

LA GESTIONE DELLA RISORSA ITTICA: IL CASO DELLA LAGUNA DI VENEZIA

VASCO BOATTO (*) - LUCA ROSSETTO (*)

La laguna di Venezia con i suoi oltre 40.000 ettari rappresenta una delle aree lagunari più vaste del bacino del Mediterraneo. L'attività di pesca che in essa si svolge costituisce un fattore importante per l'equilibrio economico-sociale ed ambientale dell'intero territorio veneziano. Il contributo economico delle imprese ittiche nell'area lagunare supera, infatti, i 150 miliardi di lire e si raddoppia se si considera anche l'indotto. Sul piano occupazionale, questa attività dà lavoro ad oltre 2.500 unità che salgono a 3.500 con le imprese collegate. Questa economia rischia di subire un forte ridimensionamento. Diversi fattori sembrano infatti prefigurare una simile circostanza. In primo luogo, l'aumento dello sforzo di pesca, ben oltre i livelli di sostenibilità. Secondariamente la tendenza ad impiegare sistemi di pesca ad alta concentrazione di capitale soprattutto per la raccolta delle vongole (*Tapes philippinarum*) che determinano una profonda alterazione dell'ambiente lagunare con riflessi diretti sulla morfologia dei fondali, intorbidimento delle acque ed interrimento dei canali della città di Venezia. Il processo degenerativo sul piano ambientale e produttivo, attualmente in atto, ha subito una forte accelerazione a partire dalla fine degli anni ottanta con la diffusione della pesca delle vongole. Questi bivalvi non autoctoni hanno, infatti, trovato nei fondali lagunari un

ABSTRACT

Recently, Mediterranean lagoon environment, mainly in the North Adriatic area, has been threatened by the overexploitation of fishery. Fishing has been rapidly growing since clam (*Tapes philippinarum*) culture has spread over several lagoons. Fishing growth has been accomplished by capital intensive fish farming increasing fishing capacity beyond the sustainable biological growth. This pattern is driven by myopic behaviour and common property fisheries with free entry or open access. Institutional arrangements on fish resources may encourage a fishing farming matching the biological capacity. In this study a bioeconomic dynamic model is used to describe the optimal resource allocation in case of private and open access resource. This model has been applied to a specific fishery, namely Gô (*Zosterisessor ophiocephalus*), located in the lagoon of Venice. Results confirm biological overfishing and stock depletion has occurred. Mainly factors affecting bioeconomic equilibrium such as prices, interest rate and fishing effort are fixed by market. New institutional arrangements such as catch quotas ensure stock rehabilitation and highly productive fisheries only if they are supported by adequate trade policies.

RÉSUMÉ

Au cours des dernières années on a vu une détérioration progressive des bassins lagunaires des côtes méditerranéennes, en particulier celles du Haut Adriatique. Parmi les différents facteurs qui ont contribué à ce résultat c'est l'exploitation des ressources du poisson. L'activité de pêche c'est bien développée avec la diffusion de la clavisse (Tapes philippinarum). Ça a favorisé l'accroissement de la flotte, la diffusion des systèmes de pêche à haute densité de capitaux qui ont eu un impact inévitable négatif sur l'environnement. Une rationalisation de l'activité de pêche implique l'adoption des méthodes appropriées d'exploitation. Les méthodes doivent proportionner soit l'objectif économique soit l'objectif biologique. Dans cette étude on a évalué l'applicabilité du modèle Gordon-Sbaefer d'optimisation intertemporelle. On a utilisé le modèle en faisant allusion à l'espèce Gô (Zosterisessor ophiocephalus). Les résultats obtenus confirment l'existence d'une exploitation excessive de la ressource du poisson. Pour le rétablissement des conditions d'équilibre les niveaux des prix, les taux d'intérêt, les frais sont fondamentaux. Le contrôle de ces variables est selon le marché. Les limites du niveau des captures à travers les quote parts peut résoudre le problème à condition que la politique commerciale soit appropriée.

habitat particolarmente favorevole che ne ha permesso la rapida diffusione. D'altro canto, per le imprese di pesca la raccolta delle vongole consente di realizzare un reddito nettamente superiore a quello ottenuto con la cattura delle specie tradizionali. Questo ha determinato, da un lato il passaggio dalla pesca tradizionale a quella delle vongole e l'entrata di nuove unità produttive attratte dagli alti redditi. In questo quadro, si rende pertanto necessario modificare il sistema di pesca passando da una gestione basata sul libero accesso alla risorsa ad una che prevede un prelievo controllato. A questo riguardo, un contributo all'individuazione di un modello che ottemperi, al tempo stesso, le esigenze economico-sociali con quelle ambientali può essere fornito dall'applicazione dei recenti risultati delle teorie bioeconomiche.

LA GESTIONE DELLA RISORSA
ITTICA

In questi ultimi anni vi è stato un crescente interesse verso i problemi relativi alla gestione delle risorse ittiche. Il crescente sfruttamento degli stock ittici ha determinato, in molti casi, una consistente diminuzione del patrimonio che ha raggiunto per alcuni pesci una soglia prossima alla stessa estinzione della specie. I problemi del sovrasfruttamento sono particolarmente gravi quando la risorsa viene gestita come se il bene fosse di proprietà comune (Clark, 1985). In questi casi, come nelle situazioni di libero accesso, si riscontra un sostanziale divario tra il livello del pescato e quello compatibile con la consisten-

(*) Dipartimento Territorio e Sistemi Agroforestali - Università di Padova.

za degli stock. Sul piano teorico-formale uno dei primi contributi all'analisi della gestione ottimale è stato fornito da H.S. Gordon (Gordon, 1954) che negli anni cinquanta ha posto le basi della teoria sui beni in proprietà comune (1954). Secondo questo autore, il sovrasfruttamento è causato da una non corretta definizione dei diritti di proprietà dei banchi di pesce. In questo caso se il costo della pesca è relativamente basso rispetto al prezzo del pescato si tende ad avere un livello delle catture superiore all'ottimo biologico. Ogni pescatore ha la possibilità di pescare con le modalità (tempi e luoghi) che ritiene più appropriate senza preoccuparsi del comportamento degli altri. In questo modo egli tende a spingere lo sforzo di pesca fino ad eguagliare il valore medio del prodotto anziché quello marginale anche se con tale comportamento si abbasserà il reddito di tutti i pescatori e verrà messa in pericolo l'integrità della risorsa ittica. Il modello statico di Gordon è stato integrato da M.B. Schaefer (Schaefer, 1954) che per primo ha introdotto il concetto di equilibrio bioeconomico. Secondo Schaefer la crescita della popolazione ittica può essere rappresentata attraverso una funzione di tipo logistico il cui punto di massimo corrisponde alla resa massima sostenibile. Secondo questo approccio, i punti di equilibrio bioeconomico sono determinati da un lato dai prezzi di vendita e dall'altro dai costi della pesca. Il modello integrato (Gordon-Schaefer) è stato adattato anche per analisi di tipo dinamico. In questo modo è possibile studiare l'evoluzione dello stock nel tempo e verificare le conseguenze di una gestione più compatibile con la capacità di rigenerazione della risorsa ittica (Scott, 1955). In tempi recenti questi modelli sono stati ripresi e sviluppati in modo da renderli direttamente applicativi grazie, tra gli altri, al contributo di Clark (1985). Essi risultano particolarmente appropriati per affrontare lo studio dei problemi della gestione ottimale della risorsa ittica nella Laguna di Venezia.

IL MODELLO

Il modello utilizzato si rifà allo schema di Gordon, Schaefer e Scott e, in particolare, nella sua versione dinamica nell'ipotesi che la gestione sia affidata ad un singolo gestore. Tale semplificazione consente di analizzare l'effetto delle singole componenti economiche e biologiche e focalizzare l'attenzione sugli elementi cruciali per una corretta gestione della risorsa ittica. Successivamente, l'analisi è stata allargata anche al caso della gestione della risorsa ittica come bene in proprietà comune o a libero accesso. Il modello parte dalla constatazione che il pesce è una risorsa rinnovabile. Infatti, se correttamente gestita, la pesca può fornire un prodotto per un periodo illimitato. La dimensione dello stock potrebbe variare aumentando o riducendo l'entità del pescato per un certo periodo ossia investendo o disinvestendo nella risorsa ittica. Il problema di investimento sulla risorsa ittica si basa sulla seguente equazione:

$$\text{crescita netta} = \text{crescita naturale netta} - \text{prelievo}$$

La crescita netta rappresenta la funzione di produzione mentre la crescita naturale netta è la componente biologica vera e propria.

Secondo il modello di Schaefer (1954, 1957) la crescita naturale viene interpretata da una funzione di tipo logistico, il cui tasso di variazione è dato da:

$$\frac{dS_t}{dt} = g(S_t) = \kappa S_t \left(1 - \frac{S_t}{K}\right) \quad (1)$$

dove S_t indica lo stock (biomassa), $g(S_t)$ è il tasso di crescita mentre κ e K rappresentano rispettivamente il tasso intrinseco di crescita e la capacità portante del sistema. Il tasso intrinseco di crescita indica il tasso di crescita massimo raggiungibile dalla popolazione ovvero $\kappa \rightarrow g(S_t)$ quando $S_t \ll K$. Analogamente, K rappresenta lo stock in equilibrio stabile ed il livello attuale $S_t \rightarrow K$ quando $t \rightarrow \infty$. La curva di tipo logistico presenta un tasso di crescita decrescente che assume valori positivi nel tratto che va dalla resa minima (S_{rmin}) a quella massima sostenibile (S_{rms}) e valori negativi nel tratto successivo. Lo stock varia da un valore minimo, pari a zero, ad un valore più elevato, pari alla capacità portante del sistema, K , corrispondente allo stock massimo sostenibile dall'ambiente acquatico in condizioni naturali (figura 1). Da un punto di vista biologico, per qualsiasi livello di stock inferiore a quello della capacità portante, la popolazione cresce (senza considerare eventuali prelievi) fino al livello in cui il tasso di crescita si annulla. Se il tasso di prelievo corrisponde a quello di crescita, la popolazione rimane stabile. Pertanto, tutti i punti della curva logistica corrispondono a potenziali punti di equilibrio (o *steady state*) della popolazione. La crescita risulta massima (e quindi anche il potenziale prelievo) in corrispondenza di un livello di stock noto come resa massima sostenibile (S_{rms}).

La funzione di crescita logistica è stata modificata da

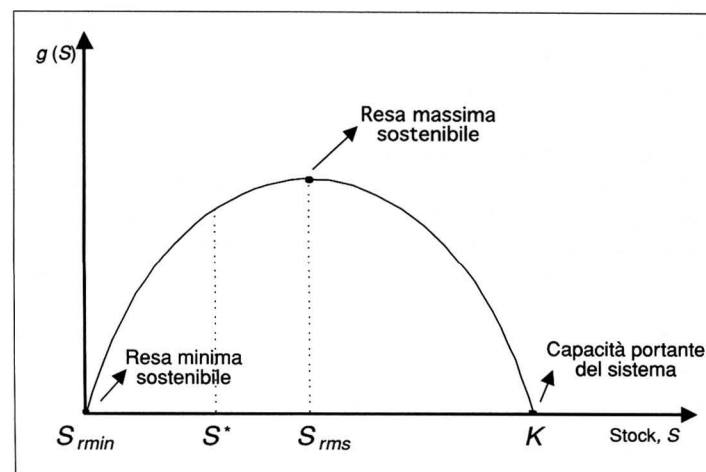


Figura 1 - Tasso di crescita logistica (Fonte: Clark, 1986).

Schaefer mediante l'introduzione del tasso di cattura o prelievo espresso in termini di sforzo di pesca, Q_t :

$$Q_t = qE_t S_t \quad (2)$$

dove E_t è lo sforzo di pesca, ovvero la somma di tutti i fattori produttivi – capitale fisso, equipaggiamento, lavoro, carburanti, ecc. – utilizzati, mentre q è il coefficiente di pescosità.

Dividendo per S_t si ottiene il coefficiente di mortalità, F_t , che è direttamente proporzionale allo sforzo di pesca e al coefficiente di pescosità:

$$F_t = qE_t \quad (3)$$

Attraverso successivi passaggi, è possibile ricavare il valore del prelievo e sforzo di pesca in corrispondenza della resa massima sostenibile (S_{rms}):

$$E_{rms} = \kappa/2q, \quad Q_{rms} = \kappa K/4 \quad (4)$$

Questi valori possono fornire delle indicazioni utili sull'entità del prelievo e sui corrispondenti costi in funzione del tasso di crescita. Essi forniscono, inoltre, alcune indicazioni sul grado di sfruttamento della risorsa ittica. La componente economica è rappresentata dal modello di Gordon che può essere sintetizzato da una semplice funzione di profitto ottenuta come differenza tra i ricavi della vendita e sforzo di pesca, ossia da:

$$\max \pi_t = pQ_t - cE_t \quad (5)$$

dove p è il prezzo di vendita del pesce mentre c è il costo unitario dei fattori produttivi.

L'equilibrio dipende dalla forma della curva di crescita, dal livello di impiego dei fattori produttivi o sforzo di pesca e dal coefficiente di pescosità. Questi elementi vengono riassunti all'interno di una funzione di produzione che esprime il prelievo in funzione dello sforzo di pesca e dello stock:

$$b_t = b(E_t, S_t)$$

dove b_t indica il prelievo che è in funzione dello sforzo di pesca E_t e dello stock, S_t .

La gestione della risorsa ittica viene resa più aderente alla realtà considerando altri elementi quali i comportamenti a volte conflittuali, a volte mutualistici tra le imprese di pesca e gli effetti dinamici. I modelli dinamici impiegati per lo studio delle risorse naturali si basano sul concetto di ottimizzazione intertemporale. Tali modelli, infatti, si propongono di individuare l'allocatione delle risorse che massimizza il benessere sia delle generazioni attuali che future. In questo quadro gli elementi chiave di un modello dinamico sono:

- 1) il tasso di interesse impiegato per attualizzare i profitti futuri;
- 2) la funzione di produzione;
- 3) i prezzi e i costi. Questi ultimi rappresentano lo sforzo di pesca per il costo unitario;
- 4) la funzione di rigenerazione dello stock ittico. Que-

st'ultima viene definita da:

$$S_{t+1} = S_t + g(S_t) - Q_t \quad (6)$$

dove $g(S_t)$ è la funzione di crescita, Q_t l'entità del prelievo e S_t lo stock al tempo t . Questa espressione rappresenta l'elemento dinamico che incorpora le variazioni nello stock e nei prelievi effettuati nel tempo. La risorsa rinnovabile è sostenibile quando lo stock non si modifica nel tempo e resiste agli eventuali shock di breve periodo generando un output continuativo e stabile. L'equivalente dello *steady state* è un equilibrio dinamico di lungo periodo che in pratica non viene raggiunto a causa di continue modificazioni nelle variabili economiche e ambientali ma la cui esistenza assicura la rinnovabilità della risorsa. Sul piano formale il modello di ottimizzazione intertemporale utilizzato nella gestione della risorsa ittica può essere definito come segue. Si assume che lo stock al tempo t sia indicato da S_t , il prelievo da Q_t , il costo unitario da c mentre la crescita della risorsa ittica dalla funzione $g(S_t)$. L'ottimizzazione viene definita dalla massimizzazione dei benefici al netto dei costi o sforzo di pesca, attualizzati ad un tasso r , vincolati dalla funzione di rigenerazione dello stock. L'ipotesi di base è che i benefici marginali derivanti dall'impiego della risorsa diminuiscano nel tempo fino ad annullarsi quando l'orizzonte temporale tende all'infinito.

$$\text{Max}_{Q_t, S_t, \lambda_t} \int_0^{\infty} e^{-rt} [B(Q_t) - Q_t c(S_t)] dt \quad (7)$$

soggetto a: $\Delta S = g(S_t) - Q_t$; $Q_t = qE_t S_t$ (8) in cui $B(Q_t)$ rappresenta la funzione di ricavo e $c(S_t)$ il costo unitario di estrazione.

Questo problema di ottimizzazione intertemporale viene espresso nella forma proposta da Hamilton e risolto utilizzando il Principio del Massimo (Pontryagin, 1964):

$$H(t) = B(Q_t) - Q_t c(S_t) + \lambda_t [g(S_t) - Q_t] \quad (9)$$

in cui λ è il prezzo ombra o costo opportunità ovvero il costo a cui si va incontro per aver perduto l'opportunità di utilizzare quella stessa risorsa in un tempo futuro. Esso rappresenta anche un indicatore della scarsità relativa.

La differenziazione rispetto alle tre variabili del sistema, Q , S e λ , consente di stabilire l'allocatione ottimale della risorsa ittica:

$$\frac{\partial H}{\partial Q} = H_Q = B_Q - c(S_t) - \lambda_t = 0 \quad (10)$$

$$\frac{\partial H}{\partial S} = H_S = -Q_t c_S(S_t) + \lambda_t g_S(S_t) = -\Delta \lambda_t + r \lambda_t \quad (11)$$

$$\frac{\partial H}{\partial \lambda} = \Delta S = g(S_t) - Q_t = 0 \quad (12)$$

La prima relazione indica l'uguaglianza tra ricavo mar-

ginale e costo marginale che è pari alla somma del costo o sforzo unitario di pesca e del prezzo ombra. Se la gestione è affidata ad un singolo operatore che opera in un mercato concorrenziale il ricavo marginale corrisponde al prezzo di vendita.

La seconda relazione si riferisce alla variazione del prezzo ombra che viene influenzata positivamente dal tasso di interesse e dal costo della pesca ma negativamente dalla crescita della risorsa ittica. Infatti, l'equazione (11) può essere riscritta come:

$$\frac{\Delta\lambda_t}{\lambda_t} = r + \frac{c_s(S_t)}{\lambda_t} Q_t - g_s(S_t) \quad (13)$$

Questa relazione suggerisce che nei periodi in cui lo stock è relativamente basso il prezzo ombra potrebbe anche diminuire poiché l'effetto del tasso di interesse sommato a quello del costo potrebbero essere controbilanciati da una crescita positiva dello stock. Viceversa, con stock elevati anche l'effetto del tasso di crescita diventa positivo e, pertanto, il prezzo ombra può solo aumentare.

La terza relazione esprime la funzione di produzione che incorpora l'effetto di rigenerazione dello stock ittico. Introducendo la regola di Hotelling (1931), in condizioni di equilibrio dinamico il prezzo del pescato cresce allo stesso ritmo del tasso di interesse. In pratica, il pescatore ha due alternative: prelevare la risorsa ittica e venderla sul mercato ed investire il ricavato lucrando un interesse oppure rinunciare al prelievo e aspettare che aumenti il suo valore. Soltanto quando il valore di queste due opzioni coincide il prelievo viene ripartito in modo ottimale tra presente e futuro (figura 2). A sua volta, il prezzo condiziona il livello del prelievo il cui andamento decresce nel tempo fino al raggiungimento di un equilibrio in cui il livello del pescato tende ad eguagliare il tasso di crescita. Tale equilibrio corrisponde allo *steady state*. Un tasso di interesse elevato, per contro, accelera i consumi attuali e i prelievi diventano elevati all'inizio, e diminuiscono rapidamente nel tempo. L'equilibrio tra il consumo attuale e futuro ed il corrispondente prezzo sono influenzati dal valore del tasso di interesse, dal livello dello stock iniziale e dall'andamento della domanda. Elevati tassi di interesse favoriscono il consumo attuale rispetto a quello futuro. Per converso, un aumento dello stock iniziale, accresce il consumo, sia presente che futuro, e una diminuzione dei prezzi nel tempo. Viceversa, un aumento nella domanda determina, a parità di altre condizioni, un aumento del livello iniziale dei prezzi e una riduzione nel tempo del consumo. In condi-

zioni di equilibrio il modello dinamico prevede che i prezzi varino allo stesso ritmo del tasso di interesse ovvero che ci sia la possibilità di determinare l'evoluzione dei prezzi. In pratica, questo significa ammettere l'esistenza di un decisore che abbia il pieno controllo sulla gestione della risorsa. Date queste assunzioni e assumendo, in prima ipotesi, un costo crescente al diminuire dello stock, l'entità del pescato, a parità di altre condizioni, tende a diminuire. Per comprendere il comportamento in corrispondenza dei valori di equilibrio la funzione massimo profitto è stata semplificata assumendo un costo di pesca pari a zero, $c = 0$. In tal caso, in condizioni di equilibrio la variazione del prezzo ombra dipende solo dalla differenza tra il tasso di crescita della popolazione e il tasso di interesse:

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda_t} = \frac{(r - g_s)}{(1 + g_s)} \quad (14)$$

L'equilibrio viene così raggiunto quando la variazione nel prezzo ombra si annulla e quindi il tasso di crescita della popolazione risulta pari al tasso di interesse:

$$g(S_t) = r \quad (15)$$

Da questa equazione si rileva che il mancato reddito per la rinuncia al prelievo immediato rispetto a quello futuro è influenzato da due grandezze: una economica, il tasso di interesse, e una biologica, il tasso di crescita.

In corrispondenza della resa massima sostenibile (S_{rms}) il tasso di crescita si annulla ($g_s = 0$). Dato che $r > 0$, l'equilibrio ottimale viene raggiunto per livelli di stock inferiori a S_{rms} . Se il livello dello stock attuale è superiore a S_{rms} , conviene prelevare la risorsa ittica e raggiungere lo stock ottimale più rapidamente possibile. Se $r = 0$, il livello ottimale è pari S_{rms} dal momento che l'equilibrio è determinato solo da motivi di natura biologica.

Il punto di equilibrio economico e biologico si realizza quando $r - g_s$ si annulla in corrispondenza di S^* . In questo caso, la differenza tra prezzo e costo marginale è costante e il tasso di crescita della popolazione è esatta-

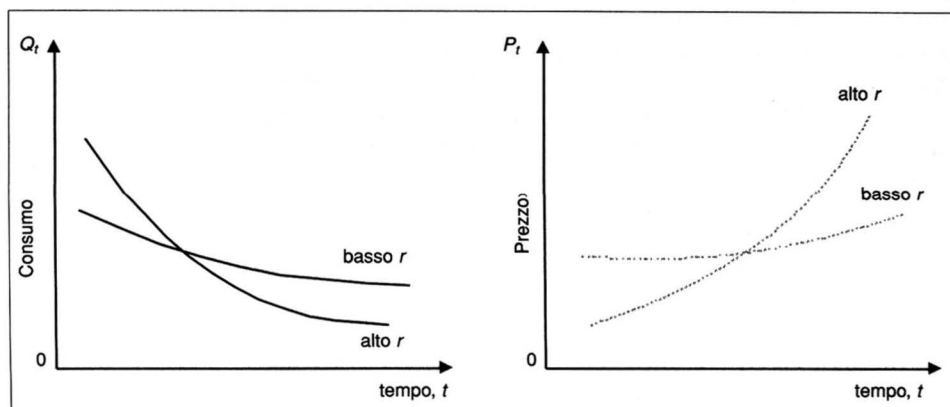


Figura 2 - Andamento del consumo e del prezzo con un tasso di interesse basso e alto.

mente uguale al tasso di interesse. Se ci si trova a destra di tale punto, si rende necessario aumentare il prelievo, diminuire lo stock e incrementare il tasso di crescita della popolazione. A sinistra, invece, di tale punto conviene diminuire il prelievo, aumentare lo stock e favorire così un apprezzamento in valore della risorsa. L'analisi delle condizioni di equilibrio dinamico possono essere esaminate con l'ausilio della figura 3 in cui è stato riportato l'andamento dei ricavi e costi totali e i valori di equilibrio dello stock. Da un punto di vista economico la soluzione ottimale si situa in corrispondenza della cosiddetta massima resa economica, S_{MRE} . Tale valore non risulta compatibile con i vincoli biologici, tecnologici ed economici che normalmente portano ad un incremento dei prelievi e, di conseguenza, alla diminuzione dello stock ottimale S^* . Quest'ultimo si situa, quindi, in una posizione intermedia tra il S_{MRE} ed il livello dello stock S_0 che annulla i profitti. Soltanto quando il tasso di interesse è nullo, la soluzione ottimale corrisponde al S_{MRE} . Viceversa, un tasso di interesse positivo e crescente implica una riduzione nel livello di conservazione delle risorse e lo stock ottimale si sposta verso sinistra. Contemporaneamente si avrà una diminuzione dei profitti in quanto diminuiscono i ricavi fino ad annullarsi in corrispondenza di S_0 .

Nel caso limite in cui il tasso di interesse si mantenga sempre superiore al tasso di crescita, ovvero $r > g(S)$, la soluzione economicamente ottimale potrebbe corrispondere ad un livello prossimo all'esaurimento della risorsa ittica. In situazioni più realistiche, ossia considerando il costo di pesca superiore allo zero, questo risultato diventa molto remoto dal momento che tale costo risulta crescente con la diminuzione dello stock, ossia: $\Delta C(S)/\Delta S = C_S < 0$.

Sul piano teorico la presenza di costi crescenti è un motivo a favore della conservazione della risorsa ittica. Formalmente, il loro effetto modifica la condizione di equilibrio nel modo seguente:

$$\frac{\Delta \lambda_t}{\lambda_t} = \frac{(r - g_{S_t})}{(1 + g_{S_t})} + \frac{C_{S_t}}{\lambda(1 + g_{S_t})} \quad (16)$$

In base a questa equazione la variazione del prezzo ombra dipende oltre che dalla differenza tra il tasso di interesse e la crescita della popolazione anche dalla variazione nel costo di prelievo rispetto allo stock. In condizioni di equilibrio, quindi, l'uguaglianza tra il tasso di interesse e il tasso di crescita si raggiunge quando:

$$r = g_{S_t} - \frac{C_{S_t}}{\lambda_t} \quad (17)$$

Dato che $-C_{S_t}$ è positivo, per garantire l'equilibrio (se r è costante) il valore di g_S dovrà essere inferiore rispetto a quello riscontrato in assenza di costi di pesca. Di conseguenza, il valore dello stock di equilibrio sarà spostato verso destra rispetto a S^* (figura 3).

COMPORAMENTO MIOPE E RISORSE IN PROPRIETÀ COMUNE

Finora abbiamo analizzato la risorsa ittica gestita da un unico operatore. In questo paragrafo vengono valutati gli effetti della proprietà comune e del libero accesso alla risorsa ittica. In particolare, si ipotizza che la pesca sia effettuata da un elevato numero di pescatori ognuno dei quali ha diritto di pescare, come nella situazione che attualmente caratterizza l'attività di pesca nella laguna di Venezia. In questo scenario ogni pescatore massimizza il proprio profitto attualizzato senza tener conto del comportamento degli altri e tanto meno degli effetti sulle generazioni future. Rispetto alla soluzione precedente, l'insieme dei singoli comportamenti produce un incremento del prelievo e, quindi, una diminuzione dello stock di equilibrio ed una graduale scomparsa della rendita economica. Da un punto di vista ambientale, il comportamento miope, tipico di chi opera in condizioni di libero accesso, favorisce il sovrasfruttamento della risorsa ittica con intensità e modalità che dipendono dalla biologia della specie pescata, dai prezzi di mercato, dal costo di pesca e quindi dalla tecnologia. Anche la numerosità dei pescatori gioca un ruolo determinante: a parità di altre condizioni, l'intensità di pesca aumenta con la dimensione della flotta. L'equilibrio bioeconomico in questa situazione tende a spostarsi verso sinistra fino allo stock S_0 in cui il profitto si annulla (figura 3). Lo sfruttamento della risorsa ittica deve comunque essere valutato in un orizzonte di lungo periodo. In quest'ottica bisogna considerare che evoluzioni dei prezzi e della tecnologia possono migliorare i redditi dei pescatori e l'efficienza della pesca; tuttavia, possono avere conseguenze negative sulla conservazione della risorsa ittica. Ad esempio, recenti sviluppi tecnologici hanno amplificato le potenzialità di pesca e abbassato i relativi costi incoraggiando forme di sfruttamento biologico che rischiano di diminuire lo stock oltre la soglia critica dell'estinzione (es. le catture di pesci con taglia inferiore a

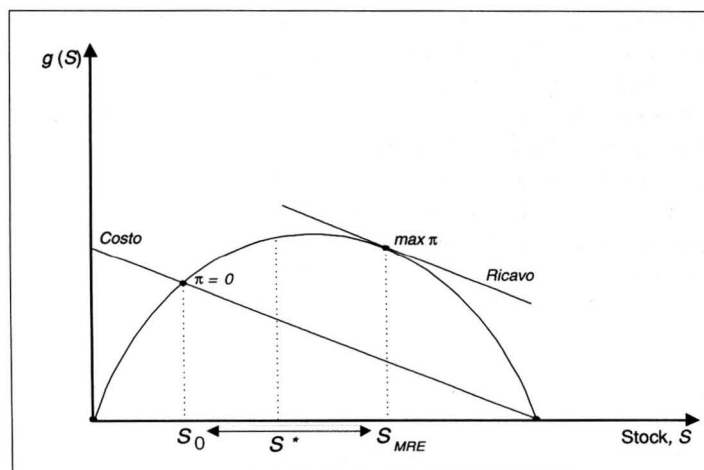


Figura 3 - Rappresentazione dell'equilibrio dinamico (Fonte: Clark, 1986).

quella commerciale). Per ovviare a questi inconvenienti, in molti paesi sono state attuate forme di controllo basate su quote di prelievo e limitazione del periodo di pesca (es. fermo pesca). L'introduzione di queste regole ha determinato una diminuzione del ricavo del singolo pescatore, mentre la riduzione del periodo di pesca ha innalzato l'incidenza dei costi fissi ⁽¹⁾. A parità di altre condizioni, questa regolamentazione trasforma lo sfruttamento della risorsa ittica in un sottoutilizzo della flotta e si traduce in un peggioramento dei redditi dei pescatori. Pertanto, anche questa soluzione non costituisce un risultato soddisfacente se non è accompagnata da un'adeguata politica commerciale che permetta di conseguire livelli di prezzi più elevati.

I RISULTATI

L'applicazione del modello alla Laguna veneta è stata effettuata con riferimento alla specie ittica denominata Gô (*Zosterisessor ophiocephalus*) in quanto si può assumere con buona approssimazione che il loro ciclo biologico si realizzi completamente all'interno della Laguna. I risultati ottenuti possono fornire indicazioni utili anche per le altre specie che invece sono presenti in Laguna solo per determinate fasi del ciclo. Sulla base dei dati forniti dai biologi e confermati da un'indagine presso i pescatori si è assunto che:

- la capacità portante del sistema sia pari a 800 kg/ha;
- il tasso intrinseco di crescita della popolazione ittica sia pari a 0,5;
- il prezzo di mercato del pesce sia corrispondente a 4.000 L./kg.

I parametri della funzione del costo di pesca sono stati calibrati con riferimento ai dati rilevati. In particolare con un livello di pescato pari a 50 kg/ha il costo totale è pari a 5.800 L./kg (di cui 3.300 lire sono variabili e 2.500 lire sono fisse). È stata utilizzata una funzione quadratica di costo totale è del tipo:

$$C = \alpha Q + \beta Q^2$$

in cui $\alpha = 10$ e $\beta = 15$. Inizialmente, il prezzo ombra è stato assunto pari a 1.000 L./kg. Il tasso di interesse è pari al 5%.

I dati sono stati impiegati per valutare il livello del pescato (prelievo) e dello stock nello scenario attuale (*status quo*) e delle proposte di intervento per una maggiore valorizzazione della risorsa ittica. I risultati ottenuti permettono di rilevare che nell'ipotesi di mantenimento dello

status-quo il livello delle catture non è in equilibrio e appare superiore a quello ottimale. Con un saggio del 5% ed un costo opportunità della risorsa ittica pari a 1.500 L./kg, il livello delle catture scende, nei primi 10 anni, da 129 a circa 107 kg e nel successivo decennio, sui 90 kg (figura 4). Lo stock si abbassa rapidamente nei primi 6-7 anni e, successivamente, si stabilizza sui 510 kg. Pertanto, in condizioni di equilibrio il livello ottimale di pescato appare inferiore di circa il 40% rispetto a quello attuale (130-150 kg). Una minor valorizzazione dello stock, ad esempio 500 L./kg (anziché 1.500 L.), si traduce in una diminuzione dello stock di equilibrio (circa 360 kg) mentre il livello del pescato si attesta sui 114 kg (figura 4). Vale la pena ricordare che la mancata valorizzazione della risorsa ittica si riflette in un tasso di sfruttamento superiore rispetto alla capacità di crescita e, quindi, in una progressiva riduzione della popolazione. È evidente che in questo contesto sia necessario prevedere un sensibile contenimento dei prelievi, pari ad almeno il 50%, da realizzarsi con criteri che potranno far leva o sul controllo della quantità di pescato o delle licenze o dei prezzi. Infatti, se si riduce il prezzo ad esempio del 25% il volume delle catture scende di quasi il 30%. Un risultato analogo, a parità di altre indicazioni, si ottiene aumentando il costo opportunità associato alla risorsa ittica. Esempio se il costo opportunità viene raddoppiato (da 1.500 a 3.000 L./kg) il livello del pescato scende, a regime, del 25-30%. Questi risultati sono condizionati dal livello del tasso di interesse stabilito dal mercato finanziario. La prospettiva di tassi decrescenti potrebbe ridurre il consumo attuale a favore di quello futuro con una diminuzione delle catture e una migliore sostenibilità della risorsa ittica. A parità di altre condizioni, una discesa del tasso di interesse, per esempio dal 5 al 2%, produce un sensibile aumento nello stock (+2-3%) accompagnato da una diminuzione delle catture (-2%) nel primo decennio. Pertanto, la prospettiva di un'ulteriore riduzione dei tassi di interesse

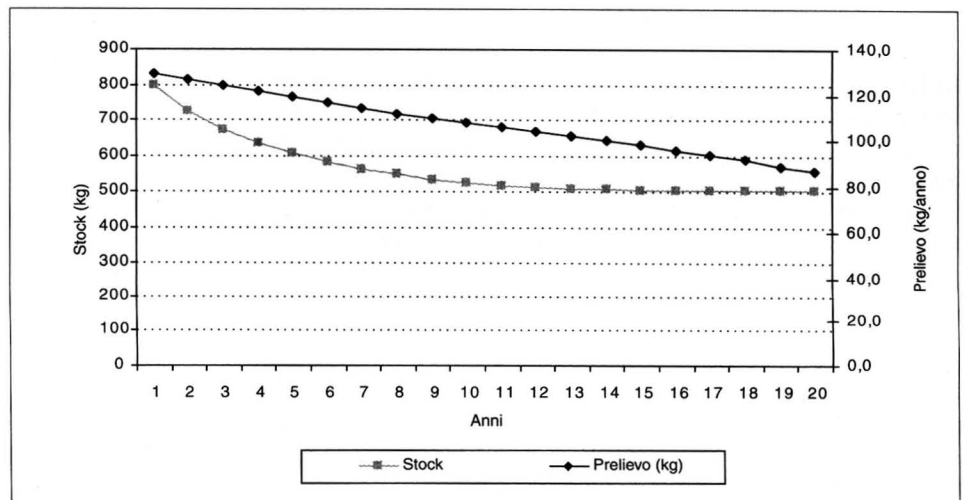


Figura 4 - Andamento dello stock e del prelievo.

⁽¹⁾ Durante il fermo pesca i pescherecci stazionano nel porto e non possono essere impiegati in usi alternativi.

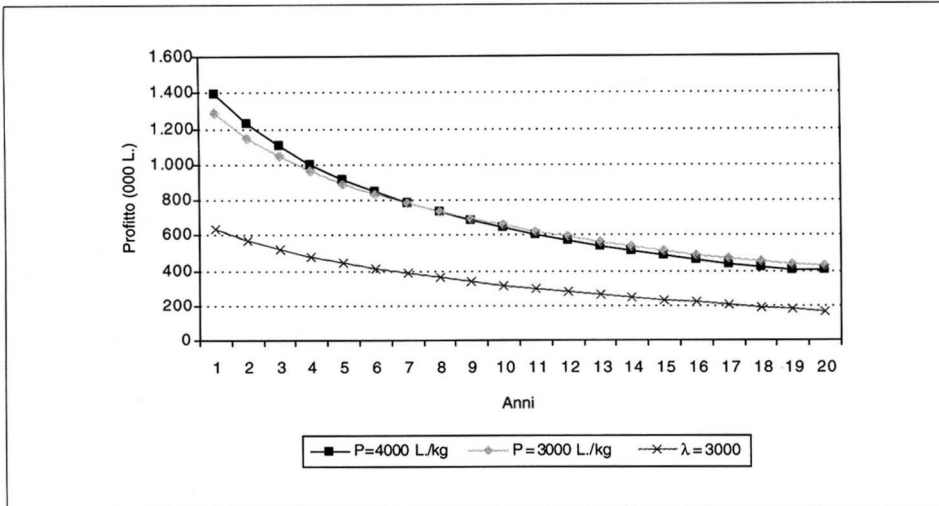


Figura 5 - Ipotesi di riduzione del pescato.

prevista a livello comunitario rischia di amplificare il divario esistente tra il livello pescato ottimale e quello reale. Un altro aspetto da non sottovalutare è rappresentato dalla valutazione degli effetti economici e relative ripercussioni sul reddito dei pescatori.

A questo riguardo risulta utile analizzare gli effetti della diminuzione del prezzo del pescato ad esempio da 4.000 a 3.000 L/kg e di una maggiore valorizzazione della risorsa ittica (prezzo ombra, λ , da 1.500 a 3.000 lire) (figura 5). In queste ipotesi la variazione del reddito è alquanto contenuta nei primi anni, poi scende, si annulla, e diventa addirittura superiore dopo l'ottavo anno per effetto dell'aumento dello stock la cui valorizzazione compensa i mancati redditi dei pescatori. D'altra parte, la minor valorizzazione del pesce si traduce in una decisa perdita di reddito attribuibile sia alla riduzione dell'entità del pescato, sia a un forte calo del valore attribuito alla risorsa ittica.

CONCLUSIONI

I risultati del modello indicano che l'attuale livello di pescato è superiore rispetto a quello ottimale. Inoltre quest'ultimo sembra destinato a diminuire per effetto delle future diminuzioni nel tasso di interesse e rischia di aggravare gli effetti negativi derivanti dalla valorizzazione della risorsa ittica.

Questi ultimi potrebbero accentuarsi in presenza di incrementi nel prezzo di vendita oppure di innovazioni tecnologiche che aumentano l'efficienza della pesca e abbassano i costi del pescato. Tali effetti potrebbero favorire un ulteriore incremento nelle catture e una diminuzione dello stock fino al raggiungimento della resa minima sostenibile (S_{rmin}) in cui la popolazione rischia l'estinzione. Pertanto, la diminuzione nei livelli di pescato diventa una scelta obbligata. Solo il mantenimento dello stock ottimale è in grado di assicurare un reddito stabile e continuativo che, in ottica di lungo periodo, rappre-

senta anche il massimo importo ricavabile dalla gestione della risorsa ittica. Tale gestione si configura, quindi, come sostenibile sia da un punto di vista economico che biologico e ambientale. ●

BIBLIOGRAFIA

Arrow K.J., Lind R. (1985) - "Uncertainty and the evaluation of public investment decisions", *The American Economic Review*, vol. 6, n. 1, pp. 364-378.

AA.VV. (1998) - Piano Programma per la gestione delle risorse alieutiche delle lagune della Provincia di Venezia, Provincia di Venezia, Assessorato alla Pesca (in corso di stampa).

Boatto V., Defrancesco E. (1994) - L'economia ittica in Provincia di Venezia: dalla produzione al consumo, ASAP.

Cacho O.J., Kinnucan H., Hatch U. (1991) - Optimal control of fish growth, *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 73, n. 1, pp. 174-183.

Chiang A.C. (1984) - *Fundamental methods of mathematical economics*. Terza edizione, McGraw-Hill Inc.

Clark C.W. (1985) - *Bioeconomic modeling and fisheries management*, Dept. of Math University of Columbia, John Wiley and Sons.

Feeny D., Hanna S., Mcevoy A.F. (1996) - Questioning the assumptions of the "Tragedy of the Commons" Model of Fisheries, *Land Economics*, vol. 72, n. 2, pp. 187-205.

Fisher A.C., Peterson F.M. (1977) - The exploitation of extractive resources: a survey, *Economic Journal*, vol. 87 (348), pp. 681-721.

Hottelling H. (1931) - The economics of exhaustible resources, *Journal of Political Economy*, vol. 39, pp. 198-209.

Howitt R.E., Taylor R.C. (1993) - The economics of nonrenewable resources, in "Agricultural and Environmental Resource Economics", a cura di Carlson G.A., Zilberman D., Miranowski J.A., New York Oxford, Oxford University Press.

Orel G., Pessa G., Pavan B., Zamboni R., Ceschia G., Gregoretti G., Zentilin A. (1998) - Prove di allevamento di *Tapes philippinarum* (Adams e Reeve, 1850) in una valle da pesca della Laguna di Grado (Nord Adriatico), *Biol. Mar. Medit.* (in corso di stampa).

Pontryagin L.S., Boltyanskii R.V., Gamkrelidze E.F., Mishenko (1962) - *The mathematical theory of optimal processes*, New York, John Wiley and Sons.

Pranovi F., Giovanardi O. (1994) - The impact of hydraulic dredging for short-necked clams, *Tapes* sp. p. on a infaunal community in the lagoon of Venice, *Sci. Mar.*, vol. 58, pp. 345-353.

Schaefer M. B. (1954) - Some aspects of dynamics of population to the management of the commercial marine fisheries, *Bulletin, Inter Tropical Tuna Commission*, vol. 1, pp. 25-56.

Schaefer M.B. (1957) - Some considerations of population dynamics and economics in relation to the commercial marine fisheries, *Journal of Fisheries Research Board of Canada*, vol. 14, n. 5, pp. 669-681.

Scott A.D. (1955) - The Fishery: The objectives of sole ownership, *Journal of Political Economy*, vol. 63, pp. 116-209.

Scott A.D. (1988) - Development of property in the fishery, *Marine Resource Economics*, vol. 4, n. 4, pp. 289-311.

Sfriso A., Marcomini A. (1994) - Gross primary production and nutrient behaviours in shallow lagoon waters. *Bioresource Technology*, vol. 45, pp. 59-66.

Zilberman D., Wetzstein M.E., Marra M. (1993) - The economics of nonrenewable resources, in "Agricultural and Environmental Resource Economics", a cura di Carlson G.A., Zilberman D., Miranowski J.A., New York Oxford, Oxford University Press.