

UNIVERSITA DEGLI STUDI DI LECCE
DIPARTIMENTO DI SCIENZA DEI MATERIALI
SEMINARIO SCIENTIFICO TECNICO DI LECCE

GIUSEPPE L. PESCE - TOMMASO A. PAGLIANI

*Gli ambienti anchialini
della Puglia e la loro fauna*

Estratto dal volume:

IL CARISMO DELL'AREA MEDITERRANEA

1° Incontro di Studi (Castro Marina 1-2 Settembre 1997)

Supplemento al n. 23 di *Thalassia Salentina*

(Università degli Studi di Lecce - Stazione di Biologia Marina di Porto Cesareo)

EDIZIONI DEL GRIFO - Lecce

GIUSEPPE L. PESCE, TOMMASO A. PAGLIANI

Dipartimento di Scienze Ambientali - Università di L'Aquila - 67100 L'Aquila

**GLI AMBIENTI ANCHIALINI
DELLA PUGLIA E LA LORO FAUNA**

Riassunto

Vengono presentati risultati delle ricerche sui popolamenti anchialini della regione pugliese, condotte dal Dipartimento di Scienze Ambientali dell'Università di L'Aquila negli anni 1976-1998. Per una migliore comprensione delle differenze tra i popolamenti studiati sono state eseguite analisi con metodi multivariati.

Summary

Results of the research on the anchihaline fauna of the Apulian region by the "Dipartimento di Scienze Ambientali" of the University of L'Aquila, during 1976-1998, are presented. A multivariate analysis regarding the above fauna is enclosed for a better knowledge of the differences among the examined communities.

I sistemi idrici di molte grotte marine e di altri ambienti sotterranei litorali costituiscono particolari biotopi separati da quelli costieri circostanti da forti gradienti ambientali.

In questi habitat, definiti «anchialini», le particolari condizioni edafiche, idrografiche ed idrologiche hanno favorito il diversificarsi di ricche biocenosi stigobionti e lo sviluppo di speciali faune endemiche.

La scoperta di questi ambienti si deve a RIEDL (1966) che li denominò *Randhoehlen* o *marginal caves* limitandone, tuttavia, la definizione alle sole grotte marine. Molti anni più tardi HOLTHUIS (1973), in occasione del rinvenimento di alcuni interessanti decapodi in ambienti sotterranei costieri indopacifici, ripropone il problema di questi peculiari habitat attribuendo loro per la prima volta il nome di «anchialine pools» e definendoli come corpi idrici sotterranei senza connessioni superficiali con il mare, caratterizzati da acque salate e salmastre

fluttuanti con le maree. Successivamente nuovi termini sono stati introdotti, tuttavia non sempre in modo appropriato, per definire questi habitat: «inland marine caves», «sea water-flooded caves», «anchihaline cave waters», «anchihaline habitats», «metahaline anchihaline pools», «grottes de dissolution» (ILIFFE, 1991; STOCK, 1994; SKET, 1996; JUBERTHIE e DECU, 1994).

Nel 1984, in occasione del Congresso Internazionale di Biologia delle grotte marine, tenutosi in Bermuda, si stabilì definitivamente che con il termine «ambienti anchialini» venissero considerati quei corpi idrici a salinità variabile, poco esposti all'aria aperta, con più o meno estese comunicazioni sotterranee con il mare e con evidenti influenze marine e continentali. Verrebbero, pertanto, escluse da tale definizione sia le grotte marine che sottomarine, in quanto mancanti del requisito di avere influenze continentali.

In definitiva gli habitat anchialini s. str. sarebbero rappresentati esclusivamente da quei sistemi idrici sotterranei (cavernicoli, freatici, di frattura carsica, *lava tubes*, *cenotes*) situati in prossimità di coste marine, ad esse strettamente collegati, e le cui caratteristiche principali sarebbero: tipologia di habitat sotterraneo, basso input energetico, assenza di luce, acque mixoaline, ipossiche o addirittura anossiche, mancanza di connessioni superficiali con il mare, limitato accesso di fauna marina e presenza di caratteristici organismi stigobionti con scarso potenziale dispersivo.

Inoltre, l'assenza di turbolenze negli ambienti anchialini impedisce il rimescolamento delle acque marine e carsiche con diversa densità che si stratificano, quindi, in livelli diversi, dando origine a gradienti verticali di temperatura, salinità e di concentrazione dell'ossigeno disciolto.

In alcuni casi, tuttavia, moto ondoso ed abbondante piovosità possono produrre turbolenze che alterano temporaneamente la suddetta stratificazione: una tale situazione è stata più volte osservata nella sala «Cosma» in grotta Zinzulusa.

La maggior parte delle grotte anchialine è caratteristica per l'elevata diversità biologica. I taxa maggiormente rappresentati sono i crostacei (remipedia, termosbenacei, anfipodi, ostracodi, copepodi, isopodi cirolanidi, mictacei, misidacei, decapodi), meno frequenti risultano ciliofori, poriferi, anellidi (policheti ed oligocheti), chetognati e pesci. Dei suddetti taxa alcuni gruppi (Atlantasellidae, Remipedia, Platycopoida, Speleoithonidae, Mictacea) risultano esclusivi degli ambienti anchialini.

In particolare i copepodi ciclopoidi, calanoidi, misofrioidi ed arpacticoidi, sembrano essere i più comuni e numerosi colonizzatori dei sistemi anchialini dell'area mediterranea e dell'Atlantico orientale.

Gli ambienti anchialini si sono evoluti in condizioni insulari e continentali, per la maggior parte in occasione delle regressioni marine plio-pleistoceniche, come dimostra la presenza in essi di abbondanti e ricche manifestazioni stalattitiche e stalagmitiche, spesso completamente sommerse.

Gli organismi anchialini sembrano essersi originati direttamente dal mare, da antenati per lo più scomparsi o relegati in habitat criptici ed isolati, solo pochissime specie sarebbero immigrate dai sistemi freatici continentali.

Le teorie riguardanti l'origine dei popolamenti stigobionti dei sistemi anchialini sono tuttora ancora molto controverse. In particolare esistono due ipotesi alternative, la *deep sea hypothesis*, (ILIFFE et al., 1984) e la *shallow water hypothesis* (STOCK, 1986).

La prima sostiene che la maggior parte degli stigobionti presenti nei sistemi anchialini si siano evoluti da antenati marini batiali, tramite dispersione attraverso un «continuum» di sistemi crevicolari («crevicular habitats») che avrebbero costituito un «link» tra le acque più profonde ed i sistemi anchialini costieri; questa prima ipotesi ha trovato recenti conferme dalla scoperta di numerosi stigobionti marini, copepodi misofrioidi in particolare, con strette affinità tassonomiche con forme batiali. La seconda ipotesi, al contrario, propone che gli stigobionti anchialini si sarebbero evoluti da linee filetiche preadattate, presenti in acque marine di ambienti litorali o sublitorali, secondo modalità diverse (*regression model*, *active migration model*, *passive migration model*).

L'origine degli stigobionti anchialini mediterranei sarebbe in gran parte riconducibile alla cosiddetta «crisi di salinità messiniana» realizzata circa 5.5 milioni di anni fa allorquando, in accordo con l'ipotesi di Hsu (1978), il Mediterraneo si sarebbe completamente prosciugato con conseguente parziale scomparsa della relativa fauna.

Recenti studi di SKET (1996) e BOXSHALL e EVSTIGNEEVA (1994) hanno, infatti, dimostrato che un gran numero di stigobionti attuali (copepodi Mysophriidae, Pseudocyclopiidae, Cyclopiidae; misidacei; anfipodi; remipedia; decapodi; spugne), con geonemie disgiunte, presenti in habitat ipogei con salinità prossima a quella marina (>18 ‰) sarebbero derivati appunto da antenati marini sopravvissuti alla suddetta crisi grazie alla loro elevata eurialità.

La combinazione di un modello di distribuzione tetidiano con la loro localizzazione in ambienti ad elevata salinità costituisce la dimostrazione evidente che molti stigobionti anchialini sarebbero sopravvissuti «in situ» nel corso del Terziario, un periodo che vide il Mediterraneo scenario di drammatici eventi ambientali che ne comportarono il quasi com-

pleto prosciugamento e la relativa scoparsa di gran parte dei suoi biotopi.

Ambienti con caratteristiche anchialine sono attualmente noti per numerose località: Hawaii, Bermuda, Bahamas, Galapagos, Messico, Canarie, Oceania, Australia, coste adriatiche della Croazia e Dalmazia, Grecia, Baleari, Sardegna, coste ioniche ed adriatiche della Puglia.

In Puglia questi peculiari ambienti risultano ben rappresentati, sia all'interno delle grotte costiere della penisola Salentina che nei numerosi pozzi litorali, situati a pochi metri di distanza dal mare, lungo il litorale adriatico tra Manfredonia e Barletta, tra Bari ed Ostuni e lungo il litorale ionico, tra Gallipoli e Nardò.

L'Abisso (Castro Marina), una delle più importanti grotte costiere italiane, mostra tipiche caratteristiche di grotta anchialina, con acque debolmente illuminate e ossigenate, la cui salinità è regolata dalle maree; in essa si rinvengono organismi con caratteristiche stigomorfe e forme marine, non specializzate.

Al contrario, la Zinzulusa (Castro Marina) ed il Buco dei Diavoli (Porto Badisco) risultano costituite da due porzioni distinte: una prima parte che esibisce caratteristiche di grotta marina («marginal cave»), la seconda, più interna ed isolata, con scarso input di energia esterna e di larve pelagiche, presenta tutte le caratteristiche di un habitat anchialino.

La grotta della Zinzulusa mostra il più elevato numero di specie, 27 in totale, la maggior parte delle quali stigobionti ed endemiche per la grotta o per il distretto salentino.

Le grotte «Buco dei Diavoli» e «L'Abisso» sembrano essere caratterizzate da un minor numero di specie, comprendendo 11 e 12 taxa rispettivamente, la maggior parte dei quali presenti anche nella grotta Zinzulusa.

Gli ambienti freatici lungo le coste adriatica meridionale e ionica esibiscono per la maggior parte caratteristiche di ambienti anchialini aperti, più intimamente legati al mare. Si tratta, infatti, di pozzi molto vicini alla costa, spesso in piena luce e con notevole apporto trofico, in cui risultano presenti componenti propriamente marine di recente invasione ed elementi più specializzati penetrati nei sistemi freatici pugliesi in epoca più antica (PESCE et al., 1978).

Tra questi ultimi si possono citare il misidaceo *Spelaeomysis bottazzii*, ampiamente distribuito, anche se con popolazioni ben caratterizzate, in tutto il territorio pugliese a sud di Bari, il termosbenaceo *Monodella stygicola*, il decapode *Typhlocaris salentina* ed alcuni copepodi, sia ciclopidi che arpacticoidi, anche questi ultimi ampiamente distribuiti in tutta la Puglia meridionale.

In questi ambienti, inoltre, il maggior apporto trofico e la regolare illuminazione determinano una elevata ricchezza in specie in cui prevalgono, tuttavia, forme stigofile e stigossene, soprattutto tra i crostacei copepodi (*Halicyclops rotundipes*, *Halicyclops dalmatinus*, *Eucyclops serrulatus*, *Paracyclops fimbriatus*, *Megacyclops viridis*, *Diacyclops bicuspidatus*, *Diacyclops bicuspidatus lubbocki*) che sembrano non essere particolarmente influenzati dalla presenza della luce.

A quest'ultimo riguardo, SKET (1996), studiando gli stigobionti anchialini della costa adriatica croata e dalmata, ha ipotizzato una neutralità fisiologica nei riguardi della luce per gli organismi anchialini dell'Adriatico e, molto probabilmente, per molti altri stigobionti dei sistemi anchialini.

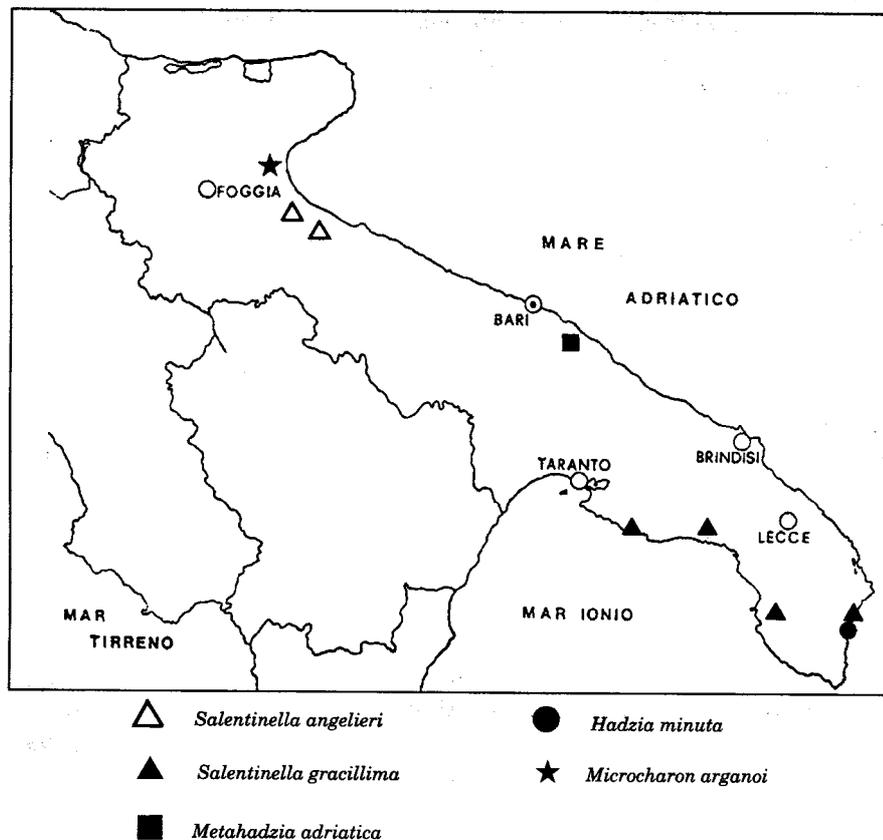


Fig. 1 - Distribuzione dei siti di raccolta di *Salentinella angelieri* (triangoli vuoti), *Salentinella gracillima* (triangoli pieni), *Metahadzia adriatica* (quadrato), *Hadzia minuta* (cerchio), *Microcharon arganoi* (stella).

Il popolamento freatico del litorale adriatico a nord di Bari, precisamente nel tratto di costa compreso tra Manfredonia e Barletta, presenta caratteristiche di ambiente anchialino senza apparente diretta comunicazione con il mare, nei quali maggiore risulta l'influenza degli apporti dulciacquicoli interni in parte provenienti dall'area garganica.

La fauna stigobia risulta anch'essa sostanzialmente diversa da quella presente nei sistemi anchialini più meridionali (area murgiana e salentina). Essa presenta, infatti, accanto ad alcuni elementi endemici propri, quali l'isopode *Microcharon arganoi*, altre specie, ad ampia geonemia, presenti solo in questa parte della Puglia, quali gli anfipodi *Salentinella angelieri* e *Bogidiella* sp. ed il copepode ciclopoide *Diacyclops clandestinus* (Fig. 1).

D'altro canto in questa parte del territorio pugliese sembrano mancare, almeno a quanto ci è attualmente noto, relitti molto antichi, come pure tutti i più caratteristici stigobionti presenti nei sistemi cavernicoli e freatici della penisola Salentina e dei sistemi freatici costieri più meridionali.

L'invasione dei diversi sistemi anchialini della regione pugliese deve essersi realizzata tramite diverse «ondate di colonizzazione», alcune molto antiche di cui sarebbero testimonianza i numerosi relitti tetidiani (*Higginsia ciccaresei*, *Monodella stygicola*, *Stygiomysis hydruntina*, *Typhlocaris salentina*) sopravvissuti in habitat criptici ed isolati e da lungo tempo infeudati nei sistemi sotterranei dolci continentali.

Infatti l'ipotesi più «parsimoniosa», esplicativa della distribuzione di generi quali *Higginsia*, *Monodella*, *Typhlocaris* e *Stygiomysis*, sembra essere quella di considerarli appunto relitti di una fauna litorale antica (tardo Mesozoico), un tempo ampiamente distribuita in acque tropicali e subtropicali come dimostrato dalla perfetta coincidenza tra le loro attuali geonemie e le antiche linee di costa mesozoiche del mediterraneo.

Alcune specie (*Hadzia minuta*, *Microcharon arganoi*) avrebbero migrato negli stessi sistemi in tempi più recenti, in occasione della ipotizzata «crisi di salinità» che caratterizzò il Mediterraneo durante il Miocene; altre, tra cui il miside *Spelaeomysis bottazzii* e gli anfipodi *Salentinella angelieri* e *Salentinella gracillima*, avrebbero seguito gli spostamenti delle linee di costa del Mediterraneo durante il Pliocene.

Alcuni copepodi arpacticoidi, quali *Esola spelaea*, *Psyllocamptus monachus*, *Schizopera clandestina* e *Schizopera cicolanii* e l'anfipode *Pseudoniphargus adriaticus*, rappresentano un esempio di forme marine immigrate, in tempi relativamente recenti, nelle acque sotterranee continentali dopo un lungo periodo di preadattamento nei sistemi carsici litorali, molto probabilmente secondo il «two-step model of colonization» di Coineau & Boutin.

IL POPOLAMENTO ACQUATICO DELLA ZINZULUSA

PORIFERA	<i>Higginsia ciccaresei</i>	endemica (Zinzulusa)	stigobionte
CRUSTACEA			
COPEPODA	<i>Halicyclops rotundipes</i>	endemica (Puglia)	stigofila
	<i>Neocyclops mediterraneus</i>	Mediterraneo, Caraibi	stigofila
	<i>Eucyclops serrulatus</i>	cosmopolita	stigossena
	<i>Metacyclops minutus</i>	cosmopolita	stigofila
	<i>Metacyclops stammeri</i>	endemica (Puglia)	stigobionte
	<i>Metacyclops subdokus</i>	mediterranea	stigobionte
	<i>Nitocrella stammeri</i>	mediterranea	stigobionte
	<i>Nitokra reducta</i>	europea	stigofila
	<i>Nitokra affinis</i>	Zinzulusa, Suez, Bermude	stigossena (marina)
	<i>Ameim scotti</i>	europea	stigossena (marina)
	<i>Esola spelaea</i>	endemica (Puglia)	stigobionte
	<i>Psyllocamptus monachus</i>	endemica (Zinzulusa)	stigobionte
	<i>Bryocamptus dentatus</i>	Zinzulusa, Spagna	stigobionte
	<i>Bryocamptus pygmaeus</i>	europea	stigofila
	<i>Schizopera clandestina</i>	europea	stigofila
OSTRACODA	<i>Mixtacandona stammeri</i>	Zinzulusa, Castelvita	stigobionte
	<i>Pseudolimnocythere hypogaea</i>	endemica (Puglia)	stigobionte
MYSIDACEA	<i>Spelaeomysis bottazzii</i>	endemica (Puglia)	stigobionte
	<i>Stygiomysis hydruntina</i>	endemica (Puglia)	stigobionte
AMPHIPODA	<i>Salettinella gracillima</i>	endemica (Puglia)	stigobionte
	<i>Hadzia minuta</i>	endemica (Puglia)	stigobionte
DECAPODA	<i>Typhlocaris salentina</i>	endemica (Puglia)	stigobionte
TERMOBENACEA	<i>Monodella stygicola</i>	endemica (Puglia)	stigobionte
ACARINA	<i>Soldanellonix monardi</i>	cosmopolita	stigofila
GASTROPODA	<i>Ovatella myosotis</i>	europea	stigossena
POLYCHAETA	indet.	Zinzulusa	stigofila (?)

IL POPOLAMENTO ACQUATICO DEL BUCO DEI DIAVOLI

CRUSTACEA

COPEPODA	<i>Halicyclops rotundipes</i>	endemica (Puglia)	stigofila
	<i>Metacyclops subdolus</i>	mediterranea	stigobionte
	<i>Metacyclops stammeri</i>	endemica (Puglia)	stigobionte
	<i>Nitokra reducta</i>	europea	stigofila
	<i>Esola spelaea</i>	endemica (Puglia)	stigobionte
OSTRACODA	<i>Pseudolimnocythere hypogaea</i>	endemica (Puglia)	stigobionte
MYSIDACEA	<i>Spelaeomysis bottazzii</i>	endemica (Puglia)	stigobionte
	<i>Stygiomyis hydruntina</i>	endemica (Puglia)	stigobionte
AMPHIPODA	<i>Salentinella gracillima</i>	endemica (Puglia)	stigobionte
DECAPODA	<i>Typhlocaris salentina</i>	endemica (Puglia)	stigobionte

IL POPOLAMENTO ACQUATICO DELL' ABISSO

CRUSTACEA

COPEPODA	<i>Halicyclops rotundipes</i>	endemica (Puglia)	stigofila
	<i>Metacyclops subdolus</i>	mediterranea	stigobionte
	<i>Metacyclops stammeri</i>	endemica (Puglia)	stigobionte
	<i>Nitokra reducta</i>	europea	stigofila
	<i>Esola spelaea</i>	endemica (Puglia)	stigobionte
OSTRACODA	<i>Pseudolimnocythere hypogaea</i>	endemica (Puglia)	stigobionte
MYSIDACEA	<i>Spelaeomysis bottazzii</i>	endemica (Puglia)	stigobionte
	<i>Stygiomyis hydruntina</i>	endemica (Puglia)	stigobionte
AMPHIPODA	<i>Salentinella gracillima</i>	endemica (Puglia)	stigobionte
	<i>Hadzia minuta</i>	endemica (Puglia)	stigobionte
DECAPODA	<i>Typhlocaris salentina</i>	endemica (Puglia)	stigobionte
TERMOSEBENACEA	<i>Monodella stygicola</i>	endemica (Puglia)	stigobionte
ACARINA	<i>Lohmanella stammeri</i>	endemica (Puglia)	stigobionte

IL POPOLAMENTO FREATICO DELLA PUGLIA

CRUSTACEA

COPEPODA	<i>Eucyclops serrulatus</i>	I,A2	cosmopolita	stigossena
	<i>Tropocyclops prasinus</i>	I,A2	cosmopolita	stigossena
	<i>Paracyclops fimbriatus</i>	I,A2	cosmopolita	stigossena
	<i>Diacyclops bicuspidatus</i>	A1,A2	cosmopolita	stigossena
	<i>Diacyclops bicuspidatus lubbocki</i>	I,A2	cosmopolita	stigossena
	<i>Halicyclops troglodites</i>	A2	mediterranea	stigobionte
	<i>Halicyclops dalmatinus</i>	A1,	transadriatica	stigofila
	<i>Halicyclops rotundipes</i>	A2	endemica (Puglia)	stigofila
	<i>Megacyclops viridis</i>	A1,A2	cosmopolita	stigossena
	<i>Diacyclops bisetosus</i>	A2	cosmopolita	stigossena

	<i>Diacyclops languidoides</i>	A2	cosmopolita	stigobionte
	<i>Diacyclops hypnicola</i>	A2	cosmopolita	stigofila
	<i>Diacyclops clandestinus</i>	A1	europa	stigobionte
	<i>Diacyclops antrincola</i>	A1,A2	europa	stigobionte
	<i>Diacyclops languidus</i>	A2	europa	stigobionte
	<i>Cyclops furcifer</i>	A2	paleartica	stigossena
	<i>Thermocyclops crassus</i>	I,A2	paleartica	stigossena
	<i>Thermocyclops oblongatus</i>	A2	paleartica	stigossena
	<i>Thermocyclops dybowskii</i>	A1,A2	paleartica	stigossena
	<i>Metacyclops minutus</i>	I,A2	cosmopolita	stigofila
	<i>Metacyclops subdolos</i>	I,A2	mediterranea	stigobionte
	<i>Metacyclops stammeri</i>	I,A2	endemica (Puglia)	stigobionte
	<i>Nitokra spinipes</i>	I,A2	cosmopolita	stigofila
	<i>Nitokra intermedia</i>	A2	endemica (Puglia)	stigofila
	<i>Nitocrella stammeri</i>	I,A2	mediterranea	stigobionte
	<i>Parapseudoleptomesochra italica</i>	A1,A2	endemica (Puglia)	stigobionte
	<i>Attheyella crassa</i>	A2	endemica (Puglia)	stigossena
	<i>Attheyella paranaphthalica</i>	A2	endemica (Italia)	stigofila
	<i>Onychocamptus mohammed</i>	A2	cosmopolita	stigofila
	<i>Schizopera cicolanii</i>	I	endemica (Puglia)	stigofila
OSTRACODA	<i>Pseudolimnocythere hypogaea</i>	I,A2	endemica (Puglia)	stigobionte
	<i>Cypria ophtalmica</i>	A2	oloartica	stigossena
AMPHIPODA	<i>Salentinella angelieri</i>	A1	mediterranea	stigobionte
	<i>Salentinella gracillima</i>	I,A2	endemica (Puglia)	stigobionte
	<i>Metahadzia adriatica</i>	A2	endemica (Puglia)	stigobionte
	<i>Pseudoniphargus adriaticus</i>	A2	endemica (Puglia)	stigobionte
	<i>Niphargus gr. longicaudatus</i>	A2	europa	stigobionte
	<i>Niphargus gr. orcinus</i>	A2	europa	stigobionte
	<i>Orniphargus sp.</i>	A2		
	<i>Bogidiella sp.</i>	A		
TERMOBENACEA	<i>Monodella stygicola</i>	A2	endemica (Puglia)	stigobionte
MYSIDACEA	<i>Spelaeomysis bottazzii</i>	I,A2	endemica (Puglia)	stigobionte
	<i>Stygiomysis hydruntina</i>	I,A2	endemica (Puglia)	stigobionte
DECAPODA	<i>Typhlocaris salentina</i>	A2	endemica (Puglia)	stigobionte
ISOPODA	<i>Proasellus coxalis</i>	I,A2	paleartica	stigofila
	<i>Microcharon arganoi</i>	A I	endemica (Puglia)	stigobionte
TURBELLARIA	<i>Dugesia subtentaculata</i>	A2	paleartica	stigofila
ACARINA	<i>Soldanellonix monardi</i>	I,A2	cosmopolita	stigofila

I = litorale ionio; A1 = litorale adriatico (nord di Bari); A2 = litorale adriatico (sud di Bari)

Complessivamente il popolamento degli ambienti anchialini della Puglia comprende 63 specie e sottospecie, per la maggior parte crostacei, di cui 27 sono presenti in ambiente cavernicolo, 44 in ambiente freatico, 13 risultano presenti in entrambe le tipologie.

Un elevato numero di taxa (24), concentrati negli ambienti cavernicoli, risultano stigobionti, di antica (Tetidiana) origine, 17 sono stigofili e di più recente penetrazione nei biotopi sotterranei pugliesi, un rilevante numero di specie, infine, per lo più localizzate in ambiente freatico, risultano stigossene, intimamente collegate all'ambiente marino o all'ambiente dulciacquicolo superficiale.

Da un punto di vista biogeografico un apprezzabile numero di specie risultano endemiche per la Puglia, sei specie esibiscono una caratteristica distribuzione perimediterranea, le rimanenti, per lo più stigofile o stigossene, sono paleartiche o cosmopolite e di limitato valore zoogeografico.

Per una migliore comprensione delle differenze fra gli ambienti in studio, sono state condotte analisi sui relativi popolamenti faunistici con metodi multivariati, utilizzando il package *SinTax* 5.0 (PODANI 1994).

In via preliminare, è stata condotta una cluster analysis degli ambienti considerati sulla base di una matrice di presenza/assenza dei taxa raccolti utilizzando come coefficiente di dissimilarità il complemento dell'indice di Rogers-Tanimoto $[1-(a+d)/(a+2b+2c+d)]$. Il relativo dendrogramma (fig. 2) indica, a un livello di dissimilarità 0.5, la presenza di tre clusters principali: A1, relativo agli ambienti freatici lungo il litorale adriatico settentrionale; A2, relativo agli ambienti freatici più meridionali; il complesso Z-A-B-I, riferibile ai siti della penisola salentina; nell'ambito di quest'ultimo, risultano evidenti la separazione e la individualità dalla Zinzulusa rispetto alle altre località.

Sulla stessa matrice è stata quindi condotta un'analisi delle corrispondenze. Dal relativo diagramma (fig. 3) appare evidente come il primo asse di ordinamento (40.34% della varianza totale) discrimini il complesso dei siti del distretto salentino (Z, A, B, I, A2) dagli ambienti freatici adriatici a nord di Bari (A1), mentre il secondo asse (27.17% della varianza totale) separi gli ambienti freatici (I, A2) da quelli di grotta (Z, A, B).

Le analisi eseguite confermano dunque la individualità geografica ed ecologica del popolamento salentino rispetto a quello freatico più settentrionale.

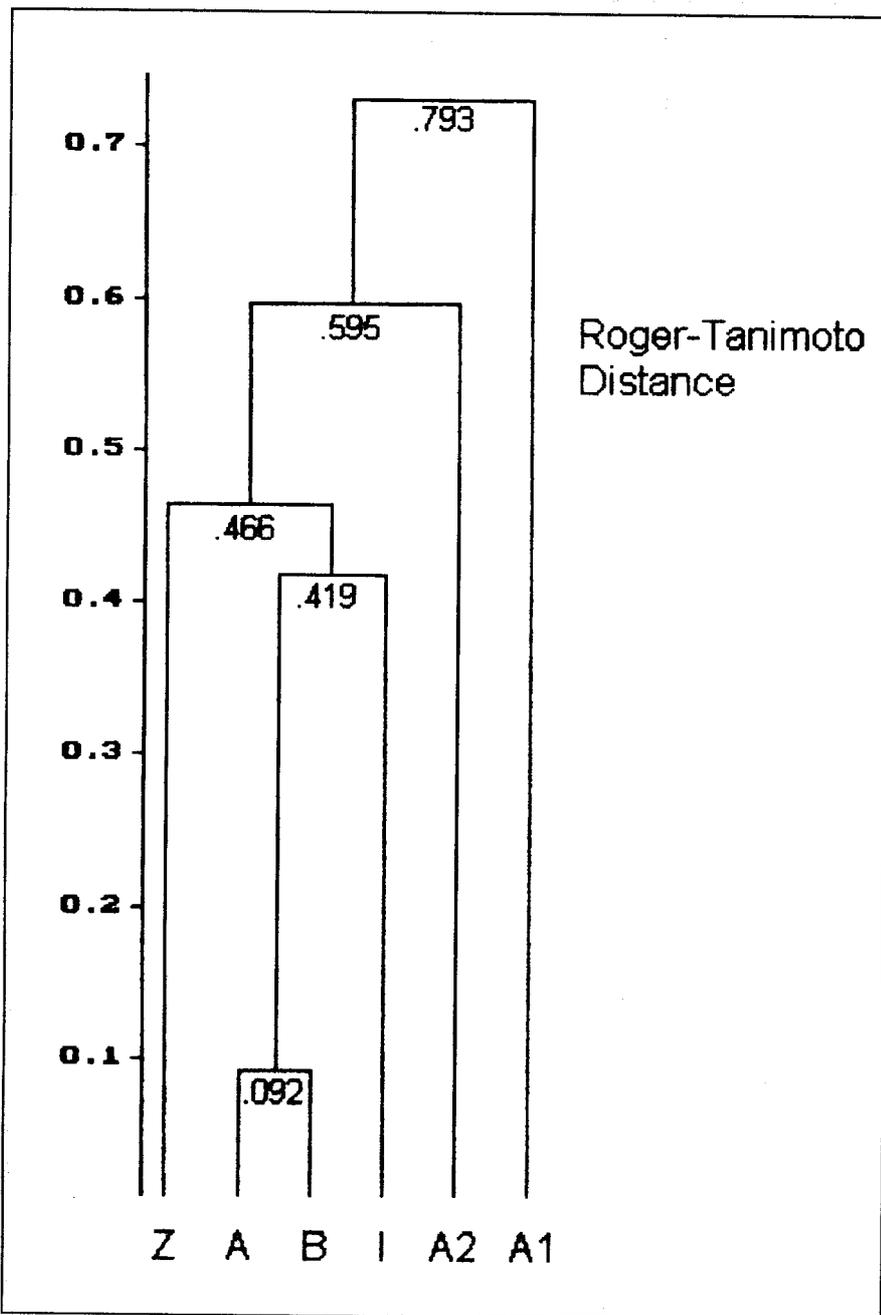


Fig. 2 - Dendrogramma di classificazione dei siti.

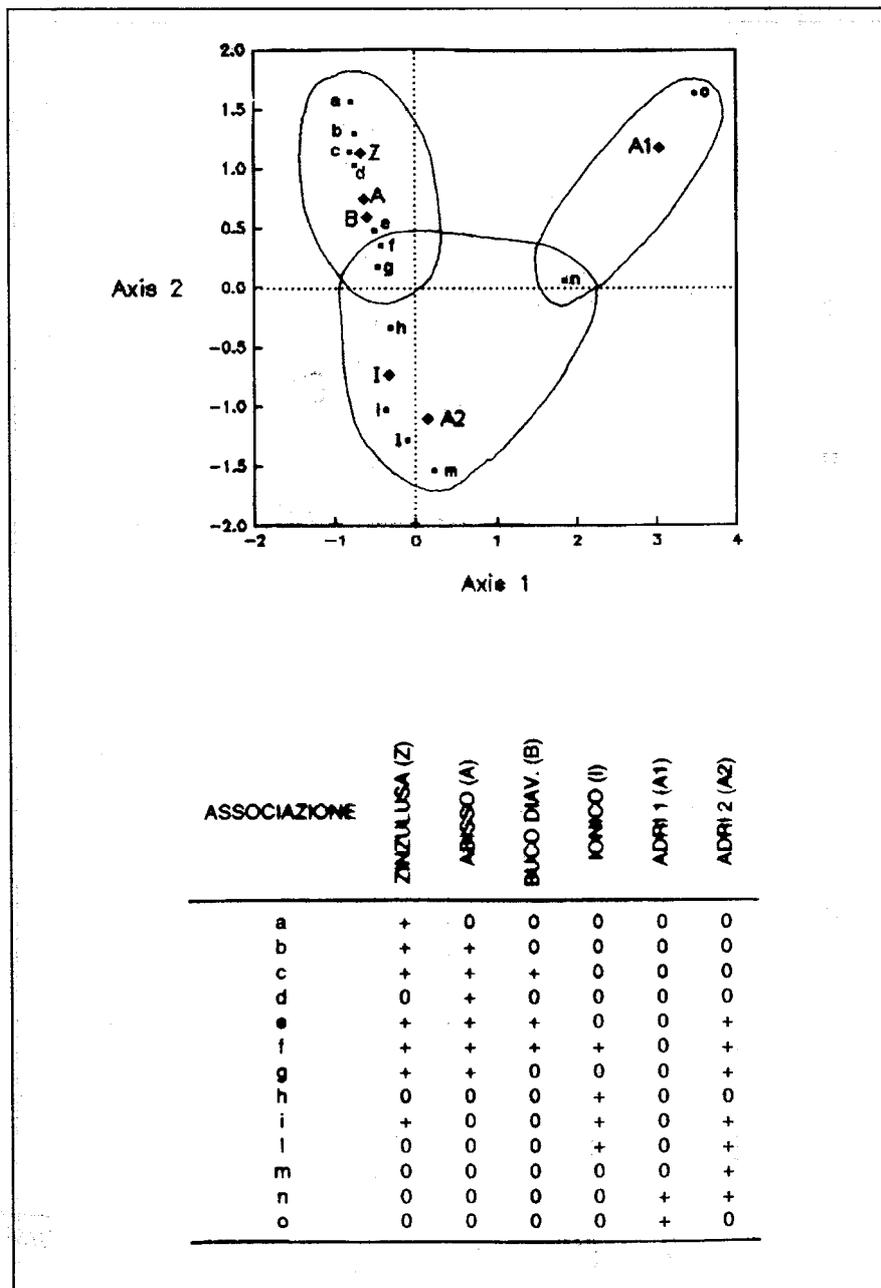


Fig. 3 - Diagramma di ordinamento dei siti delle relative associazioni faunistiche (in alto); quadro sinottico di corrispondenza delle associazioni faunistiche con i siti (in basso).

BIBLIOGRAFIA

- BOXSHALL G. A., EVSTIGNEVA T. D. (1994) – The evolution of species flocks of copepods in Lake Baikal: a preliminary analysis. *Arch. Hydr. Balh. Limnd.*, 44, pp. 235-245.
- DA ROCHA C.E., LIFFE T.M. (1991) – New Cyclopoids (Copepoda) from anchialine caves in Bermuda. *Sarsia*, 78, pp. 41-56.
- DANIELOPOL D.L. (1990) – The origin of the anchialine cave fauna - the «deep sea» versus the «shallow water» hypothesis tested against the empirical evidence of the Thaumatoctyprididae (Ostracoda). *Bijdr. Dierk.*, 60 (1/4), pp. 117-141.
- HOLTHUIS L.B. (1971) – Caridean shrimps found in land-locked saltwater pools at four Indo-west Pacific localities (Sinai Peninsula, Funafuti atoll, Maui and Hawaii Islands), with the description of the new genus and four new species. *Zool. Verh.*, 128, pp. 1-48.
- HSU K. J. (1978) – When the Black Sea was drained. *Sci. Amer.*, 238, 5, pp. 53-63.
- LIFFE T.M. (1991) – Anchialine fauna of the Galapagos Islands, in *Galapagos Marine Invertebrates* (James, M. J., ed.), pp. 209-211.
- LIFFE T.M., H. WILKENS, J. PARZEFALL, WILLIAMS D. (1984) – Marine lava cave fauna: composition, biogeography, and origins. *Science*, 225, pp. 109-111.
- JUBERTHIE C., DECU V. (1994) – Structure et diversité du domaine souterrain; particularités des habitats et adaptations des espèces. In: *Encyclopaedia Biospeologica*. Moulis-Bucarest, pp. 5-22.
- PESCE G.L. (1976) – A new locality for *Spelaeomysis bottazzii* with redescription of the species (Crustacea: Mysidacea). *Boll. Mus. Civ. st. nat. Verona*, 2, pp. 145-154.
- PESCE G.L. (1984/85) – New records for *Salentinella Ruffo* (Crustacea: Amphipoda) from phreatic waters of Italy and Greece. *Int. J. Speleol.*, 14, pp. 19-29.
- PESCE G. L., FUSACCHIA G., MAGGI D., TETÈ P. (1978) – Ricerche faunistiche in acque freatiche del Salento. «*Thalassia Salentina*», 8, pp. 1-51.
- PODANI J. (1994) – Multivariate data analysis in ecological and systematics - a methodological guide to the Syn-Tax 5.0 package. SPB Academic Publishing bv, The Hague. ECS, vol. 6.
- RIEDL R. (1966) – *Biologie der Meershöhlen*, Paul Parey.
- SKET B. (1996) – The ecology of anchialine caves. *Trends in Ecology and Evolution*, 11 (5), pp. 221-224.
- SKET B., LIFFE T. M. (1980) – Cave fauna On Bermuda. *Int. Rev. der gesamten Hydrobiologia*, 65, pp. 871-882.
- STOCK J. H. (1986) – Deep sea origin of cave faunas: an unlikely supposition. *Stygologia*, 21 (1/2), pp. 105-111.
- STOCK J. H. (1994) – Biogeographic synthesis of the insular groundwater faunas of the (sub)tropical Atlantic. *Hydrobiologia*, 287:105-117. Yager J. 1994. *Remipedia*. In: *Encyclopaedia Biospeologica*. Moulis-Bucarest, pp. 87-90.

TAXA	Zinzulusa	Abisso	Buco Diavoli	I	AI	AZ	Ecologia	Associazione
<i>Ameira scotti</i>	1	0	0	0	0	0	ss	a
<i>Bryocamptus dentatus</i>	1	0	0	0	0	0	sb	a
<i>Bryocamptus pygmaeus</i>	1	0	0	0	0	0	sf	a
<i>Higginsia ciccaresei</i>	1	0	0	0	0	0	sb	a
<i>Mixtacandona stammeri</i>	1	0	0	0	0	0	sb	a
<i>Neocyclops mediterraneus</i>	1	0	0	0	0	0	sf	a
<i>Nitokra affinis</i>	1	0	0	0	0	0	ss	a
<i>Ovatella myosotis</i>	1	0	0	0	0	0	ss	a
<i>Polychaeta sp.</i>	1	0	0	0	0	0	ss	a
<i>Psyllocamptus monachus</i>	1	0	0	0	0	0	sb	a
<i>Schizopera clandestina</i>	1	0	0	0	0	0	sf	a
<i>Hadzia minuta</i>	1	1	0	0	0	0	sb	a
<i>Esola spelaea</i>	1	1	1	0	0	0	sb	c
<i>Nitokra reducta</i>	1	1	1	0	0	0	sf	c
<i>Lohmanella stammeri</i>	0	1	0	0	0	0	sb	d
<i>Halicyclops rotundipes</i>	1	1	1	0	0	1	sf	e
<i>Typhlocaris salentina</i>	1	1	1	0	0	1	sb	e
<i>Metacyclops stammeri</i>	1	0	0	0	0	0	sb	f
<i>Metacyclops subdolosus</i>	1	0	0	0	0	0	sb	f
<i>Pseudoniphargus adriaticus</i>	0	0	0	0	0	1	sb	f
<i>Salentinella gracillima</i>	1	1	1	1	0	1	sb	f
<i>Spelaeomysis bottazzii</i>	1	1	1	1	0	1	sb	f
<i>Stygiomysis hydruntina</i>	1	1	1	1	0	1	sb	f
<i>Monodella stygicola</i>	1	1	0	0	0	1	sb	g
<i>Schizopera cicolanii</i>	0	0	0	1	0	0	sf	h
<i>Eucyclops serrulatus</i>	1	0	0	1	0	1	ss	i
<i>Metacyclops minutus</i>	0	0	1	0	1	1	sf	i
<i>Nitocrella stammeri</i>	1	0	0	1	0	1	sb	i
<i>Soldanellonix monardi</i>	1	0	0	1	0	1	sf	i
<i>Diacyclops bicuspidatus lubbocki</i>	0	0	0	1	0	1	ss	l
<i>Nitokra spinipes</i>	0	0	0	1	0	1	sf	l
<i>Paracyclops fimbriatus</i>	0	0	0	1	0	1	ss	l
<i>Proasellus coxalis</i>	0	0	0	1	0	1	sf	l
<i>Thermocyclops crassus</i>	0	0	0	1	0	1	ss	l
<i>Tropocyclops prasinus</i>	0	0	0	1	0	1	ss	l
<i>Attheyella crassa</i>	0	0	0	0	0	1	ss	m
<i>Attheyella paronaphthalica</i>	0	0	0	0	0	1	sf	m
<i>Cyclops furcifer</i>	0	0	0	0	0	1	ss	m
<i>Cyprina ophthalmica</i>	0	0	0	0	0	1	ss	m
<i>Diacyclops bisetosus</i>	0	0	0	0	0	1	ss	m
<i>Diacyclops hypnicola</i>	0	0	0	0	0	1	sf	m
<i>Diacyclops languidoides</i>	0	0	0	0	0	1	sb	m
<i>Diacyclops languidus</i>	0	0	0	0	1	0	sb	m
<i>Dugesia subtentaculata</i>	0	0	0	0	0	1	sf	m
<i>Halicyclops troglodites</i>	0	0	0	0	0	1	sb	m
<i>Metahadzia adriatica</i>	0	0	0	0	1	0	sb	m
<i>Niphargus gr. orcinus</i>	0	0	0	0	0	1	sb	m
<i>Nitokra intermedia</i>	0	0	0	0	0	1	sf	m
<i>Onychocamptus mohammed</i>	0	0	0	0	0	1	sf	m
<i>Orniphargus sp.</i>	0	0	0	0	0	1	sb	m
<i>Pseudolimnocythere hypogaea</i>	1	1	1	1	0	1	sb	m
<i>Thermocyclops oblongatus</i>	0	0	0	0	0	1	ss	m
<i>Diacyclops antrincola</i>	0	0	0	0	1	1	sb	n
<i>Diacyclops bicuspidatus</i>	0	0	0	0	1	1	ss	n
<i>Bogdiella sp.</i>	0	0	0	0	1	0	sb	o
<i>Diacyclops clandestinus</i>	0	0	0	0	1	0	sb	o
<i>Halicyclops dalmatinus</i>	0	0	0	0	1	0	sf	o
<i>Megacyclops viridis</i>	0	0	0	0	1	1	ss	o
<i>Microcharon arganoi</i>	0	0	0	0	1	0	sb	o
<i>Parapseudoleptomesochra italica</i>	0	0	0	0	1	1	sb	o
<i>Salentinella angelieri</i>	0	0	0	0	1	0	sb	o
<i>Thermocyclops dybowskii</i>	0	0	0	0	1	1	ss	o

Tab. I - Matrice presenza/assenza dei taxa nei siti considerati. (sb = stigobionte; sl = stigofilo; ss = stigosseno; a-o = associazioni di appartenenza)