

FRANCESCO DENITTO<sup>1</sup>, SALVATORE MOSCATELLO<sup>1</sup>  
PINO PALMISANO<sup>2</sup>, MARCO POTO<sup>2</sup>, RAFFAELE ONORATO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio di Zoogeografia e Faunistica, Di.S.Te.B.A., Università degli Studi di Lecce,  
centro Ecotekne, via Prov.le Lecce-Monteroni, 73100 Lecce, Italy. email: francesco.denitto@unile.it

<sup>2</sup>Centro di Speleologia Sottomarina Apogon, C.P. 100, 73048 Nardò, Italy.  
Email: apogon@interfree.it

## NOVITÀ SPELEOLOGICHE, IDROLOGICHE E NATURALISTICHE DALLA PALUDE DEL CAPITANO (pSIC IT9150013), COSTA NERETINA (LECCE)

### SUMMARY

The speleodivers of the Centro di Speleologia Sottomarina “Apogon” and the researchers of the Di.S.Te.B.A. - University of Lecce, conducted a joint exploration of the coastal cenote “Palude del Capitano”, with particular attention to the tangled, submerged tunnels that connect this unique aquatic environment to the open sea. The study performed since September 2001 for one year of observations resulted in: a photo-video documentation on the biotope; an exploration and a photo-video-topographic documentation of the tunnels; a periodical control of the physico-chemical water factors in several sites of the aquatic system; a floro-faunistic census. 12 out of the 35 taxa identified were found for the first time in this biotope. Many of them belonged to planctonic micro- (size <200  $\mu\text{m}$ ) and macro-fauna (size  $\geq 200 \mu\text{m}$ ). The community lives in particular stable conditions through the whole year. Temperature varies between 18.8 and 21.6 °C; salinity does not exceed over 20.50 ‰; pH was comprised between 7.00 and 7.65. Among the sessile invertebrates, we confirm the presence, near the entrances of the western tunnels, of a conspicuous population of the brackish water hydroid *Cordylophora caspia*, already observed during a previous study on this biotope. Among ichthyological fauna, the presence of the mediterranean cyprinodontid *Aphanius fasciatus* has been confirmed as well by this study. This species is included in Annex II and III of the European Council Directive 92/43. The pond is characterised by inconstant hypothermal springs that periodically supply the aquatic ecosystem with underground brackish water. The chemical nature of this water is still unknown, but it most probably results in the sulphuric freshwater even if mixed to the salt water coming from the sea. The explored tunnels open their submerged entrances on the western side of the pond and connect the aquatic system to the sea on an approximate distance of 800 m. It is possible to explore them only for a few m because the tunnels become then narrows and dangerous for the speleodive activity. The “Palude del Capitano”

pond is an interesting example of speleogenetic phenomenon of hyperkarstic origin that assumes a remarkable territorial importance. It has been classified as a paralic system with a confinement grade ranging from IV to VI. The preservation of this unique aquatic biotope should seriously be taken into consideration by the relevant national competent authorities and be the focus of their attention.

## RIASSUNTO

Viene riportato uno studio della Palude del Capitano esteso ai cunicoli sommersi che, dal lato W, collegano questo ambiente al mare aperto distante circa 800 m. La ricerca ha consentito di realizzare una video-documentazione del sito nelle varie stagioni, l'esplorazione della porzione praticabile delle condotte sommerse, il monitoraggio di parametri fisico-chimici dell'acqua in vari punti, un censimento floro-faunistico. 12 dei 35 taxa identificati sono stati segnalati per la prima volta in questo biotopo. Gran parte di essi appartiene alla fauna micro- e macroplantonica. La palude è caratterizzata dalla presenza di sorgenti ad attività intermittente che probabilmente mantengono condizioni stabili durante tutto l'anno. Viene confermata la presenza dell'idroide *Cordylophora caspia*. Tra i pesci si segnala *Aphanius fasciatus*, incluso nella lista delle specie protette secondo la Direttiva 92/43/CEE.

## INTRODUZIONE

È denominata Palude del Capitano quella porzione di territorio costiero del versante ionico salentino, situata 9 km a WNW di Nardò, circa a metà strada tra Torre Sant'Isidoro e Torre dell'Inserraglio. L'andamento del litorale, in questo tratto costiero, è orientato in direzione N-S, con una diversità morfologica dipendente dalle litologie affioranti.

Il quadro geologico dell'area si rispecchia perfettamente nella vasta e ben documentata bibliografia scientifica esistente (vedi ad es., ROSSI, 1968; CIARANFI, *et al.*, 1992; DELLE ROSE, 2002; CARROZZO *et al.*, 2003; PALMISANO, 1993). L'impalcatura di base è costituita dai Calcari del Cretaceo superiore a cui si addossano lungo le linee di scarpata, oppure in sovrapposizione trasgressiva, sedimenti più recenti. Nel caso dell'area in esame, queste ultime sono date dalle Calcareni di Gravina del Pleistocene inferiore. Il rapporto stratigrafico fra queste due formazioni viene interpretato come un accostamento dovuto all'esistenza di terre emerse, delimitate da scarpate marine attive nel periodo di tempo corrispondente, all'età del sedimento posto superiormente. Nella parte più esterna dell'area, chiude il ciclo geologico un complesso di depositi di spiaggia e di piana costiera generatisi in fasi eustatico-tettoniche riferibili al Pleistocene superiore. Lembi residuali di limitatissima estensione e potenza e non riportati nella cartografia geologica ufficiale ascrivibili a depositi continentali olocenici, sono costituiti da sabbie argillose e limi lagunari-palustri intervallati a piccole tasche di depositi eluviali di "terre rosse".



Fig. 1 - Estratto dalla sezione n° 511/60 (S. Isidoro) della Carta Tecnica Provinciale Numerica (CTPN) della Provincia di Lecce. È evidenziata, nell'entroterra, la Palude del Capitano, sito di studio del presente lavoro.

Considerando che l'area geografica in analisi non raggiunge quote altimetriche superiori ai 3 m sul livello marino, una lettura stratigrafica dei depositi in giacitura originaria non è possibile per insufficiente esposizione e per l'assenza di approfondimenti creati da un carsismo di superficie particolarmente sviluppato. Lo stesso sito in esame nel presente lavoro non è un fenomeno superficiale, bensì un fenomeno carsico di genesi "profonda" e solo oggi a causa dei fenomeni di crollo più recenti, le sue manifestazioni appaiono superficiali.

La Palude del Capitano era già stata oggetto di attenzione preliminare da parte di speleologi (PALMISANO and ONORATO, 1994) che ne interpretavano la morfologia come semplice ed esclusivo fenomeno di collasso di una cavità carsica sotterranea, mentre le recenti ricerche speleosubacquee hanno posto in evidenza ed approfondito, attraverso indagini morfologiche ed idrologiche indirette, la relazione geologica tra le varie formazioni rocciose dell'area e l'influenza determinata dall'azione carsica del drenaggio delle acque sotterranee. Le recenti indagini hanno posto in evidenza, tra l'altro, in alcuni punti, morfologie residue di solchi erosivi di battente in relazione a giunti di strato a conferma che la circolazione idrica sotterranea si concentra lungo piani di discontinuità. La presenza di gradi-

ni morfologici sommersi non individuano solo fasi di permanenza della linea di costa, ma più precisamente, come in questo caso, sono in relazione alle proprietà meccaniche dello strato roccioso di base (gli strati calcari più profondi hanno evidenti maggiori proprietà fisiche di quelli posti superiormente e ben di più delle calcareniti trasgressive). I condotti e le cavità carsiche esplorate, infine, sono direttamente in relazione a fattori tettonici e idrogeologici che sono all'origine del fenomeno morfologico descritto. Il punto importante emerso dalle ricerche recenti si concentra sui fattori che hanno determinato la formazione del vasto ambiente centrale – quello che oggi appare come bacino emerso – il quale non é in relazione alla sola teoria dell'esaltazione dei fenomeni erosive grazie alla miscela di acque sotterranee, bensì per il contributo di un fattore aggiuntivo.

L'interesse inedito pone in relazione il fenomeno carsico combinato in ambiente di retroterra costiero con la presenza di sorgenti ipotermali. La Palude del Capitano è stata già in passato oggetto di studio di molti naturalisti, sia per quanto riguarda l'aspetto vegetazionale terrestre (AA.VV., 1993; MARCHIORI *et al.*, 1998), sia da un punto di vista tipicamente acquatico (BIANCHI *et al.*, 1994). Lo stesso biologo e speleologo PARENZAN (1983), fornisce una serie di informazioni riguardo al sistema carsico che ha originato la cavità in questione, oggi sommersa da acque marine ed ipogee continentali.

In generale, la manifestazione carsica delimitata dallo specchio di acque salmastre e denominata per l'appunto Palude, è stata per lo più descritta come fenomeno relitto di una precedente fase continentale, mentre questa nota introduce il contributo che acque profonde, chimicamente più aggressive di quelle meteoriche carsiche, risalenti lungo fratture verticali hanno contribuito, in tempi recentemente più modesti, alla formazione del fenomeno.

Lo stile tettonico generale dell'area è caratterizzato da una blanda anticlinale diretta NW-SE avente il suo asse posto poco a S di Torre dell'Inserraglio. Il modesto rilievo che culmina a Serra Cicòra è interrotto sul lato marino da una faglia normale obliqua, parallela alla linea di costa, con un netto piano di rigetto che, all'altezza della Palude del Capitano, non è più osservabile nella sua componente verticale essendo ormai mascherato ed alterato da un modellamento marino. Morfologie paleocostiere residue appaiono più evidenti lungo le scarpate calcaree localizzabili alcuni chilometri più a sud.

Gli assi tettonici sono diretti secondo NNW-SSE ed in concordanza con gli orientamenti generali delle murge salentine (CIARANFI *et al.*, 1992) di cui questa porzione è una sua naturale parte.

La corrispondenza tra le forme morfologiche superficiali e l'andamento strutturale infine, è in accordo con i fattori predisponenti al carsismo, come con le altre manifestazioni carsiche riconosciute lungo l'intera penisola Salentina.

La Palude del Capitano attualmente è situata nel lembo di terra prospiciente la zona A, a riserva integrale, dell'Area Marina Protetta di Porto Cesareo. Essa è anche tutelata dalla normativa comunitaria (pSIC IT9150013). È stata di recente inclusa nel Parco Regionale di Porto Selvaggio. Infine, è stata inserita recentemente,

per proposta del Centro di Speleologia Sottomarina “Apogon”, nel Catasto delle Grotte e delle Aree Carsiche della Federazione Speleologica Pugliese (Pu 1571).

Anche la Legge Regionale 32/86, “Tutela e valorizzazione del patrimonio carsico pugliese” estende la propria normativa a questo sito, come a tanti altri fenomeni carsici regionali.

Il presente lavoro intende fare il punto sul biotopo acquatico della Palude del Capitano ed aggiornare i dati esplorativi recenti che connettono il bacino lacustre al mare, distante alcune centinaia di metri.

## **MATERIALI E METODI**

Dal mese di settembre 2001 e durante l’anno 2002, il bacino e parte dei condotti sommersi che lo collegano al mare sono stati esplorati nel corso di 15 immersioni subacquee e speleosubacquee, finalizzate all’acquisizione di informazioni che interessano il sistema acquatico. Tutti i campionamenti sono stati eseguiti in immersione con Autorespiratore ad Aria, utilizzando anche attrezzature per immersioni speleosubacquee. Tuttavia in alcuni casi la perlustrazione degli stretti cunicoli sommersi ha imposto alcune modifiche all’attrezzatura adottata dagli speleonauti, ad es. l’eliminazione del GAV bisacco e delle pinne, responsabili della sospensione del fine sedimento presente.

Le immersioni sono state documentate fotograficamente e mediante videoregistrazioni subacquee per una durata complessiva di oltre 3 ore.

Nel corso delle immersioni del 22 gennaio, 9 maggio e 12 settembre 2002 sono stati registrati i principali parametri abiotici (temperatura, salinità, conducibilità, irradianza e pH) in tre stazioni del corpo idrico (Fig. 2): zona d’ingresso del tunnel C, centro bacino e polla di risorgenza. Le misurazioni sono state effettuate con una sonda multiparametrica portatile IDROPROBE, trasportata ed attivata dall’operatore subacqueo. I dati erano scaricati, dopo ogni immersione, su un PC mediante apposito software ApWin e fornito dalla casa costruttrice IDROMAR (Genova).

Il prelievo del plancton è stato effettuato nel corso dell’immersione del 12 settembre 2002 attraverso trascinamento orizzontale di due retini da plancton di maglia 50 e 200  $\mu\text{m}$  e con un diametro di 24 cm, da parte di un subacqueo che operava ad una profondità compresa tra un metro e il fondo. I campioni sono stati in seguito fissati in formalina al 4% ed osservati al microscopio ottico in laboratorio.

## **RISULTATI E DISCUSSIONE**

### **Aspetti geo-morfologici dell’area**

La Palude raggiunge la profondità di circa 3 m ed il fondo si presenta ricoperto di fango con qualche ciottolo e alcuni grossi massi sparsi. Sul fondo di questa cavità carsico-marina sono state localizzate diverse sorgenti ipotermali. La loro individuazione è stata del tutto casuale in seguito ad una immersione (Settembre 2001)



durante la quale sono state notate alcune polle di risorgenza attive dalle quali fuoriuscivano dei “fumi” d’acqua di differente densità e temperatura rispetto a quella dell’ambiente circostante. In occasione di immersioni successive, le stesse sorgenti, localizzate perlopiù sul pavimento limoso della zona centrale della laguna, sono poi risultate essere “spente” o ancora attive. Si tratta dunque di polle sottomarine ad attività intermittente che hanno fornito una temperatura di circa 21°C (Tabella I), allineate lungo ipotetiche dislocazioni tettoniche che meriterebbero di essere confermate. L’alimentazione proviene probabilmente dalla falda carsica sotterranea che ha sede nei calcari cretacei e l’orientamento planimetrico del bacino della Palude concorda con l’assetto tettonico generale, a conferma della relazione che lega gli andamenti dello sviluppo carsico con gli allineamenti delle risorgive.

In considerazione dei bassi gradienti geotermici (3°C/100 m) che caratterizzano l’avampaese apulo (MAGGIORE, comunicazione personale) le faglie rappresenterebbero una via preferenziale per la migrazione verso l’alto di acque calde, le quali, risalendo “velocemente”, conserverebbero buona parte del calore acquistato negli strati rocciosi più profondi, riscaldando l’acqua fredda e dolce proveniente dall’acquifero carsico.

È stato osservato dagli stessi esploratori in diverse situazioni nel periodo autunnale, che le acque di queste polle sottomarine assumono un aspetto lattiginoso, molto simile a quello dovuto alla formazione di composti colloidali filamentosi costituiti da agglomerati di batteri solfo-riduttori. Tale fenomeno potrebbe indicare anche una relazione con quello delle sorgenti sulfuree, ben note e concentrate sul versante adriatico in prossimità di S. Cesarea Terme (Lecce). Indagini di laboratorio sulle acque della Palude, non ancora effettuate, potranno confermare o smentire tale ipotesi. L’incostanza temporale dell’osservazione delle emissioni delle polle, inoltre, potrebbe associare l’ipotesi che le acque emergenti possano avere anche un’origine più profonda e non legata alla reazione esotermica della riduzione dei solfati. Il fatto che diverse di queste polle, infine, abbiano un funzionamento irregolare, sottolinea che la temporaneità e l’esiguità delle portate dipende non solo dal regime di marea, che le fa comportare da “estavelle marine”, ma anche dal carico idraulico della falda carsica proveniente dall’entroterra.

La Palude del Capitano, pertanto, potrebbe essere intesa come una cavità di crollo generatasi dalla combinazione di diversi fenomeni, descrivibile in sintesi attraverso i seguenti punti:

- il versante dell’anticlinale calcareo immergente verso Torre Sant’Isidoro organizza e dirige la circolazione idrica sotterranea che si riversa in mare in tale area;
- le dislocazioni tettoniche dispongono le direttrici di sviluppo e la concentrazione dei deflussi;
- le strutture geologiche di base permettono l’instaurarsi di un reticolo sotterraneo e lo sviluppo di una rete carsica;
- la concomitanza della invasione delle acque marine nel corpo roccioso del retroterra e la presenza di sorgenti.

L'osservazione, anche in linee generali, della Palude del Capitano rileva che la cavità sotterranea può essere distinta in due specifiche zone morfologiche: la prima, quella del vasto ambiente "a giorno" dovuto al collasso del setto roccioso posto a soffitto, e la seconda, quella dei cunicoli che si addentrano sia verso l'entroterra, sia verso il mare aperto.

La presenza delle polle ipotermali nel vasto ambiente a giorno ha consentito la accelerazione del processo carsico in modo puntuale e localizzato e le scarse proprietà fisiche dello strato superficiale delle calcareniti hanno alla fine condotto al collasso della cavità.

L'esame morfologico del tratto costiero posto subito a N della Palude del Capitano pone in una luce molto evidente il fatto che la successione delle tre piccole baie situate a ridosso di Torre Sant'Isidoro siano delle evoluzioni avanzate di un analogo fenomeno oggi molto rimaneggiato dall'azione marina. Tali baie sono forme di relazione di un carsismo costiero che assume un aspetto particolarmente pronunciato grazie un terzo fattore costituito dalle sorgenti ipotermali. Le direttrici dell'asse maggiore di sviluppo di tali baie concorda con l'orientamento tettonico generale della Palude del Capitano.

La Palude del Capitano, dunque, rappresenterebbe la fase morfologica giovanile di un carsismo costiero nelle calcareniti associato ad un processo ipercarsico.

### **Aspetti abiotici**

Per la prima volta, il sistema idrologico della Palude del Capitano è stato monitorato sia spazialmente (in vari punti del bacino) e sia temporalmente (in diversi periodi dell'anno). Di seguito riportiamo le tabelle riassuntive relative a misurazioni effettuate nelle tre stazioni dello specchio d'acqua, sia in superficie sia in prossimità del fondo.

I dati rilevati hanno permesso di far luce su alcuni aspetti estremamente interessanti. Per prima cosa è necessario porre in evidenza il fatto che la temperatura dello specchio d'acqua non è stata mai inferiore a 18.8 °C, valore minimo registrato a fine gennaio 2002, al culmine del periodo più freddo dell'anno, quando le temperature medie dell'acqua di mare si attestano normalmente intorno a 11-12 °C. Il bacino della Palude del Capitano si comporta dunque come una vera e propria "isola termica" in cui, specie marine eurialine come cefali (*Liza ramada*) e atherinidi (*Atherina boyeri*) possono accedere mediante i cunicoli sommersi che la collegano al mare. La quantità di pesce appartenente alle suddette specie, in inverno era cospicua. La temperatura più alta che si registra nei periodi freddi dell'anno è probabilmente da imputare alle acque dolci ipogee che si versano abbondanti nel bacino, tanto da rendere decisamente oligoalino l'intero sistema. Sempre per quanto riguarda la temperatura, è possibile registrare un'inversione di tendenza nel periodo estivo, quando l'acqua superficiale del mare raggiunge 25-26 °C mentre i corpi idrici all'interno della Palude (con esclusione delle polle di risorgenza) non

superano i 20 °C (Tabella I). Anche questo dato si spiega con la presenza d'acqua dolce ipogea che mantiene la stessa temperatura nel corso dell'intero anno. Gli stessi cunicoli che collegano la laguna al mare, sono probabilmente interessati da apporti dulcacquicoli lungo il loro sviluppo, tanto è che i valori di salinità registrati al loro ingresso nel bacino sono mediamente inferiori (tra 5.80 e 8.93 ‰), seppur di poco, di quelli registrati nello specchio d'acqua libero (tra 5.67 e 15.12‰). È

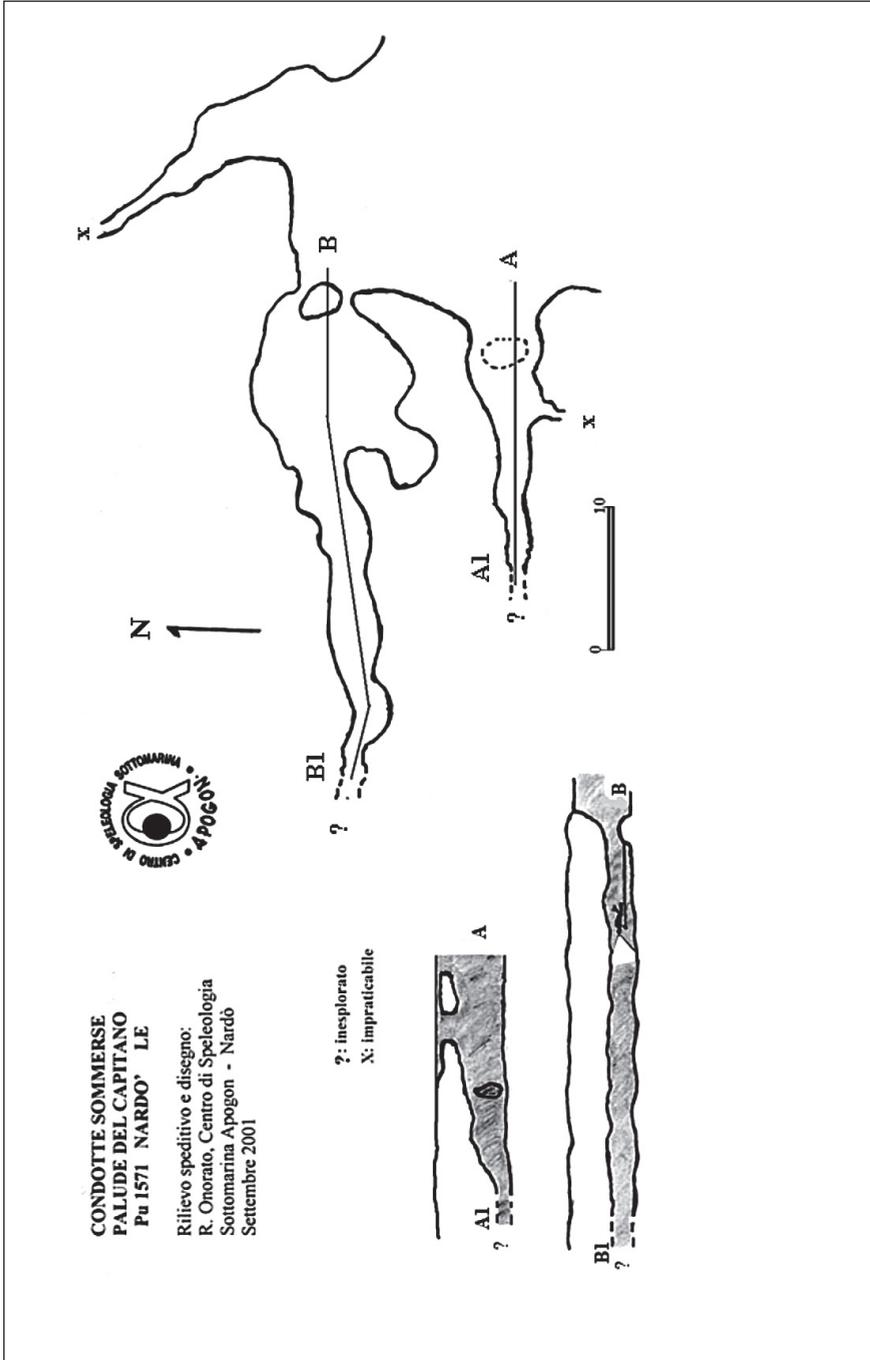
**Tabella I** - Valori medi dei parametri fisico-chimici in tre stazioni ed in tre differenti periodi del 2002. Legenda: T= temperatura; S= salinità; C= conducibilità; I= irradianza; n.r.= non rilevato.

Parametri misurati	ingresso tunnel C 22/1/02	ingresso tunnel C 9/5/02	ingresso tunnel C 12/9/02	centro bacino 22/1/02	centro bacino 9/5/02	centro bacino 12/9/02	polla di fondo 22/1/02	polla di fondo 9/5/02	polla di fondo 12/9/02
Profondità max	2,62 m	2,50 m	2.46 m	1.43 m	1.94 m	2.23 m	2.80 m	n.r.	2.71 m
T superficie	n.r.	n.r.	n.r.	19.0 °C	19.4°C	19.2°C	n.r.	n.r.	n.r.
T fondo	18.8 °C	19.4 °C	19.0 °C	20.0 °C	20.0°C	19.7°C	20.7°C	n.r.	21.6 °C
pH superficie	n.r.	n.r.	n.r.	7.20	7.16	7.28	n.r.	n.r.	n.r.
pH fondo	7.27	7.17	7.30	7.28	7.13	7.23	7.00	n.r.	7,65
S superficie	n.r.	n.r.	n.r.	8.55 ‰	8.16 ‰	5.67 ‰	n.r.	n.r.	n.r.
S fondo	8.70 ‰	8.93 ‰	5.80 ‰	10.84 ‰	15.12 ‰	6.96 ‰	20.50 ‰	n.r.	15,04 ‰
C superficie	n.r.	n.r.	n.r.	13.00 mS/cm	12.55 mS/cm	8.92 mS/cm	n.r.	n.r.	n.r.
C fondo	13.12 mS/cm	13.60 mS/cm	9.06 mS/cm	16.50 mS/cm	15.12 mS/cm	10.91 mS/cm	29.90 mS/cm	n.r.	23,09 mS/cm
I superficie	n.r.	n.r.	n.r.	2500 $\mu$ W/cmq	> 10000 $\mu$ W/cmq	10000 $\mu$ W/cmq	n.r.	n.r.	n.r.
I fondo	20 $\mu$ W/cm <sup>2</sup>	30 $\mu$ W/cm <sup>2</sup>	20 $\mu$ W/cm <sup>2</sup>	3000 $\mu$ W/cm <sup>2</sup>	20 $\mu$ W/cm <sup>2</sup>	3000 $\mu$ W/cm <sup>2</sup>	n.r.	n.r.	n.r.

dunque possibile che il mare abbia in alternativa altre vie (non note) più efficienti di comunicazione col bacino. Queste potrebbero, almeno in parte, essere individuate nelle risorgive sul fondo del lago notate in più punti (Fig. 3) durante alcune immersioni e che, periodicamente, emettono nell'acqua fluidi a diversa densità. Queste risorgive, tuttavia, sono attive solo periodicamente e non è ancora stato chiarito il fenomeno che ne regola il funzionamento. Un'ipotetica causa sarebbe da ricercarsi nelle fasi di marea che, variando ciclicamente la pressione dell'acqua di mare le consentirebbe di sgorgare nel bacino, sotto maggiore pressione, attraverso falde di raccolta sotterranee. È infatti stata registrata nelle risorgive una salinità ben superiore a quella media dello specchio d'acqua libero (Tabella I). Un approfondimento su questo aspetto sarà argomento di future indagini.

## Il popolamento acquatico

L'elenco dei 35 *taxa* presenti nel bacino della Palude del Capitano e riportato in questo lavoro (Tabella II), scaturisce sia da informazioni pubblicate precedentemente (AA.VV., 1993; BIANCHI *et al.*, 1994; MARCHIORI *et al.*, 1998), sia dal-



**Tabella II** - Lista floro-faunistica del bacino della Palude del Capitano.

CATEGORIE TASSONOMICHE	NOME COMUNE	SEGNALAZIONE
<b>Flora semisommersa</b>		
<i>Juncus acutus</i> Linnaeus	giunco pungente	AA.VV., 1993 BIANCHI <i>et al.</i> , 1994 MARCHIORI <i>et al.</i> , 1998
<i>Juncus maritimus</i> Lamarck	giunco marittimo	BIANCHI <i>et al.</i> , 1994 MARCHIORI <i>et al.</i> , 1998
<i>Schoenus nigricans</i> Linnaeus	giunco nero	BIANCHI <i>et al.</i> , 1994 MARCHIORI <i>et al.</i> , 1998
<i>Arthrocnemum fruticosum</i> (Linnaeus) Moquin	salicornia	BIANCHI <i>et al.</i> , 1994
<i>Tamarix africana</i> Poiret	tamerice maggiore	AA.VV., 1993 BIANCHI <i>et al.</i> , 1994 MARCHIORI <i>et al.</i> , 1998
<b>Flora sommersa</b>		
<i>Chaetomorpha</i> sp. (clorofita)		Presente lavoro
<i>Enteromorpha</i> sp. (clorofita)		BIANCHI <i>et al.</i> , 1994
<i>Potamogeton pectinatus</i> Linnaeus (fanerogama)	brasca delle lagune	BIANCHI <i>et al.</i> , 1994
<i>Ruppia cirrhosa</i> (Pedagna) Grande (fanerogama)	erba da chiozzi spiralata	BIANCHI <i>et al.</i> , 1994 MARCHIORI <i>et al.</i> , 1998
<i>Ruppia maritima</i> Linnaeus (fanerogama)	erba da chiozzi comune	MARCHIORI <i>et al.</i> , 1998
<b>INVERTEBRATI (sessili e vagili)</b>		
<i>Cordylophora caspia</i> Pallas (cnidario idrozo)		BIANCHI <i>et al.</i> , 1994 Presente lavoro
<i>Theodoxus fluviatilis</i> Linnaeus (mollusco gasteropode)		BIANCHI <i>et al.</i> , 1994 Presente lavoro
<i>Hydrobia ventrosa</i> Montagu (mollusco gasteropode)		BIANCHI <i>et al.</i> , 1994 Presente lavoro
<i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck (mollusco bivalve)	mitilo	BIANCHI <i>et al.</i> , 1994 Presente lavoro
<i>Palaemonetes antennarius</i> Milne Edwards (crostaceo decapode)		BIANCHI <i>et al.</i> , 1994
<i>Palaemon adspersus</i> Rathke (crostaceo decapode)	gamberetto	BIANCHI <i>et al.</i> , 1994 Presente lavoro
<b>Macrofauna planctonica (<math>\geq 200 \mu\text{m}</math>)</b>		
<i>Gammarus aequicauda</i> Martynov (crostaceo anfipode)		BIANCHI <i>et al.</i> , 1994 Presente lavoro
<i>Sphaeroma hookeri</i> Leach (crostaceo isopode)		BIANCHI <i>et al.</i> , 1994
<i>Jaera</i> sp. (crostaceo isopode)		BIANCHI <i>et al.</i> , 1994
Podocopida indet. (crostacei ostracodi)		Presente lavoro
Larva di Chironomidae indet. (insetti)		Presente lavoro
Nematoda indet.		Presente lavoro
Thecosomata indet. (molluschi gasteropodi)		Presente lavoro
<b>Microfauna planctonica (<math>&lt; 200 \mu\text{m}</math>)</b>		
<i>Mytilina</i> sp. (rotifero)		Presente lavoro

<i>Proales</i> sp. (rotifero)		Presente lavoro
<i>Notholca squamula</i> Muller (rotifero)		Presente lavoro
<i>Lepadella patella</i> Muller (rotifero)		Presente lavoro
<i>Euplotes</i> sp. (ciliato)		Presente lavoro
Naupli/copepoditi Harpacticoida indet. (crostacei copepodi)		Presente lavoro
Naupli Calanoida indet. (crostacei copepodi)		Presente lavoro
<b>VERTEBRATI (anfibi e pesci)</b>		
<i>Bufo viridis</i> Laurenti	rospo smeraldino	BIANCHI <i>et al.</i> , 1994 Presente lavoro
<i>Aphanius fasciatus</i> Nardo	nono	BIANCHI <i>et al.</i> , 1994 Presente lavoro
<i>Atherina boyeri</i> Risso	latterino	BIANCHI <i>et al.</i> , 1994 Presente lavoro
<i>Liza ramada</i> Risso	cefalo	AA.VV., 1993 BIANCHI <i>et al.</i> , 1994 Presente lavoro
<i>Anguilla anguilla</i> Linnaeus	anguilla	AA.VV., 1993 BIANCHI <i>et al.</i> , 1994 Presente lavoro

le osservazioni in campo ed in laboratorio (in quest'ultimo caso per la microfauna) nel corso del presente studio.

L'esplorazione acquatica conferma la presenza di alcuni invertebrati, come ad esempio l'idrozoa *Cordylophora caspia* (Cnidaria), già segnalato da BIANCHI *et al.* (1994), le cui grandi colonie fertili sono state ritrovate, nel mese di maggio, sul fondo e sulla volta degli ingressi dei cunicoli che connettono il bacino al mare. Inoltre, alcune colonie occupano ampie superfici rocciose già ricoperte da estese chiazze brunastre imputabili ad una probabile presenza cianobatterica (BIANCHI *et al.*, 1994). Questo idroide, cosmopolita, è una delle poche specie del benthos sessile preferenzialmente oligoaline ed è stato rinvenuto anche in altri biotopi salmastri italiani come il delta del Po (MORRI, 1981) e la laguna veneta (SCONFIETTI and MARINO, 1989) nell'Alto Adriatico. È stata osservata inoltre un'abbondante presenza dell'anfipode *Gammarus aequicauda*, piccolo crostaceo che popola frequentemente, lagune, acquitrini e pozze costiere effimere, spesso utilizzato come indicatore biologico nel monitoraggio ambientale (MARCHINI *et al.*, 2004; CASAGRANDE *et al.*, 2006). Infine è stata confermata la presenza del ciprinodontide *Aphanius fasciatus* ("nono"). Questa specie, inclusa nella lista delle specie protette secondo la Direttiva Habitat (Direttiva 92/43/CEE) è forse un raro caso di relitto faunistico sopravvissuto alla crisi evaporitica del Messiniano (circa 7-5 milioni di anni fa) quando il bacino del Mediterraneo si prosciugò quasi del tutto, formando solo isolate pozze ipersalate che provocarono una estinzione di massa della quasi totalità delle specie esistenti (POR, 1989). Le numerose catture di adulti e giovani testimoniano il buono stato di salute di questa popolazione la

cui sopravvivenza nella Palude del Capitano è probabilmente agevolata dall'assenza del competitore alloctono *Gambusia* sp. che, in altri biotopi mediterranei, ha determinato il declino e talvolta l'estinzione di molte delle sue popolazioni (CHECA, 1982; DOADRIO *et al.*, 1991; RINCÓN *et al.*, 2002).

La fauna planctonica è rappresentata dalla classe dimensionale del microzooplancton ed è costituita principalmente da rotiferi che sono presenti con specie tipiche di acque dolci. Sono assenti i cladoceri e gli adulti dei copepodi Calanoida e Cyclopoida, categorie che generalmente dominano le abbondanze numeriche del plancton marino e di acqua dolce.

### **Il sistema paralico della Palude del Capitano**

Gli ecosistemi acquatici che sono situati tra il dominio marino e quello continentale si differenziano molto tra loro per quanto riguarda estensione, morfologia e genesi. Inoltre le condizioni climatiche e idrografiche regionali risultano in una grande varietà e variabilità dei parametri chimico-fisici. Al contrario, i popolamenti biologici sono caratterizzati da specie strettamente legate a questo tipo di ambienti; la loro comune distribuzione quali-e quantitativa è indipendente dalla salinità, e le loro associazioni sono relativamente stabili rispetto alle variazioni ambientali. Queste caratteristiche biologiche consentono di considerare gli ecosistemi in questione appartenenti ad un dominio ecologico autonomo: il dominio paralico.

Il parametro che regola la distribuzione e la storia vitale degli organismi è il tempo di rinnovo degli elementi di origine marina in un determinato punto, o "grado di confinamento" (GUELORGET and PERTHUISOT, 1992).

La Palude del Capitano è un ambiente salmastro in cui la bassa salinità impedisce la sopravvivenza di organismi quasi esclusivamente marini (poriferi ed echinodermi). L'assenza di specie appartenenti a questi due taxa attribuisce al sistema un grado di confinamento superiore al II, secondo la classificazione di GUELORGET and PERTHUISOT (1992). BIANCHI *et al.*, (1994), basandosi su questo lavoro, lo ascrivono alla VI ed ultima zona, giustificando la scelta con l'osservazione di un substrato colonizzato quasi completamente da probabili tappeti cianobatterici. Lo studio del popolamento planctonico, qui condotto per la prima volta, e l'osservazione più dettagliata del substrato roccioso, hanno evidenziato una realtà ben più complessa da quella fin'ora conosciuta.

L'elevata produzione fitoplanctonica è rappresentata principalmente da Diatomee pennate. Le comunità vegetali sono dominate da *Potamogeton pectinatus*, *Ruppia maritima* ed *Enteromorpha* sp. La macrofauna di invertebrati è costituita da fauna vagile con crostacei detritivori (*Gammarus aequicauda*, *Sphaeroma hookeri*, *Jaera* sp.), e gasteropodi brucatori (*Hydrobia ventrosa*, *Theodoxus fluviatilis*). Il 62% del plancton è composto da Rotifera (*Mytilina* sp., *Proales* sp., *Notholca squamula* e *Lepadella patella*) che con le loro piccole dimensioni (90-180 µm) sfuggono alla predazione sottraendosi alla vista dell'ittiofauna rappresentata con

densità elevate da specie sedentarie (*Atherina boyeri*, *Aphanius fasciatus*), migranti regolari (*Anguilla anguilla*) e occasionali (*Liza ramada*). Lo stesso popolamento bentonico sessile di substrato duro è, in alcuni punti del bacino, composto oltre che da estese incrostazioni di probabile natura batterica (BIANCHI *et al.*, 1994), anche da vaste colonie dell'idrozoo *Cordylophora caspia*. Tale popolamento (planctonico, bentonico e nectonico) consentirebbe dunque di descrivere il biotopo come un mosaico di aree inquadrabili in un intervallo di confinamento che varia dalla IV alla VI zona della scala proposta da GUELORGET and PERTHUISOT (1992).

### **Esplorazione e documentazione speleosubacquea**

Le recenti esplorazioni speleosubacquee, hanno consentito di mettere in luce e topografare alcune decine di metri di un intricato reticolo di cunicoli sommersi (Fig. 3), di chiara morfologia freatica, caratterizzati da sculture erosive. Non tutte le condotte consentono il passaggio di uno speleosub. Quelle praticabili, oltre a presentare tutte le difficoltà tecniche dei cunicoli sommersi, sono caratterizzate, specie nel tratto iniziale, da notevoli quantità di fango depositato sul fondo. Il passaggio degli speleosub, pertanto, solleva nuvole di sospensione che riducono rapidamente la visibilità a zero. In compenso, lo scorrimento dell'acqua salmastra verso il mare pulisce in pochi minuti le condotte, riportando la visibilità a livelli accettabili. La bassa profondità, inoltre, consente agli speleosub lunghe autonomie e permette loro di effettuare soste di progressione.

Radici di piante che scendono dal soffitto, setti di roccia che tagliano la sezione delle già anguste gallerie, massi di crollo, affilate lame d'erosione che si ergono dalle pareti, e la riduzione di visibilità dovuta al mescolamento di acque di densità e temperature diverse, aumentano le difficoltà tecniche dell'esplorazione e, in alcuni casi, la impediscono del tutto.

La vegetazione acquatica del lago, inoltre, che cambia col variare delle stagioni, maschera o rivela, a seconda dei casi, gli ingressi delle condotte. Nel corso della immersione del 12 settembre 2002, sono stati localizzati solo due degli imbocchi già noti: quello centrale e quello a SW. Non è stato trovato, perché completamente mascherato dalla vegetazione sommersa, l'ingresso a NW. In compenso, sono stati notati altri due ingressi mai visti in precedenza; o meglio, nel corso delle immersioni effettuate in primavera, era stato constatato che uno di questi era ostruito per due terzi dal fango, l'altro era mascherato da rami ed altri vegetali in decomposizione.

Per le immersioni dedicate alla documentazione video e fotografica, gli speleosub hanno preferito introdursi nel sistema immergendosi da un lucernaio di circa 80 cm di diametro, che si apre ad alcune decine di metri a W del bacino (posizione indicata in Figg. 2 e 4a), lungo il percorso di uno dei cunicoli che connettono la palude al mare. In tal modo si è potuto evitare anche di sollevare il sedimento depositato in prossimità degli ingressi dallo specchio d'acqua, mantenendo così le condizioni ottimali per le riprese.



Figg. 4a, b Vedute aeree del sito in esame. Con la freccia nera in a è indicato il lucernario di accesso ad un tratto dei cunicoli sotterranei (per i dettagli si legga il testo).

In questo tratto di galleria, poi, si notano sul fondo alcuni massi di crollo intervallati a zone limose. Piccoli depositi di fango rossastro evidenziano il mescolamento di terre rosse provenienti da tasche poste al contatto tra calcari e calcareniti o, più probabilmente, provenienti dalla superficie. Tali variazioni cromatiche sono maggiormente evidenti lungo le asperità delle pareti. Tali condotte infine sono soggette a minori afflussi idrici rispetto ad altre dove i sedimenti sono stati rimossi nel giro di alcune stagioni.

La volta delle condotte è caratterizzata da fusi di erosione, che, spesso, forano la roccia fino a raggiungere la superficie, consentendo a suggestive lame di luce e ad intricate e spettrali “stalattiti” di radici, di penetrare nell’ipogeo sommerso. Solo in rarissimi casi, però, le fratture nella volta dell’ipogeo consentono la riemersione, data l’esiguità della loro ampiezza. Fratture più agibili, invece, sono state notate nella zona a monte dello specchio d’acqua (direzione E), ed introducono nelle condotte che si sviluppano verso l’entroterra e che portano l’acqua dolce nel bacino. Un’esplorazione completa di tali ipogei, però, non è stata ancora messa in atto.

Le difficoltà tecniche delle immersioni nelle anguste e tortuose condotte sommerse, non sono state le uniche incontrate dagli autori nel corso della ricerca. In diverse occasioni, infatti, si è dovuto chiedere “il permesso” di filmare a cacciatori (con tanto di cani al seguito) e pescatori di frodo, che, sicuramente, in un *reportage* su un sito protetto non potevano comparire. Per non parlare, poi, delle ore spese nella pulizia dell’area circostante il laghetto, ricettacolo dei resti di “pic-nic ineducati” (sacchetti di plastica, piatti, bicchieri ed altro). Il Centro di Speleologia Sottomarina Apogon si è fatto promotore di diverse iniziative (lettere e denunce alle Autorità, articoli sui quotidiani, ecc.) in difesa del prezioso ecosistema.

### **Considerazioni conclusive e prospettive**

Il sistema acquatico della Palude del Capitano è risultato ben più vario di quanto era fino ad ora noto. Esso si basa su delicati equilibri tra fattori abiotici (condizionati dalla particolare tipologia del territorio) e biologici. Tuttavia, questi sono sottoposti a continui disturbi, principalmente di natura antropica, che potrebbero compromettere sia la resistenza che la resilienza dell’intero ecosistema. La popolazione acquatica della laguna salmastra gode di condizioni ambientali pressoché costanti nell’intero arco dell’anno ed in tali situazioni, alle quali la gran parte delle specie che la costituisce si è adattata nel tempo, ogni variazione di origine alloctona può minare seriamente la sua stabilità.

Tuttavia, sebbene il bacino offra condizioni di termostabilità che attirano una parte di fauna dagli ambienti marini limitrofi, pone anche problemi di instabilità chimica che probabilmente ha impedito, ad oggi, il rigoglio di un popolamento acquatico stabile.

Associando agli aspetti biologici l’interesse per gli aspetti carsici correlati alle polle subacquee ipotermali, si apre un campo di ricerca poco noto nell’area salentina. Il carsismo costiero, le esplorazioni speleologiche ed i fenomeni di ipercarsismo

(FORTI, 1993), anche in manifestazioni dimensionalmente non molto appariscenti, sono aspetti inediti che certamente consentiranno nuove ed interessanti ricerche per una visione più completa e variegata della realtà speleologica dell'area. Per le sue caratteristiche morfologiche, topografiche e idrologiche, il fenomeno della Palude del Capitano può essere paragonato, in scala notevolmente ridotta, a quello dei *cenotes* centro-americani (SCHMITTER-SOTO *et al.*, 2002). Allo stato attuale, è stata esplorata e documentata solo una minima parte del complesso sistema sommerso della Palude del Capitano, e non sono state rinvenute sale o ambienti di morfologia diversa dalla condotta o dal cunicolo. Sono in programma, per il prossimo futuro, la continuazione delle esplorazioni delle condotte che si dirigono verso il mare e l'avvio delle esplorazioni di quelle che si sviluppano verso l'entroterra.

La tutela della Palude del Capitano si pone dunque come priorità da attuare nell'immediato attraverso piani di intervento specifici regolamentati da normative comunitarie e, soprattutto, attraverso l'impegno delle autorità competenti a farle rispettare mediante un'opportuna sensibilizzazione e fattivi controlli. Tali interventi si rendono indispensabili al fine di permettere la sopravvivenza di questo singolare e prezioso patrimonio naturale salentino. A tal proposito, al momento della stesura finale del presente lavoro (dicembre 2005) segnaliamo che da alcuni mesi è in corso un iter istitutivo (previsto dalla Legge Regionale 19 del 24 luglio 1997) per la realizzazione, nel territorio di Nardò, di un'area regionale protetta e denominata "Palude del Capitano-Porto Selvaggio", che si estende dalla Palude del Capitano sino, verso S, Porto Selvaggio, includendo anche una terza emergenza naturale presente nell'area costiera in esame, Torre dell'Inserraglio. Vista l'importanza naturalistica di questo sito costiero, auspichiamo che l'intervento pianificato si concretizzi quanto prima.

## **RINGRAZIAMENTI**

Gli autori desiderano ringraziare Andrea Costantini, Giovanni Contessa, Fabio Fiorito, Andrea Romeo e Federico Sorrentino del Gruppo "Apogon" (Nardò, LE), per il supporto tecnico durante le immersioni, le fasi di rilevamento topografico ed elaborazione grafica, e per la realizzazione delle riprese videosubacquee; il Dott. Michele Onorato per aver fornito le foto aeree del sito; il gruppo di ricerca del laboratorio di Botanica Sistemica dell'Università di Lecce per i suggerimenti in fase di classificazione della flora acquatica; il Comune di Nardò per aver autorizzato le immersioni a scopo di studio ed esplorazione. Un sentito grazie, inoltre, al Professor Genuario Belmonte del Di.S.Te.B.A., Università di Lecce per i numerosi consigli che hanno reso possibile la stesura del presente lavoro.

## **BIBLIOGRAFIA**

- AA.VV., 1993 - Ambienti e Itinerari Naturalistici della provincia di Lecce. Conte (ed.), Lecce: 1-237.
- BIANCHI C.N., BOERO F., FORTI S., MORRI C., 1994 - La Palude del Capitano: un ambiente sal-

- mastro costiero della penisola salentina di interesse idrobiologico e speleologico. *Grotte Marine d'Italia. Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia*, 6 Serie II. Bologna: 99-106.
- CARROZZO M.T., DELLE ROSE M., FEDERICO A., LEUCCI G., MARRAS V., NEGRI S., NUZZO L., 2003 - Osservazioni geologiche e indagini geofisiche sul carsismo della costa neretina. *Thalassia Salentina*, 26 (Suppl.): 3-10.
- CASAGRANDE C., DRIDI M.S., BOUDOURESQUE C.S., 2006 - Abundance, population structure and production of macro-invertebrate shredders in a Mediterranean brackish lagoon, Lake Ichkeul, Tunisia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 66 (3-4): 437-446.
- CHECA L. (1982) - Los killies españoles. *Vida Acuática*, 35: 321-323.
- CIARANFI N., PIERI P., RICCHETTI G., 1992 - Note alla Carta Geologica delle Murge e del Salento (Puglia Centro-meridionale). *Memorie della Società Geologica Italiana*, 106, Roma.
- DELLE ROSE M., 2002 - Influenza dell'ipercarsismo sull'evoluzione delle coste rocciose basse del Salento. *Atti Spelaion, Altamura (BA) 1-3 dicembre 2000*, Uniongrafica Corcelli ed., Bari: 173-180.
- DOADRIO I., ELVIRA B., BERNAT Y., 1991 - Peces continentales españoles. *Inventario clasificación de zonas fluviales*. Madrid, ICONA-CSIC.
- FORTI P., 1993 - Meccanismi genetici ed evolutivi delle grotte marine. *Speleologia, Riv. della S.S.I.*, XIV, 28, Milano.
- GUELORGET O., PERTHUISOT J.P., 1992 - Paralic ecosystems. *Biological organization and functioning*. *Vie Milieu*, 42 (2): 215-251.
- MARCHINI A., GAUZER K., OCCHIPINTI-AMBROGI A., 2004 - Spatial and temporal variability of hard-bottom macrofauna in a disturbed coastal lagoon (Sacca di Goro, Po River Delta, Northwestern Adriatic Sea). *Marine Pollution Bulletin*, 48 (11-12): 1084-1095.
- MARCHIORI S., MEDAGLI P., RUGGIERO L., 1998 - Guida Botanica del Salento. Congedo (ed.), Galatina (LE): pp. 1-237.
- MORRI C., 1981 - Idrozoi lagunari. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque lagunari e costiere italiane. Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma AQ/1/94, 6: 1-105.
- PALMISANO P., 1993 - Aspetti del fenomeno carsico nei depositi plio-quadernari delle Murge e del Salento. *Itinerari Speleologici, Riv. della F.S.P., Serie II, n° 7*, Castellana Grotte: 37-54.
- PALMISANO G., ONORATO R., 1994 - Note sull'avvio di ricerche sul carsismo sottomarino del Salento (Puglia). In: *Grotte Marine d'Italia. Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia*, 6 Serie II. Bologna: 193-197.
- PARENZAN P., 1983 - Fenomeni del carsismo costiero e speleologia marina particolarmente biologica - cap III. In: *Puglia Marittima*, Congedo (ed.), Lecce, 1, pp. 111-151.
- POR F.D., 1989 - The legacy of Tethys. An aquatic biogeography of the Levant. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 214.
- RINCÓN P.A., CORREAS A.M., MORCILLO F., P. RISUENÓ, LOBÓN-CERVIA J., 2002 - Interaction between the introduced eastern mosquitofish and two autochthonous Spanish toothcarps. *Journal of Fish Biology*, 61: 1560-1585.
- ROSSI D., 1968 - Le caratteristiche morfologiche, strutturali e paleogeografiche della Penisola Salentina. "Ann. Univ. Ferrara", (N.S.), Sez. IX, Sc. Geol. e Paleont., vol. IV. n. 11. Ferrara.
- SCHMITTER-SOTO J.J., COMÍN F.A., ESCOBAR-BRIONES E., HERRERA-SILVEIRA J., ALCOCER J., SUÁREZ-MORALES E., ELÍAS-GUTIÉRREZ M., DÍAZ-ARCE V., MARÍN L.E., STEINICH B., 2002 - Hydrogeochemical and biological characteristics of cenotes in the Yucatan Peninsula (SE Mexico). *Hydrobiologia*, 467: 215-228.
- SCONFIETTI R., MARINO R., 1989 - Pattern of zonation of sessile macrobenthos in a lagoon estuary (northern Adriatic sea). *Scientia Marina*, 53 (2-3): 655-661.