte superiore del capo, le larve iniziano a portarsi sul fondo, fase che evidenzia la fine della tappa pelagica della loro vita.

La metamorfosi si conclude definitivamente a 45-50 giorni quando i soggetti diventano demersali, l'occhio destro è completamente spostato sul lato sinistro e la vescica natatoria è completamente riassorbita (fig.5).



*Fig.5 - Larve di 45-50 gg*

Per quanto riguarda la gestione dell'ambiente di allevamento, inizialmente, la densità è pari a 30 – 40 larve/litro; quando le larve hanno 2 gg di vita, il ricambio orario dell'acqua deve essere di circa il 10% del volume delle vasche, successivamente a 20 gg dalla schiusa delle uova, esso deve essere aumentato fino al 30 – 40 %.

E' preferibile utilizzare vasche circolari nere o grigio scure dotate di base conica, di tipo inglese, con entrata di acqua tangenziale alla superficie e di grata di uscita collocata, normalmente al centro della vasca, per evitare la fuoriuscita delle larve.

Inizialmente l'alimentazione è a base di zooplancton costituito da *Brachionus plicatilis*, rotifero ricco di acidi grassi essenziali.

Sono stati condotti alcuni studi sulla dieta ottimale per l'allevamento di larve di età compresa fra 2 e 10 giorni, basandosi sull'analisi dell'incidenza della nutrizione, sui contenuti stomacali e sulla selezione delle prede. Venivano somministrati *Brachionus plicatilis* e nauplii di *Artemia* di dimensioni differenti, a diverse temperature. Il primo giorno di alimentazione, si ottenevano buoni risultati somministrando piccoli rotiferi (122 µm). Dopo due giorni si notava una preferenza per rotiferi di dimensioni maggiori (177 µm). Dal quarto giorno le larve erano in grado di ingerire *Artemia*, ma

la digestione avveniva solo in larve più lunghe di 4.5 mm. La temperatura aveva influenza sull'incidenza di nutrizione ma non sulla selezione delle prede, considerando come ottimale l'intervallo tra 18 e 22 °C (Cunha e Planas 1995). In tabella 5 viene proposto uno schema di alimentazione in relazione alla taglia delle larve.

*Tab.5 – Tipo e dimensione dell'alimento in relazione alla taglia delle larve:*

Taglia larve	<4mm	4 - 4,5mm	4,5 - 5,5mm	>5,5mm
<b>Dieta</b>	Piccoli rotiferi o miscela di piccoli e grandi rotiferi	Grossi rotiferi (125-200 µm)	Grossi rotiferi + <i>Artemia</i> Nauplii	<i>Artemia</i> Nauplii (250 µm)

Lo sviluppo delle larve è molto rapido e passa da una lunghezza di 2.7-3 mm all'età di 6-7 gg e con un peso approssimativo di 0.2, ad una lunghezza di 35 mm a circa 90gg e con peso di 2 g.

In questa fase, poiché i giovanili crescono in maniera differenziata, è necessario fare periodiche selezioni al fine di impedire fenomeni di stress e di cannibalismo.

Il pre-ingrasso si sviluppa mantenendo un buon ricambio di acqua nelle vasche, una densità pari a 20-40 kg/m<sup>2</sup>, ed evitando la formazione di zone prive di circolazione di acqua per impedire l'accumulo di sostanze di rifiuto che potrebbero portare ad infezioni.

I soggetti nella “nursery” vengono allevati in condizioni ambientali controllate fino agli 8-10 g di peso in quanto, in corrispondenza di tale peso, essi non hanno ancora raggiunto una dimensione sufficiente ad essere immessi nei bacini di accrescimento.

### 2.3 FASE DI INGRASSO

L'ingrasso ha inizio quando i soggetti di 8 – 10 g, divenuti ormai avannotti, vengono trasferiti in vasche alla densità dai 20 ai 40 Kg/m<sup>2</sup>. Per il Rombo chiodato, nella maggior parte degli allevamenti, localizzati principalmente in Spagna e Francia, si utilizzano vasche fuori terra di diverse dimensioni (tipicamente 100 m<sup>2</sup>) con pompaggio di acqua di mare al loro interno.

Queste, di forma quasi sempre circolare, vengono tenute coperte per evitare che il sole possa danneggiare la cute dei soggetti adulti. Vengono preferite vasche circolari nere o grigio scure dotate di base conica, comunemente dette di tipo inglese, con

entrata di acqua tangenziale alla superficie e con uscita, normalmente situata sul fondo della vasca, in posizione centrale, provvista di grata (fig.6 ).

La temperatura ottimale per la fase di ingrasso è compresa tra i 16 ed i 19°C fino a 75 g di peso, tra i 13 e i 16 °C una volta superati i 100 g (Imsland *et al.*, 1996).

La taglia commerciale di 2 Kg viene raggiunta in 29 mesi sotto buone condizioni, ma la crescita rallenta nella seconda stagione estiva per via della maturazione sessuale (Hall, 1997).



**Fig.6** – Allevamento in vasche circolari con coperture

Presso il “Centro de experimentacion en acuicultura” di Ribera, in Galizia, sono state condotte prove di allevamento del Rombo direttamente in acque marine. Sono state utilizzate strutture modulari di tipo galleggiante di forma quadrata nelle quali la massa allevata tende a stratificarsi sulle pareti oblique e sul fondo della camera di allevamento (fig.7). Ulteriori prove sono state effettuate con l’utilizzo di strutture di dimensioni minori con fondo e pareti in legno forato e con telaio conformante la camera di allevamento in scatolari di acciaio inox, anche in questo caso la base rigida costituisce il piano sul quale si stratifica la massa allevata (fig.8). Tali strutture, con spinta di galleggiamento negativa, sono state posizionate all’interno di quelle anzi descritte, per cui pur trattandosi di tipologie impiantistiche di tipo sommerso, per esse non si è provveduto ad un sistema di ancoraggio vero e proprio. Aspetti negativi, che hanno interessato soprattutto le gabbie galleggianti di maggiori dimensioni, sono da ricondurre soprattutto all’eccessiva esposizione all’irraggiamento solare a cui sono stati sottoposti i soggetti allevati che ne ha scaturito un colore della cute più chiaro e quindi, dal punto di vista commerciale, un deprezzamento.



**Fig.7** – *Struttura di allevamento del rombo di tipo galleggiante*



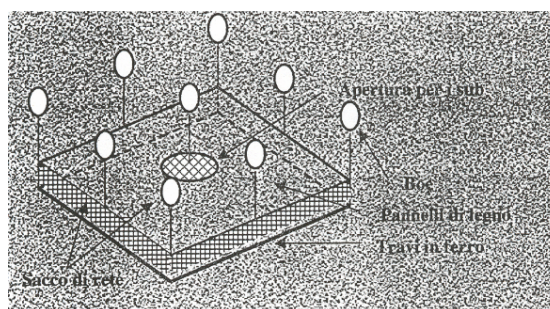
**Fig.8** – *Strutture per l'allevamento del rombo di tipo sommerso con telaio in acciaio inox e pareti in legno forato*

Interessanti esperienze in gabbia sommersa sono state condotte presso l'azienda Granja Piscicola, Costa del Sol, Marbella (Spagna), oggetto di visita da parte dello scrivente. Tale unità produttiva, specializzata nell'allevamento di Spigole e Orate in gabbie galleggianti, ha avviato una limitata produzione di *Psetta maxima*, in strutture artigianali di tipo sommerso realizzate in acciaio e compensato marino forato.

Queste gabbie hanno forma quadrata con lato di 6 m, sacco di rete con lato di altezza di 1 m e apertura centrale per le operazioni di gestione e manutenzione che prevedono l'ingresso dei sub all'interno della rete. Anche in questo caso la spinta di galleggiamento risulta negativa e non è stato previsto un sistema di ancoraggio bensì le strutture vengono adagiate direttamente sul fondale che è di tipo sabbioso e della profondità di circa 21 m. Per evitare il collasso del sacco di rete e la riduzione del volume di allevamento, ogni struttura è provvista di boe di spinta posizionate in numero di tre per lato, lungo il perimetro, più una in posizione centrale. Uno schema della struttura appena descritta è riportato in figura 9.

In questa zona, ricordiamo che l'azienda è situata nel sud della Spagna, nel Mediterraneo, la necessità dell'allevamento stabilmente in profondità nasce dalle temperature dell'acqua che si rilevano in superficie. Queste ultime, dalle informazioni

raccolte in azienda sulla biologia del rombo (tab. 6), risultano ostacolare la normale crescita della specie e in alcuni casi possono costituire addirittura fattore di mortalità.



**Fig.9** – Schema di gabbia di tipo sommerso realizzata dall'azienda Granja Piscicola (Marbella)

**Tab. 6** – Temperature ottimali e massime sostenibili dal rombo nelle diverse fasi di allevamento

Peso iniziale (g)	Peso finale (g)	Temperatura ottimale (°C)	Temperatura massima (°C)
10	250	18-20	>22
250	500	14-16	22
500	1000-3000	14-16	<22

#### 2.4 ASPETTI ECONOMICI

L' allevamento del Rombo è un' attività di recente introduzione che interessa in particolar modo il continente europeo (tab. 7). I primi passi in tale tipo di attività sono stati mossi agli inizi degli anni '80 rispettivamente in Francia ed in Scozia con la realizzazione di due impianti di dimensioni commerciali.

Oggi altri paesi europei quali la Spagna, la Germania e il Portogallo hanno sviluppato questo tipo di allevamento che risulta concentrato lontano dalle coste del Mediterraneo (fig. 10).

Gran Bretagna, Germania e Francia si pongono sul mercato comunitario come i principali produttori di avannotti e di soggetti di taglia commerciale; il novellame viene in parte esportato in altri paesi dove ha luogo la fase di ingrasso.

Nel 1993 la produzione europea di Rombo ha raggiunto le 2000 t ottenute prevalentemente in Francia, Inghilterra e Spagna (figg. 11 e 12).

Nonostante le conoscenze sulla biologia di questa specie abbiano fatto grandi progressi in questi ultimi anni, restano diversi aspetti connessi con la riproduzione non del tutto chiariti che comunque, non impediscono la produzione di grandi quantità di



novellame successivamente destinato all' allevamento; è durante tale fase larvale che si ha la maggiore percentuale di mortalità.

La Galizia, regione al nord-ovest del continente spagnolo, è quella in cui l'aumento di peso si realizza più rapidamente sia per la qualità che per la migliore temperatura dell'acqua; in questa regione infatti la maggiore taglia commerciale viene raggiunta in tempi record rispetto ad altre zone, meno di 3 anni con circa 2 kg di peso mentre in Norvegia, Francia e Regno Unito, sono necessari quasi 4 anni per ottenere lo stesso risultato.

In Italia, come si evince anche dalla tabella 7 il rombo è specie conosciuta e largamente apprezzata ma non allevata. Il motivo, come vedremo in seguito è da ricercarsi nelle condizioni di temperatura che si verificano, specie nei periodi estivi, nei siti di acquacoltura già largamente utilizzati lungo le nostre coste.

**Tab.7 – Produzioni, Importazioni, esportazioni di Rombo (t)**

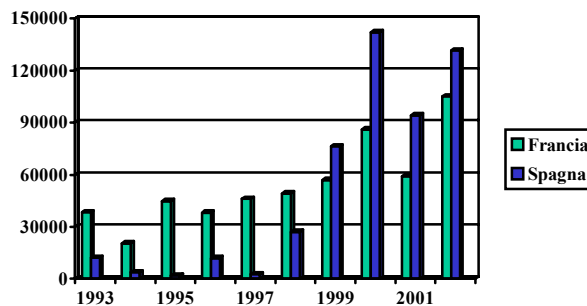
<b>VARIABILI</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>
<b>Produzione mondiale (1)</b>	<b>13.966</b>	<b>13.933</b>	<b>12.055</b>	<b>11.495</b>	-
Pesca	9.181	9.077	6.788	6.174	-
Acquacoltura	4.785	4.856	5.267	5.321	-
<b>Produzione Ue 15 (1)</b>	<b>10.924</b>	<b>11.014</b>	<b>11.094</b>	<b>10.742</b>	-
Pesca	6.139	6.185	5.836	5.453	-
Acquacoltura	4.785	4.829	5.258	5.289	-
<b>Produzione Ue 25 (1)</b>	<b>10.963</b>	<b>11.038</b>	<b>11.121</b>	<b>10.765</b>	-
Pesca	6.178	6.209	5.863	5.476	-
Acquacoltura	4.785	4.829	5.258	5.289	-
<b>Italia</b>					
<b>Produzione</b>	<b>643</b>	<b>622</b>	<b>482</b>	<b>610</b>	-
Pesca	643	622	482	610	-
Acquacoltura	-	-	-	-	-
<b>Importazioni (2)</b>	<b>793</b>	<b>786</b>	<b>789</b>	<b>829</b>	<b>900</b>
<b>Esportazioni(2)</b>	<b>5</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>13</b>
<b>Consumi domestici</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Note: (1) Fonte FAO; si riferisce alla denominazione scientifica presa in esame.

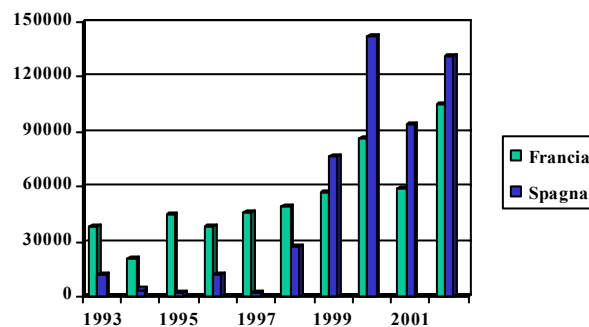
(2) Fonte ISTAT riferita al prodotto rombi freschi, congelati, conservati, secchi, salati e affumicati



**Fig.10** – Distribuzione degli allevamenti di *Psetta maxima* in Spagna e Francia. I simboli in nero rappresentano la localizzazione degli impianti.



**Fig.11** - Evoluzione della produzione di Rombo in Spagna e Francia



**Fig.12** – Evoluzione delle esportazioni di rombo da Francia e Spagna

## 2.5 PROSPETTIVE PER L'ALLEVAMENTO IN ITALIA

L'introduzione dell'allevamento del *Rombo* in Italia se da una parte è favorita da aspetti legati alla biologia della specie, alla qualità della carne e al mercato, dall'altra è frenata da limiti tecnici legati sia alle caratteristiche dell'ambiente di allevamento sia alla gestione degli allevamenti. Di seguito si analizzano vantaggi e svantaggi:

### Coefficiente di conversione dell'alimento in carne

Mentre per le specie di allevamento più comuni (spigola e orata), nelle migliori condizioni, in assenza di condizionamenti esterni e fattori di stress, il fattore di conversione dell'alimento in carne si attesta su valori pari a 2,8 – 2:1 (Verini Supplizi A., 2004), per *Psetta maxima* viene confermato un indice migliore, a pieno vantaggio dei costi di produzione.

### Qualità delle carni

*Psetta maxima* rappresenta una delle specie più apprezzate e ricercate tanto per le sue carni pregiate e delicate quanto per i valori nutrizionali, indici indiscussi di equilibrio e completezza; per il suo limitato contenuto in grassi è considerato pesce magro (100 g di prodotto apportano circa 102 Kcal), inoltre, numerosi studi dimostrano che la carne del rombo è ottima fonte di acidi grassi polinsaturi Omega-3, importanti nella prevenzione delle malattie cardiovascolari (Tab.8).

**Tab.8 - Caratteristiche nutrizionali di *Psetta maxima***

<b>VITAMINE LIPOSOLUBILI</b>	<b>µg/100 g</b>
Vitamina A	4
Vitamina D	1,7
	<b>mg/100g</b>
Vitamina E	0,6
Acido pantotenico	1,0
Pirodissina	0,3
<b>ACIDI GRASSI</b>	<b>%</b>
Tot acidi grassi saturi	23,0
Tot acidi grassi mono-insaturi	31,9
Tot. Omega-3	35,9
Tot. Omega-6	6,2
g Omega-3/100 g	0,7

Inoltre si è evidenziato che il selenio, oligoelemento essenziale per l'uomo, in quanto si trova in enzimi antiossidanti che proteggono le cellule dai radicali liberi

prodotti durante il metabolismo, è presente in una frazione proteica idrosolubile che è più solubile nei pesci pleuronettidi quali il rombo.

### Mercato

Spunta ancora degli ottimi prezzi, soprattutto se paragonato a spigola ed orata. La regione in cui è maggiormente conosciuto e consumato è la Sicilia, dove si registrano anche i prezzi più bassi. Altrove, ad esempio Milano e Pozzuoli, il prodotto spunta prezzi ben più interessanti (Federcoopescas, 2000).

### Ambiente di allevamento

Rimane l'aspetto che maggiormente ostacola il decollo dell'allevamento di *Psetta maxima* in Italia.

L'allevamento in vasche a terra è sicuramente da non prendere in considerazione in quanto, oltre a quelle che sono le già note difficoltà di reperimento di superfici in prossimità delle coste, si aggiungono i costi energetici per la refrigerazione dell'acqua prelevata con sistemi di pompaggio, che renderebbero tale specializzazione produttiva del tutto insostenibile, ovviamente su scala commerciale. Per quanto riguarda il trasferimento a mare, si aggirerebbero i problemi di superficie che si avrebbero a terra, ma rimarrebbero quelli legati alle temperature superficiali dell'acqua, per nulla idonee, almeno nel periodo estivo, alla specie in esame.

Indagini effettuate in Campania con l'ausilio di sonde multiparametriche e dati raccolti a livello nazionale, hanno dimostrato infatti che profondità inferiori a 30 m (giugno – settembre) esporrebbero i soggetti in allevamento a maggiori stress con effetti negativi sull'accrescimento, sull'instaurarsi di patologie e sulla mortalità.

Ne deriva che la soluzione impiantistica, dovendo superare in primis le difficoltà connesse con le avversità termiche, può certamente essere offerta con l'utilizzo di tipologie che prevedano la localizzazione in profondità. A tale scopo possono essere impiegate gabbie sommerse a quota fissa oppure gabbie della stessa tipologia ma ad assetto variabile, con la possibilità cioè di stabilizzare la superficie di allevamento a profondità differenti in modo da seguire la variazione dei profili termici nel corso dell'anno.

Le prime, che riprendono il modello di struttura già illustrato in precedenza, sono caratterizzate da estrema semplicità costruttiva e da minori costi di realizzazione oltre che dall'utilizzo di sistemi di ancoraggio più snelli, per contro possono comportare disagi nelle operazioni di manutenzione a carattere ordinario e straordinario; inoltre più difficile e costose risultano le operazioni di gestione dell'allevamento e l'applicazione degli automatismi ad esse connessi.

La localizzazione a quote differenti, invece, comporta senza dubbio maggiore complessità costruttiva, sistemi di ancoraggio compresi, con la possibilità, però, di tenere i soggetti allevati al limite delle zone in cui i cardinali termici risultino idonei.

# MATERIALI E METODI

## 3. STRUTTURE IMPIANTISTICHE E APPARECCHIATURE UTILIZZATE

### 3.1 LA VASCA DI ALLEVAMENTO A TERRA

Per lo svolgimento delle prove di allevamento, specie della prima, si è reso necessario l'impiego di una struttura impiantistica a terra che permettesse di immettere gli avannotti, spediti via aerea dalla Francia con metodo a secco in atmosfera satura di ossigeno, in acqua a 8 – 9 °C, per poi, nei giorni successivi, attuare un graduale innalzamento e acclimatare i soggetti alla temperatura più prossima a quella dell'ambiente marino dopo il successivo trasferimento in gabbia. Inoltre, tale fase di allevamento assumeva una fondamentale importanza in relazione all'approccio conoscitivo dei principali aspetti comportamentali della specie al fine di ottimizzare la progettazione del prototipo di gabbia da installare a mare.

Allo scopo è stata utilizzata una vasca già presente presso i laboratori della sezione di Meccanizzazione delle Attività produttive del Dipartimento di Ingegneria Agraria e Agronomia del Territorio. Questa, di forma circolare, con fondo interrato, capacità pari a circa 30 m<sup>3</sup>, diametro di 3,80 m e fondo di 10,5 m<sup>2</sup>, è stata appositamente manutenzionata e corredata di un sistema di filtrazione meccanica, di ossigenazione, di refrigerazione dell'acqua e di condizionamento del fotoperiodo.

Sono stati installati tre punti luce a parete con apparecchi con lampade fluorescenti e due a soffitto con lampade a basso consumo compreso un temporizzatore per la luce sulla vasca.

Quest'ultimo è stato regolato in modo da ottenere un fotoperiodo di 12 ore di luce e 12 di buio in quanto numerosi studi hanno dimostrato che in tali condizioni l'accrescimento e l'utilizzazione di cibo da parte dei soggetti risulta maggiore rispetto ai risultati ottenuti con altri fotoperiodi (Stefanson et al., 2002).

### 3.2 L'IMPIANTO PILOTA DI PIANO DI SORRENTO

La ricerca, almeno da un punto di vista logistico, si è avvantaggiata dell'impianto di acquacoltura di Piano di Sorrento di cui il CRIAcq è possessore.

Tecnicamente definibile come impianto pilota per sperimentazione in maricoltura off – shore, è stato realizzato grazie ai finanziamenti regionali della campagna POR 2000 – 2006, misura 4.23.

Senza dubbio rappresenta il fiore all’occhiello del Centro, sorto ad elevarne potenzialità e prestigio, si compone di una serie di prototipi di allevamento di differente tipologia accomunati da semplicità, funzionalità e buon livello di innovazione.

Inoltre, sotto l’aspetto paesaggistico, l’impiego di strutture idonee alla localizzazione in profondità, specie in una zona turistica così esclusiva come la penisola sorrentina, fanno dell’impianto un esempio notevole di riduzione dell’impatto visivo.

Notizie più dettagliate riguardo alle caratteristiche tecnologiche e funzionali dell’impianto sono oggetto dei seguenti paragrafi.

### 3.2.1 Localizzazione e installazione

L’impianto in oggetto è stato allestito in uno specchio d’acqua già in concessione gratuita al CRIAcq da parte della Capitaneria di Porto di Castellammare di Stabia per fini sperimentali. Esso è localizzato subito al largo del porticciolo di marina di Cassano a Piano di Sorrento (NA). Orograficamente l’area di concessione rientra in una fascia costiera che va da Pozzano, poco dopo Castellammare di Stabia, fino a Vietri sul Mare .

La costa si presenta prevalentemente alta e rocciosa con fondali che degradano rapidamente. La batimetrica di -50m infatti lambisce quasi le Punte e si discosta dalla riva di circa 1000 m nei tratti rientranti. Per quanto riguarda le condizioni meteomarine, il primo tratto fino al Capo di Sorrento, che è parzialmente riparato, si presenta generalmente tranquillo; il tratto successivo fino a Punta Campanella risulta esposto alle mareggiate di maestro e ponente, mentre la costa da Punta Campanella a Vietri sul Mare è soggetta alle mareggiate provenienti dai quadranti meridionali. I bracci di mare più esposti all’azione delle correnti presentano una migliore qualità della acque e prospettano una maggiore possibilità di dispersione dei reflui di allevamento per cui risulta veramente minimizzato il rischio ambientale. pertanto è possibile individuare una serie di siti validi per la installazione di allevamenti off-shore

lungo tutte e due le costiere. Qualche problema sussiste in alcuni tratti per quanto riguarda gli accessi e la viabilità.

Per le caratteristiche menzionate il sito marino è risultato idoneo soprattutto per le profondità dei fondali che diventano adeguate all'installazione di strutture di allevamento già a poche centinaia di metri dalla costa.

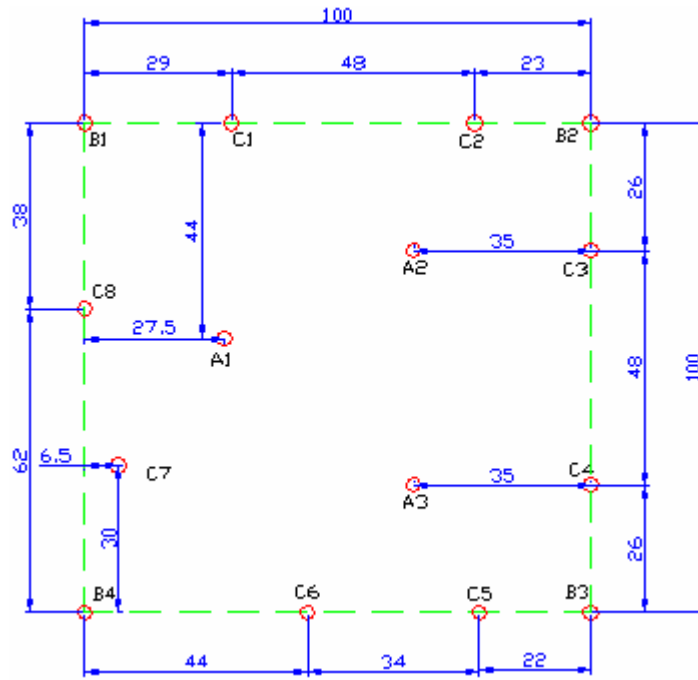
In figura 13 è riportata l'area marina sede dell'impianto sperimentale, localizzato a circa 500 m dalla costa. Nella stessa figura sono indicate le semirette di rilevamento di Capo Figari e Capo Ferrato in Sardegna e punta Sant'Angelo ad Ischia, che consentono la valutazione del fetch, ossia della estensione del braccio di mare antistante la concessione. Il settore compreso tra punta Sant' Angelo e P.ta Gradella risulta piuttosto riparato in quanto interno al golfo di Napoli. Tale settore va sotto il nome di traversia secondaria. Il settore compreso tra Capo Figari e Capo Ferrato risulta invece quello dove si sviluppa il massimo fetch e pertanto è indicato come traversia primaria, quella distante le maggiori preoccupazioni per l'entità delle possibili mareggiate causate dalle avverse condizioni meteomarine.



*Fig. 13 – Localizzazione dell'impianto sperimentale*

In figura 14 è riportata con linea verde tratteggiata l'area di concessione mentre in rosso i punti di localizzazione dei blocchi di ancoraggio delle diverse strutture. I massi di vertice classificati con lettera B sono quelli destinati alle boe di segnalazione della concessione (figg.16 e 17), quelli invece con lettera A e C (fig.15) corrispondono agli ancoraggi delle diverse tipologie di gabbie di seguito descritte.





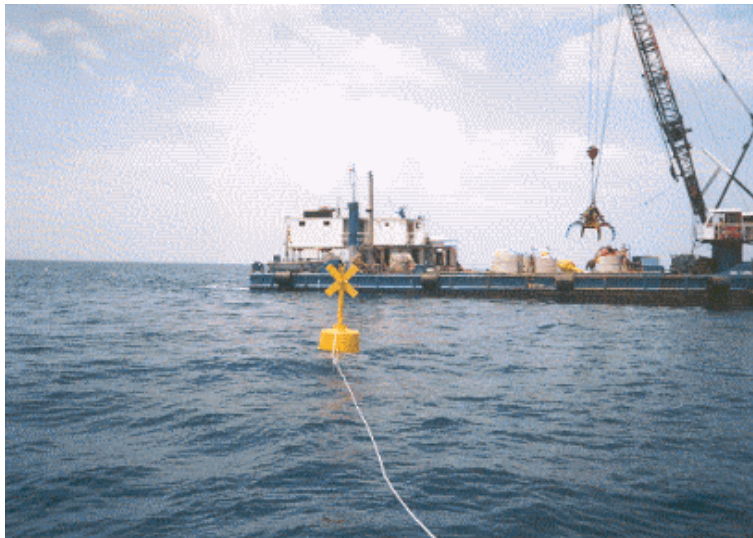
*Fig.14 – Schema disposizione corpi morti*



*Fig. 15 – Messa a mare dei corpi morti mediante l'impiego di un motopontone*



*Fig.16 – Messa a mare della boa luminosa con posizionamento nel punto identificato con sigla B1 nello schema di fig.14.*

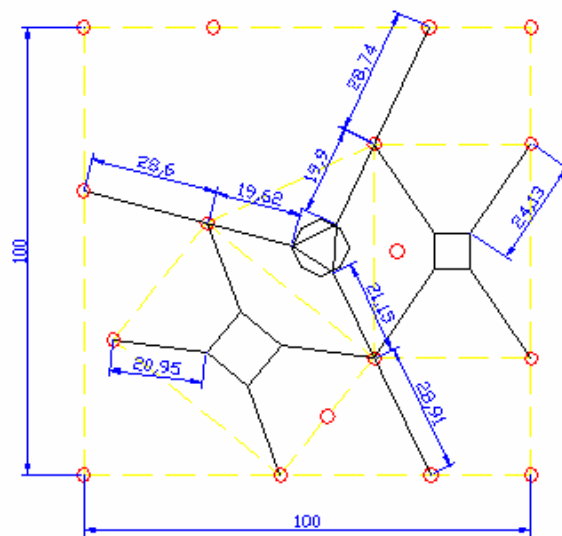


*Fig.17 – Messa a mare di una delle tre boe radarabili e posizionamento in uno dei tre punti identificati con sigla B2, B3, B4, nello schema di fig.14.*

### 3.2.2. Caratteristiche funzionali dell'impianto

L'impianto sperimentale sopra descritto propone nuove tipologie di gabbie di allevamento sperimentale finalizzato allo sviluppo di tecniche specificamente ideate per le zone esposte caratteristiche, specie, della costa tirrenica. In particolare ci si propone la messa a punto di tecniche di gestione che consentano l'allevamento di specie ittiche sia in profondità che su fondale. Le strutture installate consistono in particolare in una gabbia sommergibile, in due gabbie sommerse a profondità fissa e in una boa di servizio e alimentazione. Un tale tipo di impianto ha come idea di base quella di utilizzare non solo, come avviene nella maggioranza degli impianti di

maricoltura, lo strato d'acqua superficiale, ma anche gli strati più profondi, più frequentemente interessati in natura dalla presenza di specie quali, ad esempio, l'orata o il rombo. C'è da notare, tra l'altro, che lo strato superficiale compreso nei primi 10 m di profondità risulta quello maggiormente interessato dai fenomeni ondosi e meteorologici, dalle correnti e dagli scarichi inquinanti e che subisce pertanto notevoli variazioni di temperatura, salinità, concentrazione di sostanze organiche nonché di qualità delle acque. Quest'ultima considerazione sottolinea ulteriormente l'importanza dello sviluppo di tecniche di allevamento in profondità. Lo schema di figura 18 rende un'immagine del posizionamento delle strutture all'interno dello specchio d'acqua in concessione e delle principali linee di ancoraggio delle gabbie.



**Fig.18** – Disposizione delle strutture di allevamento all'interno dello specchio d'acqua

### 3.2.3 Gabbia sommergibile da 1000 m<sup>3</sup>

Il progetto di questo prototipo prevede nel telaio portante l'inserimento di una struttura in acciaio in grado di assicurare l'assorbimento delle sollecitazioni impresse dall'ambiente e di garantire la resistenza del sistema.

La struttura realizzata, schematizzata in figura 19 e fotografata in figura 21, è di tipo misto in quanto realizzata con elementi tubolari di acciaio e tubi di polietilene ad alta densità (HDPE). Precisamente si compone di una struttura triangolare in scolarini di acciaio 200x200x4 progettata per sopportare tutte le sollecitazioni dinamiche trasmesse al sistema dall'ambiente e dal sistema di ancoraggio; funge da collegamento e da supporto per i tubi di polietilene e assolve inoltre, la funzione di cassa di zavorra

variabile. Detto triangolo è composto da tre travi scatolari incernierate alle estremità a tre blocchi di collegamento che determinano la connessione tra la struttura di acciaio e gli anelli circolari di polietilene. Tutti gli elementi strutturali in acciaio, sono zincati a caldo per immersione.

Gli elementi in polietilene formano una corona circolare composta da tre anelli concentrici, l'esterno ha diametro medio di 12,24 m, il centrale di 11,80 m e l'interno di 11,36 m. Detti anelli di polietilene sono realizzati con tubi HDPE PN10 da 200mm di diametro e spessore di 12mm pressurizzati e presentano un volume complessivo di  $3480 \text{ dm}^3$ , determinando in immersione una spinta di galleggiamento netta, ovvero decurtata del peso proprio, pari a 2700 daN.

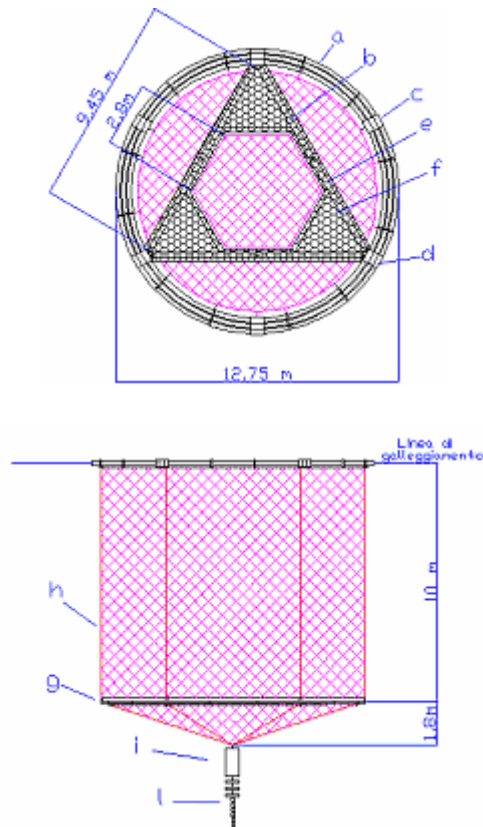
Questa corona circolare sostiene superiormente il sacco di rete ed è collegata in basso tramite 6 funi ad un anello di acciaio di 10,60m di diametro. Il sacco di rete con superficie laterale cilindrica resta sospeso fra questi due elementi ai quali è collegato mediante una serie di tiranti.

L'anello metallico inferiore, realizzato in tubo di acciaio di 127 mm di diametro per 3 mm di spessore, zincato a caldo, presenta una massa di 333 kg e, vuoto, presenta in immersione un assetto leggermente positivo con spinta netta di 87 daN. Detto anello è collegato mediante 6 catene ad un serbatoio ausiliare di spinta di  $500 \text{ dm}^3$  di capacità che inferiormente sostiene gli elementi di zavorra con massa complessiva di 1200 Kg.

La camera di allevamento è costituita da un sacco di rete della capacità di  $1000 \text{ m}^3$ , di nylon con maglia romboidale di 25 mm di lato.

Ai tre angoli del telaio metallico sono situate tre piattaforme di lavoro collegate fra loro da passerelle montate sugli scatolari di acciaio. Gli elementi di supporto di queste piattaforme unitamente alle travi principali definiscono un esagono centrale di circa 3 m di lato. Detto esagono può avere la funzione di supportare il sacco di rete interno della capacità di  $300 \text{ m}^3$ .

In figura 20 è mostrato un particolare dello anello superiore, si possono osservare due dei tre scatolari con il relativo tubo di polietilene sottostante.



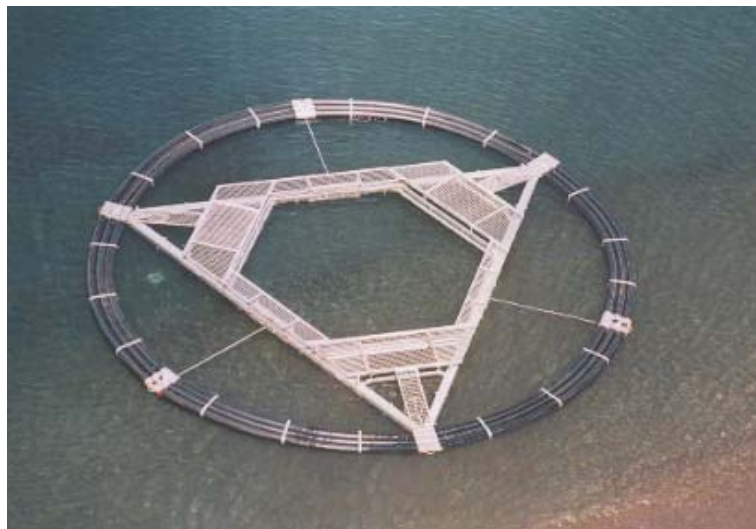
**Fig.19** - Pianta e profilo del prototipo di gabbiasommersibile con camera d'allevamento

a) tubolari in polietilene; b)travi scatolari in acciaio 200x200; c-d) giunti di collegamento; e-f) passerella di lavoro; g) anello inferiore in acciaio; h) sacco di rete in nylon; i) serbatoio di spinta; j) zavorra.



**Fig.20** - Dettagli costruttivi della struttura superiore della piattaforma sommersibile.

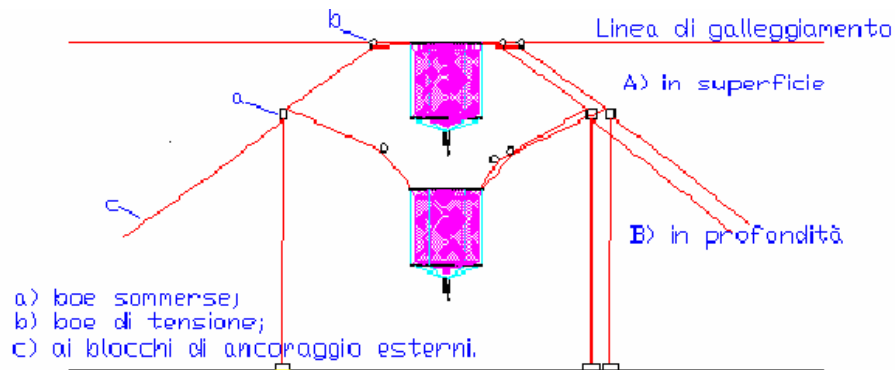
L'anello centrale di polietilene così come tutti gli elementi in acciaio, sono dotati di un sistema di allagamento onde consentire l'immersione e l'emersione della struttura per variazione di spinta idrostatica. Vale la pena osservare che la possibilità di allagare non soltanto le strutture costituenti l'anello superiore, ma anche l'anello inferiore ed il serbatoio di spinta ad esso sottostante, consente di realizzare per l'intera struttura una duplice condizione di galleggiamento: una prima, realizzata attraverso lo svuotamento di tutti i volumi allagabili della struttura, la seconda ottenuta attraverso lo svuotamento dei soli volumi allagabili dell'anello superiore. E' chiaro che nel primo caso, in cui l'azione della zavorra risulta parzialmente equilibrata dalla spinta fornita dall'anello inferiore e dal serbatoio, la struttura sarà caratterizzata da una notevole riserva di spinta, condizione questa che risulta vantaggiosa in condizioni di lavoro, allorché è richiesta la massima capacità portante della piattaforma di lavoro. Nel secondo caso, con l'anello inferiore ed il serbatoio pieni, la struttura risente per intero dell'azione della zavorra centrale. L'assetto in tal caso è caratterizzato, rispetto alla situazione precedente, da un aumento di  $870 \text{ dm}^3$  del volume della struttura immersa e da un sostanziale aumento della stabilità del sistema in virtù dell'azione stabilizzante del sistema di forze pesi-spinte.



**Fig.21** – *Struttura superiore della gabbia sommersibile prima del trasporto nell'area di concessione*

Il sistema di ancoraggio è stato realizzato con tre linee di ancoraggio a  $120^\circ$ . Ciascuna linea è composta da due blocchi di ancoraggio di 5t ciascuno, da una boa sommersa di  $1800 \text{ dm}^3$  e da una boa di tensione. In figura 22 è rappresentato il sistema di ancoraggio unitamente al posizionamento della gabbia nelle due condizioni di

galleggiamento ed immersione. Nel suddetto schema, con la lettera “a” sono indicate le boe sommerse collegate ai blocchi d’ancoraggio, mentre con la lettera “b” sono indicate le boe di tensione aventi funzione di pretensionamento dei cavi di sostegno della gabbia, nonché di ammortizzamento delle oscillazioni ad essa impresse dal moto ondoso.



*Fig.22 - Schema del sistema di ancoraggio della gabbia sommergibile*

In tabella 9 sono riportate le varie fasi di affondamento della gabbia, con le relative variazioni dei valori di spinta idrostatica e di dislocamento totale della struttura. Inizialmente, partendo da una condizione di massimo galleggiamento, precedentemente raggiunta attraverso lo svuotamento di tutti i volumi della gabbia, all’apertura della prima valvola di sfiato, l’aria comincia a fuoriuscire determinando il riempimento d’acqua del serbatoio di spinta e poi, successivamente, dell’anello inferiore. In questa fase la gabbia presenta una ridotta galleggiabilità. Al riempimento dei tubi di collegamento tra gli anelli superiore ed inferiore, e successivamente dei volumi portanti della struttura superiore, inizia la fase di affondamento della gabbia. Tale fase termina allorché il peso della struttura in acqua è equilibrato dalla trazione esercitata dalle funi di ancoraggio.

Stesse considerazioni possono essere fatte stavolta con riferimento all’operazione di emersione (tab.10). Nel momento in cui comincia lo svuotamento della struttura triangolare, il dislocamento diventa inferiore alla spinta idrostatica, per cui ha inizio la fase di risalita. Il successivo completo svuotamento dei volumi allagabili conferisce poi una riserva di spinta tale da permettere lo svolgimento di tutte le operazioni connesse con la gestione dell’impianto

*Tab. 9 – Fasi di affondamento e variazione delle spinte idrostatiche della gabbia sommergibile*

Operazioni	Fasi di emersione	Durata fasi (min)	Quota pedane (m)	P (bar)	Espulsione acqua (dm <sup>3</sup> )	Immissione aria (dm <sup>3</sup> ad 1 bar)	Dislocamento (daN)	Spinta Idrostatica (daN)
Immissione aria	Svuotamento parziale struttura triangolare	4	-14	2.40	760	1680	7534	7232
				2.40			6770	
Arresto immissione aria	Risalita ed emersione	1	-14	2.40	980	0	6770	7232
			0.30	1.00			5785	
Immissione aria	Svuotamento anello superiore	6	0.30	1.00	510	510	5785	5833
			0.35				5273	
Immissione aria	Pressurizzazione	8	0.35	1.00	20	2625	5273	5245
				2.20			5252	
Immissione aria	Svuotamento anello inferiore	3	0.35	2.20	370	925	5252	5215
			0.37				4881	
Immissione aria	Svuotamento serbatoio	5	0.37	2.70	500	2573	4881	4845
			0.40				4378	

*Tab.10 – Fasi di emersione e variazione delle spinte idrostatiche della gabbia sommergibile*

Operazioni	Fasi di Immersione	Durata fasi (min)	Quota pedane (m)	P (bar)	Carico acqua (dm <sup>3</sup> )	Espulsione aria (dm <sup>3</sup> ad 1 bar)	Dislocamento (daN)	Spinta idrostatica (daN)
Apertura valvola di sfiato da 1 mm	Riempimento serbatoio ed anello inferiore	5	0.40	2.70	870	3482	4379	4379
			0.35	2.20			5253	5253
	Risalita acqua con riduzione pressione	8	0.35	2.20	20	2700	5253	5253
				1.02			5274	
Apertura valvola di sfiato da 5 mm	Ingresso acqua negli scatolari e nei tubi HDPE	12	0.35	1.02	1792	1792	5274	7232
			0.30	1.00			7075	
	Discesa	1	0.30	2.40	457	457	7075	7232
				-14			7534	
Chiusura valvole sfiato	Posizionamento in profondità	-	-14	2.40	0	0	7534	7232

### 3.2.4 Gabbia sommersa da 380 m<sup>3</sup>

E' stata realizzata una gabbia localizzata stabilmente in profondità ad una quota variabile tra i 20 e i 30 metri di profondità in modo da garantire un buon margine di sicurezza relativamente all'impatto delle onde sulle strutture e allo stress che il moto ondoso causa nei pesci (fig.25).

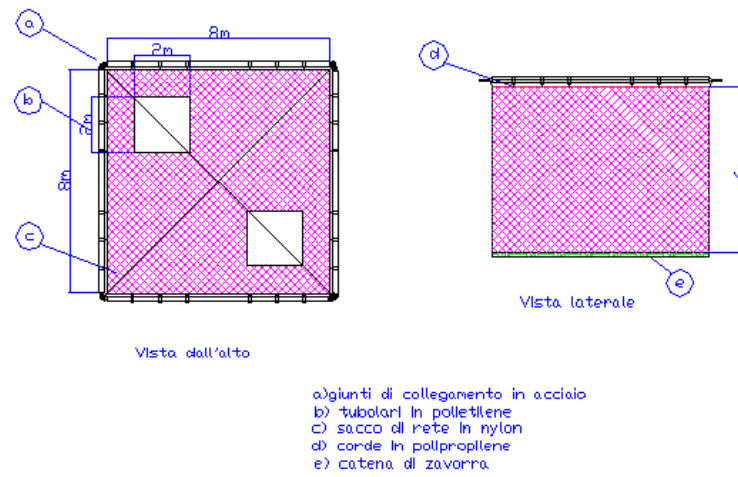


Il sistema di ancoraggio prevede in ogni caso la possibilità di affioramento della gabbia per le operazioni di manutenzione.

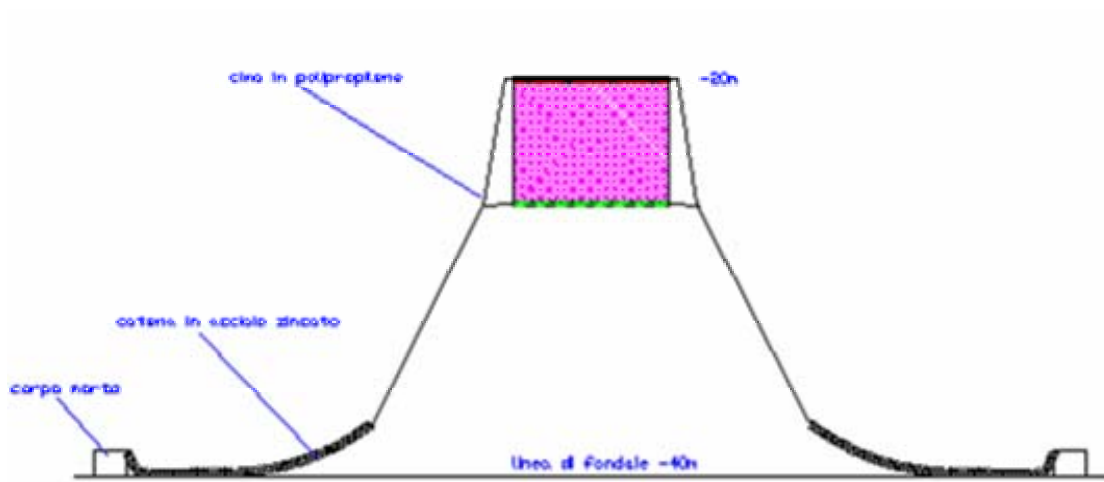
La forma è quella di parallelepipedo rettangolo. Infatti in tal caso, venendo a mancare l'azione del moto ondoso e quindi la necessità di adottare geometrie che consentano di ridurre la resistenza idrodinamica della struttura, il criterio guida nella scelta della geometria risulta quello della maggiore semplicità costruttiva.

La gabbia risulta composta da un quadrato superiore in tubolari di polietilene di lunghezza pari a 8 m e di 200 mm di diametro. Il volume complessivo è di 380 m<sup>3</sup>, per un'altezza del sacco di rete di 6 m. I tubi di polietilene presentano chiusure terminali a tenuta pneumatica con giunti di collegamento in acciaio inox predisposti per tutti gli attacchi previsti (Fig.23).

Per quanto riguarda la struttura portante della gabbia, come soluzione innovativa è stato previsto l'inserimento di tubi di polietilene HDPE di 110 mm di diametro, chiusi con cappellotti saldati, internamente ai tubi da 200 mm per assicurare alla struttura una spinta idrostatica minima garantita, mentre l'intercapedine fra i tubi da 200 e i tubi da 110 assume la funzione di camera di zavorra variabile, potendo essere allagata per l'affondamento e svuotata per l'assetto in galleggiamento. L'ancoraggio è stato realizzato mediante funi oblique di collegamento a 4 blocchi di calcestruzzo armato posti ai vertici di un rettangolo di 36 x 48m su un fondale di circa 40m. In effetti, come visibile nel disegno di figura 24, dai massi posizionati sul fondale partono 4 catenarie a cui sono collegate le funi di tiraggio che vanno ai vertici dei tubolari di polietilene. Il peso delle catene permette non solo di contrastare la limitata spinta idrostatica della struttura ma anche di limitarne gli spostamenti laterali dovuti alle correnti.



**Fig.23 – Pianta e profilo della gabbia sommersa da 380m<sup>3</sup>**



**Fig.24 - Schema del sistema di ancoraggio della gabbia sommersa da 380m<sup>3</sup>**



**Fig.25 – Gabbia sommersa da 380 m<sup>3</sup> in fase di attesa prima del trasporto in concessione**

### 3.2.5. Gabbia di fondale da 850 m<sup>3</sup>

La gabbia realizzata (fig.28) prevede localizzazione stabilmente in profondità ad una quota elevata che sottrae l'ambiente di allevamento ai fenomeni superficiali consentendo sperimentazioni in condizioni che normalmente si ritrovano su fondali a profondità superiori ai 30 m.

La forma prevista è quella di parallelepipedo rettangolo in quanto, come già detto per il precedente prototipo, il sistema sottratto all'impatto diretto delle onde consente questa scelta che risulta costruttivamente più semplice (fig.26).

Il criterio costruttivo è stato quello di realizzare una struttura facilmente trasportabile montabile direttamente in mare e con telaio snodato che viene mantenuto in posizione dalle forze in gioco, spinta idrostatica e tiro dei rami di ancoraggio.

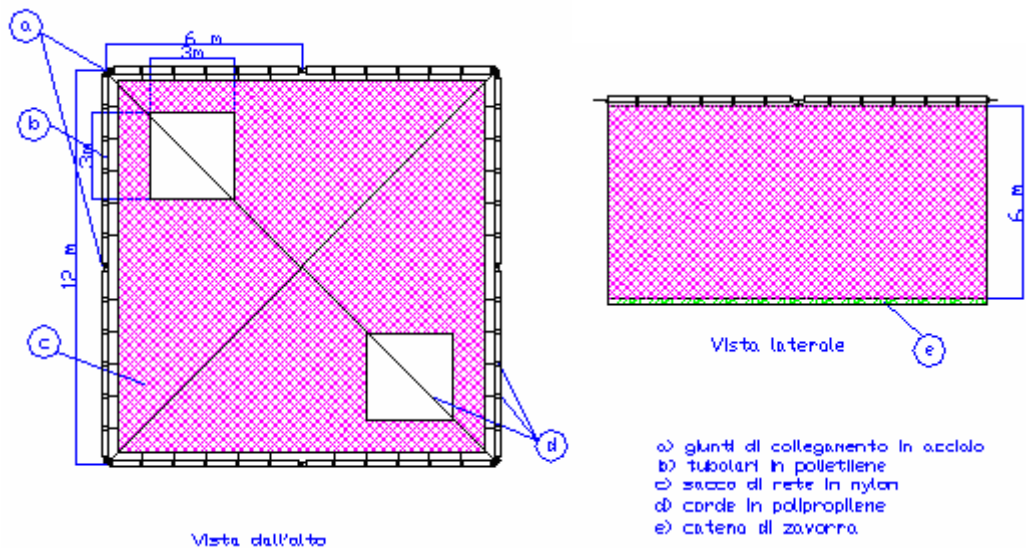
Al telaio portante è stato abbinato un sacco di rete di maglia grossa che costituisce in effetti un ambiente a profondità notevole dove potranno essere sviluppate sperimentazioni introducendo all'occorrenza camere di volume ridotto e con reti di maglia adeguata.

Il progetto prevedere comunque la possibilità di emersione della struttura per l'effettuazione di interventi di manutenzione. I tubi di polietilene presenteranno chiusure terminali a tenuta pneumatica con giunti di collegamento in acciaio inox predisposti per tutti gli attacchi previsti.

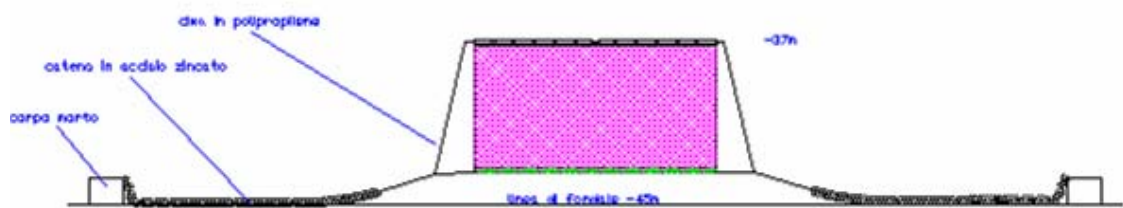
La gabbia è composta da un quadrato superiore di 12m di lato al quale si collega un sacco di rete dell'altezza di 6m e del volume complessivo di 850 m<sup>3</sup>.

La struttura superiore risulta composta da 8 tubolari di polietilene da 200 mm di diametro, ognuno della lunghezza di 6m. Anche per questa struttura è stata adottata la soluzione innovativa dei tubi in HDPE da 110mm di diametro pressurizzati e inseriti all'interno di quelli da 200.

L'ancoraggio è realizzato mediante 4 blocchi in calcestruzzo armato localizzati ai vertici di un rettangolo di 36X48m su un fondale di circa 45m. Da questi, come già si è detto per la struttura precedente, partono le catenarie che continuano nelle cime di polipropilene agganciate ai vertici del quadrato di polietilene (fig.27).



**Fig.26** – Pianta e profilo della gabbia di fondale da  $850\text{m}^3$



**Fig.27** – Schema del sistema di ancoraggio della gabbia di fondale da  $850\text{m}^3$



**Fig.28** – Trasporto della gabbia di fondale da  $850\text{m}^3$  per il successivo ancoraggio

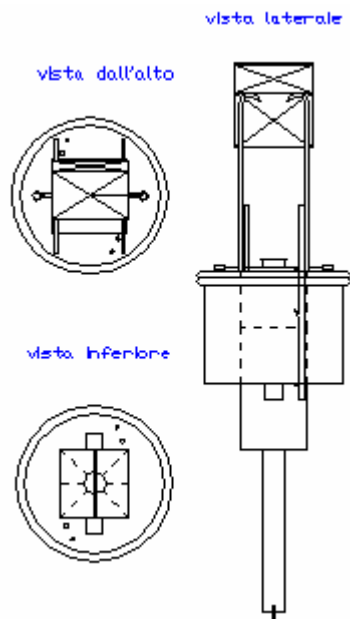
### 3.2.6 La boa di servizio e alimentazione

A completare l'impianto è stata installata una boa che prima di ogni altra funzione costituisce un supporto per il montaggio di un sistema fotovoltaico fornitore di energia elettrica e di uno o più sistemi di distribuzione automatica di alimento, nonché può fungere, con i vani ricavati al suo interno, da serbatoio di mangime e deposito materiali. In fig. 29 è riportato lo schema in pianta e profilo della boa, mentre in fig.31 un'immagine della stessa nel del sito di installazione ed in particolare durante un'operazione di carico del silos di mangime e verifica delle apparecchiature.

La struttura è realizzata interamente in lamiera saldata di acciaio inox spessore 30/10 (esterno) e 25/10 (paratie interne) a caldo. Il diametro della struttura cilindrica principale è pari a 125 cm con un'altezza di 100. A questa, nella parte inferiore a forma parallelepipedica, si collega, tramite perni filettati, un piede di acciaio zincato costituito da un tubo del diametro di 200 mm e spessore di 6. Quest'ultimo, nella parte bassa, termina con una piastra in acciaio zincato con spessore di 15 mm in cui sono realizzati tre fori, due laterali per l'ancoraggio della boa e il terzo per il collegamento della catena di zavorra. Superiormente la struttura si completa con un castelletto alto circa 160 cm realizzato in tubo da 30 mm con funzione primaria di porta pannelli solari. L'accesso al corpo centrale della boa è reso possibile da un boccaporto quadrato con lato di 60 cm a tenuta stagna con oblò cieco stagno. Con tale apertura non solo è possibile l'ingresso nella boa e l'ispezione della parte più bassa ma è anche l'utilizzo dei vani ricavati nel cilindro principale per il deposito di materiali quali attrezzi, bombole di ossigeno ecc. Di lato al boccaporto sono realizzati due fori filettati con tappo a vite da utilizzarsi quali punti di immissione e ispezione del livello di mangime contenuto nei vani appositamente ricavati.

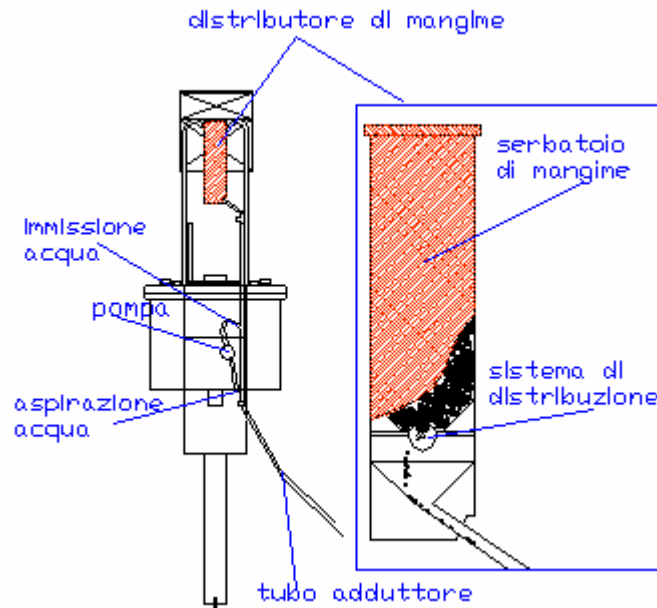
Sulla boa sono montati i seguenti componenti:

- coppia di cellule fotovoltaiche complete di regolatore di carica e accumulatore.
- distributore automatico di mangime composto da silos, sistema dosatore elettrico, apparato idraulico di trasporto e centralina di programmazione e controllo (Fig.30).
- gruppo elettrogeno di riserva alimentato a GPL ad accensione automatica.
- sistema di comando degli attuatori di immersione ed emersione della piattaforma sommersibile



**Fig.29** – Pianta e profilo della boa di servizio e alimentazione

Per quanto riguarda l'alimentazione si è collaudato un sistema di distribuzione basato sull'utilizzo di un tubo in gomma rinforzato che, partendo dal pelo libero dell'acqua giunge all'interno della gabbia di allevamento. La velocità del mangime all'interno del tubo è favorita da una pompa che crea un flusso idrico discendente grazie al quale i granuli acquistano la velocità stimata di 0.7 – 1 m/s. In questo modo l'alimento in fase di trasporto non perde compattezza né proprietà nutritive e giunge a disposizione del pesce nelle stesse condizioni e negli stessi tempi che si registrano con distribuzione manuale negli allevamenti di superficie. Tale sistema è stato sperimentato utilizzando un breve tratto di tubo recante la pompa di circolazione che veniva di volta in volta accoppiato a quello più lungo lasciato permanentemente in acqua. Il sistema veniva fatto funzionare a carico delle batterie presenti sull'imbarcazione di servizio dell'impianto. Verificata l'efficienza del sistema si è provveduto al suo allestimento sulla boa di servizio. È stato montato un serbatoio di limitata capacità, circa 10 kg di mangime, un sistema dosatore azionato da un motorino elettrico che determina l'afflusso del mangime in un tubo adduttore del diametro di 25 mm e della lunghezza di circa 50 m, che con l'ausilio di un flusso di acqua prodotto da una pompa, trasporta il mangime alla gabbia fino alla profondità necessaria (Fig.30).



**Fig.30** – Schema della boa di servizio e particolare del distributore automatico di mangime



**Fig. 31** – Boa di servizio nel sito di installazione

### 3.3 LA SONDA MULTIPARAMETRICA PER I RILIEVI DI CORRENTE E TEMPERATURA

I rilievi termici e correntometrici hanno accompagnato l'intera durata del progetto.

I dati ottenuti sono stati utilizzati sia prima dell'instaurazione dell'allevamento, in fase progettuale, sia durante la permanenza dei pesci in gabbia a conferma dell'idoneità delle quote di allevamento attuate. Per tali rilievi si proceduto utilizzando

una sonda multiparametrica in dotazione all'impianto sperimentale (fig.32). Tale strumento, con maggiore precisione è un correntometro che non fornisce solo l'intensità ma anche la direzione delle correnti, in più ha la possibilità di registrare altri parametri quali pressione (profondità), temperatura, e conducibilità.

La casa costruttrice è la OTT Corrtex, il modello è il VALEPORT 106. Lo strumento può essere interfacciato ad un PC e può consentire la visualizzazione dei dati ambiente in tempo reale, oppure, con l'ausilio di una batteria interna, è capace di registrare i dati ad intervalli di tempo preimpostati e scaricarli in apposito programma di elaborazione una volta prelevato dall'ambiente marino e collegato al computer.

Con tale strumento è stato possibile effettuare sia rilievi di profilo sia indagini a punto fisso. I primi hanno fornito indicazioni utili alla fase progettuale per stabilire le quote operative di allevamento in profondità in funzione del salto termico superficie/fondale e dell'andamento del termoclino nei diversi periodi dell'anno.

Le indagini a punto fisso hanno previsto l'installazione dello strumento per lunghi periodi in prossimità del fondo della camera di allevamento delle gabbie in modo da seguire l'andamento termico durante la fase di ingrasso e mettere in relazione eventuali anomalie di comportamento, inappetenze, stress, a variazioni termiche con scostamento dai cardinali ritenuti ottimali per la specie in esame.



*Fig.32 - Sonda termo-correntometrica in fase di acquisizione dati*



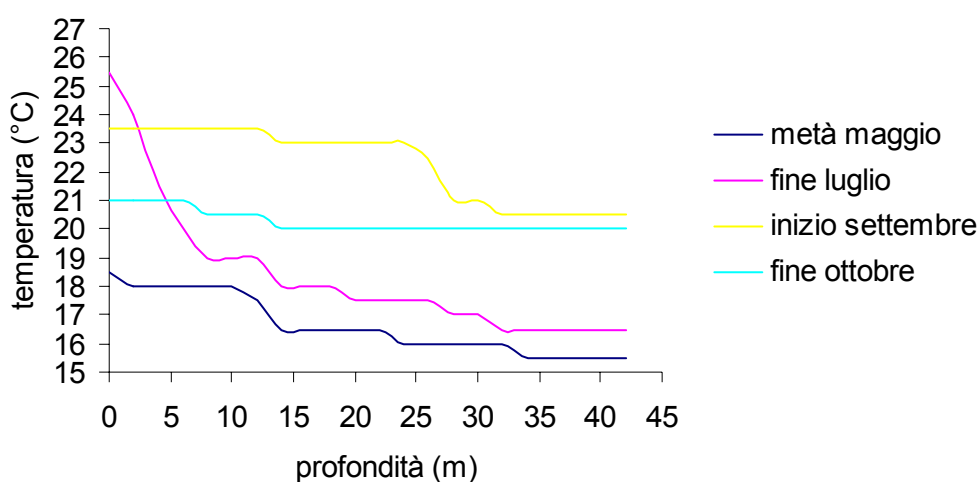
## RISULTATI

### 4. ALLEVAMENTO DEL ROMBO CHIODATO IN GABBIA SOMMERGIBILE

#### 4.1 RILIEVI TERMICI

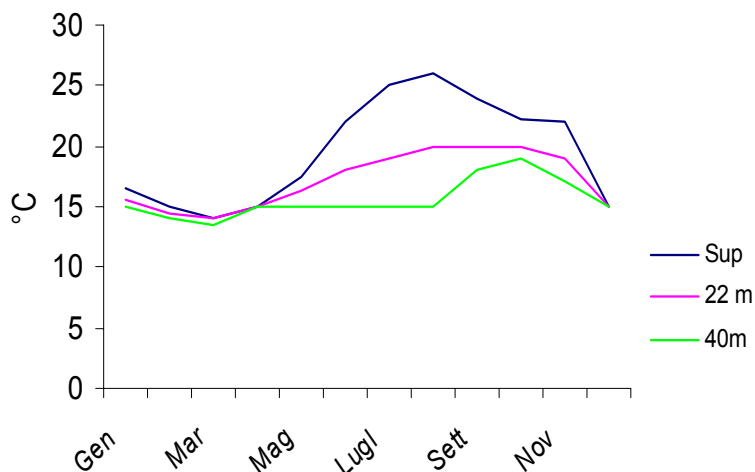
La progettazione e la realizzazione dei prototipi di gabbia unitamente al sistema di ancoraggio sono stati preceduti da uno studio sull'andamento termico e correntometrico del sito di installazione. Come già anticipato con l'utilizzo della sonda multiparametrica a disposizione sono stati effettuati sia rilievi termici di profilo che indagini a quota fissa. Per i primi le indagini sono state concentrate nel periodo primaverile autunnale in quanto è quello in cui alle nostre latitudini si verificano le condizioni termiche più critiche al corretto allevamento del rombo.

I risultati sono riportati nel grafico di figura 33. Come si può notare in estate, per effetto del termoclino, la temperatura oltre i 15-20 m si mantiene su valori inferiori ai 18 °C, valori idonei per la specie allevata. Tuttavia, in tale periodo, specie all'avvicinarsi dell'autunno, la localizzazione a profondità elevate, fino anche a 40 m, è consigliabile in funzione degli effetti negativi di rimescolamento e riscaldamento delle acque causati anche da modeste mareggiate estive e interessanti gli strati anche oltre i 30 m.



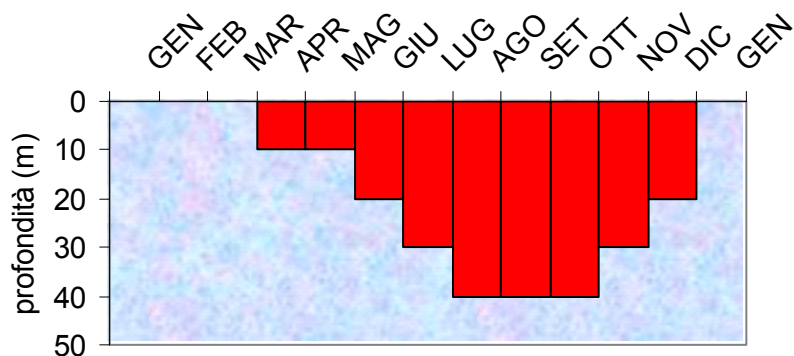
*Fig.33 - Profili termici rilevati durante il periodo primaverile- autunnale*

Per le indagini a quota fissa, invece, sono state prese in esame la superficie, una fascia d'acqua da considerarsi intermedia per l'allevamento del rombo e una profonda. L'andamento delle temperature nel corso dell'anno è riportato nei grafici di figura 34.



**Fig. 34** - Andamento delle temperature rilevate in superficie, a 22 e a 40 metri di profondità

L'elaborazione dei dati termici ottenuti, uniti con quelli storici in possesso per l'area in esame, è sintetizzata nel grafico di figura 35, in cui si forniscono le quote indicative di localizzazione in profondità tali da garantire una permanenza dei soggetti in allevamento mai al di sopra dei 20°C. E' sempre bene comunque mettere tali dati in relazione alle effettive condizioni meteo-marine del momento. Infatti, situazioni particolari come quelle che si sono verificate nel periodo autunnale del 2004, caratterizzato da temperature al di sopra della media stagionale e attenuazione dei fenomeni di movimento delle acque possono tradursi in scostamenti rispetto a quanto indicato.



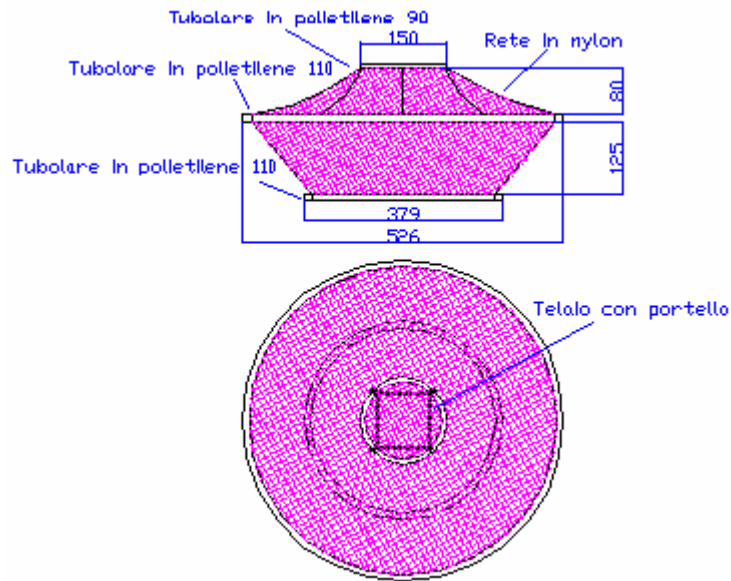
**Fig.35** - Localizzazione consigliata della struttura di allevamento in funzione della temperatura: l'area azzurra evidenzia la zone di profondità idonea all'allevamento di Rombo chiodato.

Per quanto riguarda gli aspetti correntometrici i dati dimostrano come alle profondità di localizzazione della gabbia non si siano mai registrate correnti di intensità maggiori ai 0,2m/s, dato che conferma le previsioni di progetto in relazione alla deformazione della camera di allevamento e alle sollecitazioni sulle strutture portanti.

#### 4.2 I CICLO DI ALLEVAMENTO

Sulla base delle indagini termiche, nel rispetto delle esigenze e delle caratteristiche della specie, l'instaurazione del I ciclo di allevamento di *Psetta Maxima* è stata preceduta dalla progettazione e dalla realizzazione di un prototipo di gabbia sommergibile con possibilità di localizzazione a quota variabile (figg. 36, 37 e 40). La struttura portante è composta da tre anelli di polietilene di diametri e sezioni differenti opportunamente pressurizzati mediante il montaggio di apposite valvole. In particolare l'anello centrale presenta un diametro di 5,26 m, l'anello inferiore di 3,79 m ed entrambi sono realizzati in polietilene ad alta densità del tipo PE100-PN10 con sezione di 110mm. Il terzo anello, localizzato alla sommità della struttura ha un diametro di 1,50 m, realizzato sempre con polietilene ad alta densità del tipo PE100-PN6 con sezione di 90mm. A quest'ultimo è stato fissato un portello di ingresso, realizzato mediante un telaio in PVC di forma quadrata con lato di 0,8 m, completato da battita e accessori (fig.41).

Ai tre anelli è fissato il sacco di rete che costituisce la camera di allevamento. Questa è realizzata in rete di nylon con maglia esagonale di 5 mm di lato, la superficie di base della camera è di circa 10 m<sup>2</sup>, mentre la cubatura è di circa 30 m<sup>3</sup>. Come si può notare, considerate le peculiarità della specie da allevare (pesce piatto di fondale) il rapporto superficie/volume risulta più elevato di quanto non si preveda nel caso di teleostei comunemente allevati (spigole e orate).



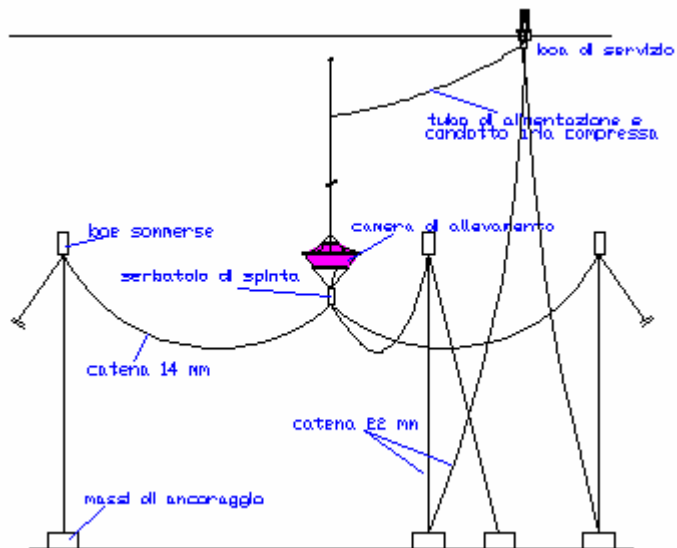
**Fig 36 - Schema costruttivo della gabbia**



**Fig.37 – Montaggio e collaudo gabbia presso i laboratori del DIAAT**

Il sistema di affondamento e di ancoraggio è costituito da una boa di spinta in acciaio zincato con volume di 280 dm<sup>3</sup> e peso di 50 kg posizionata al disotto della gabbia, da tre boe sommerse, che costituiscono tre punti fissi di ormeggio, ancorate a tre corpi morti in calcestruzzo (fig. 38). Dalle tre boe sommerse partono tre rami di catene che si congiungono al disotto della boa di spinta.

L'ancoraggio sopra descritto, consente la localizzazione del prototipo di gabbia di allevamento a quote differenti in funzione delle variazioni del profilo termico durante l'anno in linea con le particolari esigenze termiche della specie in oggetto.



**Fig.38 - Schema del sistema di ancoraggio**

La condizione di equilibrio in immersione si determina per l'eguaglianza fra il tiro delle catene, che è funzione della profondità, e la spinta positiva del sistema gabbia-serbatoio.

L'andamento con la profondità del tiro esercitato dalle catene è stato calcolato tenendo conto che le configurazioni assunte dai tre rami di catena che collegano la gabbia ai serbatoi sommersi sono catenarie, definite da equazioni differenziali che permettono di calcolare, per ogni configurazione relativa ad un posizionamento della gabbia in profondità, la tensione al punto di attacco alla gabbia stessa. Da tali calcoli si è quindi ricavata la curva del tiro riportata nel grafico in figura 39.

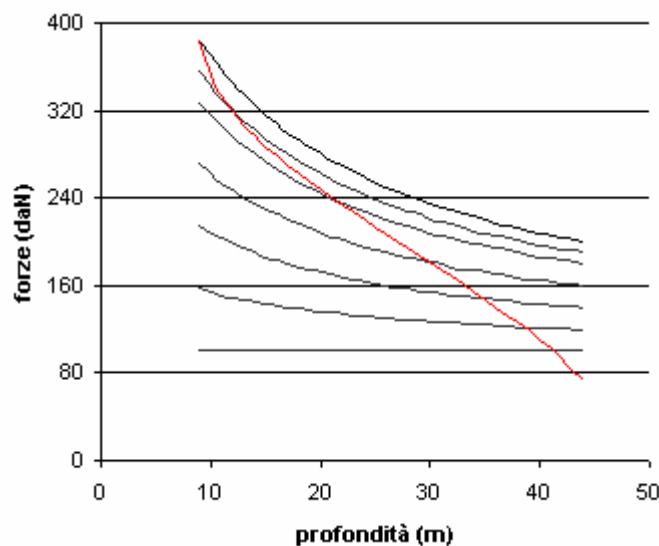
La spinta esercitata dall'aria contenuta nel serbatoio si calcola tenendo conto del suo volume iniziale e del fatto che tale volume varia con la variazione di pressione e di conseguenza varia al variare della quota in fase di discesa, dando luogo ad una progressiva diminuzione di spinta e, nella fase di risalita, producendo al contrario un progressivo aumento di spinta.

La spinta totale del sistema gabbia-serbatoio viene calcolata applicando la legge dei gas perfetti ed è data quindi dalla formula:

$$S = S_0 + \gamma \cdot V = S_0 + \gamma \cdot C \cdot \frac{m \cdot T}{p} = S_0 + k \cdot \frac{m}{p}$$

dove  $S_0$  rappresenta un termine costante dato dalla differenza tra la spinta idrostatica e il peso di tutti i componenti della gabbia, incluso il serbatoio,  $\gamma$  è il peso specifico dell'acqua di mare ( $\gamma = \delta g$ , dove la densità dell'acqua di mare è  $\delta = 1035 \text{ kg/m}^3$ ) e  $V$  il volume di aria del serbatoio. La spinta  $S$  viene quindi espressa in funzione della massa  $m$  di aria presente e della pressione  $p$  alla quota di localizzazione della gabbia, dove  $k$  è una costante se, non tenendo conto delle variazioni di temperatura con la profondità, si assume  $T = \text{costante}$ .

In figura 39 è riportato l'andamento delle curve del sistema gabbia-serbatoio, calcolate per un contenuto iniziale di aria nella boa pari al 100%, 90%, 80%, 60%, 40%, 20% e 0% della massa corrispondente al volume totale della boa ad una profondità iniziale della stessa di 9 m e cioè ad una pressione di 192,72 kPa. I punti in cui le curve di spinta intersecano la curva del tiro delle catene, calcolata in funzione dell'equazione della catenaria, rappresentano alcuni dei possibili punti di equilibrio del sistema in un range che va dai 9 ai 42 m di profondità. Considerata la distanza fissa tra punto di attacco del serbatoio e fondo della gabbia, pari a circa 2m, il sistema offre la possibilità di tenere la massa allevata tra i 7 e i 40 m.



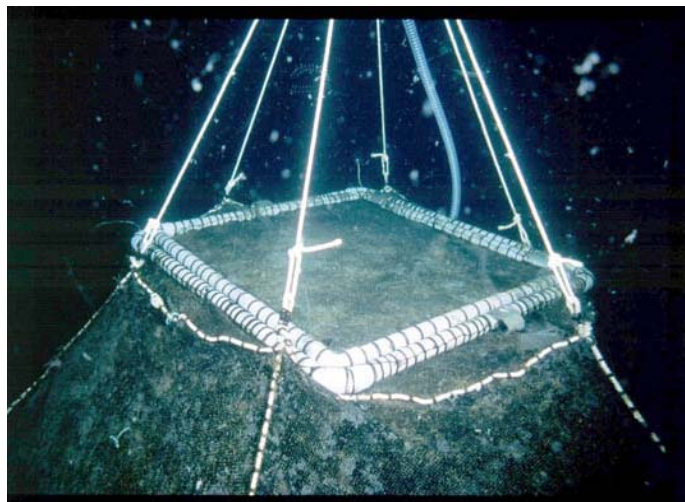
**Fig.39** - Curve di spinta del sistema gabbia – serbatoio (in nero) e tiro delle catene (in rosso).  
Dall'alto verso il basso rispettivamente il 100, 90, 80, 60, 40, 20 e 0% del volume di aria contenuta nel serbatoio

La quota di immersione viene quindi determinata dal volume di aria presente nella boa di spinta posizionata al disotto della gabbia.

Il sistema prevede la possibilità di controllare dalla superficie il posizionamento della gabbia attraverso un condotto pneumatico che giunge alla boa di servizio e che è corredato di un manometro e di un punto di immissione/scarico aria. La lettura del manometro consente in ogni momento la conoscenza della quota di localizzazione della struttura di allevamento.



*Fig. 40 - Gabbia in assetto di profondità*



*Fig. 41 - Particolare del portello di ingresso superiore*

Nella fase iniziale la ricerca ha avuto luogo nei laboratori del DIAAT a Portici, dove, in una vasca appositamente allestita, già oggetto di descrizione, è stata immessa una partita di circa 1200 avannotti di *Psetta maxima* proveniente dall'avannotteria francese, leader nel settore, FRANCE TURBOT.

Estremamente dettagliate sono state le informazioni sulle modalità di trattamento degli avannotti in ricezione ed immissione in vasca dal momento che questi, con metodo brevettato, sono stati spediti a secco su vassoi di polistirolo impilati in atmosfera satura di ossigeno (Figg. 42 e 43).

In questo modo, il pomeriggio del 30/03/2004, lo scatolo in cartone pressato spedito via aerea dalla Francia, di dimensioni 130x100x60cm, contenente l'intera partita di avannotti è stato prelevato all'aeroporto di Roma, trasportato (Fig.42), e non più tardi delle 21:00 tutti gli avannotti, divisi in pezzature di 5 e 30 g si trovavano in vasca, in perfette condizioni, con una percentuale di mortalità dovuta al trasporto quasi nulla, inferiore alla stessa preventivata dai fornitori. All'interno della vasca sono state posizionate delle nursery (Fig.44), costituite essenzialmente da telai galleggianti in legno molto leggeri con fondo e pareti in rete di polietilene rigida e con maglia molto stretta. La scelta di tali strutture è derivata da alcuni vantaggi di gestione, quali compartimentazione dell'ambiente di allevamento, facilità di manipolazione e trasferimento, facilità di pulizia, più efficace distribuzione della razione alimentare.

Gli interventi di condizionamento effettuati sull'ambiente di allevamento prima dell'immissione in acqua dei soggetti avevano riguardato fondamentalmente la temperatura e la percentuale di ossigeno disciolto. Infatti, con la messa in funzione del sistema di refrigerazione la temperatura era stata portata a 8 °C, mentre con l'ausilio di ossigeno terapeutico era stata creata una sovrassaturazione di ossigeno fino ad una percentuale superiore a 120.

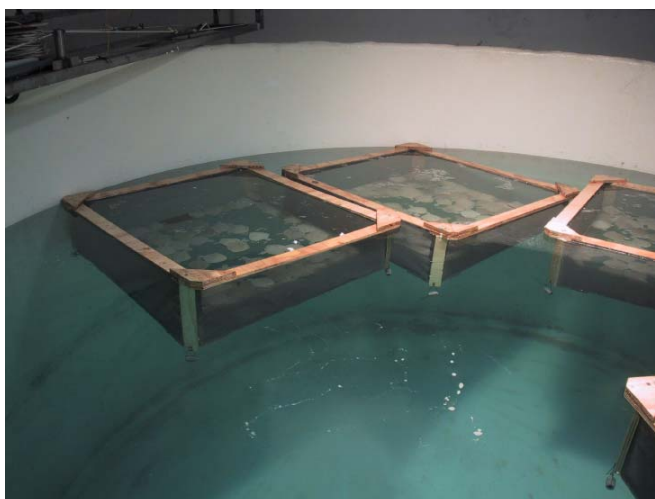




*Fig. 42 – Imballaggio contenente l'intera spedizione di avannotti*



*Fig. 43 – Buste sature di ossigeno contenenti i vassoi impilati su cui sono sistemati gli avannotti allo stato secco*



*Fig.44 – Immissione degli avannotti in vasca all'interno delle nursery*

La prima fase in vasca, oltre che necessaria per la gestione delle temperature di allevamento che sono state innalzate gradatamente dagli 8 ai 14°C sono state molto interessanti per il primo approccio conoscitivo del comportamento della specie mentre i parametri dell'ambiente di allevamento sono stati costantemente monitorati. Il mangime utilizzato è stato acquistato dalla ditta BIOMAR s.r.l. tenendo conto della necessità di disporre di dimensioni di pellets differenti, in funzione della crescita dei soggetti allevati. La fornitura quindi comprendeva sacchi di alimento tipo Ecostart 16 N° 05, costituito da mini pellets del diametro di 2 mm, dimensioni adeguate a soggetti di pezzatura fra i 5 e i 20 g i cui valori nutrizionali sono riportati in tabella 11.

**Tab.11 – Valori nutrizionali mangime Biomar tipo Ecostart 16 N° 05 (diam. 2mm)**

<b>Ecostart 16</b>	<b>Composizione</b>	<b>Digeribilità</b>	
Proteine gregge	54,0 %	90 %	
Lipidi greggi	15,0 %	90 %	
Estrattivi inazotati	13,9 %	88 %	
Fibra	0,7 %	<b>Vitamine</b>	
Ceneri	8,4 %	Vit. A	13.500 U.I/Kg
Fosforo totale	1,19 %	Vit. D3	3.000 U.17Kg
Fosforo disponibile	1,14 %	Vit. E	140 mg/Kg
Metionina + Cisteina	1,9 %	Vit. C	250 mg/Kg

Il resto della fornitura ha previsto mangime di differenti misure del tipo Ecolife 16, da 3 a 9 mm in diametro dei pellets i cui valori nutrizionali sono riportati in tabella 12.

**Tab.12 – Valori nutrizionali mangime Biomar tipo Ecolife 16 (diam. 3 – 9mm)**

<b>Ecolife 16</b>	<b>Composizione</b>	<b>Digeribilità</b>	
Proteine gregge	54,0 %	91 %	
Lipidi greggi	15,0 %	92 %	
Estrattivi inazotati	13,7 %	88 %	
Fibra	0,9 %	<b>Vitamine</b>	
Ceneri	8,5 %	Vit. A	15.500 U.I/Kg
Fosforo totale	1,15 %	Vit. D3	3.000 U.17Kg
Fosforo disponibile	1,06 %	Vit. E	200 mg/Kg
Metionina + Cisteina	1,9 %	Vit. C	200 mg/Kg

Anche se inizialmente si era fatto riferimento a delle tabelle di alimentazione con il calcolo di razioni da aggiornare in base alla variazione del peso medio dei soggetti,

prevedendo anche più distribuzioni nell'arco della giornata, una tale programmazione non è stata possibile in relazione agli eventi che hanno caratterizzato questa prima fase di allevamento in vasca il cui risultato è stato un comportamento alimentare del pesce altamente incostante. Per tale motivo quella che era l'appetibilità e la voracità con la quale i soggetti approcciavano all'alimento, è stata di volta in volta saggiata e sempre di volta in volta si è propeso per una somministrazione completa, parziale o nulla per uno o più giorni. Fenomeni di inappetenza sono stati registrati al verificarsi di stress dovuti al peggioramento di alcuni parametri ambientali specie ossigenazione dell'acqua e concentrazione di ammoniaca e nitrati.

Infatti, rispetto ad una mortalità contenuta al 3-4 % nei primi 10-12 giorni di allevamento soprattutto a carico dei soggetti di pezzatura inferiore, il 14 aprile si è verificato il primo evento di mortalità abbastanza significativo, quantificabile in circa 150 soggetti della taglia più piccola e 80 di quella maggiore. Il problema accorso è da ricondursi ad un eccessivo abbassamento dell'ossigeno disciolto, infatti, nei 2-3 giorni precedenti la voracità era gradatamente diminuita, così come l'attività e la reazione ad un qualsiasi fattore di disturbo, era però stato difficile ricondurre il tutto ad un fenomeno di anossia che oltretutto si intensificava durante le ore notturne.

A seguito di tale inconveniente l'ossigenazione è stata incrementata con l'erogazione di ossigeno terapeutico in modalità costante e contemporaneamente sono state ridotte le ore di buio per far sì che anche l'attività microalgale, che si intensifica in assenza di luce con il conseguente consumo di ossigeno, fosse ridotta. Quindi, il fotoperiodo, che era stato inizialmente regolato su un rapporto luce/buio pari a 12L:12B, è stato modificato in 18L:6B.

Non minori sono stati i problemi causati da ammoniaca e nitrati. Infatti, dal momento che le previsioni di permanenza in vasca erano molto brevi, legate alle sole necessità di ricezione (a secco) e acclimatamento degli avannotti, non si era ritenuto opportuno l'allestimento di un filtro biologico. In emergenza, all'insorgere di preoccupanti fenomeni di inquinamento, l'attivazione di un tale sistema dimensionato per 20 m<sup>3</sup> d'acqua, non sarebbe stata assolutamente attuabile. Purtroppo l'installazione della gabbia, ostacolata dalle avverse condizioni meteorologiche, non è stato possibile nei tempi programmati cosicché il perdurare dell'allevamento in vasca ha creato degli innalzamenti del tenore di ammoniaca e nitrati fino a livelli non più

gestibili, neanche con compartimentazione dell'acqua, accelerazione del processo di filtrazione meccanica, e utilizzo di inoculo attivatore di flore batteriche nitrificanti.

In tali condizioni, a metà giugno, in una situazione di emergenza caratterizzata dalla quasi totale perdita dei soggetti di pezzatura inferiore e dall'aggravamento con alcune perdite dei più grandi, recanti evidenti segni di batteriosi quali macchie necrotiche all'altezza delle branchie, arrossamenti ed escoriazioni boccali, si è provveduto al trasferimento a mare di circa 400 avannotti.

Per l'operazione di trasferimento a mare dei rombi, avvenuto come già detto a metà giugno, sono state utilizzate delle sacche in polietilene all'uopo acquistate, della capacità di circa 40 litri ognuna; queste, contenenti i soggetti da trasferire, sono state posizionate all'interno di cassoni in legno e refrigerate con ghiaccio, mentre un apposito sistema di ossigenazione portatile garantiva il giusto tenore di ossigeno dell'acqua durante il trasporto. Una volta sul posto si è provveduto all'immissione in gabbia dei soggetti mediante trasporto delle sacche in profondità e apertura delle stesse direttamente all'interno della struttura di allevamento.



**Fig. 45** – *I ciclo di allevamento: soggetti fotografati dal fondo della gabbia, luglio 2004.*



**Fig.46** - *I ciclo di allevamento: alcuni soggetti in gabbia, luglio 2004*

La prima localizzazione della gabbia è stata registrata a circa 20 metri di profondità, successivamente, agli inizi di agosto, la quota è stata abbassata a 38 metri alla ricerca di temperature più basse e più adeguate alle esigenze della specie. Tale quota è stata mantenuta per tutto il mese di ottobre. La stabilizzazione a quota inferiore, come già detto, si è resa necessaria per il riscaldamento dell'acqua nei mesi estivi, tale operazione è stata eseguita nei primi giorni di agosto.

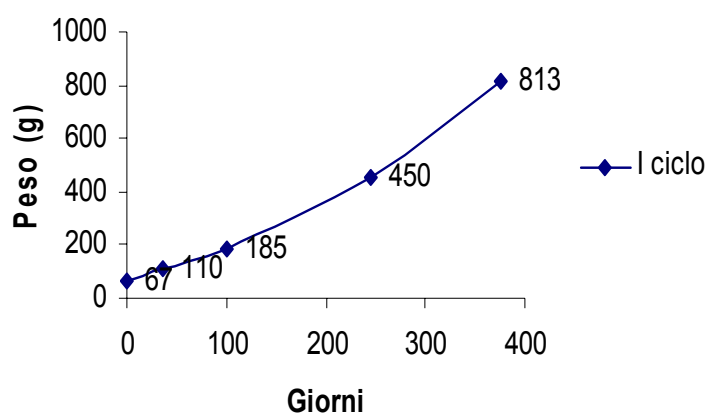
All'inizio si è registrata una mortalità abbastanza elevata che è andata man mano riducendosi fino ad azzerarsi entro la metà di luglio, nel complesso si è avuto circa il 20-25% di perdite concentrate in un breve periodo successivo all'immissione in gabbia. Tale dato non è certamente da mettere in relazione con uno stress da trasferimento o da acclimatamento a mare, ma per la maggior parte all'esposizione alle precarie condizioni sanitarie della vasca e all'indebolimento causato da patologie di probabile origine batterica. Attualmente la sperimentazione è caratterizzata da un buon ambientamento del pesce alle condizioni di allevamento, con operazioni concentrate al controllo periodico dei soggetti allevati, alla gestione della quota di posizionamento in profondità, al mantenimento di condizioni accettabili di incrostazione della rete, e alla manutenzione e rifornimento del sistema di distribuzione del mangime. Escluso il periodo in vasca e il primo mese a mare, fino ad oggi si è registrata una mortalità inferiore all'1% mentre l'appetibilità dei circa 300 soggetti, che a giugno 2005 hanno raggiunto circa 900g di peso, è parsa soddisfacente.

Facendo riferimento al solo periodo di allevamento in gabbia, i dati zootecnici ottenuti con questa prima prova sono sintetizzati nella tabella 13 mentre in figura 47 è riportata la curva di crescita correlata.

In figura 48, quale risultato visibile, un esemplare di rombo che ha raggiunto la taglia commerciale.

**Tab.13 – I ciclo di allevamento: dati zootecnici**

Durata della sperimentazione (giorni)	375
Biomassa iniziale calcolata su peso medio (Kg)	27,0
Biomassa finale calcolata su peso medio (Kg)	252,0
Incremento di biomassa (Kg)	225,0
Mortalità (%)	25,0
Perdite di soggetti (% stimata)	< 1
Peso medio iniziale (g)	67,0
Peso medio finale (g)	813,0
FCE (Feed Conversion Efficiency)	0,80
SGR (Specific Growth Rate) (% peso/giorno)	0,66



**Fig. 47 - Curva di crescita ottenuta in gabbia in 375 giorni di sperimentazione**

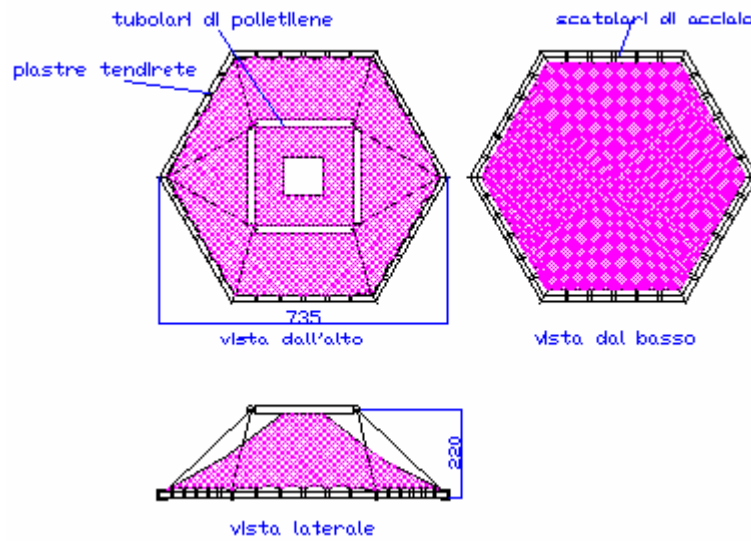


*Fig. 48 - I ciclo di allevamento: esemplare durante una valutazione di biomassa a giugno 2005*

#### 4.3 II CICLO DI ALLEVAMENTO

Sulla base dell'esperienza maturata con il primo ciclo, è stata avviata una seconda prova di allevamento per la quale ci si è avvalsi fra l'altro dell'esperienza del dott. Aurelio Ortega, ricercatore spagnolo presso il Centro Oceanografico di Murcia, forte di numerose sperimentazioni sul rombo condotte in Galizia.

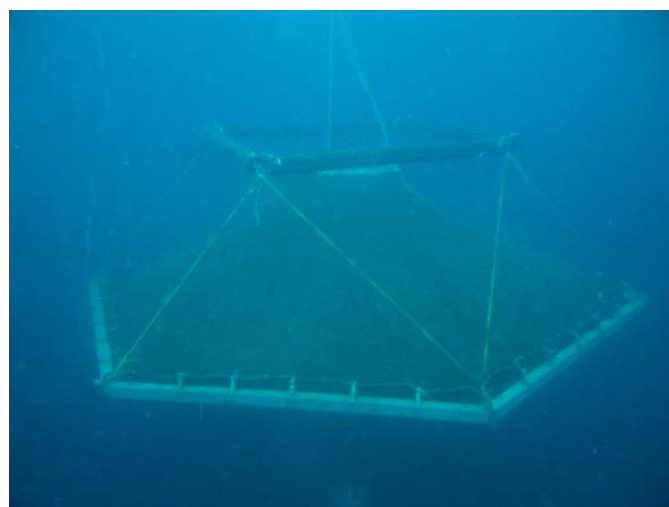
Anche in questo caso, l'instaurazione del ciclo di allevamento è stata preceduta dalla progettazione e dalla realizzazione di un prototipo di gabbia sommergibile (figg. 50 e 51) della stessa tipologia operativa della precedente anche se con caratteristiche costruttive leggermente differenti. Come si evince dalla figura 49, il telaio portante in tubolari di polietilene di forma circolare è stato sostituito da un esagono in scatolari di acciaio zincato 120x120x3mm la cui minore spinta di galleggiamento è compensata da una struttura quadrata con lato di 2,5 m in tubolari HDPE PN 10 da 200 mm di diametro e spessore da 12 mm posta superiormente. In questo modo il comportamento in acqua delle due gabbie risulta pressoché identico come identici sono i sistemi di ancoraggio.



**Fig. 49** - Schema costruttivo della gabbia.



**Fig. 50** – Gabbia in attesa dell'installazione nel sito marino di Piano di Sorrento



**Fig. 51** - Gabbia in assetto di profondità



Il 20/04/2005, dopo un viaggio durato circa 30 ore, sono stati immessi in vasca 1500 avannotti provenienti per l'appunto da avannotteria spagnola localizzata in Galizia e trasportati in un contenitore di polietilene rigido della capacità di 500 l. Sul fondo del contenitore alloggiava un sistema diffusore di ossigeno terapeutico alimentato da una bombola da 3000 l posta nel vano di carico del furgone utilizzato per il trasporto. La prima fase della sperimentazione ha coinvolto, questa volta, l'impianto a circuito chiuso realizzato dal CRIAcq nel parco Gussone della Facoltà di Agraria di Portici. Tale impianto, nato per ricerche sulle fasi di riproduzione e allevamento larvale di nuove specie ittiche da allevamento, dotato di un efficiente sistema di filtrazione biologica, offriva maggiori garanzie sulla gestione dei parametri di allevamento, soprattutto nel caso di una permanenza in vasca prolungata da eventuali difficoltà nell'installazione della gabbia a mare. Inoltre, con trasporto tradizionale, non era necessario abbassare la temperatura dell'acqua a 7-8 °C, come si era fatto in precedenza, ma semplicemente eguagliare la temperatura dell'acqua impostata durante il trasporto, 14 – 15 °C, operazione per la quale non si rendeva assolutamente necessario l'ausilio del potente impianto di refrigerazione installato sulla vasca del DIAAT.

Il carico è stato immesso in uno dei due moduli avannotteria dell'impianto, in tre vasche a base quadrata della capacità di circa 1000 l ognuna, ad una densità di circa 500 soggetti/vasca.

Trascorse le prime 24 ore, è iniziata la somministrazione di alimento prevedendo almeno quattro somministrazioni giornaliere. Per il tipo di alimento si è fatto ancora riferimento al mangime pellettato specifico per Rombo della BIOMAR, tipo Ecostart/Ecolife di dimensioni variabili da 2 a 9 mm. I quantitativi somministrati sono stati di circa il 2% in peso al giorno adeguando la razione in funzione dei controlli periodici dello stato di accrescimento.

La temperatura dell'acqua, per l'intero periodo di permanenza in vasca è stato mantenuta fra i 15 e i 17 °C mentre l'ossigeno disciolto tra 6 e 7 mg/l; si è provveduto con frequenza, mediante analisi spettrofotometriche a monitorare i principali inquinanti dell'acqua, specie ammoniacale e nitrati.

Per quanto riguarda il fotoperiodo non è stato realizzato alcun condizionamento.

Nella prima decade di maggio, a seguito di interventi straordinari all'impianto di condizionamento termico dei locali, si è registrato un repentino calo di temperatura dell'acqua che ha limitato il funzionamento dei filtri biologici e aumentato notevolmente i valori delle sostanze inquinanti. L'alimentazione è stata sospesa, ma visto che i parametri dell'acqua non rientravano nei range di normalità, in data 18/05/2005 si è preferito trasferire circa 1300 avannotti nella vasca del DIAAT divisi anche qui in due nursery realizzate artigianalmente in di legno dello stesso tipo di quelle utilizzate nel primo ciclo alla densità di circa 650 soggetti/gabbia. In tale condizione, l'alimentazione è stata ripresa anche se con razioni giornaliere molto limitate, cercando di frenare l'aumento di sostanze tossiche con l'impiego di inoculo batterico nitrificante e con l'ausilio di un sistema biologico filtrante di emergenza. Questo consisteva in un contenitore di PVC nel quale i ceppi batterici potevano attecchire, ad uno strato di materiale spugnoso, nella parte bassa e, superiormente, ad una stratificazione di gusci di molluschi bivalvi. Solo parte dell'acqua proveniente dal filtro meccanico a sabbia e dal sistema refrigerante veniva fatta passare attraverso il filtro biologico, in questo modo si otteneva una lenta percolazione garantendo ai ceppi batterici buone condizioni di ossigenazione. Importante al controllo di inquinanti, comunque, sono state anche le continue sifonature della vasca seguite da lavaggio in controcorrente del filtro meccanico.

Come si era fatto in precedenza si è provveduto al controllo del fotoperiodo attuando un rapporto luce:buio pari a 12L:12B.

La temperatura è stata mantenuta nel range 16 - 17,5 °C mentre il tenore di ossigeno è stato gestito con una soffiante che, con diverse diramazioni, raggiungeva in vari punti la parte interna dei moduli di allevamento e, specie di notte, con ossigeno terapeutico.

Grazie al completamento in tempi brevi dei lavori di installazione della gabbia, il 5/06/2005, nelle prime ore del mattino è stato possibile effettuare il trasporto a mare. Manualmente, si è proceduto al trasferimento della biomassa in bidoni di PVC rigido della capacità di 50 l ognuno. In tal modo gli avannotti sono stati trasportati fino al vicino porto di Portici dove l'imbarcazione di servizio dell'impianto di Piano di Sorrento attendeva con a bordo un cassone a base rettangolare della capacità di circa 300 l destinato ad ospitare l'intero carico (Figg.52 e 53). Completata la prima fase di

trasferimento e coperto il tratto di mare fino al punto di installazione della gabbia, durante il quale è stato erogato ossigeno terapeutico i soggetti sono stati reimmessi nei bidoni da 50 l e, con successive immersioni si è provveduto al loro trasferimento in gabbia (fig.54).



*Fig. 52 - Il ciclo di allevamento, giugno 2005: trasporto via mare degli avannotti per il trasferimento in gabbia*



*Fig. 53 - Il ciclo di allevamento, giugno 2005: esemplare prima dell'immissione in gabbia*



*Fig. 54 - Il ciclo di allevamento, luglio 2005: alcuni esemplari all'interno della gabbia*

La prima quota di localizzazione in profondità è stata a 20 m, a fine luglio però, considerato il notevole riscaldamento dell'acqua, è stato necessario spostare la gabbia a 30 m. Un ulteriore abbassamento è stato necessario intorno alla metà di agosto, 33 m, quota di attuale localizzazione.

Per quanto riguarda l'alimentazione, a differenza del primo ciclo, questa è stata abbastanza regolare in quanto il sistema automatico di distribuzione era già collaudato e da tempo funzionante sull'altra gabbia. Per i primi quattro giorni, in due dei quali comunque si è alimentato manualmente, si è saltato qualche turno a causa dell'installazione del condotto di alimentazione e del perfezionamento del sistema distributore. Successivamente, qualche fallanza si è verificata per interventi di manutenzione al sistema ma il tutto si traduce in quantitativi di mangime irrisori. Anche a mare sono state previste quattro razioni giornaliere pari al 2% in peso. Da fine luglio a fine settembre si è passati gradualmente a circa l'1%, così come previsto dalla tabella di alimentazione fornita dalla BIOMAR. Il tipo di mangime è stato ancora quello consigliato in tabella, Ecostart fino a 20g di peso, successivamente l'Ecolife 3mm, quindi l'ecolife 4,5.

Le operazioni principali che hanno caratterizzato la sperimentazione a mare sono consistite nel controllo periodico delle condizioni della massa allevata, nella valutazione del tasso di accrescimento (Fig.55), nel mantenimento di un buon livello di pulizia delle reti.

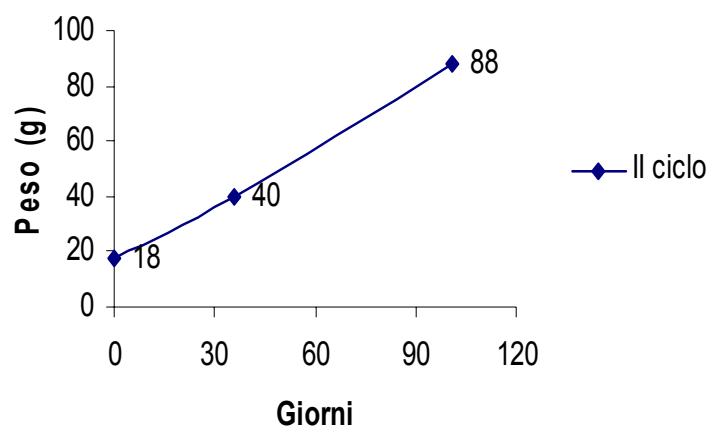


*Fig.55 - Il ciclo di allevamento, luglio 2005: prelievo di soggetti per la valutazione della biomassa e dell'accrescimento*

Facendo riferimento al solo periodo di allevamento in gabbia, per questa seconda sperimentazione, ancora in atto, i dati zootecnici ottenuti sono sintetizzati nella tabella 14, mentre in figura 56 è riportata la curva di crescita correlata.

**Tab.14 – II ciclo di allevamento: dati zootecnici**

Durata della sperimentazione (giorni)	100
Biomassa iniziale calcolata su peso medio (Kg)	23,4
Biomassa finale calcolata su peso medio (Kg)	88,0
Incremento di biomassa (Kg)	64,6
Mortalità (%)	< 1
Perdite di soggetti (% stimata)	25,0
Peso medio iniziale (g)	18,0
Peso medio finale (g)	88,0
FCE (Feed Conversion Efficiency)	0,97
SGR (Specific Growth Rate) (% in peso/giorno)	1,59



**Fig. 56 - Curva di crescita ottenuta in gabbia nei primi 100 giorni di sperimentazione**

## DISCUSSIONE

### Ambiente di allevamento

I risultati ottenuti dimostrano come la temperatura del mare lungo le nostre coste presenta notevoli variazioni durante il corso dell'anno non solo per le differenze di valori che assume nei diversi periodi, ma anche per l'andamento termico con la profondità. Infatti mentre durante il periodo autunno inverno la temperatura nella fascia dei primi 50 metri di profondità, che interessa quale possibile ambiente di allevamento del rombo chiodato, presenta un andamento caratterizzato da modeste variazioni con la quota, nel periodo tarda primavera-inizio estate si determina, con il progressivo riscaldamento degli strati superficiali, una stratificazione caratterizzata da un notevole salto termico fra lo strato superficiale caldo e gli strati profondi. Si viene a costituire un caratteristico andamento termico, termoclino, che si conserva in genere fino a fine agosto quando, con il sopraggiungere delle prime perturbazioni, il moto ondoso e le correnti raggiungono una energia tale da rompere l'equilibrio e determinare un rimescolamento degli strati d'acqua che può portare ad una temperatura uniforme su un valore medio dalla superficie alla quota interessata di 50 metri.

Dai rilievi eseguiti si è potuto constatare come l'andamento del termoclino sia funzione delle condizioni climatiche stagionali e meteomarine del luogo per cui, l'entità del salto termico, la sua localizzazione in profondità, l'ampiezza dello strato in cui si determina ed il periodo di sussistenza sono soggetti a variazioni più o meno ampie.

Per effetto di questo fenomeno da fine agosto agli inizi di ottobre si raggiungono i valori più elevati di temperatura in profondità che possono superare i 20 °C a 50 m. Di conseguenza tale periodo risulta il più critico per il rombo e il più delicato nella gestione della profondità di allevamento. In conclusione, le indagini termiche hanno dimostrato che in ambiente mediterraneo le condizioni di allevamento di tale specie esistono e vanno cercate in profondità, ciò significa operare in un sito marino con fondale di profondità non inferiore a 50m e avere a disposizione una tecnologia impiantistica capace di variare la quota della camera di allevamento nei diversi periodi

dell'anno. In questo modo è sempre possibile mantenere i soggetti allevati in un range termico fra i 15 e i 20 °C .

Per quanto riguarda le caratteristiche fisiche dell'ambiente marino, le indagini hanno evidenziato che alle quote previste e attuate gli effetti negativi del moto ondoso, delle correnti marine, delle brusche variazioni di temperature e di qualità delle acque, sono sensibilmente attenuati. Tale aspetto non è certamente da sottovalutare se si considera che negli impianti di superficie tali elementi sono causa di stress, anche notevoli, nei soggetti allevati. Inoltre per il rombo, gli strati più profondi, oltre che costituire un habitat più confacente alla specie, garantiscono una minore esposizione ai raggi solari con effetti estremamente positivi sulla pigmentazione. Basti considerare che negli allevamenti a terra le vasche vengono mantenute sempre coperte mentre in prove di allevamento in gabbie galleggianti, tra gli effetti negativi, si è registrata per l'appunto pigmentazione irregolare con inevitabile deprezzamento del prodotto.

### **Impiantistica**

I prototipi di gabbia di allevamento uniti all'innovativo sistema di ancoraggio hanno dimostrato la loro validità in quanto hanno permesso di localizzare la camera di allevamento a differenti quote di profondità, in modo da spostare agevolmente i soggetti allevati nelle zone del profilo termico più idonee alle esigenze della specie.

Inoltre, la conformazione della superficie di base della camera di allevamento, realizzata in entrambi i prototipi con l'impiego di rete in nylon ad alta tenacità con maglia di limitata dimensione, adeguatamente tesa, risulta rispondente in quanto asseconda il naturale comportamento della specie allevata, consentendone lo stazionamento al fondo. La stessa trattiene il mangime non predato lungo la colonna d'acqua della camera di allevamento, consentendo anche l'alimentazione dal fondo, e permette lo smaltimento delle deiezioni. La scelta invece di impiegare, nel secondo prototipo, rete a maglia più grossa nella parte superiore della camera di allevamento, ha garantito sicuramente maggiore ricambio idrico all'interno della camera specie dopo consistente formazione di incrostazioni da fouling.

Rispetto alla prima struttura, realizzata interamente con rete a maglia stretta, anche un consistente grado di incrostazione della rete non compromette il ricambio idrico e l'allontanamento dei reflui, per contro consente l'ingresso di soggetti di specie diverse

che se da una parte non infastidiscono il rombo nel suo naturale comportamento di pesce di fondale dall'altra non è escluso che instaurino una competizione alimentare con il possibile rallentamento dell'accrescimento, dato comunque molto difficile da stimare.

Infine, nella seconda struttura, la scelta di sostituire l'anello in tubolare di polietilene con l'esagono in scatolari di acciaio zincato è derivata dal fatto che nella prima esperienza, nella verifica del comportamento in acqua della gabbia, si è notata una leggera ovalizzazione di tale elemento con perdita di uniformità di tensione del fondo della camera di allevamento. Quindi, dovendo realizzare una struttura di maggiore superficie e maggiore circonferenza dell'anello di tensione della rete, la scelta progettuale è andata a favore di un elemento più solido anche se più pesante.

Il sistema automatico di distribuzione dell'alimento in profondità, fino ad ora utilizzato con dimensioni dei pellets variabili da 3 – 9 mm di diametro, ha mostrato efficienza e continuità di funzionamento, permettendo di effettuare una somministrazione dell'alimento giornaliero con un numero di frazionamento variabile in base alla fase fenologica dei soggetti allevati. La velocità dei pellet rilevata all'interno del condotto di alimentazione, con valori da 0.7 a 1 m/s, ha permesso limitati tempi di trasporto senza alterazione delle caratteristiche nutritive e della appetibilità da parte dei soggetti allevati.

Non si può trascurare il fatto che la sperimentazione sia stata condotta in dimensioni limitate, con strutture di piccola superficie, limitato numero di soggetti e con un sistema di alimentazione di capacità ridotta.

Per un dimensionamento che possa dare una produzione a livello commerciale è necessario uno studio di progettazione che possa risolvere le problematiche legate al passaggio da piccole a grandi dimensioni strutturali. Infatti, per ottenere una produzione corrispondente ad una gabbia di 1000 m<sup>3</sup> (11 m di diametro per 10,5 m di altezza) ovvero di dimensioni medio piccole se paragonata a quelle utilizzate per spigola e orata, che corrisponde mediamente ad una produzione di 10 t, sarebbe necessaria una gabbia che, per una densità di 30 kg/m<sup>2</sup>, deve avere una superficie di fondo di 333 m<sup>2</sup>, ovvero, se cilindrica un diametro di base di circa 20 m.

Un ultimo aspetto è legato alla gestione che un allevamento attuato a profondità variabili fino ai 40 m comporta. E' pur vero che per la distribuzione dell'alimento, il



sistema attuato ha permesso di svolgere questa operazione di gestione in maniera agevole e con un impiego di manodopera limitato soltanto alla manutenzione e riempimento dei silos. Non si può dire lo stesso per tutte le verifiche di funzionalità e dei controlli che hanno riguardato le strutture e i soggetti allevati che, per essere svolte adeguatamente, necessitano di personale specializzato coadiuvato da esperti subacquei. E' chiaro che l'installazione di sistemi di monitoraggio a distanza può limitare l'utilizzo dei subacquei soltanto alle operazioni di manutenzione.

### **Valutazione zootecnica**

L'indagine condotta è incentrata sulla ricerca di una metodologia valida per l'allevamento del rombo laddove tale specie, per comprovate difficoltà ambientali non è oggetto di attività di acquacoltura. Note quindi le particolari esigenze e l'incompatibilità termica delle acque superficiali in ambiente mediterraneo, sono state sperimentate soluzioni tecnologiche atte ad intercettare le temperature idonee all'allevamento di tale specie negli strati d'acqua più profondi.

In tale contesto, i dati di allevamento che primi fra tutti si cercavano non erano tanto la velocità di accrescimento o il coefficiente di conversione dell'alimento in carne, o il tasso di crescita specifico, quanto gli aspetti comportamentali legati al tipo di allevamento con le possibili manifestazioni di condizioni di stress.

Questo a sottolineare che per lo scopo della ricerca era più importante un dato di mortalità che uno di accrescimento, era meglio verificare che il pesce si alimentava piuttosto che quanto alimento assumeva o con quale livello di efficienza energetica lo utilizzava. Certo, la completezza del dato zootecnico è sempre più interessante, ma bisogna anche considerare il livello di difficoltà di un'indagine condotta tra i 20 e 40 metri di profondità, in cui le condizioni non sono proprio quelle che si definiscono di laboratorio. È naturale, che in vasca a terra, su un numero estremamente limitato di soggetti, sia il controllo dei parametri di allevamento che le diverse valutazioni sulla biomassa sono molto più gestibili. Il monitoraggio è continuo, il controllo dell'alimentazione è immediato così come l'adeguamento della razione alimentare all'incremento di peso può essere calcolato in modo estremamente preciso.

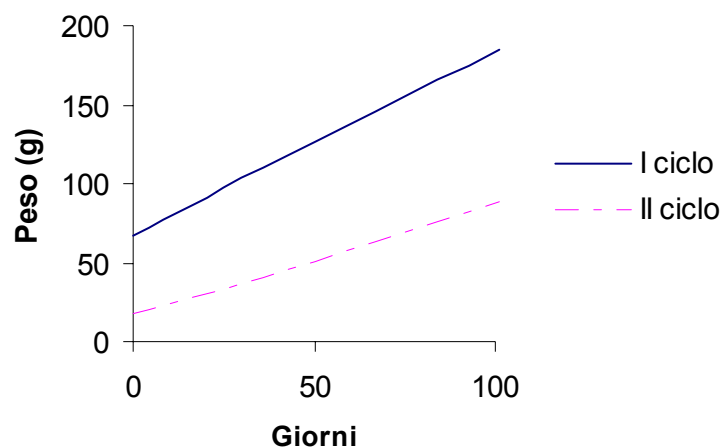
In gabbia invece, gli sforzi sono stati orientati principalmente al monitoraggio delle condizioni di salute della massa allevata, al recupero degli eventuali soggetti morti e

periodicamente al calcolo del peso medio con prelievi, pesature, e reimmissione in gabbia di campioni rappresentativi della biomassa. In questo modo, con l'aggiornamento del numero di soggetti in allevamento, e con i dati di accrescimento riferiti ai pesi medi ottenuti, è stato possibile aumentare le portate agendo sulla programmazione dei distributori automatici di alimento, e passare a dimensione dei pellets di volta in volta maggiori.

Per quanto riguarda il primo ciclo di allevamento, come si evince dalla tabella 10, si è riscontrata una mortalità elevata, pari a circa il 25%, ma questo fenomeno si è concentrato solo nei primi giorni dopo il trasferimento dei soggetti nella gabbia, dimostrazione che tale fenomeno va attribuito a problemi insorti nella precedente fase di permanenza in vasca. Superata questa prima fase la mortalità si è ridotta progressivamente a valori inferiori all'1%, dato che dimostra l'adattabilità della specie alle condizioni di allevamento.

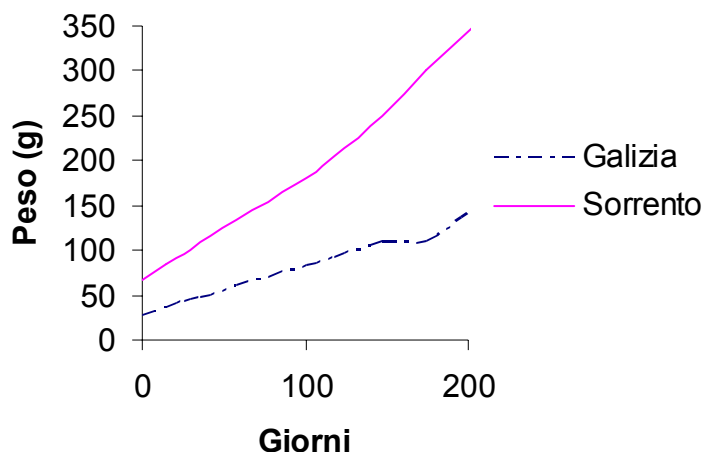
Ancora più confortanti i dati di mortalità ottenuti nel secondo ciclo, in cui non si è mai superato l'1%, dimostrazione ulteriore dei problemi di allevamento a terra occorsi con la prima esperienza, peccato che in questo caso si è stimato circa un 25% di perdite da attribuire a cause esterne all'attività di allevamento.

Il confronto tra le curve di crescita ottenute per i due cicli di allevamento è riportato in figura 57 dove la differenza di pendenza delle due curve è certamente da mettere in relazione alla differente fase fenologica dei soggetti allevati oltre che con l'approssimazione del dato zootecnico rilevato .

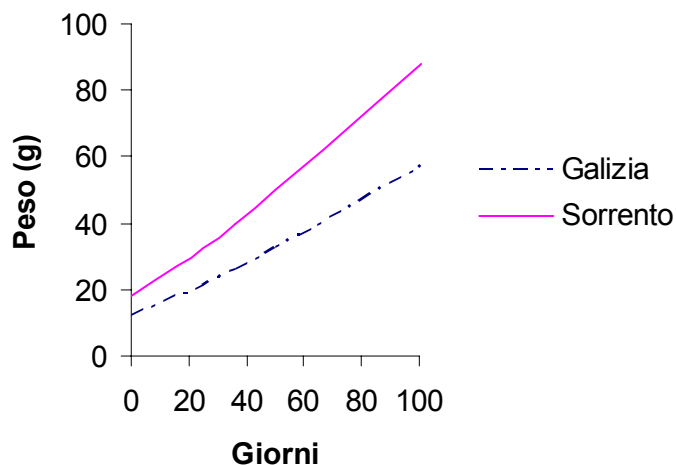


*Fig. 57 - Confronto tra le curve di crescita ottenute nei primi 100 giorni di sperimentazione*

Invece, nelle figure 58 e 59, è riportato il confronto tra gli accrescimenti con quelli ottenuti da prove condotte in Galizia in gabbie galleggianti.



*Fig. 58 - Confronto tra la curva di crescita ottenuta per il primo ciclo di allevamento e quella ottenuta durante una prova di crescita in gabbia galleggiante in Spagna nei primi 200 gg di sperimentazione*



*Fig. 59 - Confronto tra la curva di crescita ottenuta per il secondo ciclo di allevamento e quella ottenuta durante una prova di crescita in gabbia galleggiante in Spagna nei primi 100 gg di sperimentazione*

Tali dati, senza dubbio indicativi, anche se non sufficienti ad esaltare l'efficienza zootecnica dell'allevamento in profondità rispetto a quello di superficie, devono incoraggiare le ricerche future all'ottenimento di risultati sempre più favorevoli allo sfruttamento degli strati d'acqua profondi.

Ciò ad evidenziare non solo gli effetti positivi dovuti alle temperature, e questo è il caso del rombo, ma anche la sottrazione a diversi fenomeni chimico – fisici di disturbo, quali il movimento superficiale delle masse d'acqua, la maggiore esposizione agli inquinamenti, i fattori antropici, di cui tutti le specie allevabili, anche a profondità modeste, possono trarre beneficio .

## CONCLUSIONI

La ricerca condotta ha permesso l'instaurazione di due cicli di allevamento sperimentale di *Psetta maxima* in ambiente mediterraneo.

Allo scopo è stata adottata una tecnologia innovativa che ha visto la realizzazione di due prototipi di gabbia sommergibili corredati da altrettanto innovativi sistemi di ancoraggio. Tali sistemi impiantistici hanno permesso di mantenere la massa allevata a profondità variabili durante i diversi periodi dell'anno, in funzione delle temperature ritenute per essa più idonee.

Considerando le caratteristiche chimico – fisiche dell'acqua, l'ambiente marino alle quote previste e attuate è risultato ottimale per l'allevamento del rombo, in particolare:

- agendo sulla profondità di localizzazione della gabbia è stato possibile trovare condizioni di temperatura idonee per la specie in esame;
- non si sono risentiti gli effetti negativi del moto ondoso di superficie;
- l'intensità delle correnti marine è risultata entro valori estremamente modesti;
- non si sono verificate brusche variazioni di temperatura, lo stesso dicasi per la qualità delle acque.

In definitiva, per l'allevamento di *Psetta maxima* lungo le nostre coste l'impiego di gabbie sommergibili con possibilità di variare la quota di immersione secondo le condizioni termiche dell'acqua può risultare una scelta tecnica molto vantaggiosa se non necessaria, consentendo, in questo modo, la localizzazione a profondità ridotte nei mesi di acque fredde, in genere da dicembre a giugno, e lo spostamento a profondità maggiori al crescere della temperatura dell'acqua.

Da un punto di vista impiantistico, i prototipi di gabbia realizzati associano estrema semplicità costruttiva ad elevata efficienza operativa in cui il punto di forza è senza dubbio rappresentato dal sistema di ancoraggio.

L'impiego di fondo gabbia in rete di limitata dimensione di maglia, adeguatamente tesa, è risultato rispondente in quanto ha consentito lo stazionamento al fondo dei soggetti in allevamento, assecondando tra l'altro il loro naturale comportamento di specie di fondale.

Inoltre il mangime in caduta lungo la colonna d'acqua e non predato veniva trattenuto dalle maglie strette della rete consentendo anche l'alimentazione dal fondo, cosa diversa per le deiezioni che venivano ben smaltite.

In definitiva le fasi di allevamento in mare hanno dato risultati positivi: i soggetti, introdotti in gabbia hanno mostrato una crescita regolare, buona pigmentazione, non hanno mai evidenziato segni o comportamenti associabili a stress.

La mortalità è stata stimata inferiore all'1%.

Positivo l'accrescimento, simile nel confronto tra i due cicli, e in linea se non più rapido di quello ottenuto in Galizia con prove di ingrasso in gabbie galleggianti.

Sviluppi futuri delle ricerche dovranno prevedere lo studio di sistemi che consentano di ottenere produzioni commerciali; come già precisato, per il momento si è trattato solo delle prime indagini che certamente non bastano a fornire i presupposti per il trasferimento dell'allevamento su larga scala. La validità su grandi numeri è, infatti, ben altra cosa, significa spingersi molto oltre, significa dimostrare non più la possibilità di allevare bensì la possibilità di trarre profitto da un tipo di allevamento la cui metodologia e tecnologia proposte siano già state ampiamente collaudate.

E ciò lo si fa col tempo, rafforzando l'esperienza nella risoluzione di problematiche in misura crescente su aspetti tecnici, certamente (scelta dei materiali, calcolo delle sollecitazioni, dimensionamento delle strutture, scelta e impiego degli automatismi di gestione) ma senz'altro anche economici, legislativi, finanziari.

In conclusione, comunque, non è da escludere il contributo che una ricerca di questo tipo possa fornire a chi, nel panorama nazionale, volesse proporre o direttamente attuare un'attività di integrazione del reddito dai rischi contenuti, andando ad affiancare alle produzioni tipiche da acquacoltura una piccola aliquota produttiva di Rombo. In questo modo si darebbe il via ad un processo di diversificazione, vuoi lento, vuoi parziale, ma comunque salutare per il settore, che inoltre potrebbe creare dei mercati di nicchia dagli effetti economici tutt'altro che trascurabili.

## BIBLIOGRAFIA

- Barone L., Faugno S., Martello A. (1996). *Le tecniche di allevamento off-shore: una concreta possibilità di sviluppo per la Campania*. Il pesce, 4, 37-49.
- Barone L., Faugno S., Martello A. (1996). *Submersible cages for sea-bream, installed off-shore along tyrrhenian coast. Advantages and technical problems*. Proceedings of EAS Sea-bass and seabream culture: problems and prospects, Verona, October, 16th-18th.
- Barone L., Faugno S., Martello A. (1997). *Submersible cages for off-shore fish farming along the italian coastal*. Proceedings of EAS-WAS Island aquaculture and tropical aquaculture, Les trois iles - Martinique FWI May, 4th-9th.
- Barone L., Faugno S., Martello A. (1998). *Realizzazione e Prove funzionali di una gabbia sommergibile per maricoltura off-shore*. Riv. Italiana di Acquacoltura, n.33, pp. 185-202.
- Barone L., Faugno S., Formato A. Paolillo G. (2005). *Sviluppo di tecnologie per l'allevamento del rombo chiodato nell'area del mediterraneo*. Atti del VIII Convegno Nazionale di Ingegneria Agraria: L'Ingegneria Agraria per lo Sviluppo Sostenibile dell'area mediterranea. Catania, 27-30 giugno. Ed. GeoGrafica, 126. ISBN 88-901860-0-3.
- Barone L., Faugno S., Paolillo G., Colimoro L. (2003). *L'allevamento del rombo chiodato: possibilità di introduzione in Italia in gabbie sommerse*. Atti del convegno AIIA “Innovazioni meccanico – impiantistiche per l'agricoltura, l'agroindustria e l'acquacoltura”. Anacapri (NA), 17 ottobre. Ed. Chiarlizia. ISBN 88-7427-001-1.
- Barone M., Faugno S. (2004). *Criteri progettuali e costruttivi di gabbie per allevamento ittico in mare aperto*. Atti del convegno AIIA “Innovazioni meccanico impiantistiche per l'agricoltura, l'agroindustria e l'acquacoltura”. Anacapri (NA), 17 ottobre 2003. Ed. Chiarlizia. ISBN 88-7427-001-1.
- Beveridge M. (1996). *Cage Aquaculture*, 2<sup>a</sup> ed. Fishing News Books, Osney Mead Oxford England.

- Bromley P. J. (1980). *The effect of dietary water content and feeding rate on the growth and feed conversion efficiency of turbot (Scophthalmus maximus L.)*. Aquaculture, 20, 91-99.
- Burel C., Person-Le Ruyet J., Gaumet F., Roux A. L., Sévère A. & Bœuf G. (1996). *Effects of temperature on growth and metabolism in juvenile turbot*. Journal of Fish Biology, 49, 678-692.
- Ceccarelli e al. (1998). *Le imprese della pesca e la maricoltura: limiti e prospettive nella realtà italiana*. Appunti C.I.R.S.P.E. All.Iniziativa Pesca n.13, p.5-17.
- Chereguini O., Garcia de la Banda I., Rasines I., Fernandez A. (2002). *Growth and survival of young turbot (Scophthalmus maximus L.) produced with cryopreserved sperm*. Aquaculture Research 33, 637 – 641.
- Cunha I., Planas M. (1995). *Ingestion rates of turbot larvae (Scophthalmus maximus) using different-sized live prey*. Mass Rearing of Juvenile Fish, Bergen (Norway), 21-23 Jun 1993.
- De Maio A. et al. (1981). *Dinamica delle acque del golfo di Napoli*. Università degli Studi di Napoli Federico II, Annali della facoltà di Scienze nautiche, appendice n. 2 al volume IL-L
- Federcoopescas. (2000). *Iniziativa Comunitaria Pesca: Indagine sulle strutture di mercato del prodotto fresco in Italia*, 33.
- Hall J. (1997). *Turbot farming in Europe: An overview*. BULL. AQUACULT. ASSOC. CAN., n. spec. Publ. 2, 31-36.
- Huguenin, J.E. (1997). *The design, operations and economics of cage culture systems*. Aquacultural Engineering, 16, 167-203.
- Imstrand A. K., Sunde L. M., Folkvord A., Stefanson S. O. (1996). *The interaction of temperature and fish size on growth of juvenile turbot*. J. FISH BIOL., 49(5), 926-940.



- IREPA (1995). Osservatori della pesca Campana: indagine annuale sulle strutture produttive e commerciali. Rapporto anno 1993, 23 – 24.
- IREPA (2001 – 2002). Informa Irepa. Vari numeri. Salerno
- ISMEA (2002). *Filiera Pesca e Acquacoltura*. Roma, 11-13
- Milana A. (2000). *Cenni di economia ittica*. In: Un mare di risorse. A cura di Cataudella S. e Carrara G. Uniprom, 267 – 283.
- Milne, P.H. (1970). *Fish farming: a guide to the design and construction of net enclosures*. Marine Resources, HMSO, Edinburgh.
- Piccioli A. (2001). *Le produzioni in Europa*. In: Acquacoltura responsabile. A cura di Cataudella S. e Bronzi P. Unimar – Uniprom, 22 – 30.
- Pittman K., Batty R.S., Verreth J.-eds. ICES MAR. SCI. SYMP., 201, 16-20.
- Rudi, H., Aarsnes, J.V. & Dahle, L.A. (1998). *Environmental forces on a floating cage system, mooring considerations in Aquaculture engineering technologies for the future*. IChemE Symposium Series. 111, 97-122.
- Stefanson M.O., Fitzgerald R.D., Cross T.F. (2002). *Growth, feed utilization and growth heterogeneity in juvenile turbot *Scophthalmus maximus* (Rafinesque) under different photoperiod regimes*. Aquaculture Research 33, 637 – 641.
- UNIMAR (2001). *Censimento degli impianti di piscicoltura che allevano specie eurialine*. A cura di Massimo Rampacci.
- Verini Supplizi A. Appunti di acquacoltura. A.a. 2004 – 2005. Università degli Studi di Perugia, Facoltà di Medicina veterinaria, Istituto di produzioni animali.

## Siti WEB

- [www.acquacoltura.it](http://www.acquacoltura.it) (API – Associazione Piscicoltori Italiani)
- [www.fao.org](http://www.fao.org) (Organizzazione delle Nazioni Unite per l’Alimentazione e l’Agricoltura)
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nation). Fisheries Department. Database and Statistics: [http: www.fao.org/fi/statist/statist.aspa](http://www.fao.org/fi/statist/statist.aspa)
- [www.federpesca.it](http://www.federpesca.it) (Federpesca)
- [www.irepa.org](http://www.irepa.org) (Istituto di Ricerche Economiche per la Pesca e l’Acquacoltura)
- [www.ismea.it](http://www.ismea.it) (Istituto di Ricerche sui Mercati Agricoli)
- [www.istat.it](http://www.istat.it) (Istituto Nazionale di Statistica)
- [www.legapesca.it](http://www.legapesca.it) (Istituto Nazionale delle Cooperative della Pesca)
- [www.politicheagricole.it](http://www.politicheagricole.it) ( Ministero delle Politiche Agricole e Forestali)