

Federico Riccato, Riccardo Fiorin, Pierpaolo Penzo, Luisa Da Ros, Alfredo Boldrin

ITTIOFAUNA ASSOCIATA AD UNA BARRIERA ARTIFICIALE IN NORD ADRIATICO

Riassunto. Il litorale veneto è stato interessato in tempi recenti da una serie di interventi che hanno previsto la messa in opera di materiale lapideo o inerte con diversi scopi, il principale dei quali è stato la difesa idraulica. L'introduzione di substrati rigidi su fondali a sedimenti incoerenti ha avuto, come conseguenza, il marcato aumento della biodiversità sia della componente macrozoobentonica sia della fauna ittica. Anche su profondità ridotte le barriere artificiali arrivano a ospitare comunità ittiche varie e abbondanti sia di specie tipiche di substrati rocciosi, che trovano in questi habitat condizioni trofiche favorevoli e disponibilità di nuovi spazi ove insediarsi, sia di specie che si avvicinano alle scogliere artificiali solo in determinate fasi del loro ciclo vitale o con scopi ben precisi (nursery area, feeding ground, spawning area). La comunità ittica associata a una barriera artificiale costituita da due piramidi di blocchi di calcestruzzo e posizionata a due miglia dalla foce del Sile, su una profondità di 14 metri, è stata caratterizzata attraverso tre campagne di monitoraggio in immersione (visual census) nell'estate 2010. Lo studio ha permesso di censire 25 specie di pesci ossei ripartiti in 13 famiglie fornendo dati di abbondanza e biomassa. Le specie censite sono state raggruppate in guild ecologiche sulla base delle diverse modalità di utilizzo delle barriere artificiali. Lo studio fornisce infine indicazioni sul valore commerciale delle specie censite nell'area di indagine.

Summary. *Fish fauna associated to an artificial reef in the North Adriatic Sea.*

Along the Veneto littoral, artificial substrata were set for various purposes (mainly hydraulic protection against storms, floods and high tides). The presence of rocky habitats on otherwise muddy-sandy bottoms produced as a result a remarkable increase in richness and abundance of benthos and fish fauna. Even in shallow water such artificial barriers host rich and diverse fish communities, characterized by both resident and migratory species, the latter spending only a certain part of their life near the barriers and using these habitats for specific reasons (nursery area, feeding ground or spawning ground). The fish fauna associated to an artificial barrier, located 2 miles away from the Sile river mouth at a depth of 14 meters, was investigated during three visual census surveys during summer 2010. Twenty five species belonging to 13 families were identified. Each species was categorized in ecological guilds based on its use of the artificial barrier. The study also provides information about the commercial value of the different fish species.

Keywords: artificial reef, fish fauna, visual census, North Adriatic Sea.

INTRODUZIONE

Il litorale veneto è stato interessato nel recente passato da una serie di interventi che hanno previsto la messa in opera di materiale lapideo o inerte con svariati scopi, tra i quali il principale è stato sicuramente quello della difesa idraulica. L'introduzione di substrati rigidi su fondali a sedimenti incoerenti ha come ovvio riflesso un marcato aumento della biodiversità sia della componente macrozoobentonica sia della fauna ittica (LINCOLN-SMITH et al., 1994; CARR & HIXON, 1997; PONDELLA et al., 2002; POWERS et al., 2003; PERKOL-FINKEL & BENAYAHU, 2004; BURT et al., 2009). Precedenti studi effettuati lungo il litorale veneziano hanno messo in luce come scogliere artificiali posizionate in battenti d'acqua anche ridotti arrivino a ospitare comunità ittiche varie e abbondanti (CONSORZIO VENEZIA NUOVA, 2000, 2004; MAGISTRATO ALLE ACQUE & DSA-UNIVE, 2007, 2009; MAGISTRATO ALLE ACQUE & LAGUNA PROJECT, 2009), sia di specie tipiche di substrati rocciosi, che trovano in questi habitat condi-

zioni trofiche favorevoli e disponibilità di nuovi spazi ove insediarsi, sia di specie che si avvicinano alle scogliere artificiali solo in determinate fasi del loro ciclo vitale o con scopi ben precisi (nursery area, feeding ground, spawning area).

In questo studio sono state analizzate le comunità ittiche in un'area a barriere artificiali, denominata "Campo Sperimentale in mare", localizzata lungo il litorale veneto al largo della foce del fiume Sile. Questa area è stata realizzata da ARPAV-Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione Ambientale del Veneto per sperimentazioni di carattere ambientale, in particolare di tecniche e metodologie di protezione costiera, per ripopolamento ittico e molluschicoltura, e per monitoraggio ambientale anche mediante bioindicatori (AA.VV., 2006). La realizzazione delle barriere artificiali è avvenuta nel 2003.

L'attività svolta nel presente studio ha avuto come obiettivo principale quello di fornire una prima caratterizzazione della comunità ittica presente nell'area del Campo Sperimentale, anche in un'ottica di gestione e possibile fruizione dell'area stessa per attività di pesca gestita e di immersioni sia a scopo scientifico, sia a scopo ricreativo.

MATERIALI E METODI

Il Campo Sperimentale è situato a circa due miglia dalla costa del Cavallino nelle vicinanze della foce del fiume Sile a una profondità di circa 14 m. Il Campo, esteso su un'area di circa 5.000 m², è centrato sul punto di coordinate geografiche (WGS84) 45° 27,07' N e 12° 35,47' E, ed è incluso in un'area in concessione per attività di mitilicoltura. In particolare, l'area attrezzata si trova nella porzione settentrionale della concessione, a una distanza di circa 100 metri dai filari di cozze più prossimi. Le strutture artificiali messe in opera nell'area sono riconducibili a diverse tipologie (cubi isolati e sovrapposti in calcestruzzo, strutture varie in metallo); in questo lavoro si riportano solamente i risultati relativi all'indagine condotta sulla struttura più complessa ed estesa. Si tratta di due moduli composti ciascuno da cinque blocchi cubici di calcestruzzo di 2 m di lato impilati in struttura pseudopiramidale, con nicchie e fori passanti di diametro 30 cm (fig. 1).

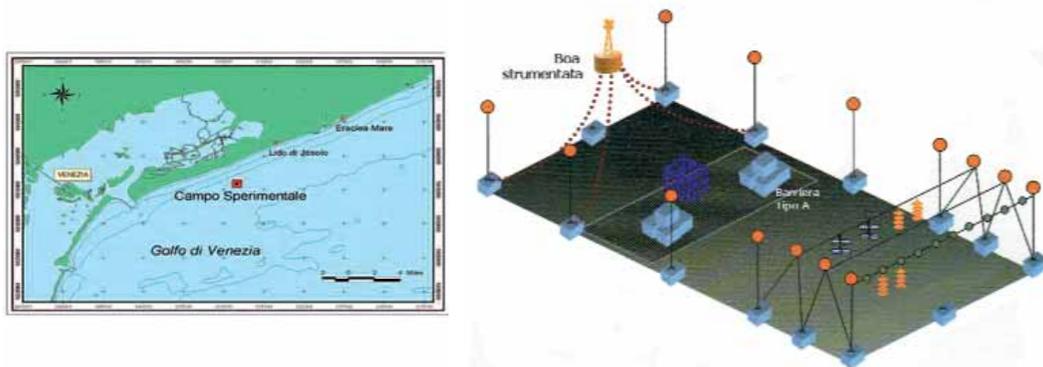


Fig. 1. Localizzazione geografica e piano prospettico del Campo Sperimentale.

L'analisi delle comunità ittiche è stata effettuata utilizzando tecniche non-distruttive, basate sul censimento visivo noto come "UVC" (Underwater-Visual-Census), di seguito visual census, tecniche in linea con i più recenti studi strutturali delle comunità ittiche, soprattutto dopo la nascita delle aree marine protette e a seguito del diffondersi di una nuova sensibilità ecologica.

Dopo le prime applicazioni alle isole Hawaii (BROCK, 1954) e alle Bermuda (BARDACH, 1959), le tecniche di visual census, condotte in immersione con autorespiratore, sono oggi divenute di comune impiego anche in Mediterraneo (HARMELIN-VIVIEN & HARMELIN, 1975; VACCHI & TUNESI, 1993). In questo studio, i censimenti subacquei sono stati effettuati da una coppia di sommozzatori muniti di autorespiratore ad aria (ARA), esperti conoscitori della fauna ittica. Le attività di immersione sono avvenute con condizioni di visibilità superiori ai quattro metri in modo da minimizzare i possibili errori di identificazione delle specie e di conteggio. Date le condizioni di ridotta visibilità tipiche dei litorali veneti, si è scelto di operare durante le fasi di marea crescente (SANTOS et al., 2005), evitando le plumes di acque più torbide in uscita dai fiumi Sile e Piave, in giornate con ridotta ventilazione e moto ondoso ridotto. Il monitoraggio è stato condotto secondo la tecnica di osservazione da punto fisso che prevede che un operatore prenda nota del numero di individui per ciascuna specie osservata in una sfera di raggio di circa quattro metri posta attorno al suo punto di osservazione. Nello specifico i due sommozzatori posizionati sulla sommità della piramide hanno proceduto per cinque minuti all'osservazione della fauna ittica ciascuno prendendo in esame l'arco visivo di 180° non visibile dal compagno. In associazione a questa prima tecnica si è proceduto all' esplorazione di nicchie e anfratti. Infatti, mentre la prima tipologia di osservazione ha maggior efficienza nell'individuazione e conteggio delle specie demersali, la seconda tecnica è finalizzata all'individuazione di specie bentoniche che, al contrario, rimangono immobili o si spostano di pochi metri, andando al più a rifugiarsi nelle proprie tane (HARMELIN-VIVIEN et al., 1985).

La numerosità delle varie specie rinvenute è stata annotata utilizzando delle classi di abbondanza definite secondo una serie geometrica come proposto da HARMELIN (1987): 1; 2-5; 6-10; 11-30; 31-50; 51-100; 101-500; >500. Oltre a registrare il numero e le specie di pesci, è stata annotata con carattere qualitativo la lunghezza stimata degli esemplari censiti (LT = lunghezza totale, dalla punta del muso al termine della pinna caudale), riportando i singoli individui a classi di taglia prestabilite. In tal modo, conoscendo la relazione lunghezza-peso per le varie specie, è stato possibile ottenere sia dati di densità ittica sia dati di biomassa con una precisione accettabile.

Sono state condotte tre campagne di monitoraggio distribuite nel periodo giugno-luglio 2010.

I dati sulla comunità ittica ottenuti durante i monitoraggi sono stati standardizzati e le specie osservate sono state raggruppate in sei categorie funzionali (guild) sulla base delle diverse modalità con cui esse utilizzano le barriere artificiali del Campo Sperimentale, come proposto da HARMELIN & BELLAN SANTINI (1997):

1. specie che trascorrono l'intero ciclo vitale presso le opere sommerse;
2. specie presenti presso le opere da adulti, ma con dispersione planctonica delle larve;
3. specie che trovano rifugio presso le opere sommerse sia da adulti sia da giovanili;

4. specie che si nutrono e trovano rifugio presso le opere sommerse per un limitato periodo dell'anno;
5. specie attratte dalle opere per effetto tigmotropico;
6. specie la cui presenza non risulta correlata alle opere sommerse.

Nell'analisi dei risultati è stata introdotta la voce "interesse commerciale": si è voluto in tal modo affiancare a una valida e comprovata analisi bio-ecologica già utilizzata in studi passati (MAGISTRATO ALLE ACQUE & DSA-UNIVE, 2004, 2007), il tentativo di caratterizzare anche da un punto di vista economico le potenzialità del sito indagato. A ciascuna specie è stato quindi associato un valore economico sulla base di un indice discreto.

Le specie sono così state classificate sulla base del prezzo spiccato ai mercati al dettaglio di Venezia e Chioggia (media annuale del prodotto fresco nell'anno 2009) in quattro categorie: N = specie non commercializzate (valore commerciale nullo)

B = specie dal basso valore commerciale (prezzo medio al dettaglio < 3 euro/kg)

D = specie dal valore commerciale discreto (prezzo medio al dettaglio compreso tra 3 e 10 euro/kg)

A = specie dal valore commerciale elevato (prezzo medio al dettaglio > 10 euro/kg).

RISULTATI

I dati raccolti nel corso delle tre campagne di censimento hanno portato all'identificazione complessiva di 25 specie di pesci ossei ascrivibili a 13 famiglie (tab. 1). Le famiglie rappresentate dal maggior numero di specie sono risultate quelle degli Sparidi (6 specie) e dei Blennidi (5), seguite da Mugilidi (3) e Carangidi (2). Le rimanenti famiglie compaiono ognuna con un'unica specie.

Tra le specie censite 21 sono state osservate allo stadio adulto, 10 sono state censite anche come esemplari sub-adulti (individui che non hanno ancora raggiunto la maturità sessuale), mentre solamente 4 specie sono state censite solo allo stadio giovanile. La frequenza di comparsa delle diverse specie nelle tre campagne di osservazione è piuttosto simile, unica differenza apprezzabile è data da banchi di esemplari giovanili di sugarelli (*Trachurus trachurus* – osservati esclusivamente nel corso della prima campagna) e di pagelli fragolini (*Pagellus erythrinus* – osservati nella seconda campagna) e da specie ittiofaghe di colonna d'acqua (spigole – *Dicentrarchus labrax* e lecce – *Lichia amia*) che verosimilmente frequentano il Campo Sperimentale in maniera discontinua. La guild ecologica maggiormente rappresentata è la numero "2" ovvero di quelle specie (11) che sono "presenti presso le opere da adulti, ma caratterizzate da dispersione planctonica delle larve". Appartengono a questo raggruppamento la totalità dei blennidi osservati e diverse specie di sparidi. La seconda guild maggiormente rappresentata è risultata la numero "5", ovvero di quelle specie (6) "che sono presenti perché attratte dall'opera per effetto tigmotropico". Si tratta di specie pelagiche o bentopelagiche che si aggregano in banchi nella colonna d'acqua sovrastante le opere sommerse e sfruttano il supposto effetto "protettivo" generato dalle opere sommerse. Una sola specie, la castagnola (*Chromis chromis*), appartiene alla guild "1" ovvero quella di specie presenti presso l'opera sommersa per il loro intero ciclo vitale, mentre nessuna specie è stata inseri-

ta nella guild "3". Le rimanenti specie (4) risultano di dubbia attribuzione data la scarsità di informazioni bibliografiche circa la loro ecologia riproduttiva e gli habitus di vita in Alto Adriatico.

Tab. 1. Lista delle famiglie e specie rinvenute durante il campionamento mediante visual census, guild funzionale di appartenenza, stadio vitale (a = adulto; g = giovanile; a/g = sub-adulto), interesse commerciale (A = alto, D = discreto, B = basso, N = nullo).

Famiglia	Specie	Guild funzionale	Stadio vitale	Interesse commerciale	Campagna 1	Campagna 2	Campagna 3
Blenniidae	<i>Parablennius gattorugine</i>	2	a	N			
	<i>Parablennius incognitus</i>	2	a, a/g	N			
	<i>Parablennius rouxi</i>	2	a, a/g	N			
	<i>Parablennius tentacularis</i>	2	a, a/g	N			
	<i>Parablennius zvonimiri</i>	2	a, a/g	N			
Carangidae	<i>Lichia amia</i>	Dubbia	a	D			
	<i>Trachurus trachurus</i>	5	g	D			
Centranchidae	<i>Spicara</i> sp.	5	a	B			
Congridae	<i>Conger conger</i>	2	a	D			
Labridae	<i>Symphodus cinereus</i>	2	a	N			
Moronidae	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Dubbia	a	A			
Mugilidae	<i>Chelon labrosus</i>	5	a	D			
	<i>Liza aurata</i>	5	a	B			
	<i>Liza</i> spp.	5	a	B			
Mullidae	<i>Mullus surmuletus</i>	5	g	A			
Pomacentridae	<i>Chromis chromis</i>	1	a/g	N			
Serranidae	<i>Serranus hepatus</i>	2	a	N			
Sciaenidae	<i>Sciaena umbra</i>	2	a	A			
Scorpaenidae	<i>Scorpaena notata</i>	Dubbia	a g	A			
Sparidae	<i>Boops boops</i>	5	a, a/g	B			
	<i>Diplodus annularis</i>	2	a, a/g	B			
	<i>Diplodus vulgaris</i>	2	a, a/g	N			
	<i>Oblada melanura</i>	2	a/g	N			
	<i>Pagellus erythrinus</i>	5	g	N			
	<i>Spondylisoma cantharus</i>	Dubbia	g	D			

Nella figura 2 si riporta la ripartizione percentuale nelle diverse guild in termini di abbondanza numerica.

La famiglia maggiormente rappresentata in termini di abbondanza è quella degli sparidi con circa il 50%, seguita dai mugilidi (a cui fanno capo almeno tre specie) con il 30%, e dai carangidi (due specie) con valori di poco inferiori al 15%. Complessivamente le specie più abbondanti sono risultate il sarago sparaglione (*D. annularis*, 44%), il cefalo labbrone (*C. labrosus*, 19%), il sugarello (*T. trachurus*, 17%), seguite dalle altre specie di cefalo (*Liza* spp., 10%) e dalla boga (*B. boops*, 3%) e da altre specie presenti con valori $\leq 1\%$ (fig. 3).

In termini di valore commerciale (fig. 4) il popolamento ittico che gravita nelle vicinanze del Campo Sperimentale è caratterizzato, quanto a biomassa, da specie di valore commer-

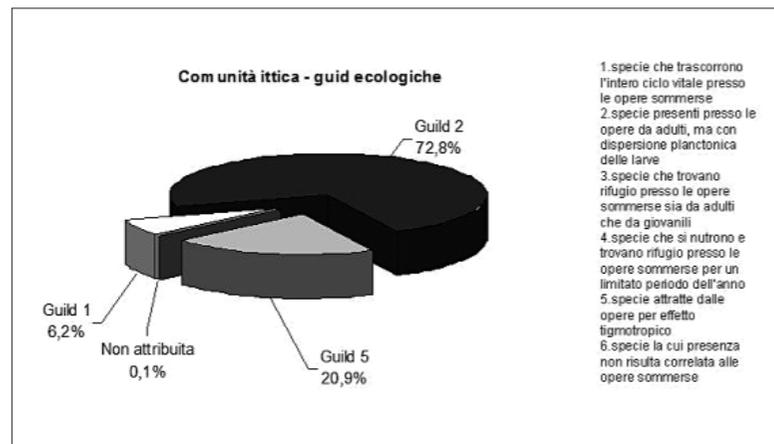


Fig. 2. Ripartizione percentuale di guild ecologiche basata sul numero di esemplari della comunità ittica osservata presso il Campo Sperimentale.

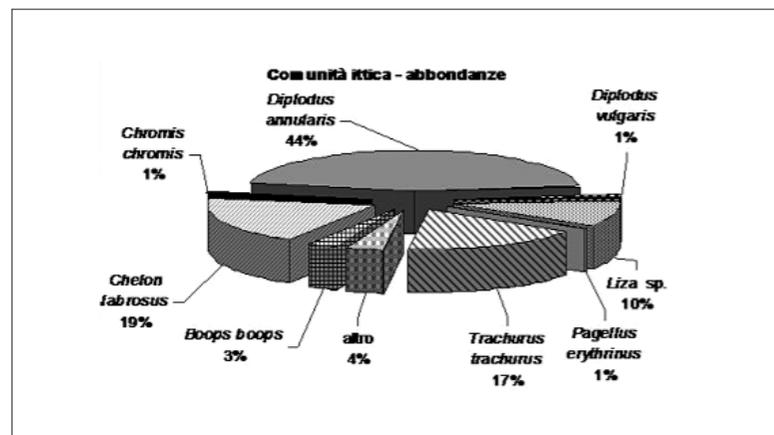


Fig. 3. Abbondanze medie espresse in percentuale per le specie più abbondanti osservate durante le tre campagne di campionamento.

ciale basso (oltre il 68%) e discreto (circa 31%); il cefalame (*Liza* spp. e *C. labrosus*), i cosiddetti saraghi minori (*D. annularis* e *D. vulgaris*) oltre alla boga (*B. boops*) e alla leccia (*L. amia*) sono le specie che maggiormente influenzano questa elaborazione. Appena l'1% del popolamento è rappresentato da specie di elevato interesse commerciale, in particolare dalla corvina (*S. umbra*); questo sciaenide è stato osservato con una certa regolarità nelle fessure tra i blocchi di base delle due piramidi. Le specie dal valore commerciale nullo sono, sebbene abbondanti come numero di taxa, assolutamente trascurabili dal punto di vista della numerosità e della biomassa. Si tratta infatti di specie di taglia piccola o medio-piccola che quindi non influenzano l'analisi in questione.

DISCUSSIONE

Il risultato della messa in opera di una barriera artificiale si riflette nella disponibilità di nuovi substrati e nell'allocatione delle risorse. In particolare la posa di manufatti artificiali si traduce in un aumento della complessità spaziale che, nel caso del Campo Sperimentale, si concretizza nel rendere disponibile, mediante l'installazione di strutture appositamente concepite e realizzate, una terza dimensione di substrati solidi per lo sviluppo di forme di vita sessili, proprie appunto di questi substrati, completamente o quasi assenti prima della posa in opera delle piramidi e nella creazione di tane rifugio e ripari per diverse specie di pesci. Al fine di interpretare l'oggettivo aumento della fauna ittica, sia in termini di biodiversità, sia in termini di biomassa, comunemente osservato sulle barriere artificiali, sono state avanzate due distinte ipotesi, una di tipo attrattivo e una di tipo produttivo. L'ipotesi attrattiva implica che la barriera artificiale semplicemente attragga i pesci dagli habitat circostanti, concentrando la biomassa ittica in un'area minore, senza aumentarne in realtà la produzione (BOHNSACK, 1989). In questo senso, quindi, le barriere agirebbero puramente come FAD

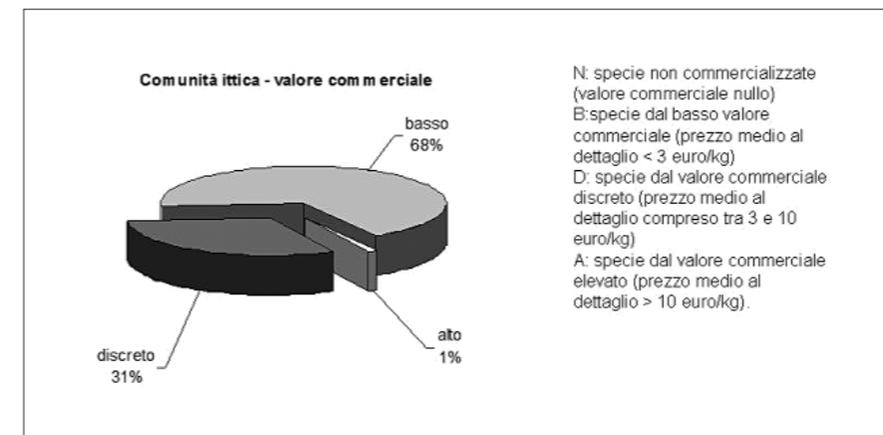


Fig. 4. Composizione in termini di classi di valore commerciale della comunità ittica, espressa come biomassa, osservata presso il Campo Sperimentale.

(Fish Aggregate Device), provvedendo ai bisogni comportamentali delle varie specie di pesci che prediligono habitat strutturati piuttosto che spogli. Il solo fenomeno dell'attrazione però non basta a spiegare l'aumento consistente nel tempo della biomassa ittica dato dalla posa in opera delle barriere sommerse, in quanto la quantità di pesce attratta dovrebbe essere direttamente proporzionale alla quantità dei pesci presenti nelle aree circostanti. Secondo l'ipotesi alternativa, detta "della produzione", piuttosto che concentrare gli individui esistenti in un'area più piccola, le barriere artificiali aumentano la capacità portante di un'area fornendo habitat addizionali (BOHNSACK, 1989). Come nel caso precedente, anche qui l'aumento della disponibilità di cibo, la creazione di nuove catene trofiche e di nuovi rifugi dalla predazione favorirebbero la colonizzazione dei pesci. Differentemente dall'ipotesi precedente, in questo caso un numero maggiore di giovanili sarebbe in grado di colonizzare le barriere artificiali, di sopravvivere alla riproduzione e quindi di contribuire così con nuovi individui alla popolazione locale. Le barriere, in questo caso, promuovrebbero un netto incremento nell'abbondanza ittica dell'area. Esistono tuttavia delle difficoltà nel testare questi incrementi, principalmente dovute ai continui movimenti di alcune specie di pesci da e per le barriere artificiali (VOSE & NELSON, 1998; FOWLER et al., 1999). Il monitoraggio della fauna ittica di cui si rende nota ha messo in luce una comunità ittica complessa e abbondante (25 specie) e, sebbene il dato sia il frutto di soli tre monitoraggi nella sola stagione estiva, il numero di specie censite si colloca in posizione intermedia sia rispetto a quanto osservato presso altre barriere artificiali sia per quanto concerne fondali rocciosi naturali in ambito Mediterraneo (tab. 2).

Tab. 2. Specie censite in recenti studi condotti in ambito marino costiero attraverso censimento visuale di fauna ittica in ambienti naturali ed artificiali del Mar Mediterraneo. AR: artificial reef; N: scogliere naturali.

Località - Nazione	Numero di specie	Tipologia di ambiente	Riferimento bibliografico
Fregene - Italia	10	AR	ARDIZZONE et al., 1997
Senigallia - Italia	15	AR	BOMBACE et al., 1997
Tabarca - Spagna	21	AR	BAYLE-SEMPERE et al., 1994
Marseilles - Francia	23	AR	BREGLIANO & ODY, 1985
Golfe Juan - Francia	40	AR	CHARBONEL et al., 2002
Beaulieu - Francia	41	AR	CHARBONEL, 1990
Roquebrune - Francia	35	AR	CHARBONEL, 1990
Loano - Italia	44	AR	RELINI et al., 2002
Venezia - Italia	32	AR	FIORIN et al., 2008
Otranto - Italia	21	N	GUIDETTI, 2000
Francia	45	N	RUITTON et al., 2000
Spagna	46	N	GARCIA-CHARTON & RUZAFÀ, 2001
Ustica - Italia	83	N	LA MESA & VACCHI, 1999
Asinara - Italia	47	N	PAIS et al., 2004

L'insieme delle specie può essere ricondotto sostanzialmente a due grosse categorie: "specie residenti" e "specie attratte". Alla prima categoria appartengono tutte quelle specie, generalmente ad habitus bentonico o comunque dotate di scarsa mobilità, che si sono stabilmente insediate presso il Campo Sperimentale. Tra queste specie le più abbondanti sono alcuni rappresentanti della famiglia dei blennidi (*P. tentacularis*, *P. incognitus* e *P. zvonimiri*) (fig. 5), il grongo (*C. conger*), lo sciarrano sacchetto (*S. hepatus*) e la castagnola (*C. chromis*). Alla seconda categoria, numericamente soverchiante rispetto alla categoria dei residenti, appartengono specie che sono attratte per vari motivi dal Campo Sperimentale, alcune (*D. annularis* e *D. vulgaris*) a scopo trofico, altre (*Liza* spp., *C. labrosus*, *T. trachurus*, *B. boops*) per mero effetto tigmotropico (fig. 6), altre ancora (*L. amia*, *D. labrax*) attratte dalla concentrazione di fauna ittica che costituisce una risorsa facilmente accessibile.



Fig. 5. Esemplari di bavosa cornuta (*P. tentacularis*) dentro a gusci di ostriche morte fissate alle piramidi del Campo Sperimentale. **a:** maschio a protezione del nido, si notano sulla valva destra le uova; **b:** esemplare sub-adulto.



Fig. 6. Esemplari in banco sopra le opere sommerse. **a:** sarago sparaglione (*D. annularis*); **b:** cefali (*Liza* spp.).

L'attività di mitilicoltura, quindi la presenza di strutture rigide a sviluppo verticale in qualche modo assimilabili a quelle del campo stesso, nelle immediate vicinanze del campo sperimentale, probabilmente, è in grado di svolgere autonomamente una funzione attrattiva nei confronti di talune specie di pesci, quali la boga e il sarago sparaglione. Ciò nondimeno l'introduzione di diverse tipologie di substrati solidi artificiali appositamente concepiti e realizzati con funzione di FAD, aumenta la funzione attrattiva esercitata dai soli filari di mitili e dai pali di conterminazione dell'allevamento. Inoltre, grazie proprio alla presenza di buchi passanti e fessurazioni nelle strutture stesse, utilizzabili da diverse specie ittiche come tane, il campo sperimentale è in grado di unire alla semplice funzione attrattiva anche quella produttiva, riscontrabile quantomeno per blennidi e castagnola.

La presenza di un elevato numero di esemplari, anche se di specie dal valore commerciale basso o medio (mugilidi e sparidi), potrebbe suggerire l'utilizzo dell'area come hot spot per la pesca sportivo-dilettantistica o per la piccola pesca con reti da posta.

La presenza di un elevato numero di specie di fondale, piuttosto confidenti con gli operatori subacquei e caratterizzate da livree sgargianti, oltre alla presenza di notevoli aggregati di macrobenthos, suggerisce la fruizione dell'area per turismo subacqueo mediante la realizzazione di percorsi didattici e per safari fotografici.

RINGRAZIAMENTI

I dati pubblicati sono stati raccolti nell'ambito del progetto "Intervento 72_3 – Campo Sperimentale in Mare", finanziato dalla Regione del Veneto con Legge Regionale n. 15 del 12/07/2007 e coordinato da ARPAV – Settore Acque.

Bibliografia

- AA.VV., 2006. Campo Sperimentale in mare: prime esperienze nel Veneto relative a elevazioni del fondale con materiale inerte, Pubblicazione di ARPA-Veneto, Ed. Osservatorio Alto Adriatico - Polo Regionale Veneto, 181 pp.
- ARDIZZONE G.D., BELLUSCIO A., SOMASCHINI A., 1997. Fish colonisation and feeding habits on a Mediterranean artificial habitat. In: Hawkins L.E., Hutchinson S., Jensen A.C., Shearer M., Williams J.A. (eds.), The Responses of Marine Organisms to Their Environment. *Proceedings of the 30th European Marine Biology Symposium*, Southampton, UK, September 1995: 265-273.
- BARDACH J.E., 1959. The summer standing crop of fish on a shallow Bermuda Reef. *Limnol. Oceanogr.*, 4: 77-85.
- BAYLE-SEMPERE J.T., RAMOS-ESPLÀ A.A., CHARTON G., 1994. Intra-annual variability of an artificial reef fish assemblage in the marine reserve of Tabarca (Alicante, Spain, SW Mediterranean). *Bull. Mar. Sci.*, 55: 824-835.
- BOHNSACK J.A., 1989. Are high densities of fishes at artificial reefs the result of habitat limitation or behavioural preference? *Bull. Mar. Sci.*, 44: 631-645.
- BOMBACE G., FABI G., FIORENTINI L., SPAGNOLO A., 1997. Assessment of the ichthyofauna of an artificial reef through visual census and trammel net: comparison between the two sampling techniques. In: Hawkins L.E., Hutchinson S., Jensen A.C., Shearer M., Williams J.A. (eds.), The Responses of Marine Organisms to Their Environment. *Proceedings of the 30th European Marine Biology Symposium*, Southampton, UK, September 1995: 291-305.
- BREGLIANO P., ODY D., 1985. Structure du peuplement ichthyologique de substrat dur à travers le suivi des récifs artificiels et d'une zone naturelle témoin. Quatrième Colloque Pluridisciplinaire Franco-Japonais, Marseille, 16-21 September 1985, 6: 101-112.
- BROCK V.E., 1954. A preliminary report on a method of estimating reef fish populations. *J. Wildlife Manage.*, 18: 297-308.
- BURT J., BARTHOLOMEW A., BAUMAN A., PETER A.S., SALE F., 2009. Coral recruitment and early benthic community development on several materials used in the construction of artificial reefs and breakwaters. *J. Exp. Mar. Biol. Eco.*, 373 (1): 72-78.
- CARR M.H., HIXON M.A., 1997. Artificial reefs: the importance of comparisons with natural reefs. *Fisheries*, 22: 28-33.
- CHARBONNEL E., 1990. Les peuplements ichthyologiques des récifs artificiels dans le département des Alpes-Maritimes (France). *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 115 (1): 123-136.
- CHARBONNEL E., SERRE C., RUITTON S., HARMELIN J.G., JENSEN A., 2002. Effects of increased habitat complexity on fish assemblages associated with large artificial reef units (French Mediterranean coast). *ICES J. M. Sci.*, 59: 208-213.
- CONSORZIO VENEZIA NUOVA, 2000. Rilievi ed attività specialistiche per il consolidamento ed il miglioramento ambientale dei litorali e degli ambienti sommersi di Pellestrina. Rapporto tecnico.
- CONSORZIO VENEZIA NUOVA, 2004. Ulteriori attività specialistiche e rilievi per l'innescamento, e per la valutazione dei processi di consolidamento e miglioramento ambientale – ambienti sommersi ed emersi di Pellestrina. Rapporto tecnico.
- FIORIN R., CERASUOLO C., CURIEL D., RICCATO F., 2008. Il popolamento ittico e macroalgale delle scogliere del litorale veneziano: interazione tra le alghe brune del genere *Cystoseira* e alcune specie di pesci. *Biol. Mar. Medit.*, 15 (1): 304-305.
- FOWLER A.J., JENSEN A.C., COLLINS K.J., SMITH I.P., 1999. Age structure and diel activity of pouting on the Poole bay artificial reef. *J. Fish Biol.*, 54: 944-954.
- GARCIA-CHARTON J.A., PEREZ-RUZAFÀ A., 2001. Spatial pattern and the structure of a Mediterranean rocky reef fish local assemblage. *Mar. Biol.*, 138: 917-934.
- GUIDETTI P., 2000. Differences among fish assemblages associated with nearshore *Posidonia oceanica* seagrass beds, rocky-algal reefs and unvegetated sand habitats in the Adriatic Sea. *Estuar. Coast. Shelf S.*, 50: 515-529.
- HARMELIN J., 1987. Structure et variabilité de l'ichtyofaune d'une zone rocheuse protégée en Méditerranée (Parc national de Port-Cros, France). P.Z.N.: *Mar. Ecol.*, 8 (3): 263-284.
- HARMELIN J., BELLAN SANTINI D., 1997. Assessment of biomass and production of artificial reef communities. In: Jensen A.C., European Artificial Reef Research. *Proceedings of the first EARRN conference*, March 1996 Ancona, Italy. Pub. Southampton Oceanography Centre: 305-322.
- HARMELIN-VIVIEN M.L., HARMELIN J.G., 1975. Présentation d'une méthode d'évaluation "in situ" de la faune ichthyologique. *Trav. Sci. Parc Nation. Port-Cros*, 1: 47-52.
- HARMELIN-VIVIEN M.L., HAEMELIN J.G., CHAUVET C., DUVAL C., GALZIN R., LAJEUNE P., BARNABE G., BLANC F., CHEVALIER L., DUCLERC J., LASSERRE G., 1985. Evaluation visuelle des peuplements de poissons: méthodes et problèmes. *Revue d'Ecologie. La Terre et la Vie*, 40: 467-539.
- LA MESA G., VACCHI M., 1999. An analysis of the coastal fish assemblage of the Ustica Island Marine Reserve (Mediterranean Sea). *Mar. Ecol.*, 20 (2): 147-165.
- LINCOLN-SMITH M., HAIR C., BELL J., 1994. Man-made rock breakwaters as fish habitats: comparisons between breakwaters and natural reefs within an embayment in south eastern Australia. *Bull. Mar. Sci.*, 55:1224-1339.
- MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA, DSA-UNIVE, 2007. STUDIO B.6.85 Valorizzazione ambientale ed innescamento di processi insediativi della lunata di Malamocco. Rapporto finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.
- MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA, DSA-UNIVE, 2009. STUDIO B.6.85/II Proseguimento degli interventi di valorizzazione ambientale dei litorali veneziani ed innescamento di processi alle bocche di Malamocco e Chioggia. Rapporto finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.
- MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA, LAGUNA PROJECT, 2009. STUDIO B.6.85/II Proseguimento degli interventi di valorizzazione ambientale dei litorali veneziani ed innescamento di processi alle bocche di Malamocco e Chioggia. Rapporto finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.
- PAIS A., AZZURRO E., CHESSA A., 2004. Distribution patterns of coastal fish assemblages associated with different rocky substrates in Asinara Island National Park (Sardinia, Italy) *Ital. J. Zool.*, 71: 309-316.
- PERKOL-FINKEL S., BENAYAHU Y., 2004. Community structure of stony and soft corals on vertical unplanned artificial reefs in Eilat (Red Sea): comparison to natural reefs. *Coral Reefs*, 23: 195-205.
- PONDELLA D., STEPHENS J., CRAIG M., 2002. Fish production of a temperate artificial reef based on the density of embiotocids. *ICES J. Mar. Sci.*, 59: S88-S93.
- POWERS S.P., GRABOWSKI J.H., PETERSON C.H., LINDBERG W.J., 2003. Estimating enhancement of fish production by offshore artificial reefs: uncertainty exhibited by divergent scenarios. *Marine Ecology Progress Series*, 264: 265-277.
- RELINI G., RELINI M., TORCHIA G., PALANDRI G., 2002. Ten years of censuses of fish fauna on the Loano artificial reef. *J. Mar. Sci.*, 59: 132-137.

- RUITTON S., FRANCOUR P., BOUDOURESQUE C.F., 2000. Relationship between algae, benthic herbivorous invertebrates and Fishes in rocky sublittoral communities of a temperate sea (Mediterranean). *Est. Coast. Shelf Science*, 50: 217-230.
- SANTOS M.N., MONTEIRO C.C., LASSERRE G., 2005. Observation and trends on the intra-annual variation of the fish assemblages on two artificial reefs in Algarve coastal waters (southern Portugal). *Sci. Mar.*, 69 (3): 415-426.
- VACCHI M., TUNESI L., 1993. Stationary visual census: a technique for the assessment of fish assemblages in Mediterranean protected coastal areas. *Bollettino di Oceanografia Teorica ed Applicata*, XI (3-4): 225-231.
- VOSE F.E., NELSON W.G., 1998. An assessment of the use of stabilized coal and oil ash for construction of artificial fishing reefs: comparison of fishes observed on small ash and concrete reefs. *Mar. Poll. Bull.*, 36: 980-988.

Indirizzi degli autori:

Federico Riccato, Riccardo Fiorin, Pierpaolo Penzo - Laguna Project s.n.c., Castello 6411, I-30122 Venezia, Italia; federico.riccato@lagunaproject.it
Luisa Da Ros, Alfredo Boldrin - CNR ISMAR Istituto di Scienze Marine, Castello 1364/a, I-30122 Venezia, Italia