

ATTI
DEL MUSEO CIVICO
DI STORIA NATURALE
DI TRIESTE

VOL. 50 - 2003

TRIESTE 2003

DIRETTORE RESPONSABILE: dott. Sergio Dolce
Autorizzazione del Tribunale di Trieste, 16.02.1976
N. 491 Reg. Periodici

INDICE

BETIC A., BERNARDINI F. - Reperti archeologici provenienti da San Canziano del Timavo (Slovenia) ritrovati nel Museo Civico di Storia Naturale di Trieste (studio preliminare)	pag.	7
CAPASSO L. - Embryos and trophonems in Cenomanian rays from Lebanon (<i>Batomorphii, pisces</i>)	»	23
GENZO C. - Altezze dal suolo e cromatismi degli apparati fiorali in due biocenosi del Carso Triestino (Friuli-Venezia Giulia, Italia)	»	41
TOMASI E. - Indagine cecidologica nella foresta di Tarvisio (Friuli-Venezia Giulia, Italia) I - contributo	»	59
DE MATTIA W. - I molluschi ipogei del Carso Triestino (Friuli-Venezia Giulia, Italia) (Gastropoda: Prosobranchia, basommatophora, styllommatophora; Bivalvia: Pterioidea). Check-list delle specie, tassonomia, sistematica, ecologia e biogeografia	»	89
COLLA A., GOMY Y., VIENNA P. - Su <i>Parabraeus tarsalis</i> Müller, 1944 (Insecta, Coleoptera, Histeridae)	»	219
BUCUR R., KOSUCH J., SEITZ A. - Molecular phylogenetic relationships of Romanian cave <i>Leptodirinae</i> (Coleoptera: <i>Cholevidae</i>)	»	231
VICIDOMINI S. - Sistematic and distribution of Xylocopini (Hymenoptera: Apidae: Xylocopinae): New and rare records for Africa (part III) and description of two new taxa	»	267
<i>Contributo breve</i>		
TOMASI E. - I fito-zooceci dell'area di Muggia e dei laghetti delle Noghere (Friuli-Venezia Giulia, Italia) I - contributo	»	287

Atti Mus. Civ. Stor. Nat., Trieste	50	7-22	31.12.2003	ISSN: 0365-1576
------------------------------------	----	------	------------	-----------------

REPERTI ARCHEOLOGICI PROVENIENTI DA SAN CANZIANO DEL TIMAVO (SLOVENIA) RITROVATI NEL MUSEO CIVICO DI STORIA NATURALE DI TRIESTE (STUDIO PRELIMINARE)

AMBRA BETIC, FEDERICO BERNARDINI

Via Commerciale 156/1, 34100 Trieste, Italia - amrabetic@hotmail.com
Via di Romagna 141, 34100 Trieste, Italia - bernardinifederico@hotmail.com

Abstract - Archaeological remains from the San Canziano del Timavo Area rediscovered in the Natural History Museum of Trieste (preliminary report) - Some archaeological remains and human bones are studied and referred to their original appurtenance. The material was rediscovered in the collections of the Natural History Museum of Trieste, partly published and thought lost since and partly unpublished. The specimens considered, mostly discovered by Carlo Marchesetti, came from the San Canziano del Timavo area, particularly from the Tominz cave, the Osca Spila cave, the Castelliere di San Canziano and the Brežec necropolis. It was possible to assign to the latter some burial objects adding fresh data to the Brežec archaeological frame.

Key words: Natural History Museum of Trieste, Carlo Marchesetti, archaeological remains from the San Canziano del Timavo area, Brežec necropolis.

Riassunto breve - Vengono presi in esame e ricondotti al loro contesto di origine alcuni reperti archeologici e resti ossei umani riscoperti nelle collezioni del Museo Civico di Storia Naturale di Trieste, in parte pubblicati e poi ritenuti dispersi, in parte del tutto inediti. I materiali, per la gran parte frutto delle ricerche di Carlo Marchesetti, provengono dalla zona di San Canziano del Timavo e in particolare dalla grotta Tominz, dalla grotta Osca Spila, dall'area del castelliere di San Canziano e dalla necropoli di Brežec. È stato possibile riferire con certezza a tale sepolcreto alcuni corredi tombali che apportano nuovi dati al quadro archeologico di Brežec, fornendo l'attestazione di tipologie di manufatti bronzei particolarmente rari o attestati per la prima volta a San Canziano. Per questi materiali vengono proposti, in via preliminare, confronti e cronologia.

Parole chiave: Museo Civico di Storia Naturale di Trieste, Carlo Marchesetti, reperti archeologici provenienti da San Canziano del Timavo, necropoli di Brežec.

1. - Introduzione

La storia del Museo Civico di Storia Naturale di Trieste è legata alla nascita e allo sviluppo delle prime indagini archeologiche in Carso e in Istria. Carlo Marchesetti, direttore del museo triestino dal 1876 al 1921, fu il protagonista di questa fase delle ricerche: effettuò numerosi scavi e ricognizioni di superficie, registrando in modo rigoroso i risultati della sua attività di studio. In tal modo contribuì in maniera determinante a gettare luce sulla preistoria del *Caput Adriae*.

La sua attività fu intensa nell'attuale area del Parco delle grotte di San Canziano (Slovenia) – Park Škocjanske jame (Slovenija)¹, che sin dalle prime esplorazioni si rivelò ricca di siti di grande interesse. I resti che egli raccolse vennero depositati nel museo di cui era direttore.

Negli anni Venti il Comune di Trieste deliberò il trasferimento dei reperti archeologici dal Museo Civico di Storia Naturale nell'attuale Museo Civico di Storia e Arte. La difficile separazione dei manufatti dai resti umani e faunistici, non-

¹ La sua attività nell'area di San Canziano del Timavo si colloca tra il 1886 e il 1905.

ché il laborioso trasferimento, crearono confusioni che ebbero come conseguenza la permanenza di reperti *dimenticati* nei depositi del Museo Civico di Storia Naturale di Trieste.

Il recente lavoro di riordino e catalogazione dei reperti archeologici del museo suddetto ha permesso di scoprire materiali inediti e di individuarne altri, già pubblicati in precedenza, ma considerati dispersi (BERNARDINI, BETIC, 2000)². Un gruppo cospicuo di questi proviene dagli scavi che Marchesetti condusse nella zona di San Canziano.

2. - I reperti provenienti dalla grotta Osca Spila, dalla grotta Tominz e dal castelliere di San Canziano

Uno dei primi siti indagati fu la grotta Stretta o Osca Spila (Roška špilja), una cavità non molto ampia situata sulla scoscesa parete nord-occidentale della Grande Voragine ad un'altezza considerevole rispetto alla grotta Tominz. Nei depositi del Museo Civico di Storia Naturale è stato individuato un unico manufatto proveniente dalle ricerche condotte da Marchesetti in questa piccola grotta: un *raschiatoio di selce nera* (Fig.1) ritrovato frammisto ad altri reperti con un cartellino allegato che riporta il nome del sito. Esso è riprodotto in una delle tavole della relazione degli scavi praticati da Marchesetti nel 1889 (MARCHESETTI, 1889a - tav.I, fig. 19)³. Nelle collezioni del museo triestino si conservano inoltre pochi resti di fauna provenienti dalla medesima località.

Altro sito di grande interesse, indagato da vari studiosi nel corso della storia delle ricerche, è la caverna Preistorica o grotta Tominz (Tominčeva jama). La maggior parte dei cartellini che accompagnano i reperti e i resti ossei dell'area di San Canziano giacenti nei depositi del Museo Civico di Storia Naturale di Trieste fanno riferimento proprio a questa grotta. Non sempre però tali indicazioni si sono rivelate affidabili: è il caso di una lama di coltello in ferro, una piccola lamina in bronzo con due fori all'estremità ed un occhiello di ferro che fungeva probabilmente da attacco per un manico mobile di un contenitore (Fig. 2), che, secondo quanto era riportato sul foglietto di carta allegato, sarebbero dovuti provenire proprio dalla grotta Tominz. In un primo momento, analizzando il materiale bibliografico riguardante la stratigrafia della caverna, abbiamo quindi ritenuto opportuno attribuire provvisoriamente tali manufatti allo strato romano. Marchesetti infatti riferisce di aver ritrovato *molto copiosi coltelli forniti di codolo* proprio all'interno di questo livello (MARCHESETTI, 1889a - p. 13). In seguito a un più attento esame abbiamo riscontrato che tali materiali non provengono dalla grotta Tominz,

² Si sta provvedendo a pubblicare i risultati più significativi di tale lavoro, tra i quali va annoverato il presente contributo. Un articolo su un nucleo di reperti scoperti da L. K. Moser è già stato pubblicato: BERNARDINI F., BETIC A., 2001 - I reperti di L. K. Moser scoperti nel Museo Civico di Storia Naturale di Trieste. *Annales: Annali di studi istriani e mediterranei, series historia et sociologia*. 11: 181-186.

³ Probabilmente non si tratta di uno strumento ma solo di una scheggia di calcare nero lamellare senza ritocchi o tracce d'usura.

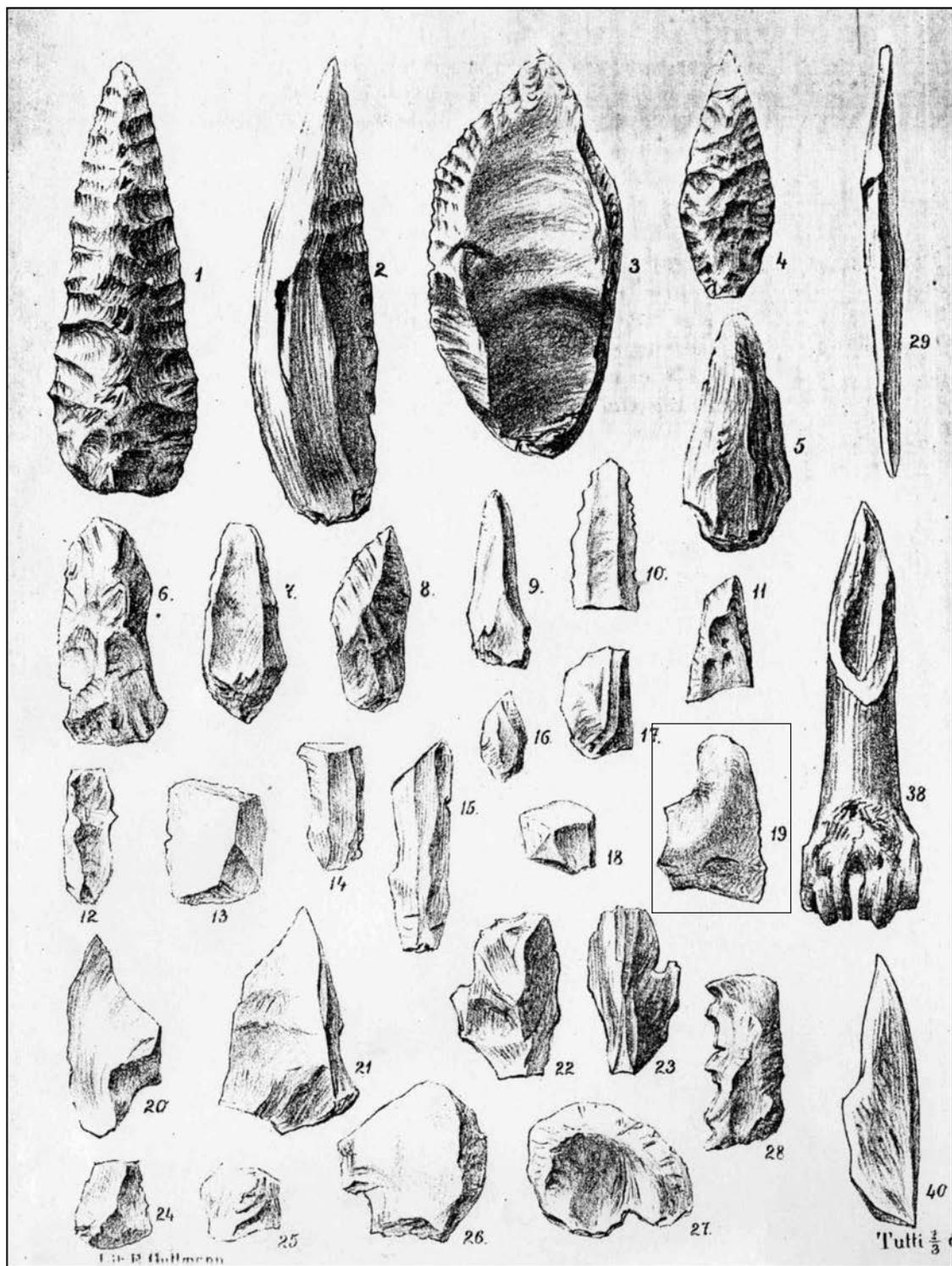


Fig. 1, Tavola tratta da Marchesetti (1889, tav. I.) in cui è rappresentata la scheggia di calcare nero lamellare (n. 19) ritrovata nelle collezioni del Museo Civico di Storia Naturale di Trieste.

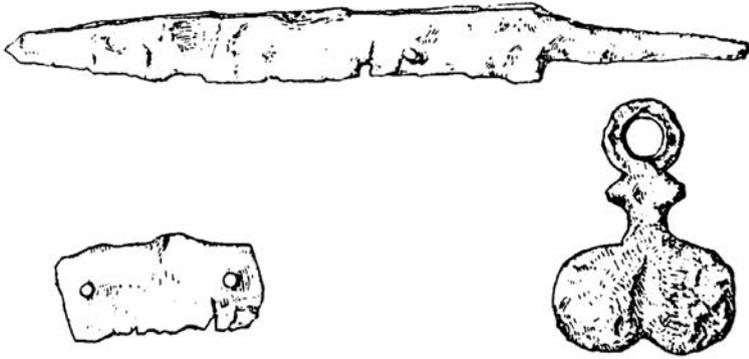


Fig. 2, Oggetti di metallo (BATTAGLIA, 1942 - fig. 4, p.46), rinvenuti presso la sepoltura dell'individuo Q, fondo Cerqueni, area del castelliere di San Canziano (scala 1:2).

bensi da una sepoltura a inumazione scoperta nel fondo Cerqueni, nell'area del castelliere di San Canziano (BATTAGLIA, 1942 - p. 47).

Durante il lavoro di riordino abbiamo constatato frequenti casi analoghi, dovuti allo stato di disordine dei reperti.

Alla luce dei dubbi espressi, non è del tutto sicuro il luogo di rinvenimento di un bracciale in bronzo (Fig. 3) che, se l'indicazione fosse corretta, sarebbe riferibile alla grotta Tominz, ma che potrebbe essere parte di un corredo di una delle necropoli della zona.

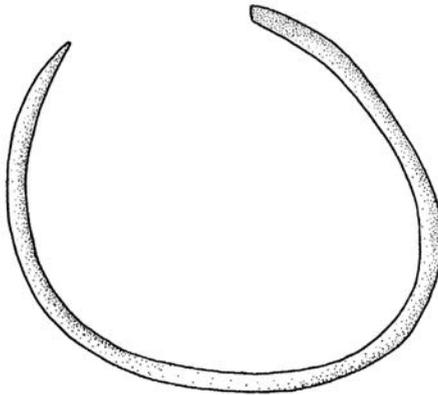


Fig. 3, Bracciale in bronzo proveniente probabilmente dalla grotta Tominz (scala 1:1; disegno di M. Mondo).

Diverso invece dovrebbe essere il caso di alcuni frammenti combacianti di un pettine in osso (Fig. 4), ritrovati assieme a resti faunistici della grotta Tominz: tale associazione spiega il motivo per cui non sono stati trasferiti nel Museo Civico di Storia e Arte. Secondo quanto scrive Marchesetti, pettini di questo tipo *formati da una serie di piccole laminette d'osso, portanti ognuna da 5 a 9 denti, ed assicurate ad un pezzo trasversale più grosso mercè di alcune borchie di ferro* (MARCHE-

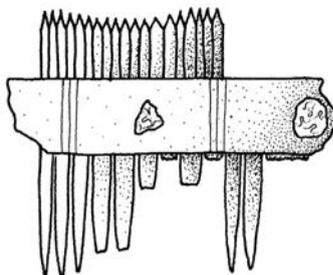


Fig. 4, Pettine in osso proveniente dagli strati più recenti della grotta Tominz (scala 1:1; disegno di M. Mondo).

SETTI, 1889a - p. 13) sarebbero stati rinvenuti proprio all'interno dello strato più recente⁴ della caverna Preistorica, indicazione che conferma l'attribuzione di provenienza⁵.

Interessante è la presenza di alcuni resti di ossa animali con l'indicazione generica della località e dello strato di provenienza: *San Canziano strato profondissimo* e *San Canziano strato paleolitico*, molto probabilmente riferibili alla grotta Tominz, l'unica cavità scavata da Marchesetti con una stratigrafia caratterizzata da vari strati ben riconoscibili. Inoltre, sia in alcuni passi degli scritti di Marchesetti, sia negli appunti di Marinitsch⁶ vi sono riferimenti a strati attribuiti dagli studiosi alla più antica età della pietra (BATTAGLIA, 1942 - pp. 28-29).

Nel Museo Civico di Storia Naturale sono conservati anche altri materiali archeologici dalla zona di San Canziano, tra i quali spiccano un orlo di vaso probabilmente romano dalla grotta Tominz, corna di cervo con tracce di lavorazione dal medesimo sito e alcuni frammenti ceramici poco significativi scoperti nel *fondo N. Mahorich*, scavato da E. Neumann all'interno del castelliere di San Canziano (BATTAGLIA, 1926 - pp. 45-63).

3. - Resti ossei umani

La gran parte dei reperti ossei umani venuti alla luce a San Canziano è conservata proprio nel Museo Civico di Storia Naturale: fra questi un nucleo cospicuo è pertinente a sepolture scoperte all'interno della grotta Tominz, una parte a quelle

⁴ Marchesetti nel suo lavoro del 1889 scrive: *Sembra quindi che la caverna non cessasse di essere abitata neppure nell'evo medio [...]. A quest'epoca sarebbero da riferire [...] vari pettini frammentari, simili a quello di Moraitsch nella Carniola.*

⁵ Nei depositi del Museo Civico di Storia e Arte di Trieste esiste un gruppo consistente di pettini in osso simili a quello in questione provenienti dal medesimo sito, la caverna Preistorica di San Canziano.

⁶ G. Marinitsch fu uno dei primi speleologi ad aver esplorato le caverne di San Canziano e diresse gli scavi che si svolsero nella grotta Tominz negli anni 1886-1902 per conto della Società Alpina Austro-Germanica, in collaborazione con Marchesetti ed il Museo di Storia Naturale di Trieste, presso il quale era stato deliberato venissero depositati i materiali provenienti dagli scavi per evitarne la dispersione.

della grotta degli Scheletri - piccola cavernetta all'interno della stessa caverna Preistorica -, infine alcuni resti pertinenti a due individui provengono dall'area del castelliere.

Alcuni crani sono visibili in una sala del museo scientifico triestino con la dicitura *Crani provenienti da San Canziano*. È stato possibile risalire al sito del loro ritrovamento, grazie alle lettere apposte su questi reperti da Battaglia (BATTAGLIA, 1939 - pp. 165-211): sono esposti quelli degli individui A, D, G, I, K, N della grotta Tominz e quello del giovane individuo L della cavernetta degli Scheletri. Le caratteristiche morfologiche del tutto particolari del cranio K sono state oggetto di studio sin dal momento del rinvenimento (VRAM, 1895; BATTAGLIA, 1939 - pp. 178-182): infatti esso presenta una deformazione del cranio. Nei depositi invece rimangono parte dei teschi degli individui B, C, E, F della grotta Tominz, parte della calotta cranica dell'individuo N della grotta degli Scheletri, il cranio dell'individuo Q dal fondo Cerqueni, alla cui sepoltura sono pertinenti i tre oggetti menzionati in precedenza, pochi frammenti del cranio e la mandibola dell'individuo R del fondo Deles, lo stesso in cui fu scoperto il famoso *tesoretto*. Di quelli studiati da Battaglia nel 1939 manca il solo cranio M. Dopo una recente sistemazione gli altri resti umani sono oggi conservati all'interno di sacchi apparentemente senza essere suddivisi per individui, con la sola indicazione *grotta Tominz* o *grotta degli Scheletri*. Tale stato dei materiali non permette di attribuire questi reperti ossei - per lo più ossa lunghe frammentarie (CORRAIN, RENDINA, 1961 - pp. 59-126) - ai crani siglati da Battaglia. L'unico cartellino significativo rimasto - scritto probabilmente da Marchesetti - è quello che riporta l'indicazione *Tomba b* per un gruppo di ossa umane della grotta Tominz. È impossibile dire con sicurezza se tali resti siano pertinenti all'individuo b della tomba II, descritto in un disegno di Marinitsch della grotta Tominz che riporta la pianta, la sezione, la descrizione del deposito archeologico e la posizione di cinque individui⁷, tre posti al di sotto dello strato romano e due al di sopra, quattro situati sul lato orientale della grotta ed uno al centro della sala.

Secondo Battaglia la maggior parte delle ossa umane della grotta Tominz sono relative all'età del Ferro, ma non esclude che parte di esse siano da attribuirsi al periodo romano o medievale. Quelle rinvenute nella grotta degli Scheletri vengono riferite dallo stesso studioso al periodo eneolitico, mentre quelle scoperte nell'area del castelliere a vari periodi (BATTAGLIA, 1942 - pp. 40-41, 43-47).

4. - Nuovi reperti dalla necropoli di Brežec

Degni di nota sono i materiali riscoperti riconducibili con certezza alla necropoli di Brežec, sepolcreto appartenente al gruppo culturale della Notranjska (GUŠTIN, 1979; GABROVEC, 1987) e inquadrabile cronologicamente tra l'età del Bronzo finale e la piena età del Ferro. Sono stati così individuati corredi finora da-

⁷ Il disegno, conservato presso il Civico Museo di Storia e Arte di Trieste, risalente al 1894 è relativo alle sepolture messe in luce nel 1891.

ti per dispersi e sono stati in parte integrati i dati già a disposizione per la necropoli (RIGHI et al., 1977; VITRI, 1979; BELARDELLI et al., 1990; MIZZAN, 1994; BORGNA, MONTAGNARI, 1999). Il gruppo di reperti più numeroso proviene dal fondo Snidersich, l'ultimo a essere stato indagato da Marchesetti nel 1900, il quale vi rinvenne un numero ridotto di tombe a incinerazione.

• *Fondo Silla, tomba 87*

Si conserva un ago in ferro siglato *Si 87*, di cui abbiamo trovato riscontro negli appunti manoscritti, mancante fra i materiali conservati nel Museo Civico di Storia e Arte. Il reperto non presenta un buono stato di conservazione.

• *Fondo Snidersich, tomba 16*

Il corredo della tomba 16 del fondo Snidersich non venne individuato nei depositi del Museo Civico di Storia ed Arte. I soli dati che si possedevano erano uno schizzo di Marchesetti e la definizione che è riportata accanto al disegno e nell'elenco delle tombe del fondo e cioè *lebetes di br(onzo)* (Fig. 9-10).

Tale perdita rappresentava un vuoto importante se si considera che questo recipiente metallico è l'unico a essere stato scoperto nella necropoli, oltre a un'altro dello stesso tipo poco conservato (RIGHI et al., 1977 - p. 37, tav. XIX)⁸.

Il corredo è stato ritrovato e identificato con certezza grazie al cartellino relativo alla tomba *Sn 16* e a due cartellini identici che specificano la natura del contenuto della stessa, ovvero *pezzi di lebetes*. Il recipiente di bronzo si presenta frammentato, tuttavia alcune parti sono facilmente ricostruibili; i resti metallici ci sono pervenuti insieme alle ossa semicombuste (RIGHI et al., 1977 - p. 37)⁹. Alcuni

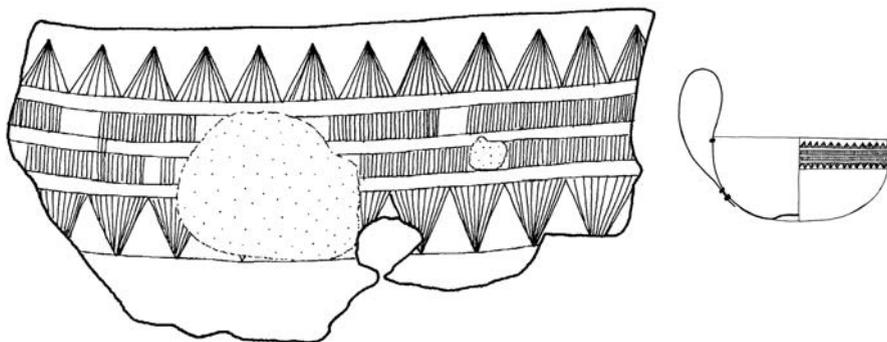


Fig. 5. Frammento di una tazza in bronzo con decorazione a bulino proveniente dalla necropoli di Brežec, fondo Snidersich, tomba 16 (scala 1:1; disegno di M. Mondo).

⁸ Tomba 213 del fondo Silla.

⁹ Nei suoi diari di scavo Marchesetti fornisce informazioni derivanti dall'analisi delle ossa che, in base a quanto da lui osservato, non erano mai completamente incenerite.

frammenti si presentano deformati probabilmente per l'esposizione al fuoco, altri sono ancor oggi uniti ai resti ossei. Osservando con attenzione i frammenti del contenitore metallico abbiamo constatato che non si tratta di un lebete, bensì di una tazza emisferica con ansa sopraelevata a nastro del tutto simile all'esemplare scoperto nella stessa necropoli (fondo Silla tomba 213), fatta eccezione per la decorazione sotto il bordo, la quale si presenta maggiormente articolata: incisione a bulino con fascia superiore a denti di lupo campiti a linee oblique convergenti al vertice rivolto verso il bordo, due fasce campite a tratteggio verticale e fascia inferiore identica alla prima ma simmetrica rispetto ad essa (Fig. 5). Questa decorazione trova una precisa analogia con quella di un calderone con ansa mobile attestato nella necropoli di Toplice - tumulo III, tomba 33 - (PERONI, 1981 - tav. XI, fig. 13). Dalla grotta delle Mosche inoltre provengono alcuni frammenti di una tazza con ansa a nastro con un'unica fascia a denti di lupo, raffrontabile con i due esemplari di Brežec (VITRI, 1983 - p. 148: tav. 42, fig. 7). La forma del recipiente metallico, appartenente alla classe delle *becken-tassen* (V. MERHART, 1969, tavv. 32-33), trova inoltre riscontro in due tazze provenienti dalla necropoli di Križna gora (URLEB, 1974 - tav.1, fig. 5, 6; BELARDELLI et al., 1990 - p. 126, tav. 40, fig. 2), attribuibili alle fasi 2-3 del gruppo della Nostranjska (GABROVEC, 1987, fig. 9: 8).

• *Fondo Snidersich, tomba 22*

Con minor sicurezza è possibile riferire alla tomba *Sn 22* due frammenti di torques, l'uno ritorto con estremità lisce, l'altro liscio a sezione circolare, entrambi bronzei (Fig. 6). Dal momento che il cartellino con il riferimento alla tomba risulta mancante, l'attribuzione si basa esclusivamente sulla somiglianza fra i reperti conservati uniti nel Museo Civico di Storia Naturale e il disegno di Marchesetti del corredo 22 (Fig. 10), mai rinvenuto nel Museo Civico di Storia ed Arte.

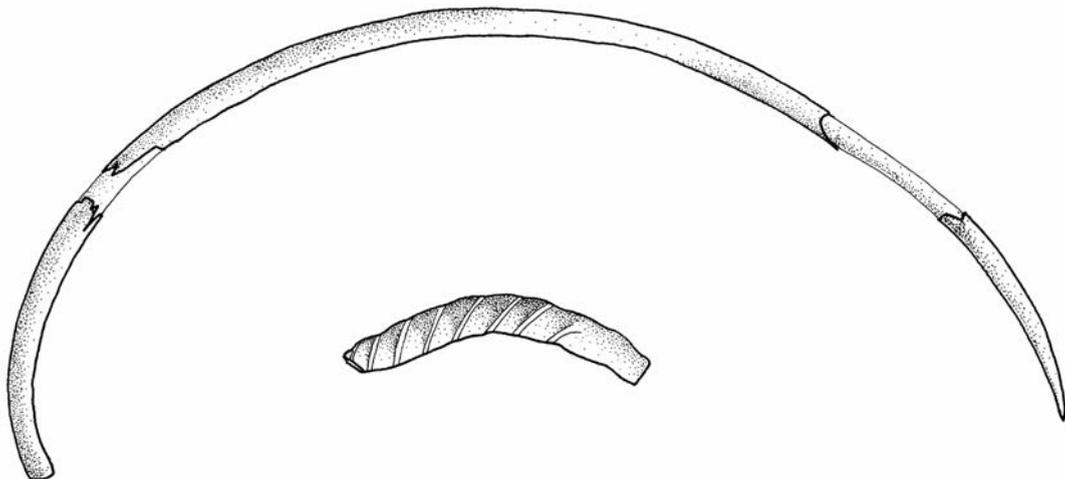


Fig. 6, Frammenti di torques probabilmente riferibili alla necropoli di Brežec, fondo Snidersich, tomba 22 (scala 1:1; disegno di M. Mondo).

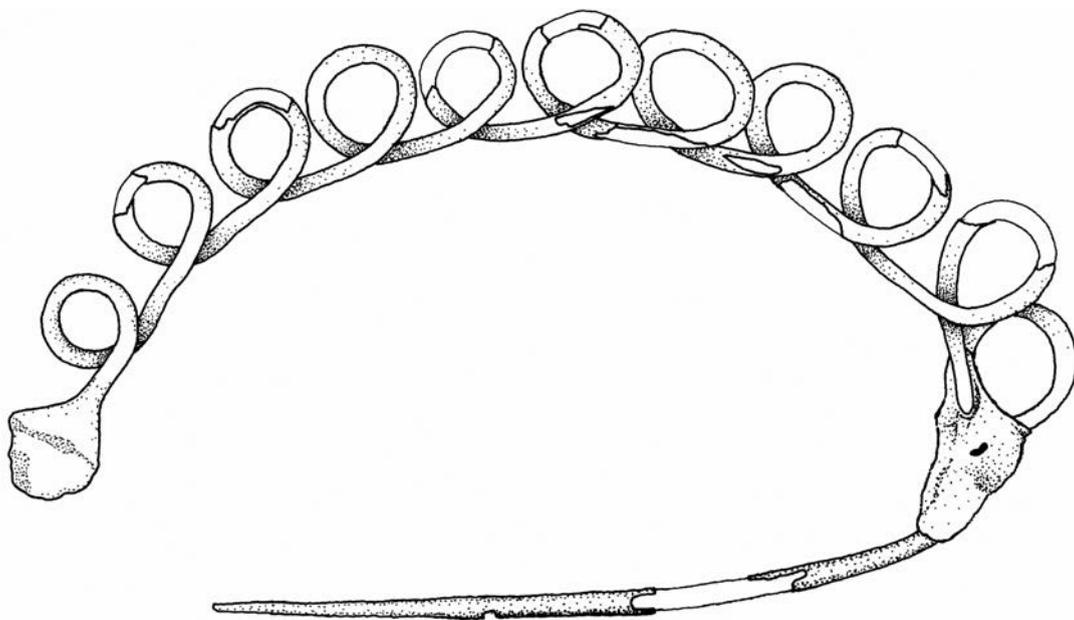


Fig. 7, Fibula ad arco a serie di occhielli proveniente dalla necropoli di Brežec, fondo Snidersich, tomba 27 (scala 1:1; disegno di M. Mondo).

• *Fondo Snidersich, tomba 27*

Di notevole interesse è una fibula in bronzo proveniente dalla tomba *Sn 27* (Fig. 7), che nei manoscritti di Marchesetti (Fig. 9-10) viene definita *Fibula ad arco semplice a molte volute*. Grazie allo studio della documentazione cartacea, abbiamo identificato una prima stesura dell'elenco delle tombe di questo fondo, nella quale, accanto alle indicazioni della tomba 27, compare un piccolo schizzo (Fig. 11). Esso rappresenta in modo evidente le caratteristiche della fibula: è visibile un ingrossamento dell'ago in corrispondenza dell'inizio dell'arco¹⁰.

Tale reperto, nonostante presenti un avvolgimento dell'arco in meno, va identificato con una fibula pubblicata nella monografia sui castellieri di Marchesetti (MARCHESETTI, 1903 - tav.XVI, fig. 12; SUNDWALL, 1943 - p. 109), la cui provenienza è genericamente assegnata all'area di San Canziano. Infatti, oltre all'area del ritrovamento, la morfologia e alcuni particolari significativi dei due manufatti corrispondono.

Inoltre l'appartenenza della fibula del Museo Civico di Storia Naturale alla necropoli di Brežec, è confermata dalla mancanza del corredo della tomba 27 tra i materiali relativi a questa necropoli conservati al Museo Civico di Storia ed Arte.

¹⁰ Il fatto che questo elemento sia rappresentato nei diari di scavo permette di escludere che possa trattarsi di un restauro moderno.

Sima alla necropoli s. Onofrio p. di San Canziano (S)

Fondo Snidersich

1	0.5	S.O. ^{10. L. 111} S.O. ^{10. L. 111}
2	0.3	S.O. ^{10. L. 111} S.O. ^{10. L. 111}
3	0.3	S.O. ^{10. L. 111} S.O. ^{10. L. 111}
4	0.4	S.O. ^{10. L. 111} S.O. ^{10. L. 111}
5	0.4	S.O. ^{10. L. 111} S.O. ^{10. L. 111}
6	0.4	S.O. ^{10. L. 111} S.O. ^{10. L. 111}
7	0.5	S.O. ^{10. L. 111} S.O. ^{10. L. 111}
8	0.3	S.O. ^{10. L. 111} S.O. ^{10. L. 111}
9	0.3	S.O. ^{10. L. 111} S.O. ^{10. L. 111}
10	0.5	S.O. ^{10. L. 111} S.O. ^{10. L. 111}
11	0.5	S.O. ^{10. L. 111} S.O. ^{10. L. 111}
12	0.4	S.O. ^{10. L. 111} S.O. ^{10. L. 111}
13	0.4	S.O. ^{10. L. 111} S.O. ^{10. L. 111}
14	0.4	S.O. ^{10. L. 111} S.O. ^{10. L. 111}
15	0.5	S.O. ^{10. L. 111} S.O. ^{10. L. 111}
16	0.4	S.O. ^{10. L. 111} S.O. ^{10. L. 111}
17	0.2	S.O. ^{10. L. 111} S.O. ^{10. L. 111}
18	0.4	S.O. ^{10. L. 111} S.O. ^{10. L. 111}
19	0.6	S.O. ^{10. L. 111} S.O. ^{10. L. 111}
20	0.6	S.O. ^{10. L. 111} S.O. ^{10. L. 111}
21	0.6	S.O. ^{10. L. 111} S.O. ^{10. L. 111}
22	0.6	S.O. ^{10. L. 111} S.O. ^{10. L. 111}
23	0.3	S.O. ^{10. L. 111} S.O. ^{10. L. 111}
24	0.5	S.O. ^{10. L. 111} S.O. ^{10. L. 111}
25	0.7	S.O. ^{10. L. 111} S.O. ^{10. L. 111}
26	0.6	S.O. ^{10. L. 111} S.O. ^{10. L. 111}
27	0.6	S.O. ^{10. L. 111} S.O. ^{10. L. 111}
28	0.5	S.O. ^{10. L. 111} S.O. ^{10. L. 111}
29	0.5	S.O. ^{10. L. 111} S.O. ^{10. L. 111}
30	0.7	S.O. ^{10. L. 111} S.O. ^{10. L. 111}
31	0.4	S.O. ^{10. L. 111} S.O. ^{10. L. 111}
32	0.6	S.O. ^{10. L. 111} S.O. ^{10. L. 111}
33	0.6	S.O. ^{10. L. 111} S.O. ^{10. L. 111}
34	0.6	S.O. ^{10. L. 111} S.O. ^{10. L. 111}
35	0.5	S.O. ^{10. L. 111} S.O. ^{10. L. 111}
36	0.6	S.O. ^{10. L. 111} S.O. ^{10. L. 111}

Sima alla necropoli s. Onofrio p. di San Canziano (S)

Fig. 9. Elenco manoscritto delle tombe del fondo Snidersich, necropoli di Brezec, San Canziano (Biblioteca Civica di Trieste).

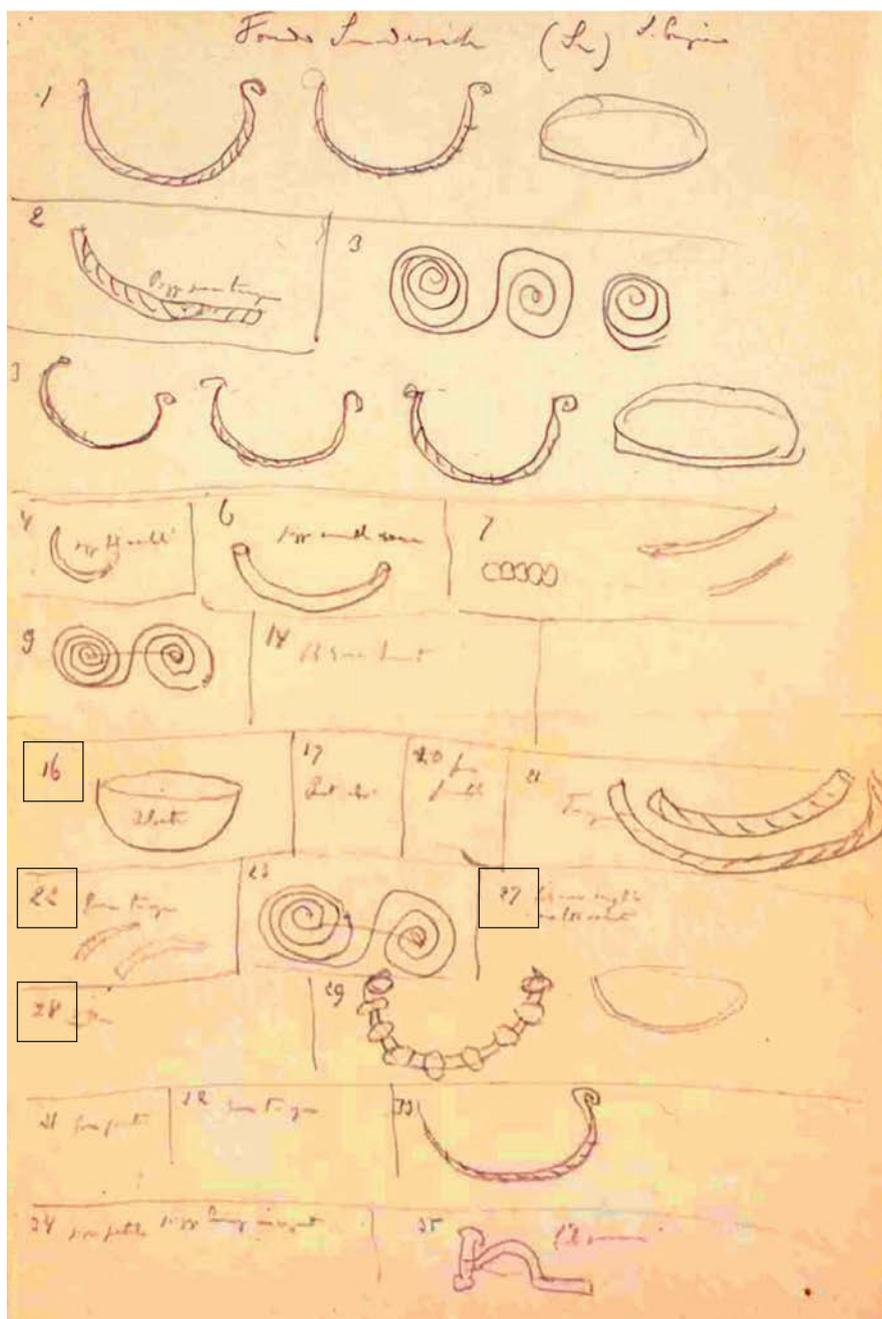


Fig. 10, Disegni dei corredi delle tombe del fondo Snidersich, necropoli di Brezec, San Canziano (Biblioteca Civica di Trieste).

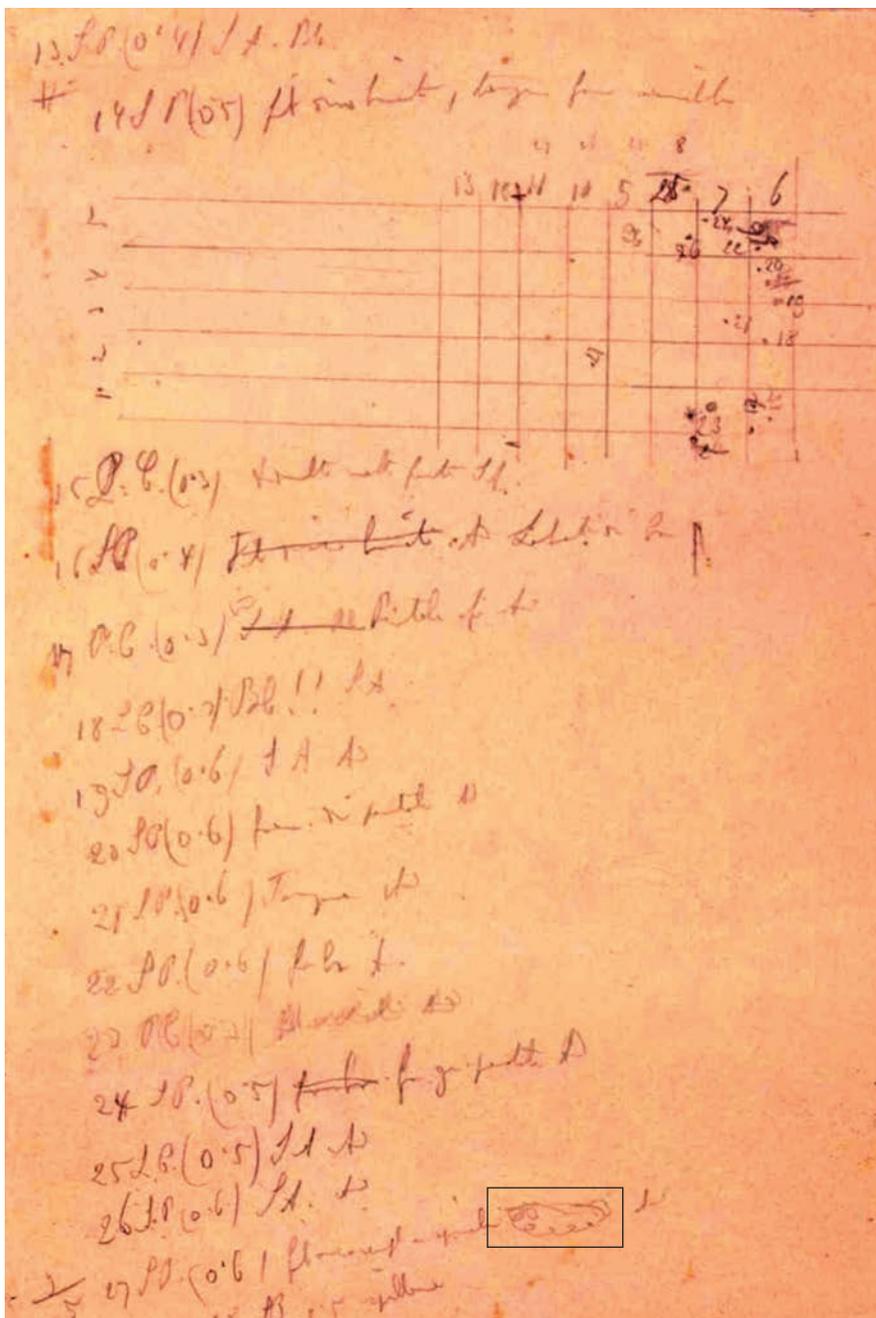


Fig. 11. Prima bozza dell'elenco manoscritto delle tombe del fondo Snidersich, necropoli di Brezice, San Canziano. Si noti la presenza dello schizzo della fibula a occhielli della tomba Sn27 (Biblioteca Civica di Trieste).

Nel dizionario terminologico, dedicato all'età del Bronzo finale e alla prima età del Ferro, una fibula, proveniente da Goriano Sicoli, simile a quella qui presa in esame, viene definita *fibula ad arco a serie di occhielli* (BARTOLONI et al., 1980), definizione che ci sembra opportuno utilizzare anche per il manufatto di San Canziano. Il reperto abruzzese non è isolato e ad esso si possono accostare una fibula proveniente dalla stessa località (PERONI, 1961 - tav.XVI, fig. 3, 4), altre due scoperte nell'abitato delle Paludi di Celano (D'ERCOLE, 1991; pp. 177, 184: tav.1) e una terza rinvenuta nella tomba 6 della necropoli riferibile al medesimo sito della piana fucense (D'ERCOLE, 1998 - pp. 160, 163: fig. 7).

Tutte le fibule sopraccitate provengono dalla stessa area geografica; presentano occhielli che le accomunano al reperto in questione, pur essendo rivolti nella direzione opposta, cioè verso l'interno dell'arco, e si caratterizzano per la staffa a spirale; per quanto riguarda la cronologia, sono tutte riferibili all'età del Bronzo finale (BIETTI SESTIERI, 1999).

Un altro confronto interessante è rappresentato da una fibula proveniente da una tomba protovillanoviana di Allumiere (tomba 2, trincea F): la staffa è semicircolare, come probabilmente nell'esemplare di San Canziano, l'arco è ripiegato a formare una serie di occhielli rivolti verso l'interno e in ciascuno di essi è inserito un pendaglio di filo a doppia spirale; mancano la molla e l'ago (PERONI, 1960 - p. 352, fig. 11, 10).

Ai confronti proposti vanno aggiunte due fibule più recenti ritrovate nel cinerario della tomba II, nella necropoli villanoviana di Monte Sant'Angelo, nel territorio falisco: una fibula d'oro *formata di un filo avvolto a fune, e con arco a spirale continua e una imitazione in bronzo, consistente in un semplice filo, esso pure aggirato a spirale continua* (COZZA, PASQUI, 1895 - p. 352, tav. 10, fig. 4). Gli occhielli sono, anche in tal caso posizionati internamente all'arco, la staffa è semicircolare come nel reperto di Brežec.

Anche dal territorio di Bologna, da una tomba villanoviana di S. Vitale, proviene una fibula che mostra affinità con quella di Brežec: la staffa è semicircolare e gli occhielli - unico confronto reperito - sono rivolti verso l'esterno della fibula, e da alcuni di essi, come nel reperto di Allumiere, pendono terminazioni a doppia spirale (PINCELLI, MORIGI GOVI, 1975 - fig. 76, 3).

Bisogna poi aggiungere che tale foggia è presente anche nella necropoli di Hallstatt, sebbene appartenga a un orizzonte cronologico più tardo - fase Ha C2 - (PERONI, 1973 - p. 37, fig. 5, 22), contemporaneo alla fase di abbandono della necropoli di Brežec (RIGHI et al., 1977).

I confronti proposti dimostrerebbero quindi un probabile collegamento con l'area centro-italica, già testimoniato da vari materiali rinvenuti soprattutto nella vicina grotta delle Mosche (BORGNA, MONTAGNARI, 1999).

• Fondo Snidersich, tomba 28

Altro interessante reperto è uno spillone di bronzo (Fig. 8) con cartellino allegato Sn 28, riferibile quindi alla medesima necropoli. Nei diari manoscritti di Marchesetti nella tomba 28 viene genericamente indicata la presenza di uno spillone, senza che venga riprodotto graficamente (Fig. 10). Viene invece disegnato in una tavola del volume sui castellieri (MARCHESETTI, 1903 - tav. XV, fig. 19). Nella

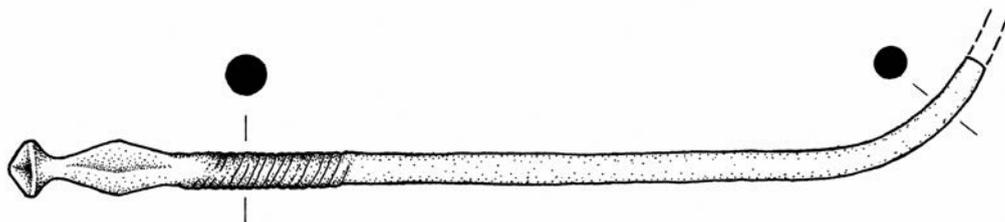


Fig. 8, Spillone con collo bipiramidale proveniente dalla necropoli di Brežec, fondo Snidersich, tomba 28 (scala 1:1; disegno di M. Mondo).

monografia sulla necropoli di Brežec, tra il materiale della tomba 28, è stato però pubblicato un altro spillone, corrispondente alla fig. 20 della tavola XV dell'opera di Marchesetti (RIGHI et al., 1977 - p. 117), esemplare che presenta una capocchia biconica più piccola ed un collo bipiramidale più schiacciato rispetto allo spillone in questione. Inoltre, grazie ad una verifica sul materiale conservato nei depositi del Museo Civico di Storia e Arte, abbiamo appurato che il cartellino relativo alla sepoltura 28 manca. È assai probabile quindi che lo spillone della tomba 28 sia quello ritrovato nel Museo di Storia Naturale.

In base alle tipologie elaborate da Carancini lo spillone *Sn 28 va inserito* all'interno della classe degli *spilloni a collo bipiramidale* con piccola capocchia biconica e tratto sottostante al collo a tortiglione. Esso risulta essere simile a due tipi inediti, conservati al Museo Civico di Udine, di provenienza ignota ma probabilmente pertinenti alla zona del Friuli, i quali, per l'insieme delle loro caratteristiche, possono essere accostati agli *spilloni tipo Verucchio*, *tipo S. Giacomo di Riva* e *tipo Fiavè*, tutti databili all'età del Bronzo finale (CARANCINI, 1975 - p. 209; tav. 48, 1473-1474).

Altri reperti

Uno degli oggetti più significativi è una corta spada bronzea rinvenuta nel fondo Gombac (MARCHESETTI, 1903 - tav. XV, fig. 9; RIGHI et al., 1977 - p. 63, T. 1-6, Tav. I). L'arma è esposta nel Museo Civico di Storia Naturale insieme ad altro materiale archeologico di varia origine, in una sezione allestita alla fine degli anni sessanta. Purtroppo la gran parte dei reperti, mai restaurati, sono fissati al pannello di supporto per mezzo di collanti poco idonei; inoltre, nel caso specifico, la spada è inserita in un nucleo di materiali che vengono attribuiti alla necropoli di S. Lucia di Tolmino, mentre proviene sicuramente da San Canziano.

Nella medesima bacheca contenente la spada vi sono altri materiali attribuiti forse erroneamente a S. Lucia: un'armilla del tutto simile a quella riprodotta in una tavola dell'opera sui castellieri di Marchesetti con la definizione *Braccialetto da San Canziano* (MARCHESETTI, 1903 - tav. XV fig. 14), alcuni aghi, frammenti di torques, pendagli e bottoncini, che mancano nei corredi conservati al Museo Civico di Storia e Arte, ma che per il loro aspetto comune non ci è stato possibile restituire per ora all'esatto contesto.

5. - Conclusioni

Questo primo esame del materiale archeologico proveniente da San Canziano, lungi dall'essere completo e definitivo, ha lo scopo di riunificare idealmente reperti rinvenuti negli stessi siti ma oggi conservati presso due istituzioni diverse - il Museo Civico di Storia Naturale e i Musei Civici di Storia e Arte di Trieste - e di rendere noti i tasselli mancanti di contesti già studiati, per poter approfondire così aspetti precedentemente delineati e apportare nuovi dati per ulteriori studi e interpretazioni. Soprattutto per quanto riguarda la necropoli di Brežec ci prefiggiamo di rendere noti in seguito i risultati delle ricerche che sono attualmente in corso riguardo ai materiali ad essa attribuiti.

RINGRAZIAMENTI

Desideriamo ringraziare Martina Mondo per i disegni, Annamaria Mauri e Adriana Čok per l'indispensabile aiuto nelle traduzioni dallo sloveno, il dott. Massimo Gasparini per la versione in inglese del riassunto, la direzione del Museo Civico di Storia Naturale per averci permesso di studiare i materiali e di pubblicare questo studio preliminare, quella dei Civici Musei di Storia ed Arte di Trieste per la collaborazione, la dott. Grazia Bravar, il dott. Giuliano Righi, la dott. Deborah Arbulla e il dott. Andrea Colla per la loro disponibilità, la direzione del Parco delle grotte di San Canziano per averci consentito di visitare tutti i siti archeologici dell'area da noi presa in esame, il dott. Ruggero Calligaris per averci guidato e sostenuto, il dott. Peter Turk del Narodni Muzej di Lubiana e il dott. Matej Župančič del Pokrajinski Muzej di Capodistria per gli utili suggerimenti, il dott. Alessandro Naso per i preziosi consigli in merito a confronti e cronologie, la prof. Emanuela Montagnari Kokelj per la revisione del testo.

BIBLIOGRAFIA

Abbreviazioni:

AMCSNT	Atti del Museo Civico di Storia Naturale di Trieste
AMCSAT	Atti dei Civici Musei di Storia ed Arte di Trieste
ASR	Atti della Società Romana di Antropologia
AT	Archeografo Triestino
BPI	Bollettino di Paleontologia italiana
BSASN	Bollettino della Società Adriatica di Scienze Naturali
PBF	Prahistorische Bronzefunde

- BARTOLONI G., BIETTI SESTIERI A., FUGAZZOLA DELPINO M., MORIGI GOVI C., PARISE BADONI F., 1980 - Materiali dell'età del Bronzo finale e della prima età del Ferro. Dizionario terminologico. Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione, Ministero per i Beni Culturali e Ambientali, Firenze.
- BATTAGLIA R., 1924 - Scoperte preistoriche a S. Canziano del Timavo. *Alpi Giulie* 25 (5-6): 119-129.
- BATTAGLIA R., 1926 - Oggetti preistorici del castelliere di S. Canziano del Timavo. *BPI* 46: 45-63.
- BATTAGLIA R., 1939 - Resti umani scheletrici di S. Canziano. Contributo allo studio antropologico degli Illiri. *AMCSNT* 13: 165-211.
- BATTAGLIA R., 1942 - Indagini sull'età dei resti umani rinvenuti nelle caverne e nel castelliere di S. Canziano del Timavo. *AMCSNT* 15: 1-50.
- BELARDELLI C., GIARDINO C., MALIZIA A., 1990 - L'Europa a nord e a sud delle Alpi alle soglie della svolta protourbana. Edizioni Unigrafica - Ostalpenkomitee, Treviso.
- BERNARDINI F., BETIC A., 2000 - Catalogo dei reperti archeologici del Museo Civico di Storia Naturale di Trieste, in deposito presso la direzione del suddetto museo.
- BERNARDINI F., BETIC A., 2001 - I reperti di L. K. Moser scoperti nel Museo Civico di Storia Naturale di Trieste. *Annales: Annali di studi istriani e mediterranei, series historia et sociologia* 11: 181-186.
- BIETTI SESTIERI A., 1999 - La tarda età del Bronzo nell'area adriatica centrale. In: Piceni, popolo d'Europa. Catalogo della mostra. De Luca, Roma: 36-42.
- BOEGAN F., BERTARELLI L. V., 1926 - Duemila grotte. Touring Club Italiano, Milano.

- BORNGA E., MONTAGNARI KOKELJ E., 1999 - Nuove ricerche su complessi protostorici ai confini settentrionali dell'Istria. In: *Protostoria e storia del Venetorum angulus*, Atti del XX Convegno di Studi Etruschi (Portogruaro - Quarto d'Altino - Este - Adria, 16-19 ottobre 1996). Pisa: 131-156.
- CARANCINI G., 1975 - Gli spilloni dell'Italia Continentale. *PBF* 13 (2).
- CORRAIN C., RENDINA S., 1961 - I resti scheletrici umani rinvenuti nelle caverne di S. Canziano del Timavo. Le ossa lunghe. *Atti dell'Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti* 119: 59-126.
- COZZA A., PASQUI A., 1894 - Monte Sant'Angelo e la sua necropoli. *Monumenti Antichi* 4.
- BARNABEI F., PASQUI A., 1894 - Degli oggetti di ornamento personale, delle armi e degli altri strumenti del corredo funebre. *Monumenti Antichi* 4.
- d'ERCOLE V., 1991 - Rapporto preliminare sulle prime cinque campagne di scavo condotte alle Paludi di Celano. In: *Il Fucino e le aree limitrofe nell'antichità*. Atti del convegno di studi (Avezzano - Palazzo Torlonia, 10-11 novembre 1991). Roma: 174-198.
- d'ERCOLE V., 1998 - La necropoli dell'età del Bronzo finale delle *Paludi* di Celano. In: d'ERCOLE V., CAIROLI R., (a cura di) 1998. *Archeologia in Abruzzo, storia di un metanodotto tra industria e cultura*. Arrethusa, Montalto di Castro: 157-166.
- GUŠTIN M., 1979 - Notranjska, Ljubljana.
- GABROVEC S., 1987 - Notranjska grupa. *Praistorija jugoslavenskih zemalja V*: 151-177.
- LEBEN F., 1959 - Dosedanje archeoloske najdbe v jamah okoli Divace. *Acta carsologica* 2: 231-249.
- MARCHESETTI C., 1889a - Ricerche preistoriche nelle caverne di S. Canziano presso Trieste. *BSASN* 11: 1-19.
- MARCHESETTI C., 1889b - Hohlenfunde aus St. Canzian Bei Triest. *Mitteilungen der k.k. Zentral-Kommission, zur Erforschung und Erhaltung der Kunst- und Historischen Denkmale* 15: 134-136.
- MARCHESETTI C., 1892 - Relazione sugli scavi preistorici eseguiti negli anni 1889,1890 e 1891. *AT* 18: 253-263.
- MARCHESETTI C., 1896 - Prahistorische Funde in den Hohlen von Sankt Canzian. *Verhandlungen der Berliner Anthropologischen Gesellschaft*, p.534.
- MARCHESETTI C., 1897 - Necropoli von S. Canziano bei Triest. *Verhandlungen der Berliner Anthropologischen Gesellschaft*, p.360.
- MARCHESETTI C., 1900 - Relazione sugli scavi preistorici eseguiti nel 1899. *BSASN* 20: 23-27.
- MARCHESETTI C., 1903 - I castellieri preistorici di Trieste e della regione Giulia, Trieste. *AMCSNT* 4 n. s.:1-206.
- MARCHESETTI C., 1905 - Relazione sugli scavi paleontologici eseguiti nel 1903. *BSASN* 22:31-32.
- MARCHESETTI C., 1907 - Relazione sugli scavi paleontologici eseguiti nel 1904. *BSASN* 23: 233-234.
- MARCHESETTI C., 1909 - Ausgrabungen in Kunstenland im Jahre 1908-1909. *Sitzungsberichte der Mith. der Anthropologischen Gesellschaft in Wien* 34: 26-27.
- MARCHESETTI C., 1914 - Ausgrabungen in Kunstenland im Jahre 1913. *Sitzungsberichte der Mith. der Anthropologischen Gesellschaft in Wien* 44: 50-51.
- V. MERHART G., 1969 - Halstatt und Italien, Mainz.
- MIZZAN S., 1994 - Due corredi della necropoli di Brežec recentemente ritrovati. *AMCSAT* 16 (1988-1994): 105-114.
- MULLER F., 1890 - Die Grottenwelt von St. Canzian. Verlag des Deutschen Alpenvereins in Wien. Wien.
- PERONI R., 1960 - Allumiere. Scavo di tombe il località "la Pozza". *Notizie degli scavi*: 341-362.
- PERONI R., 1961 - Bronzi dal territorio del Fucino nei musei preistorici di Roma e di Perugia. *Rivista di scienze preistoriche* 16: 125-204.
- PERONI R., 1973 - Studi di cronologia halstattiana. De Luca, Roma.
- PERONI R., (a cura di) 1981 - Studi di protostoria adriatica I. "L'Erma" di Bretschneider, Roma.
- PIGORINI L., 1899 - Necropoli preromana di S. Canziano nel triestino. *BPI* 25: 312.
- PINCELLI R., MORIGI GOVI C., 1975 - La necropoli villanoviana di San Vitale. Bologna.
- RIGHI G., STEFFE DE PIERO G., VITRI S., 1977 - La necropoli di Brežec presso S.Canziano del Carso. Scavi Marchesetti 1896-1900. Monografie di preistoria degli Atti dei Civici Musei di Storia e Arte, Electa, Trieste.
- SUNDWALL J., 1943 - Die alteren Italischen Fibeln. Berlino.
- SZOMBATHY J., 1911 - Bronzefunde aus Fliegenhöhle bei St. Canzian. *Correspondenz-Blatt der Deutschen Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte* 42.
- SZOMBATHY J., 1913 - Altertumsfunde aus Hohlen bei St. Canzian in Osterreichischen Kunstenlande. *Mitteilungen der Prahistorischen Kommission der Kais. Akademie der Wissenschaften* 2: 128-190.
- URLEB M., 1974 - Krizna gora pri ložu, halštatska nekropola. Ljubljana
- VITRI S. 1983 - Grotta delle Mosche (Fliegenhöhle). In : *Preistoria del Caput Adriae*. Catalogo della mostra (Trieste - Castello di S. Giusto 1983). Istituto per l'enciclopedia del Friuli Venezia Giulia, Udine: 29-31.
- VITRI S. 1979 - La necropoli di Brežec presso S.Canziano e i suoi rapporti con i siti protostorici della valle dell'Isonzo. In: Atti del Convegno di Studi sulle Età del Bronzo e del Ferro nell'Isonzio (Gorizia 1977): 79-95.
- VRAM U., 1895 - Nota sopra un cranio deformato. *ASR* 3:1-3.

EMBRYOS AND TROPHONEMS IN CENOMANIAN RAYS FROM LEBANON (*BATOMORPHII*, *PISCES*)

LUIGI CAPASSO

Università degli Studi G. D'Annunzio - Chieti
Museo di Storia delle Scienze Biomediche

Abstract - Embryos and trophonems in Cenomanian rays from Lebanon (*Batomorphii*, *Pisces*) - The author describes three fossil rays with well preserved embryos at the level of their abdominal cavities; the specimens are from the limestone formations of Nammoura and Haqel (Lebanon) and dated to the Cenomanian. The specimens are attributable to two different species: *Libanopristsis hiram* (Hay 1903) and *Rinobatos maronita* (Pictet & Humbert, 1866). They reveal, for the first time, that the physiological process of ovoviviparity began in lower vertebrates before the Mesozoic Era. The author also observed anatomic and topographic details of the embryos, noting that all the embryos are oriented within the uterus so their caudal parts are directed towards the genital openings of the mothers: an orientation typical of immature embryos in modern elasmobranchs. The total number of embryos carried is directly related to the size of the mother, and they tend to be located on the right side of the uterus regardless of the species. Finally, there are filamentous structures that begin in the uterine wall and extend to the embryos' skins: these may be the most ancient remains known of the blood supply organs, analogs of the placentas of mammals (so-called *trophonems*).

Key words: *Batomorphii*, Pregnancy, Viviparity, Paleophysiology, Cenomanian, Lebanon.

Riassunto breve - L'autore riporta tre casi di batoidei fossili con embrioni contenuti in posizione fisiologica all'interno dell'addome materno; i reperti provengono dal Cenomaniano di Nammoura e di Haqel (Libano). I fossili dimostrano per la prima volta che la viviparità è una specializzazione riproduttiva già raggiunta dai batoidei nel Mesozoico, al contrario di quanto fino ad oggi ritenuto sulla base dei dati indiretti di anatomia e di fisiologia comparata. All'interno degli uteri gli embrioni studiati sono disposti con la colonna vertebrale circa parallela a quella materna e sono orientati con la parte apicale della loro coda rivolta verso l'apertura genitale materna, come è raro vedere negli squali moderni e compatibilmente ad uno stadio maturativo ancora arretrato di tutti gli embrioni esaminati. Nei tre casi descritti il numero degli embrioni è sempre asimmetrico, con prevalenza dell'utero destro, così come accade spesso nelle specie contemporanee. Infine, l'autore descrive la presenza di strutture filamentose pigmentate che si distaccano dalla parete uterina e si connettono con uno degli embrioni studiati; queste strutture rappresentano ad oggi le prime testimonianze fossili di organi di possibile interfaccia madre-embrione, cioè di analoghi della placenta dei mammiferi (trofonemi).

Parole chiave: Viviparità, batoidei, paleofisiologia, Libano, Cenomaniano, gravidanza.

1. - Introduction

Among the factors that have contributed to the general biological success of the elasmobranchs, one is certainly the high degree of adaptation reached by their reproductive system (Brown, 1957). This is quite clear if one considers that the characteristics of the reproductive system of most modern elasmobranchs are among the most advanced reached by living animals, with specializations that include internal fertilization and an extremely limited number of eggs, ample reserves of food available to each egg, and close ties between mother and embryo that are typical of some groups (Obruchev, 1964). These ties range from ovoviviparity to true relationships between the embryo and the blood of the mother, with the appearance of interface organs that one finds analogs, but not homologues, of only in the higher vertebrates (the so-called "elasmobranch placenta", Tortorese, 1956).

This high degree of specialization suggests that the reproductive strategies of modern elasmobranchs is the result of a long period of evolution (Daniel, 1934). However, we have paleontological evidence of older age only for internal fertilization, as Miles (1967) has shown the existence of sexual dimorphism in *Rhamphodopsis*, a ptycodont placoderm of the Middle Devonian. In this case the male individuals had already developed true claspers, covered with dermal bones, that served to channel the sperm to the cloaca of the female during copulation. Their disposition is quite similar to that of many current chondrichthyes (Daniel, 1934).

On the other hand, the appearance of viviparity, the means of reproduction most common among modern elasmobranchs, is not documented in the fossil record (Stiassny, Parenti and Johnson, 1996). It is plausible that true viviparity, in other words placenta formation (present only in some families of modern sharks), is a recent development in the evolution of viviparity in general, in other words the ovoviviparity typical of the majority of the living elasmobranchs, including rays. Despite this, the general consensus among ichthyologists is that viviparity as a whole is a relatively recent specialization.

Into this framework of knowledge and theory, we must fit the Cenomanian rays from Lebanon, with the traces of their embryos that are discussed here.

2. - Observations on the reproductive apparatus and physiology of rays

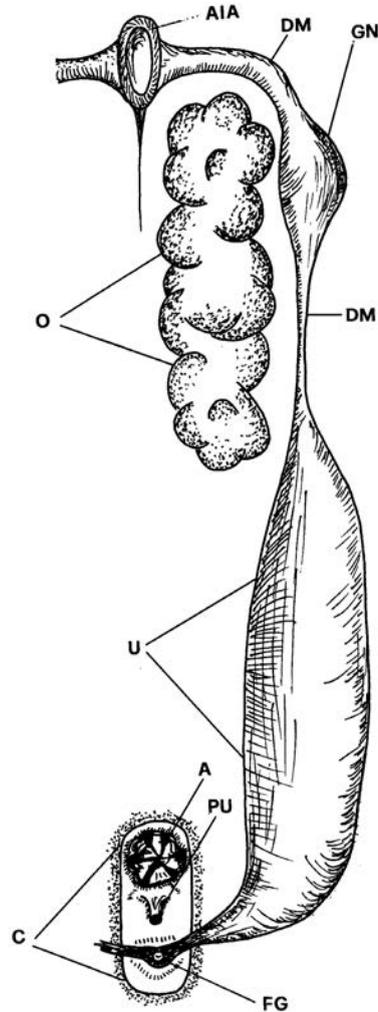
For a correct interpretation of the palaeontological materials in question, a brief review of the anatomical details of the reproductive system of the rays and their reproductive physiology will be useful.

The female genital apparatus of the rays consists of two ovaries, which appear as two large, unhomogeneous granular masses with no peritoneal lining. The two paramesonephric ducts are the oviducts that begin medially, in front of the ovaries in a common opening called the *anterior funnel-shaped opening*, then pass behind and lateral to the ovaries, and join again at their posterior extremities, where they form a common genital opening that emerges posterior to the urinary papilla and the anus, within the cloaca (Figure 1). On the internal walls of the anterior portion of each oviduct there is the nidamental gland, which secretes the shells of the eggs. Fertilization is always internal.

The role played by the claspers in channeling the sperm into the cloacas of female sharks and rays was discovered by Agassiz (1858, 1871). The eggs are telolecithal (in other words, with a considerable store of food); at their emergence from the ovaries they are guided into the anterior funnel-shaped opening by the movements of the peritoneal cilia and pass into the paramesonephric ducts. Fertilization usually takes place as the eggs pass through the nidamental gland, where the spermatozoa can be kept alive for a few days after mating. The gland secretes a horny shell that, in the ovoviviparous species is reduced to a thin membranous capsule (the so-called *Evant's pseudo-amnios*). This capsule contains the embryo and its yolk sack, and positions itself in the medial and posterior section of the paramesonephric ducts, which undergo progressive dilatation (the so-called *plagiostome uterus*). The two uteruses generally contain a similar

Fig. 1, Anatomical sketch of the reproductive system of a current ray (source of the data: Hisaw & Albert, 1947; Tortonese, 1956; Gilbert, 1973).

O: ovary; AIA: Anterior funnel-shaped opening; GN: nidamental gland; DM: paramesonephric duct (oviduct); U: uterus; C: cloaca; A: anus; FG: genital foramen; PU: urinary papilla.



number of embryos (see Figure 2), but this situation is largely variable in dependence of the species (Castro and Wourms, 1993).

The development of the embryo takes several months, but is highly influenced by local conditions, especially temperature, but also oxygenation of water and density of fish population (Compagno, 1990). The Evant's pseudo-amniotic capsules rupture after a few weeks, releasing the embryos within the uteruses. In some living rays (*Dasyatis*) villi extend from the uterine walls (the so-called *trophonems*) to reach the embryos, and could be considered analogous to the placenta. In all species the uterine walls secrete a lipidic nourishment that the embryos initially absorb through their skins and external gills, and in subsequent phases of development swallow, digest and absorb through their own intestines. In

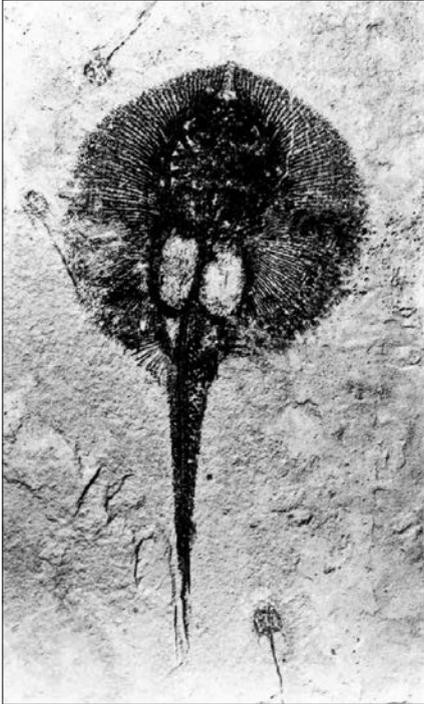


Fig. 2, *Dasiatis* sp., from the Middle Eocene of the Green River Formation (Wyoming, USA): female adult surrounded by three newborns (a just-completed delivery?). Private collection (Tom Maloney, USA) (after Grande, 1980, with permission).

the species whose uterine fluids are more lipid-rich and in younger mothers the period of gestation seems to be shorter (Balafour, 1878). Until the end of gestation the genital opening in the cloaca remains closed, and the female remains sexually not receptive (Yano, 1993). The length of gestation is quite variable; in sharks it ranges from twenty to twenty-two months (Gilbert, 1973), whereas it is much shorter in rays (Martin and Caillet, 1988). The position of the embryos within the uterus has never been the object of specific observation, though anatomists invariably refer to the embryos being oriented with their heads towards the maternal genital orifice (Gilbert, 1973). It is possible that the embryos, upon becoming free of the pseudo-amniotic membrane, are able to move within the maternal uterus and only assume the position with head facing the maternal genital orifice towards the end of gestation. Thus positions other than this could indicate that the embryo is at a less advanced stage of maturity. This hypothesis has been confirmed by a series of dissections carried out to test it at the Laboratory of the Museo di Storia delle Scienze dell'Università "D'Annunzio" in Chieti (see Figure 3).

Little is known about delivery; in fact, notwithstanding we have some observations of parturition in captivity, we have few data, collected with scientific methods in wild environment (Worms, 1977; Worms and Demski, 1993) We know that females frequently give birth during or immediately following capture, even though miliobathids and mobulidae have occasionally been seen to give birth as

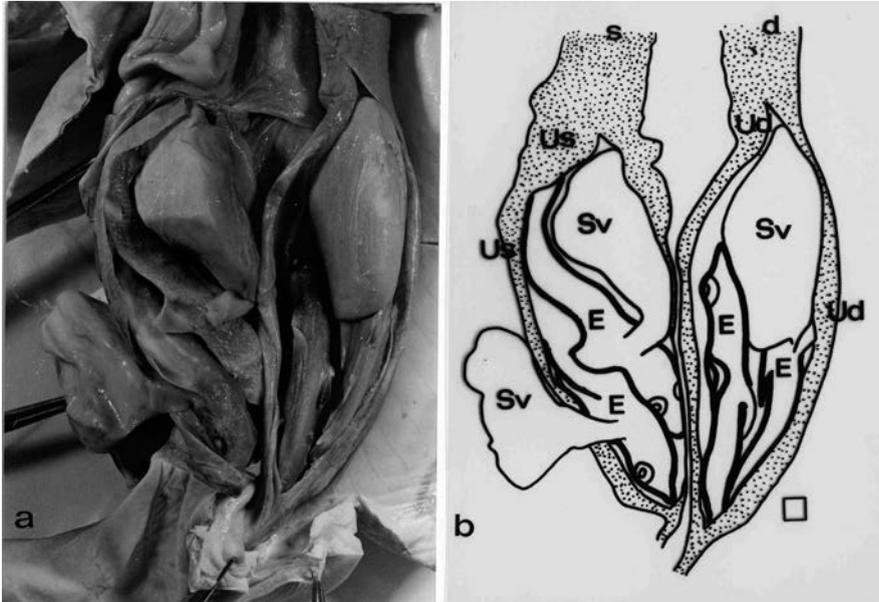


Fig. 3. a) Dissection of a modern pregnant shark showing how the embryos, two per uterus, are oriented towards the maternal genital orifice in the right uterus (to the left of the observer) and in the opposite direction in the left uterus (to the right of the observer); note the size of the yolk sacks, indicative of an embryonic immaturity that is clearly associated with a certain degree of mobility of the embryos within the uterus. b) Explanatory sketch: O, paramesonephric ducts, U, uteruses, E embryos, Sv, yolk sacks. Dissection carried out personally. In both *a* and *b* the square in the lower right is one centimeter.

they jump from the water (Tortonese, 1956). The number of young is quite variable and seems to be directly proportional both to the dimensions of the species and the age of the mother (Hisow and Albert, 1947). The dimensions of the new-borns are variable, but their total length is proportional to that of their mothers, with extremely high variability from one species to the next.

3. - Materials and methods

In preparing this article three specimens from the Cenomanian limestones of Lebanon were examined:

Specimen 1) *Libanopristis hiram* (HAY 1903). A large, beautifully preserved specimen (TL = 1610 mm). Cenomanian (Bannikov and Bacchia, 2000) of Nammoura (Lebanon). Museo Civico di Storia Naturale di Milano (MCSNM), number V 1287 (Figure 4a).

Specimen 2) *Rhinobatos moronita* (PICTET & HUMBERT 1866). A complete specimen, well preserved but with large areas in impression (TL = 655 mm). Cenomanian of Haqel (Lebanon). Collezione Capasso (CC), Chieti, number 422 (Figure 6a).

Specimen 3) *Rhinobatos moronita* (PICTET & HUMBERT 1866) Fragment, missing the caudal section (fragment length 350 mm). Cenomanian of Haql (Lebanon). Collezione Capasso (CC), Chieti, number 436 (Figure 8a).

The taxonomic identifications are based on Cappetta (1980), while the anatomical nomenclature used in the descriptions is that used by Cappetta (1987).

4. - Description

SPECIMEN 1 (MCSNM # V 1287) (Figures 4 and 5).

In the region between the pectoral girdle, to the front, and the basipterygium, behind and laterally, there are nine embryos distributed on the two sides of the spinal column, in the region between the 6th pre-pubic vertebra, and the 8th post-pubic vertebra: three to the left and six to the right (Figure 4b).

Since the animal rests ventrally on the rock, some of the embryos underlie the skeletal structures of the maternal pelvic girdle and vertebral column. The axes of the vertebral columns of the embryos are oriented parallel to that of the mother, and in all cases the sizes of the embryonal vertebrae decrease from forward to back, in other words in the same direction that the maternal vertebrae decrease in size; this indicates that they are oriented cranio-caudally, with their caudal regions facing the maternal genital orifice.

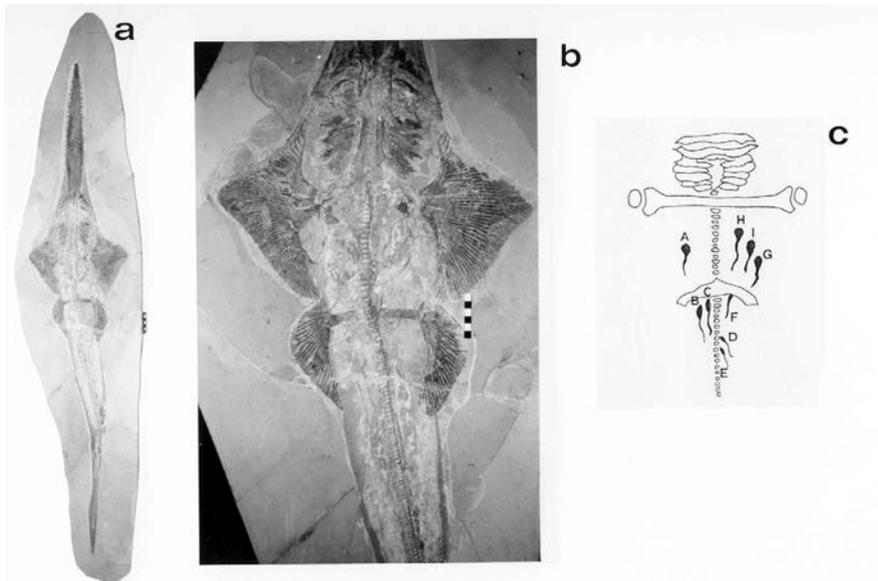


Fig. 4, *Libanopristis hiram* (HAY 1903). Cenomanian from Nammoura (Lebanon) (fossilization in a dorso-ventral position). (MCSNM #V1287). General view (about 0.03x)(a) and detail of the abdominal region (b). Sketch showing the position of the embryos with respect to the maternal skeletal structures; the circles indicate the estimated positions of the cephalic regions of the embryos (when not overlying maternal bones); the letters indicate the individual embryos (see text)(c).

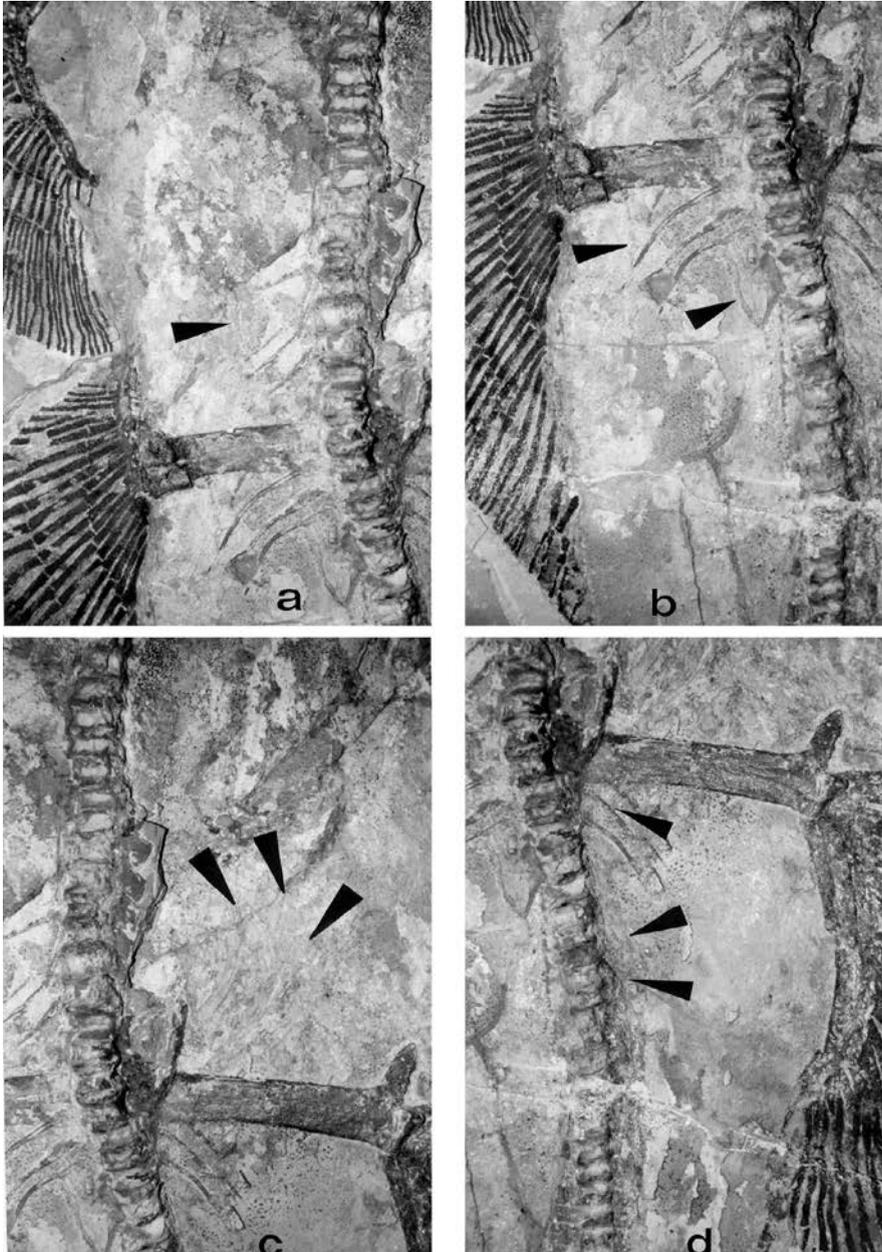


Fig. 5. *Libanopristis hiram* (HAY 1903). Cenomanian from Nammoura (Lebanon) (fossilization in a dorso-ventral position). (MCSNM #V1287). Detail of the region corresponding to the left uterus, with an embryo located in the anterior section (embryo A)(a), and two fragments (embryos B and C) in the posterior section (arrows) (b). Anterior portion of the region of the right uterus with three small-sized embryos (arrows) (c). Posterior section of the anatomical region corresponding to the posterior of the right uterus, with traces of embryos (arrows)(d).

The following table (Table 1) gives the lengths of the individual embryos.

Table 1

Embryo	Length mm
A	32.1
B	23.0
C	23.0
D (partial)	15.0
E (partial)	15.0
F (partial)	10.0
G	23.0
H	23.0
I (caudal fragment)	12.0

SPECIMEN 2 (CC #422) (Figures 6 and 7).

In the region between the posterior margin of the pectoral girdle and the anterior margin of the pubis there are six embryos alongside the spinal column: two to the left (right uterus) and four to the right (left uterus), all within the space delimited laterally by the metapterygia (Figure 6e). Since the fish was fossilized with its dorsal surface resting against the substrate one observes it ventrally (with left and right sides reversed with respect to the observer); also because of its position upon fossilization, some parts of the embryos overlie the maternal bones of the pectoral girdle and some ribs. The parts of the specimen present are extremely well preserved. However, many sections of the fossil separated from the substrate, which is dusty in texture; as a result there are voids in a leopard spot pattern, which also include portions of embryos (the light areas in Figure 6a). The thick layer of cutaneous denticles from the mother's skin make it impossible to examine the anatomical details of the embryos (Figures 7a and 7d). One can see however that they are all oriented cranio-caudally, with their vertebral columns more or less parallel to their mother's. Table 2 give the lengths of the individual embryos.

Table 2

Embryo	Length mm
A	49.0
B (cephalic fragment)	29.0
C (caudal fragment)	29.0
D (caudal fragment)	30.0
E (central part of the body)	30.0
F (caudal fragment)	19.0

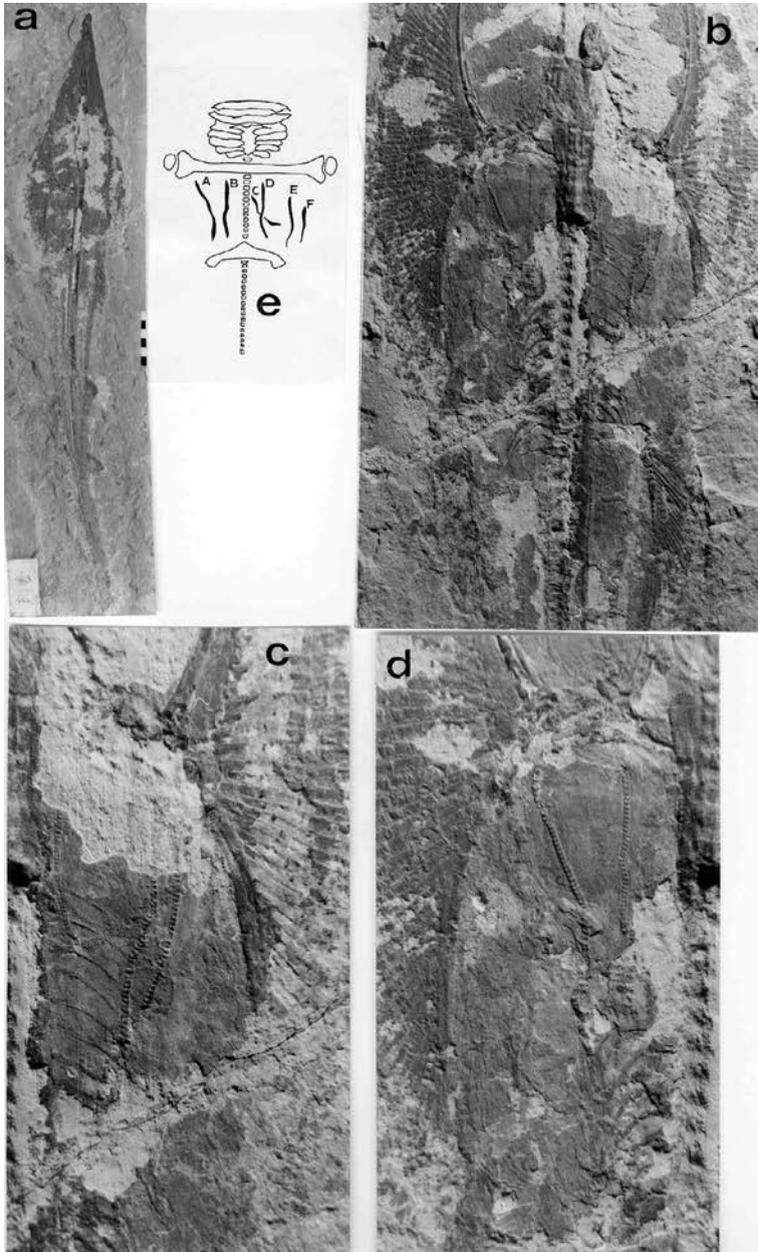


Fig. 6, *Rhinobatos maronita* (PICTET & HUMBERT 1866). Cenomanian from Hakel (Lebanon) (fossilization in a ventro-dorsal position). (CC, Chieti # 422). General view (about 0.1x) (a). Detail of the abdominal region showing six embryos located between the pectoral girdle and the maternal pubis (b). Two embryos are located to the left (right uterus)(c) and four to the right (left uterus) of the maternal spine (about 1x) (d). Sketch showing the disposition of the embryos with respect to the maternal skeletal structures; the letters indicate the individual embryos (see text) (e).

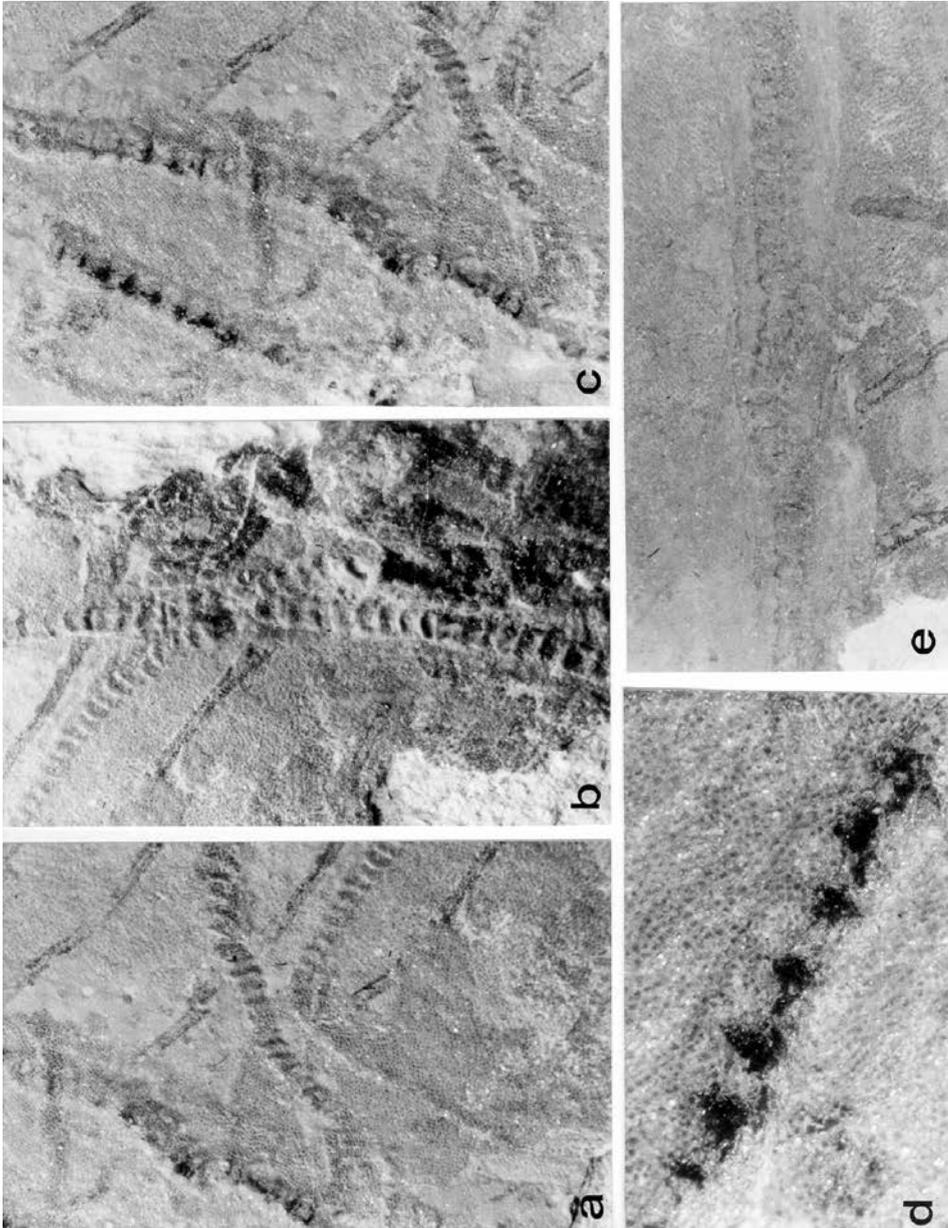


Fig. 7, *Rhinobatos maronita* (PICTET & HUMBERT 1866). Cenomanian from Haqel (Lebanon) (fossilization in a ventro-dorsal position). (CC # 422). Detail of the caudal ends of embryos C, D, and E (about 6x) (a). Detail of embryos D and E showing the median portions of their vertebral columns; note that the embryonic bones overlie the maternal ones (about 6x) (b). Detail of the embryos of the right uterus (about 6x) (c). Detail of embryo C: note how the ossifying nuclei of the embryonic vertebrae only emerge to a small degree from the thick, extremely well fossilized maternal skin (rich in denticles) (6x) (d). Detail of the embryo B of the left uterus (about 6x) (e).

SPECIMEN 3 (CC # 436) (Figures 8 and 9).

Here again the embryos, five in all, are located between the pectoral girdle and the pubis. They are oriented with their axes almost parallel to the axis of the mother's vertebral column and arranged laterally to it: two to the left (right uterus) and three to the right (left uterus) (Figure 8b). Here again, as in the two preceding specimens, the embryos are oriented cranio-caudally, matching the maternal orientation. The body of the mother almost completely lacks the external integument; as a result the embryos are not covered by the maternal cutaneous denticles, and their extremely delicate cartilaginous skeletons reveal significant anatomical details. The mother was fossilized with her dorsal side resting on the substrate, and thus the maternal ribs underlie the embryos (Figure 9c). Because of the position at fossilization, the placement of the anatomical structures appears to be reversed laterally. Table 3 give the dimensions of the embryos. *Embryo A*, located just inside the right metapterygium (to the left of the observer) is especially interesting: it is extremely well preserved and almost whole, though the cephalic region is reduced to a faint shadowing of the rock which, when examined with the stereomicroscope, reveals no detailed structures (figures 9a and 9b). A series of filaments that do not influence the matrix extends sinuously, and almost in parallel, from the internal margin of the metapterygium towards the medio-posterior section of the spinal column of the embryo, coming to an end before they reach it; they are a light brownish yellow and about 1 mm thick (figure 10).

Table 3

Embryo	Length mm
A	46.0
B	40.0
C	40.0
D	40.0
E	42.0

Embryo B is the best preserved of those examined, and is also the only one whose cartilaginous skeleton has a color (brownish). Stereomicroscopic observation did not reveal anatomical details of the cephalic structure, nor did they show clear traces of the thoracic and pelvic skeleton. Only the pelvic girdle can be highlighted, though the superimposition of a maternal rib makes it impossible to demonstrate the presence of this embryonic structure univocally. In the posterior region of the embryonal spinal column the vertebrae are fossilized in a latero-lateral position and their anatomical details are quite clear. Each vertebra is connected to those above and below, and each is articulated, with two clearly visible supradorsal parts. In the more distal section the vertebrae gradually loose the anatomical connections and become dispersed on the surface of the layer (figure 9c).

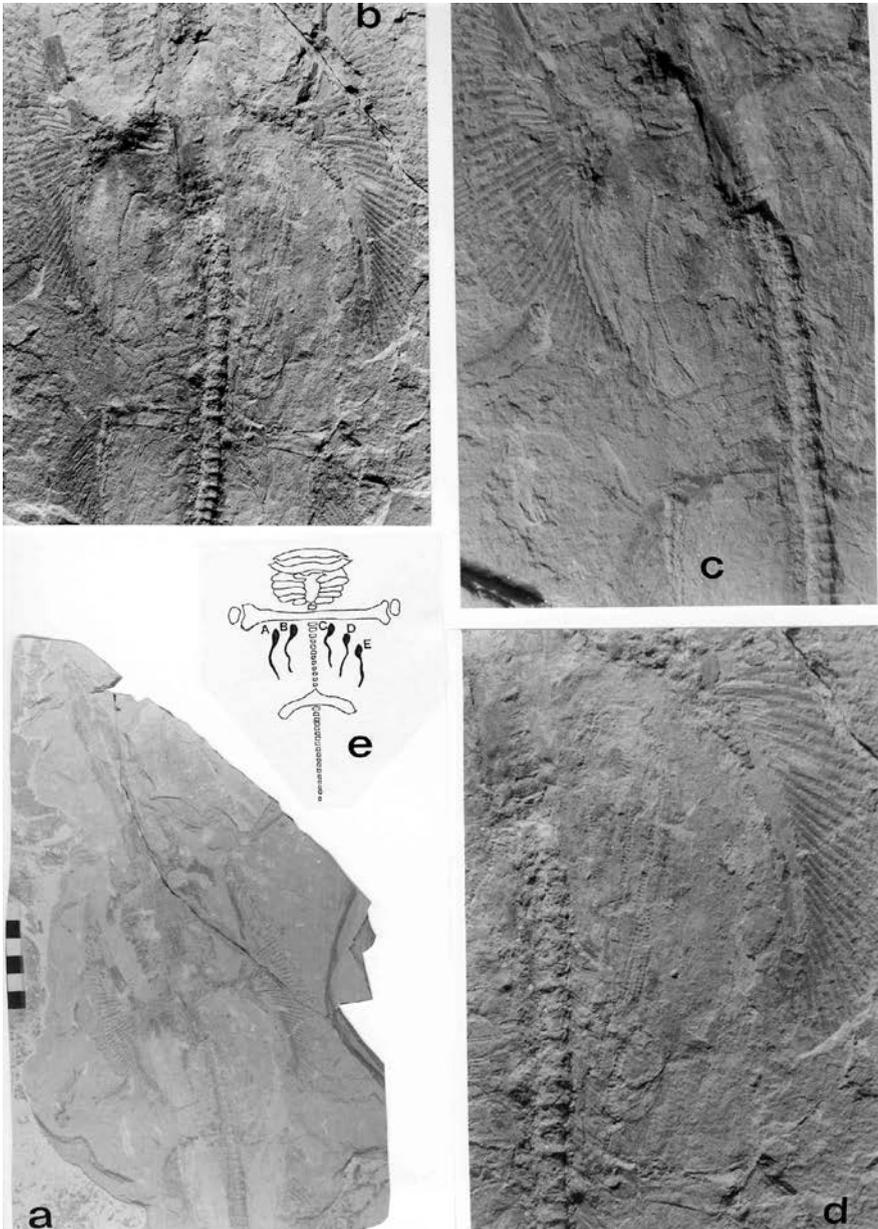


Fig. 8. Fragment of *Rhinobatos maronita* (PICTET & HUMBERT 1866). Cenomanian from Haqel (Lebanon) (fossilization in a ventro-dorsal position). (CC # 436). General view (about 0.2x) (a). Detail of the abdominal region showing five embryos located between the maternal pectoral girdle and pubis (b). Two of the embryos are into the left (right uterus)(c), and three into the right (left uterus) of the spinal column (d). Sketch showing the disposition of the embryos with respect to the maternal skeletal structures; the circles indicate the estimated positions of the embryonic cephalic regions; the letters indicate each embryo (see text) (e).

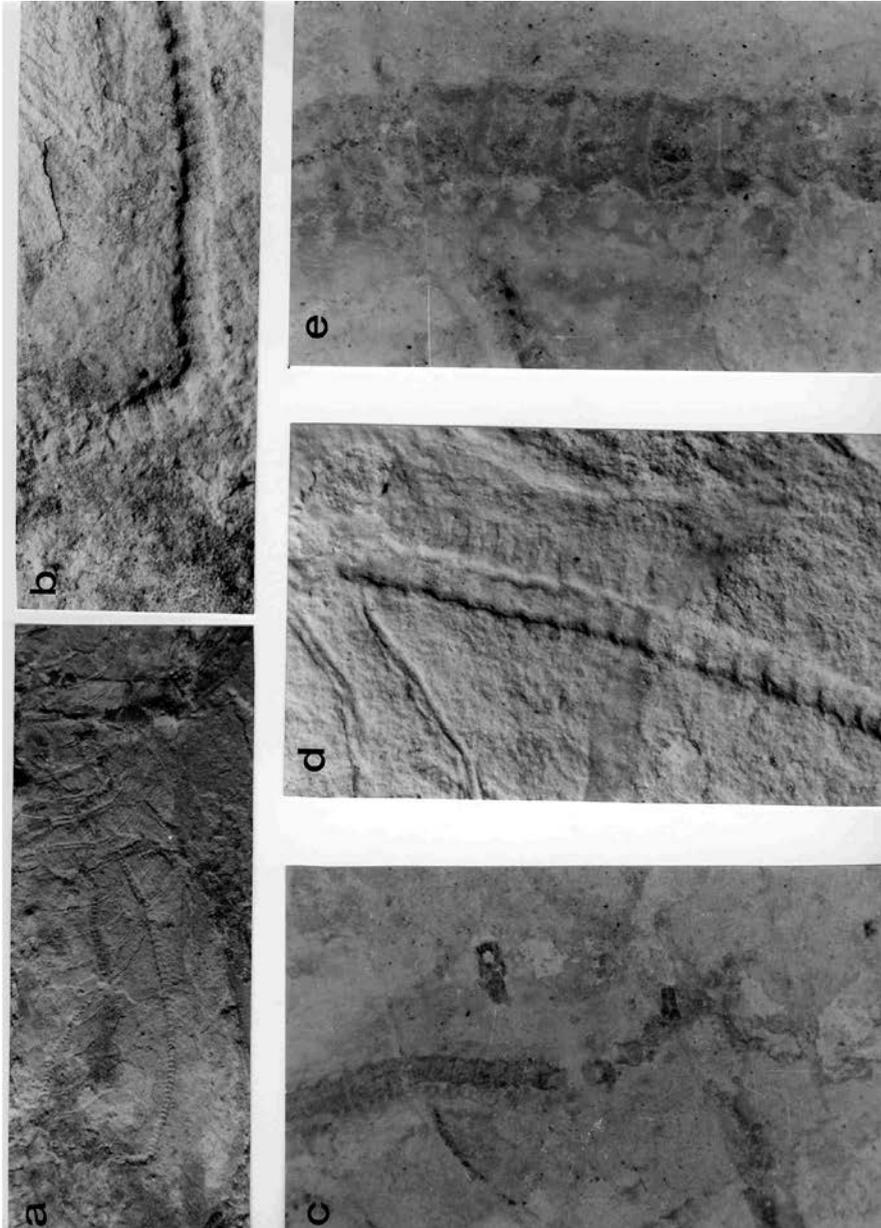


Fig. 9. Fragment of *Rhinobatos maronita* (PICTET & HUMBERT 1866). Cenomanian from Haqel (Lebanon) (fossilization in a ventro-dorsal position). (CC # 436). Detail of embryo A (about 2x) (a). Detail of the cephalic portion of the vertebral column of the embryo A: note the total absence of fossilized bone of cephalic skeleton (about 25x)(b). Detail of the apex of the caudal section of the spine of embryo B, clearly showing that the vertebral bodies have become disconnected (10x) (c). Detail of embryo B (about 6x) (d). Detail of the tail section of embryo B, showing anatomical details of the spinal structure (6x) (e).



Fig. 10, Fragment of *Rhinobatos maronita* (PICTET & HUMBERT 1866). Cenomanian from Haqel (Lebanon) (fossilization in a ventro-dorsal position). (CC # 436). Embryo A: a group of filaments that extend from the uterine wall (to the left) towards the embryonic spine, without reaching it, is clearly visible. These filaments can be interpreted as trophonems (about 30x).

5. - Discussion

Grande (1980) described a female *Heliobatis* sp. from the Green River Formation (Wyoming, USA; Middle Eocene) fossilized with three extremely juvenile individuals of the same species. The young displayed a degree of development so low as to indicate they were newly born, while the topographic situation of the young surrounding the adult suggests birth had occurred recently (Figure 2). Until now this was the only paleontological evidence, moreover derived from an interpretation, for ovoviviparity in pre-modern rays.

The topographic relationships in the three specimens discussed here all unequivocally reveal embryos in physiological position; the Lebanese specimens thus prove clearly and directly that the ovoviviparity typical of modern rays is not a recent specialization, as is stated in the literature (Tortonese, 1956; Stiassny, Parenti and Johnson, 1996), but was rather acquired as a successful means of reproduction in at least some Cretaceous rays. The discovery also allows some general conclusions to be drawn.

Foremost, we must emphasize the exceptional rarity of these fossils. Indeed, though the limestones of the Green River Formation have been quarried for fossil fish for nearly a century, and despite there being many thousands of rays in public and private collections (Grande, 1980), pregnant individuals had never been noted. The same situation holds true for the specimens from the Lebanese Cretaceous limestones: though they have yielded thousands of rays in the past two centuries, none had been found with embryos (e.g. Cappetta, 1980). Given that the specimens discussed here show ovoviviparity in fossil rays, it is difficult to explain this rarity. It is possible that the death of the mother resulted in the opening of the genital opening (as a result of a relaxation of the sphincteral musculature) that allowed the embryos, which were already free of the Evant's pseudo-amniotic membranes, to swim free.

One must also consider that many of the embryos discussed here display evidence that putrefaction had begun before fossilization took place: the caudal vertebrae of some of the embryos had lost their anatomical connections and become spread around their point of origin, in the absence of similar signs of degeneration in the mothers. This indicates the embryos were especially delicate, and that there may have been especially rapid decomposition within the uterus, which would certainly have been related to processes of enzymatic autodigestion. These factors could also explain the extreme rarity of these fossils.

The number and disposition of the embryos in our specimens lead to several other conclusions.

Foremost, though the sample population is too small, we can observe that, as occurs in the modern forms, the number of embryos is directly proportional to the size of the species (9 for *Libanopristsis*, 5-6 for the smaller *Rhinobatos*).

One should also note that in all the cases described the embryos are oriented monotonously within the paramesonephric ducts, with the cephalic part invariably facing in an anterior direction and the caudal part facing the genital orifice (the dimensions of the vertebrae decrease in an antero-posterior direction in all the embryonic spines examined). This could be attributable to the relatively tight space available for the embryos within the uteruses, which would have prevented them from rotating. It might be interesting to note that in modern sharks mature embryos are oriented caudo-cephalically within the uterus, in other words in the opposite direction with respect to the mother; thus the embryos present cephalically at birth. We do not know how generalized this condition is, though Gilbert (1973) reports it is normal for sharks, and when we carried out a number of dissections of pregnant sharks at term, its consistency was significant. However, in examining individuals with immature embryos we observed a degree of randomness in the embryonic orientation; in one case (Figure 3) the embryos in the right uterus were already oriented with their heads towards the maternal genital orifice, whereas those in the left uterus still had their tails facing the opening; in this case the size of the yolk sacks clearly shows that gestation was far from over (Figure 3). Our experimental data thus show that embryonic orientation with the caudal sections facing the maternal orifice is an index of embryonic immaturity, and this same interpretation could be invoked for the fossil specimens. Unfortunately there is no data in the literature regarding embryonic orientation in ray uteruses, nor were we able to make any direct observations due to the above-mentioned difficulties encountered in obtaining pregnant rays. Even so, we must note that in the fossil rays described here all the embryos had a cranio-cephalic orientation like those of their mothers, and this may indicate embryonic immaturity at the time of death.

In our specimens the embryos of the individual mothers are of almost identical size, indicating simultaneous fertilization and homogeneous development within the uteruses. This excludes intrauterine oophagy, which is on the other hand known only in some large sharks (Brown, 1957).

One should also note that in all our specimens the embryos are distributed unevenly, with a constant right-hand prevalence. This could reflect an asymmetry in ovarian function, a condition that is quite common in modern rays (Reichenbach-Klinke and Elkan, 1965).

Finally, we must emphasize the presence of pigmented, filamentous structures that connect what was probably the uterine wall with the embryos, which were observed in one of the *Rhinobatos maronita* embryos (specimen 3, embryo A); the topographic position, structure, size, sinuosity, and the fact that none of the filaments reaches the embryonic spine (thus indicating the structures were connected to the embryonic integument and not the skeleton), all support the interpretation of these structures as the fossilized remains of the trophonemes typical of the modern genus *Dasiatis*, in other words mother/embryo interface structures that allow the exchange of substances contained in the blood of the two individuals, and therefore can be considered the earliest known remains of organs analogous to and precursors of the placentas typical of mammal.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author wishes to thank Dr. G. Cagnolaro, Director of the Museo Civico di Storia Naturale di Milano for allowing access to the museum's palaeontological material, and Dr. Giorgio Teruzzi, the Palaeontological Curator of the Museum, whose assistance facilitated the difficult task of studying the material. The author also wishes to thank Dr. Flavio Bacchia, who holds title to an excavation permit in Lebanon, for allowing the inspection of thousands of fossil fish from Haqel and Nammoura and the subsequent purchase of the palaeophysiologicaly interesting specimens discussed in this study. The author also wishes to thank Dr. Kyle Phillips for having made the english translations. The author wishes to thank also Dr. Ruggero D'Anastasio, who prepared some of the drawings that illustrate the text, and assisted, with Dr. Antonietta di Fabrizio, in carrying out the anatomical dissections of modern pregnant selachians for comparison. Finally, as special thank you to Nadia Rabottini and Piera Quaranta for their patient editorial work.

REFERENCES

- AGASSIZ, L., 1858. Remarks on the manner and reproduction of Selachians. *Proc. Boston Society of Natural History*, 6: 112-120.
- AGASSIZ, L., 1871. Mode of copulation among Selachians. *Proc. Boston Society of Natural History*, 14: 1-8.
- BALFOUR, F.M., 1878. *A Monograph on the Development of Elasmobranch fishes*. pp. 3-15. London.
- BANNIKOV, A.F. & BACCHIA, F., 2000. A remarkable clupeomorph fish (Pisces, Teleostei) from a new Upper Cretaceous marine località in Lebanon. *Senckenbergiana lethaea*, 80 (1): 3-11.
- BROWN, M.E., 1957. *The Physiology of Fishes*. pp.35-48. Academic Press, New York.
- CAPPETTA, H., 1980. Les S laciens du Cr tac  supérieur du Liban: II. *Palaeontographica, Abt. A.*, 168: 149-229.
- CAPPETTA, H., 1987. Chondrichthyes II. Mesozoic and Cenozoic Elasmobranchi. *Hand Book of Paleoichthyology*. pp.133-178. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- CASTRO, J.I. & WOURMS, J.P., 1993. Reproduction, placentation and embryonic development of the atlantic sharpnose shark *Rhizoprionodon terraenovae*. *Journal of Morphology*, 218: 247-280.
- COMPAGNO, L.J.V., 1990. Alternative life-history styles of cartilaginous fishes in time and space. *Environmental Biology of Fishes*, 28: 33-75.
- DANIEL, J.F., 1934. *The Elasmobranch Fishes*. 3d Ed., pp. 212-214. University of California Press. Berkeley.
- GILBERT, S.G., 1973. *Pictorial Anatomy of the Dogfish*. pp.1-48. University of Washington, Seattle.
- GRANDE, L., 1980. Paleontology of the Green River Formation, with a review of the fish fauna. *The Geological Survey of Wyoming, Bulletin*, 63: 1-334.
- HISAW, F.L. & ALBERT, A., 1947. Observation on the Reproduction of the Spiny Dogfish, *Squalus acanthias*. *Biological Bulletin*, 92: 187-199.
- MARTIN, L.K. & CAILLET, G.M., 1988. Aspects of the reproduction of the batray, *Myliobatis Californica*, in central California. *Copeia*, 3: 754-762.
- MILES, R.S., 1967. Observation on the Ptycodont fish *Rhamphodopsis* Watson. *Journal of the Linnean Society of Zoology*, 47: 99- 120.
- OBRUCHEV, D.V., 1964. *Fundamental of Paleontology; vol. XI: Agnatha, Pisces*. Izdatel'stvo "Nauka", Moskova (traduzione inglese a cura dell'Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem, 1967).
- RECHENBACH-KLINKE, H. & ELKAN, E., 1965. *The principal diseases of lower vertebrates*. pp. 3-11, Academic Press, London and New York.

- STIASSNY, M.C.J., PARENTI, L.R. & JOHNSON, G.D., 1996. *Interrelationships of fishes*. pp. 63-84. Academic Press, London & New York.
- TORTONESE, E., 1956. *Leptocardia, Ciclostomata, Selachii. Fauna d'Italia*. pp. 50-64. Edizioni Calderini, Bologna.
- WORMS, J.P., 1977. Reproduction and development in Chondrichthyan fishes. *American Zoologist*, 17: 379-410.
- WORMS, J.P. & DEMSKI, L.S., 1993. The reproduction and development of sharks, skates and ratfishes - Introduction, history, overview, and future prospects. *Environmental Biology of Fishes*, 38(1-3): 7-21.
- YANO, K., 1993. Reproductive biology of the slender smoothhound, *Gollum attenuatus*, collected from New Zealand waters. *Environmental Biology of Fishes*, 38: 59-71.

ALTEZZE DAL SUOLO E CROMATISMI DEGLI APPARATI FIORALI IN DUE BIOCENOSI DEL CARSO TRIESTINO (FRIULI-VENEZIA GIULIA, ITALIA)

CARLO GENZO

Via Ghirlandaio, 22/1 I – 34138 TRIESTE
e-mail: genzoc@libero.it

Abstract - Heights from soil and colours of flowering in two vegetables associations of triestine Karst (NE Italy) - Variations of mean heights from soil of flowers apparatuses during the year of two important vegetables associations (*Carici – Centaureetum rupestris* and *Ostryo - Quercetum pubescentis*) of triestine Karst (NE Italy) are here described. Variations of general colours of flowers during the year are also described.

Data arise from five years of observations. Mean heights increase from spring to autumn in both associations, specially in quarter March-May. At regard to general colours of flowers, yellow and white prevail in spring, red (purple) in summer and autumn. Green, blue and violet are less frequent. Green appear at beginning of spring and in the middle of summer, while grass is of ochraceous colour. Blue appear in spring, violet specially in spring and autumn.

Variations of colours and heights from soil are adaptations of species with a view to attract insects for cross-pollination; the problem of chromatic perception from insects in relation to simultaneous colours in a vegetables association is still to solving.

Key words: height of flowering, colours of flowering, Karst of Trieste

Riassunto breve - Vengono descritte le variazioni di altezza dal suolo degli apparati fiorali dei componenti di due importanti associazioni vegetali (*Carici – Centaureetum rupestris* e *Ostryo - Quercetum pubescentis*) del Carso triestino e le loro variazioni di colore durante un anno, sulla base di rilevazioni quinquennali. In entrambe le associazioni si osserva un incremento di altezza dall'inizio della primavera all'autunno, più accentuato nel trimestre marzo-maggio. Anche i rapporti tra i colori dei fiori delle specie in antesi variano durante l'anno, con la componente bianca e gialla prevalente in primavera e quella rosso porpora in estate ed autunno. Tra i colori meno rappresentati, il verde compare nella prima primavera e in estate, quando la vegetazione erbacea appare di colore ocra, l'azzurro in primavera, e il viola in primavera e autunno.

Queste variazioni vengono spiegate come adattamenti delle specie per attrarre più efficacemente gli insetti pronubi, resta tuttavia ancora aperto il problema del rapporto tra i vari colori simultaneamente presenti in relazione alla loro percezione cromatica da parte degli insetti.

Parole chiave: altezza fioriture, colore fioriture, Carso triestino.

Zusammenfassung - Die Blüthöhen und die Blütefarben von zwei Pflanzengesellschaften auf dem Triester Karst (NE Italien)

Die Veränderungen der Blüthöhen und der Blütefarben von zwei Pflanzengesellschaften (*Carici – Centaureetum rupestris* und *Ostryo - Quercetum pubescentis*) im Laufe eines Jahres auf dem Triester Karst werden hier dargestellt.

Daten haben Ursprung in fünf Jahren von Beobachtungen. Die Mittelblüthöhen wachsen vom Frühling bis Herbst in beiden Pflanzengesellschaften, besonders in der Periode von März bis Mai. In Beziehung auf Blütefarben, Gelb und Weiß herrschen im Frühling vor, Purpurrot im Sommer und Herbst. Grün, Blau und Violett sind nicht so häufig. Grün erscheint am Anfang des Frühlings oder in der Mitte des Sommers, wann das Gras Ockergelb ist. Blau erscheint besonders im Frühling, Violett im Frühling und Herbst. Die Veränderungen der Blüthöhen und der Blütefarben finden teilweise Erklärung als Weise um die Insekten als Bestäubungsträger anzuziehen. Das Problem der Farbenwahrnehmung der Insekten in Beziehung auf gleichzeitige Blütefarben von derselben Pflanzengesellschaft ist noch zu lösen.

Schlüsselworten: Blüthöhe, Blütefarben, Triester Karst.

1. - Premessa

Le dettagliate ricerche vegetazionali e floristiche condotte negli ultimi decenni sul Carso triestino hanno riguardato anche aspetti collegati alle composizioni cromatiche complessive delle fioriture in diverse biocenosi, in particolare prative.

Esse sono state ampiamente correlate con le caratteristiche corologiche delle componenti floristiche, ed anche coi principali gruppi di insetti impollinatori, su dati di letteratura (POLDINI & VIDALI, 1987; POLDINI, 1989, pagg.187-195). Sono state effettuate anche indagini diacroniche relative alle variazioni cromatiche di biocenosi, rivolte in particolare verso l'ambiente del bosco di dolina dell'*Asaro - Carpinetum betuli* (POLDINI, 1989, pagg.223-226).

In questo lavoro, sfruttando le numerose rilevazioni di campagna dei fenomeni antesici protrattesi sistematicamente sul Carso per un quinquennio (1993-97) con periodi di frequenza di dieci giorni (GENZO, 1999), in ambienti di boscaglia illirica e di landa, sono state prese in esame le variazioni cromatiche assolute e percentuali nel corso della progressione stagionale antesica delle due cenosi, che corrispondono rispettivamente all'*Ostrya - Quercetum pubescentis* e al *Carici - Centaureetum rupestris*. Le misurazioni effettuate in loco durante le fasi di fioritura delle singole specie hanno inoltre consentito una valutazione media dell'altezza a cui si pongono gli elementi floreali di ogni biocenosi durante i diversi periodi dell'anno. Per quanto ci consta, nonostante le ricerche di letteratura, non esistono almeno per tale territorio rilevazioni analoghe.

Riteniamo che tali aspetti (altezze dal suolo e colori) collegati sinchronicamente nelle varie fasi di svolgimento dei periodi antesici vadano interpretati come reciproci adattamenti e/o tendenze concorrenziali tra singole specie nel contesto delle associazioni esaminate; è anche probabile che essi risultino di una qualche importanza in relazione agli insetti che impollinano le specie qui rappresentate, e al loro periodo di più intensa attività vitale, determinatasi attraverso una prolungata coevoluzione.

2. - Metodo di ricerca

Per i periodi di fioritura delle specie i dati sono stati desunti dalle osservazioni con frequenza decennale ottenute dai valori complessivi del quinquennio 1993-97 sul Carso triestino (GENZO, 1999), comprese le intensità di fioritura registrate per ciascuna specie secondo tre diversi livelli. Secondo tale convenzione, il simbolo 1 corrisponde a una fioritura debole della specie, 2 a una fioritura intermedia, 3 ad una fioritura intensa.¹ Per determinare l'altezza media della fioritura in ogni ambiente, dei fiori aperti di ciascuna specie (nei quali, cioè, erano visibili stami e pistilli) è stata misurata l'altezza dal suolo in cm, per un congruo numero² di individui di ogni specie. Qualora i fiori erano disposti su spighe od altre infiorescenze allungate in senso verticale, di esse è stata calcolata l'altezza media dal suolo del fiore a metà distanza tra quello più basso e quello più alto, e cioè tra la base e l'apice dell'infiorescenza. Per ogni periodo di dieci giorni è stata quindi calcolata la media ponderata tra le altezze medie delle singole specie, con i "pesi" per ogni specie corrispondenti al rispettivo valore di intensità delle fioriture.

¹ Per ogni ulteriore modalità di registrazione confronta GENZO, 1999.

² Normalmente, un campione di 30 individui.

Le Tab. I e II indicano le specie esaminate per ciascun ambiente.³ Per economia di spazio sono state indicate per ciascuna specie le altezze dei fiori rispetto al suolo, espresse in cm e arrotondate ad esso, tralasciando altre caratteristiche, come forma biologica, corologia, ecc. pur esaminate in questo lavoro, e dedotte da Poldini, 1991. I grafici delle altezze medie per ciascuna decade sono riportati nella Fig. 1.

Tab. I Specie di landa	h m.
<i>Achillea millefolium</i> L. s.l.	32
<i>Allium senescens</i> L. <i>subsp. montanum</i> (Fr.) Holub	27
<i>Allium sphaerocephalon</i> L.	55
<i>Alyssum montanum</i> L.	16
<i>Anthericum ramosum</i> L.	60
<i>Anthyllis vulneraria</i> L. s.l.	27
<i>Asperula chynanchica</i> L.	20
<i>Betonica officinalis</i> L. <i>subsp. serotina</i> Murb.	33
<i>Bothriochloa ischaemum</i> (L.) Keng	40
<i>Bromus erectus</i> Huds. (aggr.)	59
<i>Bupleurum baldense</i> Turra <i>subsp. gussonei</i> Tutin	16
<i>Campanula rapunculoides</i> L.	50
<i>Carduus nutans</i> L.	51
<i>Carex hallerana</i> Asso	15
<i>Carex humilis</i> Leyss	6
<i>Centaurea cristata</i> Bartl.	42
<i>Centaurea jacea</i> L. var. <i>weldeniana</i> Hayek	39
<i>Centaurea rupestris</i> L.	47
<i>Centaurea triumfettii</i> All. s.l.	28
<i>Chrysopogon gryllus</i> (L.) Trin.	87
<i>Colchicum autumnale</i> L.	13
<i>Convolvulus cantabrica</i> L.	20
<i>Crocus reticulatus</i> Steven ex Adams	5
<i>Cytisus pseudoprocumbens</i> Markgr.	17
<i>Dactylis glomerata</i> L. s.l.	61

<i>Dianthus sylvestris</i> Wulfen <i>subsp. tergestinus</i> Hayek	27
<i>Dorycnium germanicum</i> (Grenli) Rikli	21
<i>Eryngium amethystinum</i> L.	32
<i>Euphorbia cyparissias</i> L.	26
<i>Euphorbia nicaeensis</i> All.	26
<i>Festuca valesiaca</i> Schleich. ex Gaudin	28
<i>Galium lucidum</i> All.	35
<i>Genista tinctoria</i> L.	27
<i>Gentiana tergestina</i> Beck	6
<i>Globularia cordifolia</i> L.	8
<i>Globularia punctata</i> Lapeyr.	23
<i>Helianthemum nummularium</i> Mill. <i>subsp. obscurum</i> Holub	18
<i>Hippocrepis comosa</i> L.	18
<i>Inula conyzae</i> (Griess.) Maikle	50
<i>Inula spiraeifolia</i> L.	51
<i>Jurinea mollis</i> (L.) Rehb.	55
<i>Lotus corniculatus</i> L.	18
<i>Medicago falcata</i> L.	21
<i>Medicago minima</i> (L.) L.	14
<i>Melica ciliata</i> L. s.l.	46
<i>Muscari botryoides</i> (L.) Mill.	8
<i>Orchis morio</i> L.	21
<i>Ornithogalum kochii</i> Parl.	16
<i>Petrorhagia saxifraga</i> (L.) Link	15
<i>Plantago</i> <i>cf.</i> <i>argentea</i> Chaix	26
<i>Plantago media</i> L.	41
<i>Poa</i> <i>cf.</i> <i>pratensis</i> L.	51
<i>Polygala nicaeensis</i> Risso ex Koch s.l.	16

segue

³ Per la nomenclatura cfr. POLDINI et Al., 2001. Qualora in regione avesse dimora una sola sottospecie, essa non è stata di norma indicata, non potendo generare confusione. Nelle due tabelle compaiono talvolta specie comuni, in quanto di orlo tra un ambiente e l'altro (cfr. GENZO, 2001a). Si è riscontrato che le medesime specie sono generalmente più elevate di statura (circa il 15%) in ambiente nemorale anziché in quello aperto di landa. Da calcoli effettuati su una ventina di specie presenti in entrambi gli ambienti si ha una media di 30,2 cm per la boscaglia in confronto ai 26,3 cm della landa. Interpretiamo questa differenza come espressione dell'adattamento all'ambiente delle specie al fine di un più efficace assorbimento dell'energia luminosa in particolare dopo l'emissione fogliare della componente arborea.

Tab. I Specie di landa	h m.
<i>Potentilla acaulis</i> L. subsp. <i>tommasiniana</i> Sojak	5
<i>Potentilla alba</i> L.	6
<i>Prunella laciniata</i> (L.) L.	10
<i>Pseudolysimachion barrelieri</i> Holub s.l.	21
<i>Pulsatilla montana</i> (Hoppe) Rchb.	30
<i>Ranunculus acris</i> L. s.l.	29
<i>Ranunculus bulbosus</i> L. s.l.	34
<i>Ranunculus ficaria</i> L. subsp. <i>calthifolius</i> Arcang.	5
<i>Salvia pratensis</i> L. s.l.	41
<i>Sanguisorba minor</i> Scop. s.l.	31

<i>Satureja montana</i> L. subsp. <i>variegata</i> (Host) Ball	25
<i>Satureja subspicata</i> Bartl. ex Vis.	25
<i>Scabiosa columbaria</i> (aggr.)	55
<i>Scabiosa triandra</i> L.	55
<i>Sedum sexangulare</i> L. em. Grimm	10
<i>Senecio jacobea</i> L.	40
<i>Taraxacum erythrospermum</i> Dahlst.	8
<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	16
<i>Teucrium montanum</i> L.	13
<i>Thlaspi praecox</i> Wulfen	12
<i>Thymus pulegioides</i> L. s.l.	10
<i>Tragopogon pratensis</i> L. s.l.	55

Tab. II Specie di boscaglia	h m.
<i>Agrimonia eupatoria</i> L.	42
<i>Ajuga reptans</i> L.	20
<i>Allium carinatum</i> L.	26
<i>Anthericum ramosum</i> L.	53
<i>Arabis hirsuta</i> L. (aggr.)	35
<i>Asparagus tenuifolius</i> Lam.	47
<i>Astragalus glycyphyllos</i> L.	25
<i>Betonica officinalis</i> L. subsp. <i>serotina</i> Murb.	32
<i>Calamintha glandulosa</i> (Req.) Benth.	30
<i>Campanula bononiensis</i> L.	48
<i>Campanula glomerata</i> L. s.l.	87
<i>Campanula trachelium</i> L.	53
<i>Carduus nutans</i> L.	55
<i>Carex hallerana</i> Asso	15
<i>Centaurea triumfettii</i> All. s.l.	51
<i>Cephalanthera longifolia</i> (L.) Fritsch	40
<i>Chamaecytisus hirsutus</i> (L.) Link (aggr.)	25
<i>Clinopodium vulgare</i> L. s.l.	27
<i>Cnidium silaifolium</i> (Jacq.) Simonk.	79
<i>Cyclamen purpurascens</i> Mill.	12
<i>Dictamnus albus</i> L.	53
<i>Eupatorium cannabinum</i> L.	133
<i>Genista tinctoria</i> L.	20
<i>Geranium sanguineum</i> L.	30
<i>Helleborus odoratus</i> Waldst. & Kit. var. <i>istriacus</i> Schiffn.	16
<i>Hieracium sabaudum</i> L.	54
<i>Inula conyzae</i> (Griess.) Maikle	107
<i>Inula spiraeifolia</i> L.	53
<i>Ligustrum vulgare</i> L.	73

<i>Medicago falcata</i> L.	18
<i>Melittis melissophyllum</i> L.	35
<i>Mercurialis ovata</i> Stern & Hoppe	8
<i>Moehringia muscosa</i> L.	5
<i>Mycelis muralis</i> (L.) Dumort	40
<i>Paeonia officinalis</i> L. s.l.	50
<i>Peucedanum schottii</i> Besser ex DC s.l.	51
<i>Plantago media</i> L.	41
<i>Polygonatum odoratum</i> (Mill.) Druce	30
<i>Primula vulgaris</i> Huds.	8
<i>Pseudolysimachion barrelieri</i> Holub s.l.	25
<i>Pulmonaria officinalis</i> L.	13
<i>Rubus cfr. caesius</i> L.	65
<i>Scabiosa columbaria</i> L.	51
<i>Securigera varia</i> (L.) Lassen	35
<i>Sedum sexangulare</i> L. em. Grimm	10
<i>Serratula tinctoria</i> L. s.l.	49
<i>Sesleria autumnalis</i> (Scop.) F.W.Schultz	48
<i>Silene nutans</i> L. s.l.	47
<i>Solidago virgaurea</i> L. s.l.	52
<i>Tanacetum corymbosum</i> (L.) Sch. Bip. s.l.	59
<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	25
<i>Thalictrum aquilegifolium</i> L.	100
<i>Verbascum chaixii</i> Vill. s.l.	70
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	17
<i>Veronica jacquinii</i> Baumg.	40
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i> L.W. Medicus s.l.	65
<i>Viola hirta</i> L.	7
<i>Viola reichenbachiana</i> Boreau	13

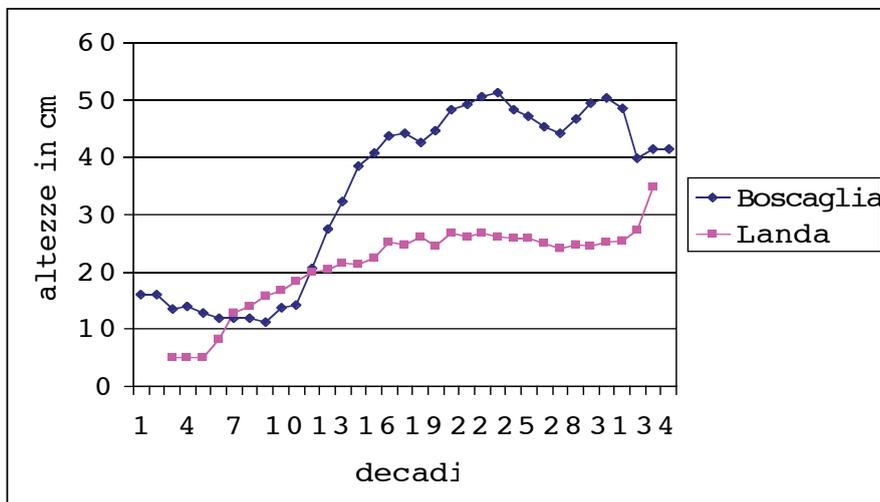


Fig. 1, Altezza media delle fioriture nella landa e nella boscaglia
 Fig. 1, Middle heights of flowers in stony grassland and in bruschwood

Per verificare la rappresentatività delle specie prese in esame rispetto alla struttura complessiva della biocenosi, si sono fatti anche confronti con tabelle integrate nelle quali erano state aggiunte le specie di frequenza maggiori di classe III presenti nelle tabelle riassuntive indicate da POLDINI (1989). In tal caso le altezze degli elementi fiorali non rilevate direttamente sono state desunte dalle stature delle specie indicate da PIGNATTI (1982) secondo la formula⁴: $h = \text{min.} + (\text{Max} - \text{min.}) / 3$ nell'ipotesi, suffragata da abbondanti osservazioni dirette, che la maggioranza delle specie porta i fiori all'apice o nella parte più alta dello scapo. Per i periodi di fioritura di queste specie si è ricorsi a MARCHESETTI (1897)⁵: siccome l'Autore indicava i periodi di fioritura in mesi, senza precisazioni riguardo all'intensità della stessa, la tabulazione è avvenuta considerando presente la fioritura di ciascuna specie per l'intero mese con intensità convenzionale "3".⁶ I risultati medi sono stati complessivamente affini e tali da non dare adito ad interpretazioni globali difformi. Un'analisi quantitativa dei dati ha infatti oggettivamente confermato tale ipotesi: confrontando i valori medi *mensili* di altezza degli elementi fiorali di Tab. I e quelli integrati da dati di letteratura secondo la metodologia suesposta, si è ottenuto un coefficiente di correlazione $R = +0,97$ che indica la sostanziale corrispondenza del fenomeno da esaminare.

⁴ Tale formula, anziché quella della normale media aritmetica, è stata adottata come correttivo in quanto lo stesso PIGNATTI (1982) riconosce una tendenza generale alla raccolta di esemplari di erbario più sviluppati rispetto alle popolazioni medie presenti in natura.

⁵ Per questa scelta vedi anche GENZO, 2002, pag. 6-8.

⁶ MARCHESETTI ed altri autori indicano infatti il periodo in cui è più probabile trovare una specie in abbondante fioritura. Vedi anche GENZO, 2002, pagg. 6-8.

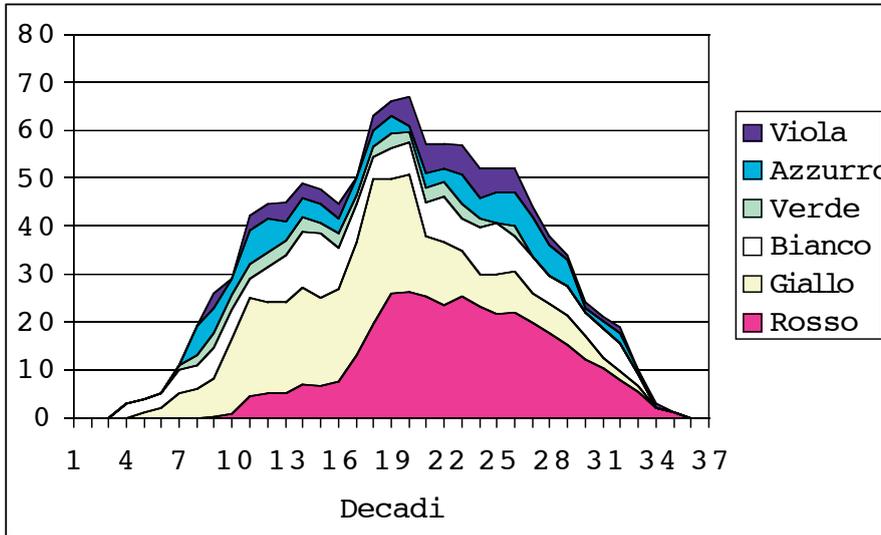


Fig. 3, Colori antesici nella landa
 Fig. 3, Flowering colours in grassland

Pertanto, qualora non sia indicato diversamente, tutte le analisi qui riportate derivano da *rilevazioni dirette* eseguite con periodicità decadale. (GENZO, 1999)

Con metodi analoghi è stata determinato anche l'assortimento cromatico delle fioriture nei vari periodi decadali, sulla base del colore dei fiori di ciascuna specie. La ripartizione è avvenuta secondo i seguenti colori: rosso, giallo, bianco, verde, azzurro e viola.⁷ Nel rosso sono stati inclusi anche i colori affini come il rosa ed il rosso porpora, quest'ultimo molto frequente nelle corolle.⁸ Qualora nei singoli fiori di una specie erano rappresentati più colori, per esempio nel caso di corolle screziate, è stato considerato solo quello prevalente. Se, invece, in una popolazione specifica erano presenti individui con colori diversi, le diverse rappresentanze cromatiche sono state distribuite secondo le percentuali con cui essi appaiono normalmente sul Carso per quella determinata specie.⁹ Anche in tal caso il colore complessivo della fioritura in una determinata cenosi è stato ottenuto dal prodotto del numero di specie rappresentate per ciascun colore per la rispettiva intensità antesica. Essi sono rappresentati nelle Figg. 3 e 5.¹⁰

⁷ Per certe analisi si sono considerate anche le specie apetalie. Il fenomeno dell'autogamia non è stato qui preso in considerazione, anche per quanto osservato da POLDINI, 1987.

⁸ Come esempi di tali corolle si potrebbero rispettivamente considerare la *Rosa canina* L. e, rispettivamente, il *Lamium orvala* L. Il colore rosso intenso è invece poco presente in natura, ad es. in *Papaver rhoeas* L.

⁹ Confronta anche MAURICH V. ET AL., 1976.

¹⁰ Nei diagrammi dei colori le ordinate rappresentano quindi valori convenzionali.

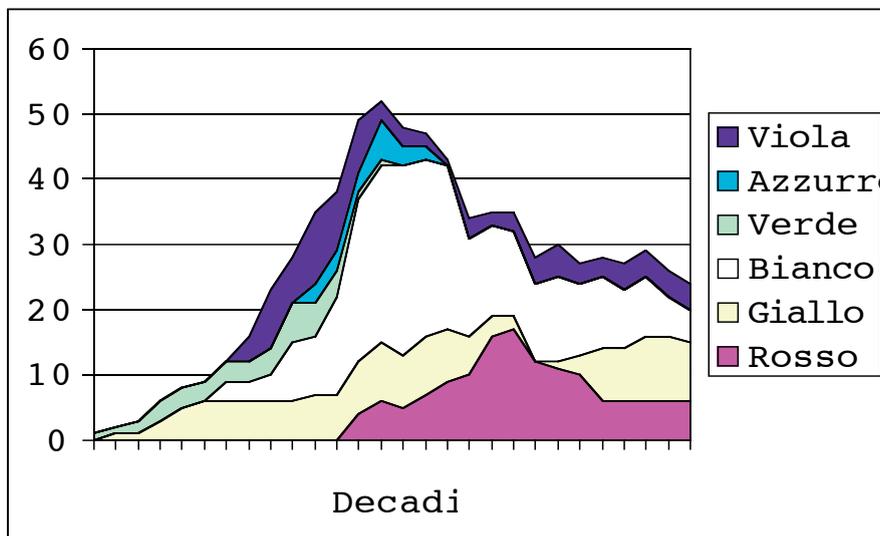


Fig. 5, Colori antescici nella bosaglia
 Fig. 5, Flowering colours in brushwood

3. - Analisi dell'altezza verticale degli scapi fioriferi

L'analisi della fig. 1 porta ad interessanti considerazioni sull'andamento medio dell'altezza dal suolo degli apparati fiorali durante il corso dell'anno nelle due biocenosi. Dal confronto tra i due ambienti, balza evidente l'altezza più elevata raggiunta dalle specie erbacee del sottobosco, con valori medi annui di 32,9 cm, rispetto alla landa, valori medi intorno a 19,3 cm.

Considerando in modo analitico dapprima l'ambiente aperto di landa, si nota nel periodo pre-primaverile (febbraio) altezze dei fiori a livello inferiore a 10 cm, seguite da un rapido e costante incremento nei successivi mesi da marzo a maggio, nel qual mese l'altezza media è compresa tra i 20 ed i 30 cm. Dopo un periodo di lieve flessione, l'incremento di altezza dei fiori dal suolo aumenta molto moderatamente raggiungendo un massimo, superiore ai 30 cm, tra luglio ed agosto, seguito a una lieve flessione nel periodo autunnale. La fine della stagione antescica porta ad un altro modesto incremento di altezza, ma quest'ultimo dato deve essere interpretato con cautela, in quanto espressione di un numero limitatissimo di specie in fase di fioritura ad intensità più bassa.

L'andamento delle altezze dal suolo degli scapi fioriferi in ambiente di bosaglia ricalca in modo sorprendentemente simile quello dell'ambiente di landa. L'incremento massimo di altezza si verifica anche qui tra aprile e maggio, con un piccolo massimo relativo a giugno ed un altro, più accentuato, ad agosto, seguito da una complessiva lieve flessione nel periodo autunnale, nonostante un terzo periodo con valori più elevati.

Queste osservazioni risultano confermate da un'analisi quantitativa, ove il coefficiente di correlazione tra le due serie risulta $R = +0,86$ ed anche $R = +0,89$

qualora escludiamo le rilevazioni di testa (gennaio) e coda (dicembre) della serie di bosaglia rappresentate solo da 1-2 specie in antesi al livello più basso.

L'incremento medio di altezza dal suolo degli apparati fiorali delle specie entomofile dal periodo primo primaverile al periodo estivo, con lieve diminuzione nel periodo autunnale deve essere con buona verosimiglianza collegato con l'incremento nella stagione primaverile dei cespi fogliari basali della molteplicità delle specie presenti in ogni biocenosi, che costringono le specie ad antesi più tardiva ad un aumento medio della statura, di modo che i fiori mediamente sorpassino lo strato erbaceo, al fine di favorire l'attività impollinatrice degli insetti pronubi, e in definitiva, la riproduzione delle specie medesime.

All'altezza media dal suolo più elevata nel periodo estivo contribuiscono però anche le specie ad impollinazione anemofila, in quanto in tale caso il trasporto del polline avviene tramite il vettore vento, che notoriamente assume velocità più elevate ad una maggiore distanza dal suolo (GEIGER, 1950), e dove non trova ostacolo da parte di strutture fogliari. La Fig. 2 rappresenta esclusivamente tali specie, disaggregate dal resto del complesso floristico della landa.¹¹

Per quanto riguarda la posizione media più elevata rispetto al suolo dei fiori delle specie di ambiente nemorale, si potrebbe supporre che essa derivi da una tendenza

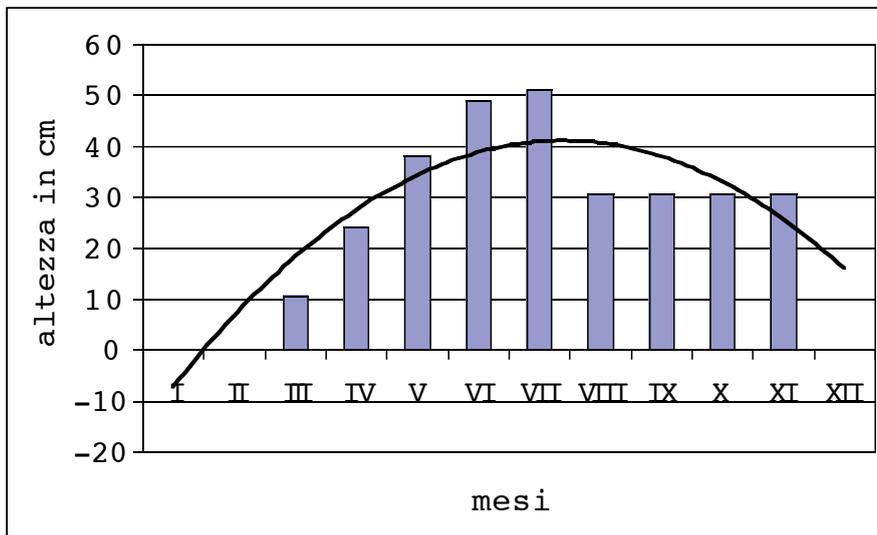


Fig. 2. Altezza media delle fioriture delle specie ad impollinazione anemofila (landa)

Fig. 2. Middle heights of flowers with pollination by wind (grassland)

¹¹ Questo grafico è desunto dalle seguenti specie ad impollinazione anemofila: *Bothriochloa ischaemum* (L.) Keng, *Bromopsis erecta* Huds (aggr.), *Carex hallerana* Asso, *Carex humilis* Leyss., *Chrysopogon gryllus* (L.) Trin., *Dactylis glomerata* L. s.l., *Festuca valesiaca* Schleich. & Gaudin, *Melica ciliata* L. s.l., *Poa pratensis* L.. I valori bassi dopo luglio derivano dal fatto che quasi nessuna specie anemofila è in fase antesica a partire dalla tarda estate.

delle specie di ambiente sciafilo a crescite di statura maggiore, al fine di catturare più luce per la funzione fotosintetica. Questa tendenza è del resto ben nota anche per quanto riguarda gli individui arborei, ove la crescita è più rapidamente indirizzata verso l'alto in un bosco fitto che non là dove gli esemplari si sviluppano isolati in ambiente aperto.

4. - Analisi cromatiche delle antesi

Dalle rilevazioni dei colori delle fioriture secondo i metodi precedentemente descritti si sono ottenuti i diagrammi cromatici riguardanti i valori assoluti per la landa (fig. 3) e la percentuale di ogni colore rispetto alla fioritura complessiva (fig. 4). Nei diagrammi successivi sono stati rappresentati invece per l'ambiente di boscaglia i valori assoluti (fig. 5) e percentuali (fig. 6).

L'esame dei colori dell'ambiente di landa porta a una netta prevalenza dei colori più chiari, bianco e giallo, nei primi mesi dell'anno, almeno fino a giugno. Il colore bianco prevale solo nelle fioriture più precoci (febbraio), in seguito è soppiantato dal giallo, nelle sue diverse tonalità. Il colore azzurro è meno rappresentato, appare prevalentemente nelle fioriture precoci primaverili (marzo – aprile), anche se riaffiora in quelle autunnali (settembre – ottobre). Abbastanza simile è la frequenza del colore viola, più rappresentato però nel periodo autunnale oppure tardo – estivo. Il colore verde è poco rappresentato, in prevalenza nel periodo estivo centrale, tra luglio ed agosto. Siccome è indubbio che i colori dei fiori fungono da elementi attrattori per gli insetti pronubi, è presumibile che si venga ad instaurare una concorrenza tra i colori contemporaneamente presenti in un determinato

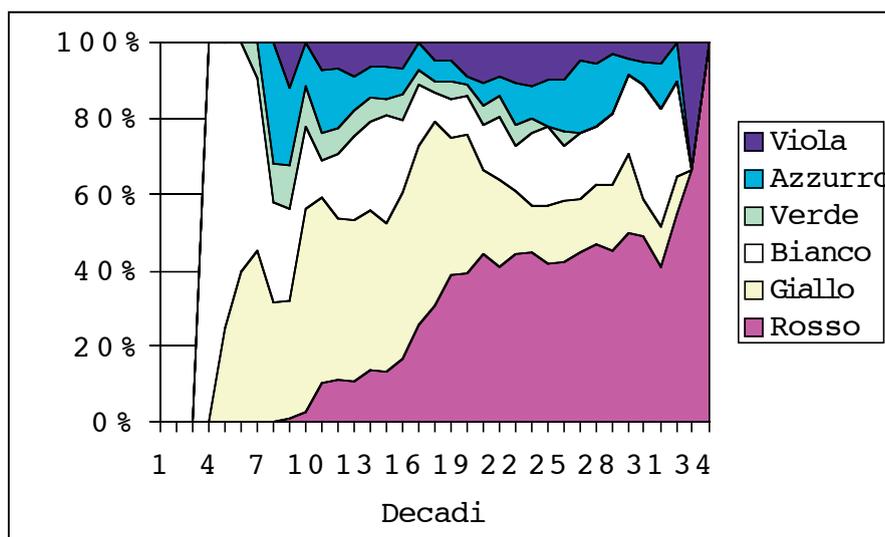


Fig. 4, Percentuali dei colori antesici nella landa
Fig. 4, Percentage of flowering colours in stony grassland

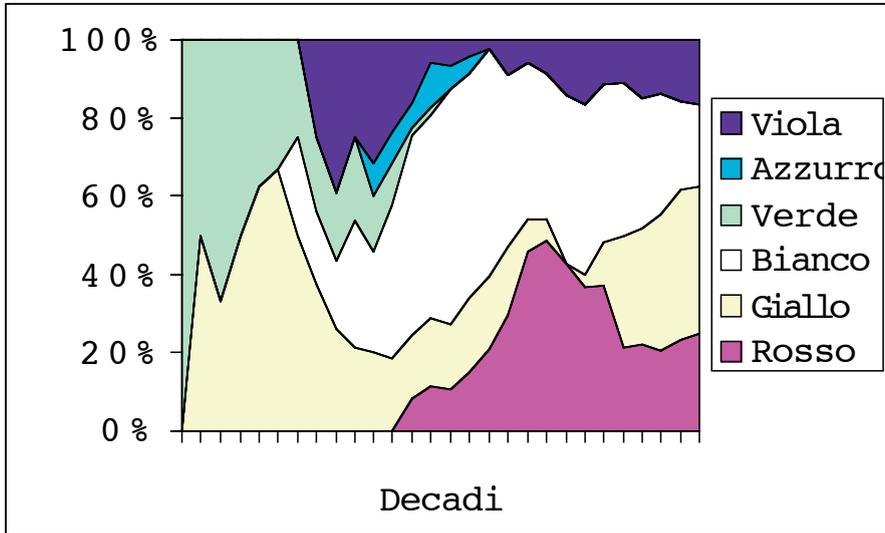


Fig. 6, Percentuali dei colori antesici nella boscaglia
 Fig. 6, Percentage of flowering colours in brushwood

ambiente, per cui il colore verde risulterà in generale sfavorito sullo sfondo verde delle foglie, tranne che in periodi di accentuata siccità, come quello estivo, nel quale queste avvizziscono determinando uno sfondo di colore ocreo.

Il colore rosso, in particolare nella tonalità porpora, ha l'andamento più caratteristico. Assente nelle fioriture più precoci, assume un rilievo modesto nella tarda primavera, diventando il colore più rappresentato in piena estate (luglio), e con percentuali che superano tutti gli altri colori insieme considerati nei mesi successivi.

Le analisi cromatiche della boscaglia portano a risultati complessivamente abbastanza simili all'ambiente di landa. Il colore bianco risulta qui più rappresentato del giallo, specialmente nei mesi tardo – primaverili ed anche estivi. Il viola ha un picco notevole nella piena primavera (aprile – maggio) ed è abbastanza ben rappresentato anche nel periodo autunnale, analogamente alla landa. Scarsa in quasi tutto l'anno la componente cromatica azzurra, prevalentemente primaverile, mentre il verde, a differenza della landa, è preminente nei primi due mesi dell'anno. Riteniamo che la preponderanza di questo colore nella boscaglia vada interpretata con le stesse modalità del suo apparire nella landa nel periodo tardo estivo, in relazione alla funzione attrattiva di tale colore quando lo sfondo è diverso dal verde: in questo caso il colore ocreo è rappresentato prevalentemente dalla cotica erbacea della *Sesleria autumnalis* Schultz, avvizzita dal gelo invernale.

La componente rossa ha anche nella boscaglia un andamento molto simile a quello già osservato nella landa. Tale colore appare tardivamente, appena nel mese di maggio, incrementandosi fortemente nella stagione estiva e fin nell'autunno più avanzato. Percentualmente esso non arriva tuttavia a raggiungere i valori di dominanza assoluta riscontrati nella landa per la presenza qui molto notevole dei colori giallo e bianco anche nel periodo estivo - autunnale.

Mentre nella landa l'apice della fioritura si verifica a luglio, nella boscaglia esso avviene a maggio, secondo quanto già notato in precedenti analisi (GENZO, 1999).

5. - Altre relazioni tra altezze fiorali, colori e forme biologiche

a) Relazioni altezze/colore

Aggregando i dati disponibili in varie modalità e confrontando le altezze medie in relazione al colore (fig. 7), nell'ambiente di landa si è ottenuta una evidente superiorità di altezza per le specie apetalate prive di colore ad impollinazione anemofila¹²: specie con fiori bianchi e gialli risultavano mediamente appena superiori ai 20 cm, mentre quelle con fiori viola e rosso raggiungevano i 30 cm, secondo la tendenza generale di questi ultimi colori a situarsi nel periodo antesico intermedio o più avanzato, a differenza delle specie bianche o gialle, generalmente più precoci. I colori più chiari, giallo e bianco, risultano probabilmente più appariscenti: pertanto le specie che producono fiori di tale colore hanno bisogno di innalzare meno i loro steli fiorali dal suolo per essere visitate dagli insetti. Analoghe tendenze si rilevano in boscaglia: considerando anche specie appartenenti agli strati superiori (strato arboreo, fruticoso e suffruticoso) è risultata nettissima la tendenza di queste specie a statura maggiore verso fiori a struttura apetalata, oppure di colore

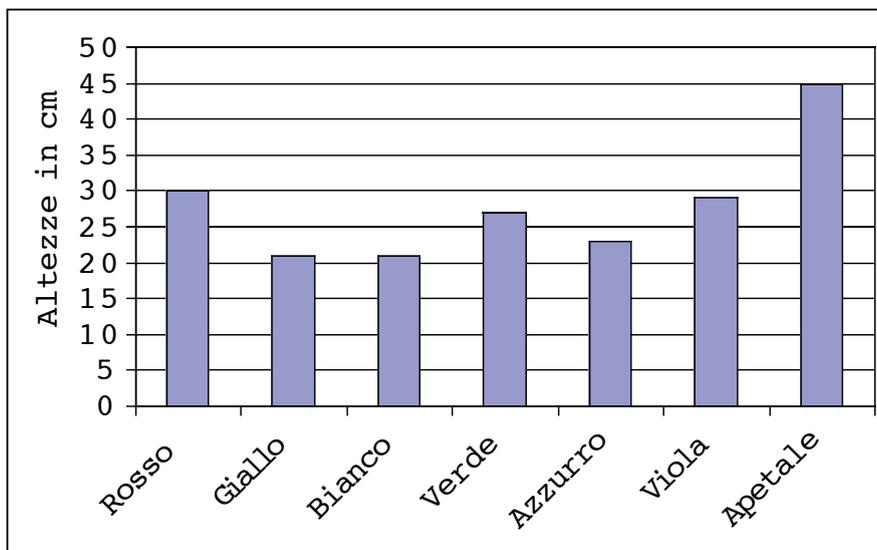


Fig. 7, Altezze medie per colori nella landa
 Fig. 7, Middle heights for colours in grassland

¹² Cfr. anche fig. 2.

bianco o, più limitatamente, giallo. In queste specie più elevate gli altri colori praticamente non sono rappresentati.

b) Relazioni altezze / forma biologica

Nella landa le specie a statura più modesta appartenevano alla categoria delle Geofite, seguite in ordine crescente dalle Camefite, dalle Terofite e dalle Emicriptofite. (fig.8)

Situazione analoga si è verificata nella boscaglia, con Geofite, Camefite ed Emicriptofite disposte in ordine crescente di altezza; ovviamente molto più elevata risultava qui la presenza delle Fanerofite s.l.. In questo ambiente le Terofite risultavano nel complesso poco rappresentate.

L'ordine qui riscontrato corrisponde bene ai periodi caratteristici di fioritura, con le Geofite ad antesi più precoce, seguite poi da Camefite e più tardi ancora da Emicriptofite (GENZO, 1999)

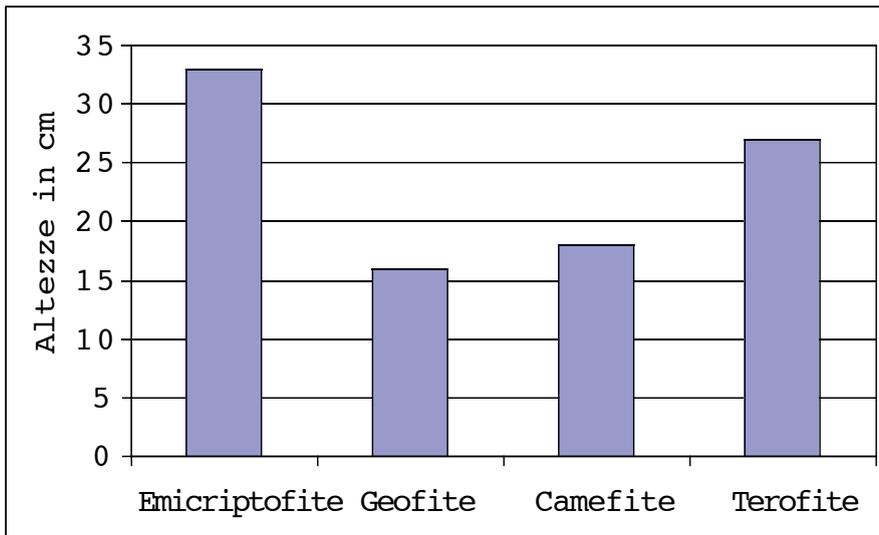


Fig. 8. Altezze medie in relazione con le forme biologiche nella landa
 Fig. 8, Middle heights in comparison with biological forms in grassland

c) Relazioni colore / forma biologica

Lo studio di queste relazioni non ha portato ad evidenziare marcati collegamenti tra i due caratteri salvo il caso della forte tendenza delle Fanerofite verso fiori apetalati oppure, nel caso di fiori a colore vistoso, prevalentemente bianchi (75%) oppure gialli (25%), come già precedentemente segnalato.¹³ Questi colori

¹³ Vedi relazioni altezze/colori.

particolarmente appariscenti potrebbero rappresentare un richiamo attrattivo più forte nei confronti degli insetti, in un ambiente chiuso e sostanzialmente meno luminoso come quello nemorale. Nelle Geofite prevale in entrambe le cenosi il colore bianco, nelle Camefite e Terofite il giallo, mentre nelle Emicriptofite sono rappresentati in misura equilibrata quasi tutti i colori. (fig.9)

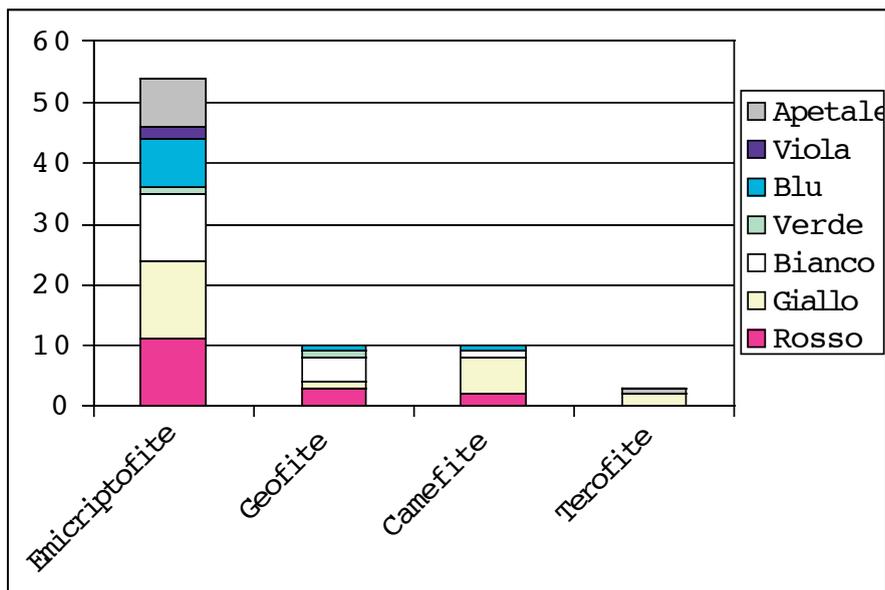


Fig. 9, Colori in relazione con le forme biologiche nella landa
Fig. 9, Colours in comparison with biological forms in grassland

d) Relazioni altezze / corologia

Le varie componenti corologiche sono state aggregate in 4 gruppi fondamentali, per una caratterizzazione più evidente del fenomeno. Al gruppo delle Eurasiatiche sono state ascritte anche le specie Europee, Eurosibiriche, Circumboreali, Mediterraneo-Atlantiche e Paleotemperate; al gruppo delle Illirico-mediterranee anche le specie Sud-illiriche, Sudest-europee, le Eurimediterranee e le Stenomediterranee; al gruppo delle Pontiche anche quello delle Mediterraneo-Pontiche, mentre al gruppo delle Mediterraneo-Montane non vengono aggregate altre componenti corologiche.¹⁴ La fig. 10, riferita alla landa, indica che il gruppo Eurasiatico s.l. e quello delle Illirico - mediterranee s.l. sono notevolmente più elevati per altezza dal suolo dei fiori rispetto agli altri (Pontiche e Mediterraneo-montane). La corrispettiva analisi delle piante erbacee e suffruticose presenti nella boscaglia

¹⁴ Confronta POLDINI, 1989, pag. 183 e segg. Questa modalità di aggregazione è già stata utilizzata nelle analisi antiche in GENZO, 1999.

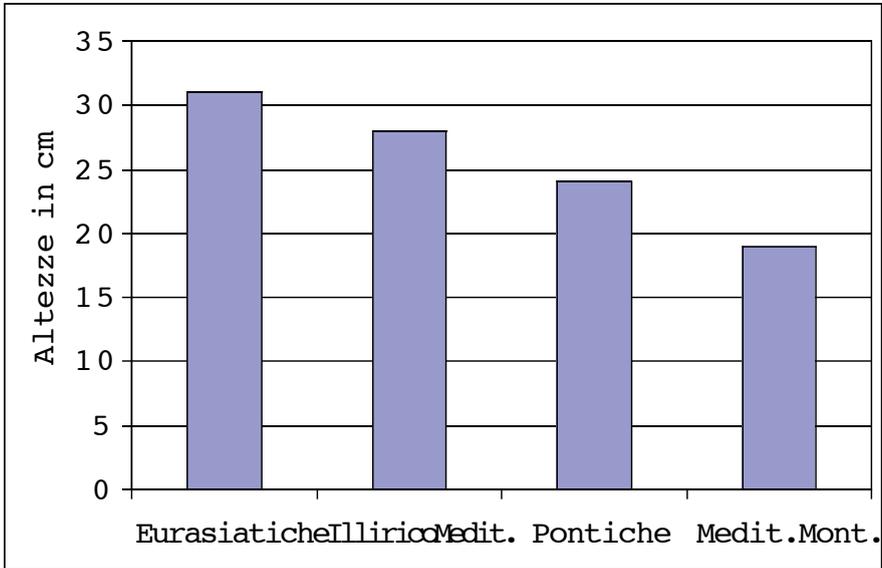


Fig. 10, Altezze medie fioriture landa e corologia
 Fig. 10, Middle hights in comparision with corology in grassland

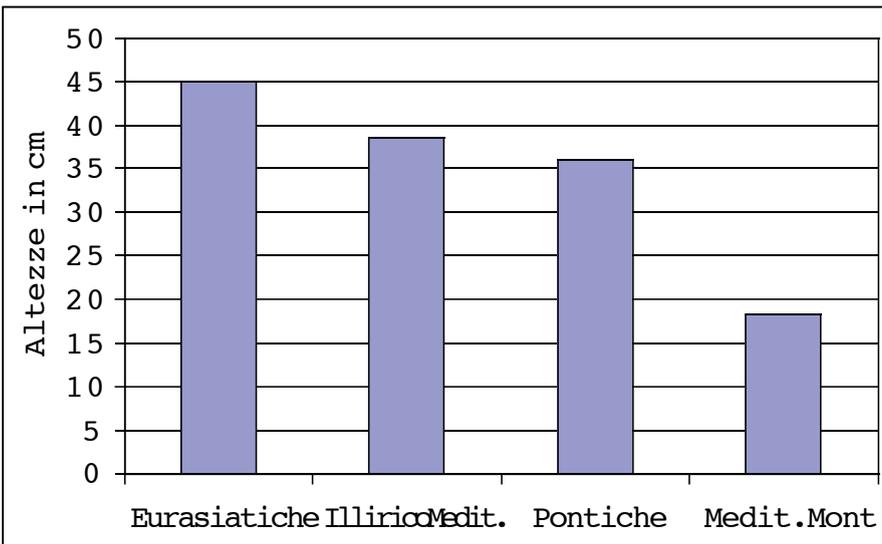


Fig. 11, Altezze medie fioriture boscaglia e corologia
 Fig. 11, Middle hights in comparision with ecology in brushwood

(fig. 11) porta a risultati simili. Anche qui risultano mediamente più elevate le specie Eurasiatiche s.l., seguite, nell'ordine, dalle specie Illirico-Mediterranee, dalle Pontiche e dalle Mediterraneo-Montane. Le stature minori dei gruppi di specie Pontiche potrebbero essere messe in relazione al loro periodo prevalente di fioritura, tendenzialmente situato nella primavera (GENZO, 1999), mentre le altezze ancora inferiori delle specie Mediterraneo – montane andrebbero associate ad adattamenti della flora orofita nella quale la cotica erbosa è notoriamente di spessore più modesto.¹⁵

6. - Considerazioni finali

I fiori in quanto organi riproduttori contribuiscono in misura essenziale alla propagazione di una specie.¹⁶ Nell'ambito della stessa cenosi vegetale si svilupperanno probabilmente molteplici interazioni tra le specie, che potranno contribuire alla diffusione o alla scomparsa di alcune anche in relazione al delicato momento riproduttivo, in cui l'antesi costituisce un passaggio essenziale. È anche possibile che si sviluppino forme di concorrenzialità tra le specie esistenti nello stesso ambiente.

Per la flora ad impollinazione anemofila è fondamentale la necessità di disperdere facilmente il polline, il che ha portato alla formazione di specie con fiori mediamente a maggiore altezza dal suolo, come è stato verificato, nel caso del territorio carsico, in particolare nella landa. Le eccezioni a tale norma, date da poche specie come *Carex humilis* e *C. hallerana*, sono facilmente spiegabili, in quanto trattasi di specie a fioritura molto precoce, quando la landa è ancora priva di rinnovi fogliari anche a livello del suolo. In altri casi, qui esaminati solo di sfuggita, la produzione di polline da parte di fiori apetalati precede, di norma, l'emissione di foglie, come risulta ad es. in molte Fanerofite di portamento arboreo o arbustivo.¹⁷

Per la flora ad impollinazione entomofila le indagini fin qui svolte hanno evidenziato in tutti i casi un aumento medio complessivo delle altezze degli apparati fiorali durante il corso dell'anno, più marcato nella tarda primavera e successivamente più modesto, con molte analogie, anche nei ritmi di crescita, tra ambiente di landa e ambiente di boscaglia: esso riflette probabilmente un adattamento per rendere più facile l'accesso agli insetti impollinatori, in quanto sovrastante lo strato erbaceo a sua volta in fase di crescita durante il medesimo periodo.¹⁸

¹⁵ Le relazioni colore / corologia non sono state trattate in quanto ampiamente prese in disamina nei lavori di POLDINI & VIDALI (1987) e di POLDINI (1989, pagg. 187-195).

¹⁶ Nei vegetali è peraltro possibile anche la riproduzione agamica.

¹⁷ Ad es. *Corylus avellana*, *Ostrya carpinifolia* ecc.

¹⁸ Specie con fiori a livello del suolo come ad es. *Asarum europaeum* L., caratteristico dell'*Asarum – Carpinetum betuli* del fondo delle doline, con corolle di colore bruno-violaceo normalmente occultate da foglie disposte superiormente, si riproducono mediante autoimpollinazione. (HEGI, Band III,1, pag. 342)

I colori dei fiori presenti in una biocenosi richiedono interpretazioni forse più complesse. Le relazioni altezza /colore / forma biologica / corologia sono abbastanza bene individuate, almeno come linea di tendenza. Così, ad esempio, nelle Geofite, che sono generalmente a fioritura precoce, gli steli fioriferi sono di altezza contenuta, ed il bianco è il colore prevalente.

Più importante sembra l'analisi dello sviluppo dei diversi colori al progredire delle diverse fasi stagionali. In certi casi il contrasto tra il colore del fiore e il colore prevalente nell'ambiente sembra essere un carattere adattativo evidente per l'attrazione di insetti pronubi. La presenza del colore verde, ad esempio, in generale piuttosto raro, affiora in particolare nei periodi in cui lo sfondo erbaceo è diverso da tale colore, e precisamente durante i periodi di forte siccità estiva o alla fine della stagione invernale, quando le foglie rinsecchite da aridità o gelo assumono una caratteristica tonalità ocrea. Altri colori particolarmente frequenti possono essere ancora spiegati in termini di contrasto con lo sfondo dell'ambiente. Tra questi, probabilmente, anche la prevalenza del colore bianco, e subordinatamente di quello giallo, nella boscaglia, ove fino a tarda estate rimane uno sfondo sicuramente più scuro rispetto all'ambiente aperto della landa. In questi casi, l'assunzione di certi colori da parte dei fiori di determinate specie con fioritura simultanea o quasi potrebbe essere stata determinata da meccanismi concorrenziali, in cui colori più appariscenti oppure distinti dal tipo dominante in ciascun periodo stagionale potrebbero aver avvantaggiato determinate specie.

Restano tuttavia evidenti tendenze difficilmente spiegabili solo sulla base delle considerazioni qui sopra esposte. In entrambi gli ambienti esaminati, ad esempio, il colore rosso, soprattutto nella sua tonalità porpora, appare tardivamente, ma in misura massiccia, e tale da diventare preponderante nell'estate avanzata.¹⁹ Come è possibile spiegare questo sulla base di un puro meccanismo di concorrenza tra specie diverse? Gli insetti impollinatori, appartenenti eventualmente anche a generi diversi a seconda delle specie visitate, potrebbero giocare un ruolo fondamentale. È anche da considerare che la percezione cromatica da parte degli insetti risulta diversa per certi aspetti dalla nostra, con sensibilità ad esempio ben nota alla luce polarizzata, ultravioletta, ecc.²⁰ per cui solo accurate indagini in tale direzione potrebbero chiarire in qual modo la diversità dei colori dei fiori sia un carattere tale da favorire la diffusione di una specie a discapito di altre, spiegando anche le variazioni di composizione cromatica complessiva delle biocenosi al volgere delle stagioni.

¹⁹ L'autore ha osservato questa tendenza anche in prati pingui in territorio urbano (GENZO, 1991)

²⁰ Ad es. è nota la repulsione degli insetti per gli *oggetti* di colore nero o bianco. Il nero infatti non è normalmente presente nel perianzio; gli insetti sono però attirati dai fiori di colore bianco, perché in tal caso i petali rimandano i raggi ultravioletti, per noi non percepibili. (CHAUVIN, 1967, pag. 63)

BIBLIOGRAFIA

- CHAUVIN R., 1967 Il mondo dell'insetto. Il Saggiatore, Milano. 256 pp.
- COASSINI LOKAR L. e POLDINI L., 1978 Studio sulla colorazione da antocianidine in alcune specie della flora italiana. *Giorn. Bot. Ital.*, 112: 327-336.
- FÜLLEKRUG E., 1967 Phänologische Diagramme aus einem Melico-Fagetum *Mitt. Flor. Soziolog. Arbeitsgemeinschaft*, 11/12 : 142-158, Todenmann/Rinteln
- FÜLLEKRUG E., 1969 Phänologische Diagramme von Glatthaferwiesen und Halbtrockenrasen. *Ibid.*, 14:255-273
- GEIGER R., 1950 The climate near the ground. Harvard Univ. Press. 481 pp.
- GENZO C., 1991 Le variazioni cromatiche nella fioritura di un prato. *Scuola e didattica*. Anno XXXVI, n.9: 79-81. Brescia.
- GENZO C., 1999 Cinque anni (1993-97) di osservazioni fenantesiche sul Carso isontino e triestino. *Gortania*, 21:89-120. Udine.
- GENZO C., 2000 a La landa carsica: un ambiente da salvare. *Alpi Giulie*: 94/1: 8-15. Trieste.
- GENZO C., 2000 b Le doline del Carso: morfologia e vegetazione, con periodi di fioritura di specie rappresentative. *Alpi Giulie*: 94/2: 27-36. Trieste.
- GENZO C., 2001 a L'intensità di fenomeni antesici quale criterio di individuazione dell'habitat primario di specie vegetali di orlo sul Carso triestino. *Gortania*, 23: 121-128. Udine.
- GENZO C., 2001 b Vegetazione del Carso: la boscaglia illirica e le sue fioriture. *Alpi Giulie*: 95/1: 5-12. Trieste.
- GENZO C., 2002 Relazioni tra periodi antesici della flora triestina e ambiente, forma biologica e corologia. *Atti Mus. Civ. St. Nat. Trieste*. 49: 5 – 18. Trieste.
- HEGI G., 1958 Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Band III,1. Hansen. München.
- MARCHESETTI de C. 1897 Flora di Trieste e de' suoi dintorni. Trieste.
- MAURICH V., POLDINI L., SCIORTINO T., GRATTON S., 1976 The analysis of the floral polychromy in "Polygala nicaeensis". *Boll. Chim.-Farmaceutico* 115: 58. Milano.
- PIGNATTI S., 1982 Flora d'Italia (3 voll.) Edagricole, Bologna
- POLDINI L. e COASSINI LOKAR L. 1979, Sulla variabilità cromatica dei fiori nelle specie di *Crocus L.* delle Alpi sudorientali italiane, *Giorn. Bot. Ital.*: 225-235.
- POLDINI L. & VIDALI M., 1987, Lo stress ambientale e il risparmio energetico nei meccanismi di impollinazione nelle cenosi erbacee. *Biogeographia*, 13: 179-207. Forlì.
- POLDINI L., 1989 La vegetazione del Carso isontino e triestino. Lint. Trieste.
- POLDINI L. 1991 Atlante corologico delle piante vascolari nel Friuli Venezia Giulia, Reg. Aut. Friuli – V. Giulia ; Univ. Studi Trieste. Udine.
- POLDINI L., ORIOLO G. & VIDALI M., 2001 Vascular flora of Friuli Venezia Giulia. An annotated catalogue and synonymic index. *Studia Geobot.*, 21: 3-227.
- POLDINI L., 2002 Nuovo Atlante corologico delle piante vascolari nel Friuli Venezia Giulia, Reg. Aut. Friuli – V. Giulia ; Univ. Studi Trieste. Udine.

INDAGINE CECIDOLOGICA NELLA FORESTA DI TARVISIO (FRIULI-VENEZIA GIULIA, ITALIA) I - CONTRIBUTO

ETTORE TOMASI

Museo Civico di Storia Naturale di Trieste,
Piazza A. Hortis 4, I – 34123 Trieste, Italia

Abstract - Investigation on galls in the Tarvisio Forest (Udine-Italy-North Eastern) – The Autor reports the results, archived between 1993-2002, of the researches concerning the galls of the area Tarvisio Forest (Udine, North Eastern Italy). 227 species have been identified, subdivided as follows: Alphaproteobacteria Rhizobiaceae (1), Gammaproteobacteria Pseudomonadaceae (1), Oomycetes Albuginaceae (1), Ascomycota Rhytismataceae (3), Ascomycota Thaprinaceae (6), Basidiomycota Coleosporiaceae (3), Basidiomycota Melampsoraceae (4), Basidiomycota Phragmidiaceae (2), Basidiomycota Pucciniaceae (17), Basidiomycota Ustilaginaceae (3), Basidiomycota Sphaerophragmiaceae (1), Basidiomycota Exobasidiaceae (3), Nematoda Anguinidae (1), Nematoda Aphelenchoidae (1), Acari Phytoptidae (3), Acari Eriophyidae (43), Heteroptera Piesmidae (1), Homoptera Aphalaridae (2), Homoptera Psyllidae (4), Homoptera Triozidae (8), Homoptera Adelgidae (7), Homoptera Aphididae (24), Coleoptera Apionidae (1), Coleoptera Curculionidae (4), Diptera Cecidomyiidae (54), Diptera Tephritidae (3), Diptera Anthomyiidae (1), Lepidoptera Tortricidae (3), Hymenoptera Tenthredinidae (6), Hymenoptera Cynipidae (16). The found in the studied area quite corresponding to the fauna of the confining (Austria and Slovenia) and neighbouring countries (Hungary, Czech Republic and so on).

Key words: Galls, Tarvisio Forest, TSM Trieste.

Riassunto breve - L'Autore riporta i risultati delle ricerche, effettuate tra il 1993 e il 2002 e non ancora concluse, inerenti i fito-zooceccidi della Foresta di Tarvisio (Udine, Italia Nordorientale). In quest'area sono state identificate 227 specie così ripartite: Alphaproteobacteria Rhizobiaceae (1), Gammaproteobacteria Pseudomonadaceae (1), Oomycetes Albuginaceae (1), Ascomycota Rhytismataceae (3), Ascomycota Thaprinaceae (6), Basidiomycota Coleosporiaceae (3), Basidiomycota Melampsoraceae (4), Basidiomycota Phragmidiaceae (2), Basidiomycota Pucciniaceae (17), Basidiomycota Ustilaginaceae (3), Basidiomycota Sphaerophragmiaceae (1), Basidiomycota Exobasidiaceae (3), Nematoda Anguinidae (1), Nematoda Aphelenchoidae (1), Acari Phytoptidae (3), Acari Eriophyidae (43), Heteroptera Piesmidae (1), Homoptera Aphalaridae (2), Homoptera Psyllidae (4), Homoptera Triozidae (8), Homoptera Adelgidae (7), Homoptera Aphididae (24), Coleoptera Apionidae (1), Coleoptera Curculionidae (4), Diptera Cecidomyiidae (54), Diptera Tephritidae (3), Diptera Anthomyiidae (1), Lepidoptera Tortricidae (3), Hymenoptera Tenthredinidae (6), Hymenoptera Cynipidae (16). Le specie rinvenute nell'area di indagine, trovano rilevante corrispondenza nella fauna dei Paesi confinanti (Austria e Slovenia) e limitrofi (Ungheria, Repubblica Ceca, ecc.).

Parole chiave: Fito-Zooceccidi, Foresta di Tarvisio, TSM Trieste.

1. - Premessa

La Foresta di Tarvisio si estende nell'alta Val Canale, tra Alpi Carniche, Karavanke e Alpi Giulie occidentali, il cui territorio ricade nell'ambito dei comuni di Pontebba, Malborghetto-Valbruna e Tarvisio (Regione Friuli-Venezia Giulia, Udine, Italia Nordorientale): punto d'incontro dei tre confini di Stato tra Italia, Austria e Slovenia.

È un'ampia vallata alpina di 30 km di sviluppo, quale conclusione del più lungo Canale del Ferro (Valle del Fiume Fella), nel cui andamento da ovest ad est affluiscono alcune valli laterali minori (valloni di Riobianco, Ugovizza, Uqua e Bartolo, Fusine, Valromana, Valbruna e Rio del Lago). La vallata si apre tra un settore di carbonatiti triassiche che poggiano su argilloscisti del Carbonifero a nord (Alpi Carniche) e una predominante costituzione di rilievi costituiti da rocce carbonati-

che (calcarei e calcari dolomitici mesozoici) che caratterizzano le imponenti Alpi Giulie a sud.

Sul versante Carnico le strutture orotettoniche superano di poco i 2000 metri d'altitudine e assumono forme arrotondate e dolci, prevalentemente ricoperte da vasti consorzi forestali, al cui limite superiore vasti pascoli alpini ricoprono i rilievi. Pure il limitato settore delle Karavanke presenta caratteristiche analoghe.

Differente il versante meridionale della vallata, occupato dalle imponenti architetture rocciose delle Alpi Giulie, con cime che superano i 2700 metri d'altitudine. In questo settore, al di sopra dei prati di fondovalle e delle estese foreste, si ergono altissime cime rocciose con pareti, spigoli e torri dalla fisionomia dolomitica, al cui interno penetrano profonde vallate.

Alcune strade veicolari e una capillare rete di sentieri consentono l'accesso all'area, alle cime principali ed agli angoli naturalisticamente più interessanti.

L'area in esame, salvo alcuni settori privati, costituisce la superficie occupata dalla Foresta di Tarvisio, che fu proprietà della Casa d'Austria fino alla conclusione del primo conflitto mondiale. Nel 1919 passò allo Stato italiano, e la sua gestione è affidata al Corpo Forestale dello Stato, che ereditò antiche regole inerenti i diritti di servitù e di coltura forestale (Patente Imperiale, 1853). Dal 1980 il comprensorio ha assunto il ruolo di Riserva Naturale di popolamento faunistico, in cui è esclusa ogni attività venatoria. Inoltre, al suo interno sono state istituite due Riserve Naturali Integrali (Riobianco e Cucco), quali riserve biogenetiche a livello europeo.

Va ricordato infine, che il vasto comprensorio della Foresta, assieme agli adiacenti parchi naturali dei Laghi di Fusine e delle Prealpi Giulie in versante italiano, dal 1992 è stato inserito nel Programma Ambiente delle regioni centroeuropee, che in un prossimo futuro prevede la creazione di un vasto parco naturale comprendente i settori montani delle tre regioni confinanti, quale struttura di protezione degli ambienti montani più belli di quest'area geografica (Alpi Giulie italiane; Parco del Tricorno, Bled; Karavanke, Villach).

2. - Descrizione dell'area esaminata

Il comprensorio montano che ospita la Foresta di Tarvisio, si estende per 23.293 ettari tra le ultime propaggini orientali della Catena Carnica Principale e un settore delle Alpi Giulie occidentali. Superficie occupata dal più vasto consorzio forestale d'Italia, i cui rappresentanti principali sono abete rosso (*Picea abies*), che occupa circa 15.000 ettari (60 %), faggio (*Fagus sylvatica*) il 20 %, abete bianco (*Abies alba*) il 10 %, pino silvestre (*Pinus sylvestris*) il 4 %, pino nero (*Pinus nigra*) il 3 %, larice (*Larix decidua*) il 2 % e altre specie latifoglie 1 %.

L'alta Val Canale, quale profonda piega-faglia formatasi in età Terziaria, con i suoi 30 Km circa di lunghezza, tra Pontebba e il valico di Coccau, divide i due gruppi montuosi caratterizzati dalle seguenti cime principali: i monti Poludnig (m 1999), Sagra (m 1931), Osternig (m 2052), Acomizza (m 1813) e Capin di Ponente (m 1735) per quanto riguarda il settore carnico a nord della valle; monti Leila (m 1182), Ciabin (m 1272) e Forno (m 1508) per le Karavanke a est della valle; mentre l'imponente settore Giulio a sud è caratterizzato dai monti Due Pizzi (m

2046), Jof di Miezegnot (m 2087), Jof di Somdogna (m 1889), Jof di Montasio (m 2753), Jof Fuart (m 2666), Mogenza (m 1972), Cima del Lago (m2125) e Ursic di Raibl (m 1917).

L'area appena delimitata è caratterizzata da una situazione geolitologica complessa, in rapporto alla posizione occupata rispetto alla catena Alpina. Per tracciare i tratti fondamentali ci siamo avvalsi dei lavori di MARTINIS (1971) e VENTURINI (1990). La struttura litologica dominante (settore Alpi Giulie) è costituita da rocce sedimentarie (80 %), in prevalenza carbonatiche (calcari, calcari dolomitici, dolomie mesozoiche) con assenza di rocce intrusive, mentre quelle effusive (piroclastiche) sono sporadiche. Le alture del settore settentrionale (Catena Carnica Principale), sono costituite da calcari devoniani di scogliera, che poggiano sugli scisti del carbonifero inferiore e medio.



Fig. 1, La regione Friuli-Venezia Giulia rispetto l'Italia

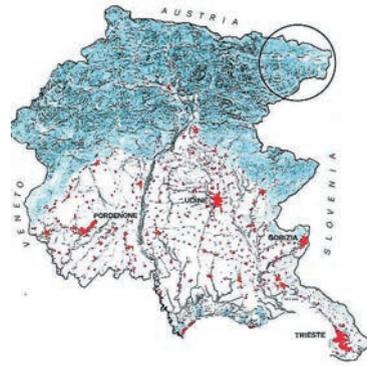


Fig. 2, L'area occupata dalla Foresta di Tarvisio nella regione Friuli-Venezia Giulia



Fig. 3, Isotherme inerenti le temperature medie annue del Friuli-Venezia Giulia (Polli S., 1971; ridisegnato)

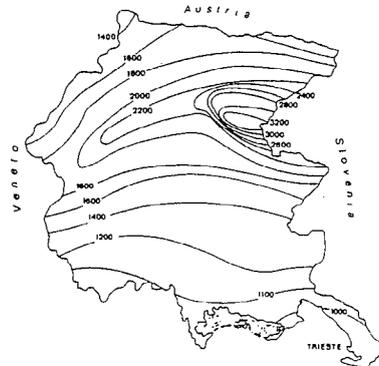


Fig. 4, Isoiete riferite alle precipitazioni medie annue del Friuli-Venezia Giulia, indicate in millimetri (Polli S., 1971; ridisegnato)

L'area dell'alta Val Canale è interessata da un clima subcontinentale freddo e da influenze submediterranee calde e umide, queste ultime dovute alla vicinanza al Mare Adriatico che influiscono, attraverso il Canal del Ferro e la Val Canale stessa, apportando un notevole contributo di precipitazioni (1600/1800 mm). Fattori questi che determinano l'abbassamento della successione altitudinale della vegetazione forestale che subisce una diminuzione di almeno 300/400 metri, rispetto al settore centrale dell'arco Alpino, con conseguenti abbondanti precipitazioni e una limitata insolazione (POLDINI, 1971).

Il paesaggio generale quindi, è quello nordico, il clima è rigido e le precipitazioni piovose e nevose sono abbondanti. Tra i due gruppi montuosi si apre la Sella di Camporosso (m 805), tra i più bassi valichi dell'arco Alpino, quale spartiacque tra il fiume Fella e corsi minori tributari del Fiume Tagliamento, che si riversa nel Mare Adriatico; mentre il torr. Slizza è affluente del Fiume Drava che si riversa nel Fiume Danubio, il quale sfocia nel Mar Nero. Corsi d'acqua che hanno dato origine a greti ghiaiosi e vasti conoidi, dove il livello idrico è mantenuto dall'elevata piovosità che interessa l'area.

La vallata è attraversata dalla SS 13 della Val Canale, che collega i capoluoghi e le frazioni sparse per la vallata (Laglesie-S. Leopoldo, Bagni di Lusnizza, S. Caterina, Molborghetto, Ugovizza, Valbruna, Camporosso, Tarvisio, Coccau), dalla quale poi si stacca la SS 54 del Friuli, che collega le frazioni minori (Oltreacqua, Rutte, Plezzut, Riofreddo e Cave del Predil); e pure dall'Autostrada A28 Alpe Adria, che si collega ai grandi circuiti autostradali europei. Inoltre a Coccau c'è il valico per l'Austria, mentre a Fusine ed a Cave del Predil, quelli per la Slovenia.

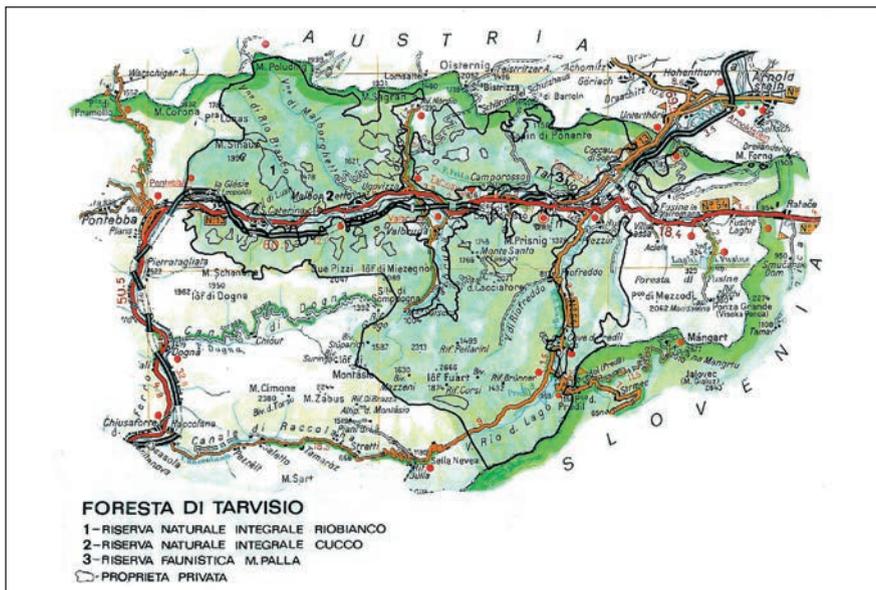


Fig. 5, L'estensione della Foresta di Tarvisio.

Centro ecologico “la Foresta”

Il centro è aperto a fianco dell’autostrada A23 Alpe Adria, subito dopo l’area di servizio Fella Est, nei pressi dell’uscita per Tarvisio. È un centro didattico realizzato e gestito dalla Forestale di Stato ed è costituito da un vasto fabbricato al cui interno sono esposti pannelli, bacheche e foto che documentano l’aspetto bioecologico della Foresta di Tarvisio. Inoltre un sistema televisivo a circuito chiuso è collegato a delle telecamere sistemate nella Foresta, consentendo di “curiosare” sulla fauna selvatica che popola la foresta.

Presente una guardia Forestale per gli eventuali approfondimenti sull’ecosistema foresta.

3. - Materiali e metodi

In un concetto moderno di censimento delle fitopatie, non è sufficiente documentare il danno o l’alterazione prodotta da una determinata specie (galla), è necessario raccogliere pure il cecidogeno produttore che induce i meccanismi fitozoocecidologici consentendo di risalire ad uno strumento diagnostico preciso. Interessante pure la distribuzione dei cecidogeni, quale valutazione delle entità del fenomeno e fonte comparativa per successivi censimenti.

In questo contributo riportiamo le specie galligene raccolte o catturate a vista sulle principali specie d’interesse forestale, aspetto questo più diffuso e importante dell’area in esame.

Le prime escursioni nell’ambito della Foresta di Tarvisio, effettuate nelle stagioni tra il 1993 e il 1995, ci consentirono di conoscere le reali possibilità operative per le ricerche cecidologiche, di individuare i biotopi più idonei ed accertare la reale rete dei percorsi pedonali e veicolari, nonché le possibili basi d’appoggio in quota. Dalle stagioni 1996 s’iniziò la ricerca sistematica delle specie galligene che, comunque, per raggiungere un censimento almeno prossimo al reale, richiederà ancora numerosi anni d’approfondite ricerche.

Considerata la vastità e complessità del territorio, che ospita una altrettanto vasta e varia distribuzione della vegetazione e della flora, in questo contributo non è stato possibile descrivere un profilo riassuntivo della vegetazione. Tante e tali sono le varianti nella composizione vegetale e floreale (pure endemiche), tra tipi di provenienza illirica e quelli europei, che è molto difficile riuscire a rappresentare schematicamente le associazioni vegetali.

In questo vastissimo consorzio prevalentemente forestale, dal fondovalle alle aree superiori delle cime montuose, l’alternarsi delle associazioni vegetali cambia al variare dei fattori ecologici, all’interno dei quali si presentano molte eccezioni.

Gli esempi più interessanti si riferiscono alla situazione del faggio (*Fagus sylvatica*), che compare al di sopra dei consorzi ad abete rosso (*Picea abies*), mentre il pino mugo (*Pinus mugo*) può scendere a quote inferiori, come in Val Saisera, Lago del Predil, ecc..

In una visione riassuntiva del quadro generale dell’area della Foresta di Tarvisio, dopo la vegetazione d’alveo e ripariale del fiume Fella e torrenti tributari, si

alternano vasti pascoli di fondovalle, concimati e falciati regolarmente (Arrenate-reti), limitati ai margini dalla fascia dei cespugli a nocciolo (*Corylus avellana*) e mezereo (*Daphne mezereum*). Segue il vasto settore dei consorzi forestali dei terreni carbonatici, posti a nord ed esposti a sud, nella successione dei quali si notano pinete a pino nero (Orno-Pineto) ed a pino silvestre (Erico-Pineto silvestre), al di sopra le faggete con abete rosso (Piceo-Fageto montano) e, infine, le cime montuose con i pascoli degradati.

Differente l'aspetto del versante sud con esposizione nord dei terreni arenacei, dove la fascia dei cespugli a nocciolo e mezereo (*Corylus avellana* + *Daphne mezereum*) di fondovalle, è seguita da vaste faggete ad abete bianco e rosso (Abieti-Piceo-Fageto montano), che raggiungono i 1500/1600 metri d'altitudine. Al di sopra si aprono vasti pascoli magri (Nardeto), regolarmente monticati con romiceti alpini. Più sopra ancora il lariceto (Asplenio-Lariceto), le mughete microterme (Rododendro-Pineto) e, infine, il settore dei ghiaioni e delle rocce sommitali (Potentilletto).

In un quadro così vario e complesso, sono state fissate alcune stazioni di rilevamento cecidologico, nelle quali si sono esaminati i maggiori rappresentanti della vegetazione e potenziali ospiti primari e secondari delle specie cecidogene.

Le stazioni sono:

- **Val Canale**, da Pontebba al valico di Coccau, con i centri abitati di S. Leopoldo Leglesie, Bagni di Lusnizza, S. Caterina, Malborghetto, Valbruna, Ugovizza, Camporosso, Tarvisio, Coccau e la stretta del torr. Slizza. Area delle pinete di fondovalle, delle cenosi arbustive a nocciolo e mezereo, dei popolamenti pionieri di salici in alveo (*Salicetum eleagni*), dei boschi ripariali a salici e pioppi, delle ontane, e della vegetazione ruderale e delle coltivazioni orticole.

- **Riserve Naturali Integrali del Riobianco e Cucco**, che si aprono a nord della frazione di S. Caterina (Malborghetto), tra i 660 ed i 1927 metri d'altitudine del M. Ghisniz. Istituite nel 1992, in occasione d'iniziative a livello nazionale ed europeo sulla tutela e protezione di particolari aree da inserire nella rete europea delle riserve biogenetiche, occupano rispettivamente 378 e 21 ettari. La prima comprende il versante orientale del M. Ghisniz e sudoccidentale del M. Cucco, rocciosi e impervi, che determina buona parte del selvaggio vallone omonimo. Estesi consorzi forestali rivestono i fianchi del vallone con peccete con larici, faggi e tassi, mentre nelle zone rocciose impervie domina il pino mugo.

Differente la Riserva del M. Cucco, che occupa una parte minore del versante meridionale roccioso e detritico dell'Alpe Piccola, aperto tra S. Caterina e Malborghetto, area di notevole interesse botanico e forestale per la presenza di un bosco puro a pino nero (*Pinus nigra*), che costituisce un'associazione vegetale ancora in fase di studio (*Fraxino orni-Pinetum nigrae*).

- **Vallone di Malborghetto**, che si estende da Malborghetto (m 718) a Sella Chersinizza (m 1542), di oltre 10 km di sviluppo, con il versante della destra idrografica (M. Cucco nord - est) roccioso e impervio, dove domina il pino mugo, mentre il versante della sinistra idrografica (M. Stabet sud-ovest) è ricoperto da densi consorzi forestali d'abete rosso (Abieti-Piceo-Fageto) e altre essenze. Il facile accesso con la strada forestale lungo quasi l'intero vallone, ha agevolato le ricerche cecidologiche.

- **Malga Granuda**, posta a 1501 metri d'altezza (Bagni di Lusnizza), sul versante settentrionale delle Prealpi di Malborghetto. Settore delle peccete miste su suolo arenaceo (Abieti-Piceo-Faggeto), al di sopra delle quali si aprono i pascoli magri ed i romiceti su substrato marnoso arenaceo (*Nardetum alpigenum trifolietosum*+*Romicetum alpino*). Al di sopra sono interessanti il larice pioniere, le formazioni cespugliose su conoidi (Saliceti) e le mughete microterme (Rododendro-Pineti).
- **Val Rauna**, aperta a nord d'Ugovizza, tra i monti Stabet e Cocco, con i vasti pascoli magri del fondovalle regolarmente falciati (Nardeto) ed i vasti consorzi forestali misti del M. Stabet versante nord-est e del M. Cocco sud.
- **Vallone d'Ugovizza**, aperto tra Ugovizza (m 771) e Sella Lom (m 1460), di oltre 6 km di sviluppo, il cui accesso è agevolato da una strada veicolare, che si conclude nei pressi del rifugio alpino Nordio-Deffar, della sezione CAI di Trieste. Interessante per la vegetazione cespugliosa d'alveo, i pascoli di Malga Podrauna e quelli superiori del M. Cocco, nonché le vaste peccete del versante della sinistra idrografica (Piceo-Faggeto montano).
- **Monti Osternig e Acomizza**, rispettivamente di metri 2050 e 1813, il cui settore superiore ospita vasti pascoli (Triseteti) regolarmente monticati, che costituiscono il tappeto erboso superiore dei rilievi della Catena Carnica Principale, tra i 1650 ed i 2000 metri d'altezza.
- **Val Bartolo**, che si apre da Camporosso (m 800) alla Sella omonima (m 1175) e delimitata dai monti Acomizza e Muli a ovest (destra idrografica) e M. Capin di Ponente a est (sinistra idrografica). Oltre ai vasti consorzi forestali che rivestono i ripidi fianchi dei monti citati (Abieti-Piceo-Faggeto), ampi pascoli si aprono nel fondovalle, tra i 996 ed i 1089 metri d'altitudine, caratterizzati da brometi.
- **Valbruna**, la cui estensione di 8 km verso sud, tra Ugovizza (m 795) e la parte superiore della vallata (Saisera, m 1000), costituisce un profondo e tra i più affascinanti solchi vallivi nell'ambito delle Alpi Giulie. È aperta tra le cime Jof di Miezegnot (m 2087), del Cacciatore (m 2071), dello Jof Fuart (m 2666) e dello Jof di Montasio (m 2753); la parete settentrionale di quest'ultimo domina imponente la valle stessa. Particolarmente interessanti le formazioni cespugliose d'alveo, i limitati e vari pascoli naturali di fondovalle freddo e delle faggete e peccete miste che ricoprono i fianchi vallivi. Particolarmente interessante la vegetazione arbustiva e pioniera dell'area della Spragna (m 1200-1580), nell'ambito del bivacco alpino Dario Mazzeni (m 1630).
- **Monte Prasnig-Cima del Cacciatore**, rispettivamente di 1780 e 2071 metri d'altezza, che rappresentano le prime alture settentrionali delle Alpi Giulie del settore tarvisiano, interessanti per i prati subalpini xerofili della Mal Lussari, dei pascoli discontinui su ghiaie e della vegetazione arbustiva pioniera superiore. Ambiente composito dalla flora alpina interessante e potenziale ospite di numerose forme cecidogene.
- **Val Rio del Lago**, quale ampia vallata che dai pressi di Tarvisio incide tutto il settore meridionale delle Alpi Giulie occidentali, aperta tra i gruppi Jof Fuart-Jof di Montasio e la catena nordorientale del M. Canin (confine di Stato con la Slovenia), fino al valico di Sella Nevea (m 1190). Lo sviluppo di 16 km rientra nella perimetrazione della Foresta di Tarvisio. Al suo interno sono presenti alcuni centri

abitati stabili (Plezzut, Riofreddo, Muda e Cave del Predil), il lago d'escavazione glaciale del Predil e, lateralmente alla valle principale, si diparte quella secondaria di Riofreddo. In quest'ambito la notevole varietà delle associazioni vegetali ha richiamato l'attenzione per l'indagine cecidologica, che si è subito presentata molto interessante per le formazioni cespugliose d'alveo, quelle ripariali del Lago del Predil e le faggete e peccete miste superiori.

- **Val Romana**, si apre a sud-est di Tarvisio, dalla frazione di Rutte-Ortigara (m 860) alla Sella Ursic (m 1736), con breve sviluppo, delimitato da alte montagne. È racchiusa tra i gruppi montuosi del Picco di Mezzodi-Breitkofel, Bucher e Cinque Punte, quali sottogruppi del vicino M. Mangart. L'indagine cecidologica interessa solo parzialmente il settore della sinistra idrografica dell'area con i boschi misti (Piceo-Faggeto+Pecceta altimontana), all'interno dei quali numerosi sono stati i rilievi di specie galligene non comuni catturate su ospiti primari e secondari.

- **Oltreacqua-Monte Leila**, rappresenta la parte più orientale della perimetrazione della Foresta di Tarvisio, settore delle Karavanke, aperta a nord della frazione di Fusine, proprio all'incrocio dei tre confini di Stato tra Italia, Austria e Slovenia. È un settore esclusivamente forestale, salvo qualche breve pascolo, dove domina la faggeta acidofila delle zone di transizione climatica (Luzulo-Faggeto) e l'abeteto ad acetosella dei terreni freschi e umiferi (Oxalido-Abieteto), gli elementi dei quali hanno subito presentato una fauna cecidogena interessante.

In questo contributo quindi, è stato possibile esaminare le galle prodotte da **Batteri**, quali microrganismi procarioti parassiti unicellulari di forma varia, incolori, raggruppati o inglobati, fissi o semoventi mediante cilia vibratili. Geneticamente aploidi, sono autonomi e producono numerose infezioni. Tra i più diffusi galligeni ricorderemo, *Agrobacterium tumefaciens* (E. F. Smith et Tows.) Conn e *Pseudomonas savastanoi* (E. F. Smith) Stevens f. sp. *fraxini* (Brown) Dowson, che infettano più o meno vaste aree corticali delle piante arboree.

Ci sono poi i **Funghi** parassiti uni- o pluri-cellulari, il cui micelio vive tra o a spese delle cellule parenchimatiche e che modificano i tessuti vegetali. Processo di proliferazione di grandi quantità di spore che alterano localmente il tessuto vegetale e il colore epidermico, da cui il nome di "ruggini". Rappresentano i più importanti galligeni del regno vegetale. Tra questi ricorderemo le classi Ascomycota e Basidiomycota, che raggruppano i generi e le specie più numerose, di cui ricordiamo per i primi *Rhytisma* spp., *Taphrina* spp., *Zygiobia* spp. e altri; per i secondi ricordiamo *Calyptospora* spp., *Chrysomyxa* spp., *Melampsora* spp., *Phragmidium* spp., *Puccinia* spp., *Cintractia* spp., *Ustilago* spp., *Triphragmium* spp., *Exobasidium* spp. e altre specie ancora.

Per quanto riguarda le piante **Fanerogame parassite**, che sono molte, in cecidologia è considerata la sola famiglia delle Loranthaceae, con i generi *Loranthus* e *Viscum*. Sono emiparassite fruticose, generalmente a fusti articolati ed a foglie coriacee opposte, austori di varia forma, fiori unisessuali che ricavano dalla pianta ospite l'acqua ed i soli minerali necessari alla loro crescita. L'analisi fatta dal BUHR (1964-1965) inserisce i due generi tra le Phanerogame galligene europee.

Ulteriori agenti eziologici della vegetazione, sono rappresentati dai **Nematodi**, vermi cilindrici, filiformi o anguilliformi che parassitano numerose piante producendo generalmente galle subglobose a spese delle radici. Ricordere-

mo *Anguina* spp. e *Aphelenchoides* spp., rispettivamente per Nematoda Anguinidae e Nematoda Aphelenchoidae.

Particolarmente attivi in campo cecidologico, gli **Acari**, che generalmente producono erinosi sulla pagina inferiore delle foglie della pianta ospite e rare forme galligene solide, come *Acalitus* spp., *Aceria* spp., *Aculus* spp., *Cecidophyopsis* spp., *Epitrimerus* spp., *Eriophyes* spp., *Phyllocoptes* spp. e *Stenacis* spp.

Infine il vasto e complesso mondo degli **Insetti**, i quali inducono sorprendenti forme galligene specifiche per ogni specie, di cui ricordiamo tra gli Heteroptera Piesmidae *Piesma* spp.; mentre per gli Homoptera, ricorderemo per gli Aphalaridae *Camarotoscena* spp. e *Livia* spp.; per gli Psyllidae *Asphagidella* spp. e *Psyllopsis* spp.; per i Calophyidae *Cacopsylla* spp.; per i Triozidae *Bactericera* spp., *Heterotrioza* spp., *Trichohermes* spp. e *Trioza* spp.; per gli Adelgidae *Adelges* spp., *Dreyfusia* spp., *Mindarus* spp., *Pineus* spp. e *Sacchiphantes* spp.; per gli Aphididae *Aphis* spp., *Aulacorthum* spp., *Cinara* spp., *Dysaphis* spp., *Eriosoma* spp., *Pemphigus* spp., *Phyllaphis* spp., *Roepkea* spp., *Tetraneura* spp. e *Thecabius* spp.. Per quanto riguarda i Coleoptera ricordiamo per gli Apionidae *Apion* spp. e per i Curculionidae *Braconyx* spp., *Miarus* spp., *Rhinoncus* spp. e *Pissodes* spp.. Numerosi si presentano i Diptera Cecidomyiidae, di cui citiamo *Anabremia* spp., *Asphondylia* spp., *Bayeriola* spp., *Contarinia* spp., *Craneiobia* spp., *Cystifora* spp., *Dasineura* spp., *Didymomyia* spp., *Harmandia* spp., *Hartigiola* spp., *Hoplocampoides* spp., *Iteomyia* spp., *Kiefferia* spp., *Janetiella* spp., *Lasioptera* spp., *Macrodiplosis* spp., *Mayetiola* spp., *Mikiola* spp., *Monarthropalpus* spp., *Oligotrophus* spp., *Schmidtella* spp., *Sackenomyia* spp., *Spurgia* spp., *Taxomyia* spp., *Thecodiplosis* spp., *Wachtliella* spp. e *Zeuxidiplosis* spp.; per i Tephritidae *Rhopalomyia* spp., *Tephritis* spp. e *Urophora* spp.; mentre per gli Anthomyiidae *Chirosia* spp.. Per i Lepidoptera Tortricidae ricordiamo *Retinia* spp. e *Rhyacionia* spp.. Infine per gli Hymenoptera, discretamente numerosi, per il gruppo dei Tenthredinidae ricordiamo *Claremontia* spp., *Pontania* spp. e *Rhogogaster* spp.; mentre per i più numerosi Cynipidae ricordiamo *Andricus* spp., *Biorhiza* spp., *Cynips* spp., *Diastrophus* spp., *Diplolepis* spp., *Liposthenes* spp. e *Pediaspis* spp..

Le specie galligene sono state determinate sulla base delle alterazioni accertate, della specie galligena produttrice e della specie vegetale ospite (HOUARD, 1908, 1909 e 1913; BUHR, 1964 e 1965; PIGNATTI, 1997; POLDINI et. al. 2002) e, per quanto riguarda nematodi, acari e insetti, si è provveduto ad aggiornare la nomenclatura in riferimento alla Checklist delle specie della Fauna italiana.

Per le specie di difficile determinazione, si è ricorso all'allevamento del galligeno, attraverso il quale si è accertata la reale identità della galla stessa. Per le specie critiche, ci si è valse della collaborazione dei rispettivi specialisti, che si nominano nei ringraziamenti.

Il materiale d'erbario raccolto, trattato ed essiccato, è stato ordinato e conservato nella Cecidoteca del Friuli-Venezia Giulia depositato presso il Museo Civico di Storia Naturale di Trieste. I risultati di campagna sono registrati nelle rispettive schede che costituiscono la banca dati, assieme alle sinonimie, la pianta ospite, la bibliografia essenziale e le stazioni di raccolta.

Per un quadro generale, si rimanda al lavoro di TOMASI (1996).

4. - Risultati

Quale primo risultato, che non può considerarsi esaurito in quanto alcune aree del territorio in esame devono essere oggetto d'ulteriori e accurate indagini, si fornisce l'elenco ordinato sistematicamente, delle 227 specie che inducono la formazione di cecidi e delle relative 115 piante ospiti rilevate nell'ambito della Foresta di Tarvisio.

BATTERI

Alphaproteobacteria Rhizobiaceae

Agrobacterium tumefaciens (E.F. Smith et Tows.) Conn *Fagus sylvatica* L.

Gammaproteobacteria Pseudomonadaceae

Pseudomonas savastanoi (E.F. Smith) Stevens f. sp.
fraxini (Brown) Dowson *Fraxinus excelsior* L.

FITOCECIDI

Oomycetes Albuginaceae

Albugo candida (Pers.) Ktze. *Biscutella laevigata* L.

Ascomycota Rhytismataceae

Rhytisma acerinum (Pers. Ex St. Amans) Fr. *Acer campestre* L.
Rhytisma pseudoplatani (DC.) Müller *Acer pseudoplatanus* L.
Rhytisma salicinum (Pers.) Fr. *Salix caprea* L.

Ascomycota Taphrinaceae

Taphrina acerina Eliasson *Acer platanoides* L.
Taphrina amentorum (Sadeb.) Rostr. *Alnus incana* (L.) Moench
Taphrina betulina Rostr. *Betula pendula* Roth
Taphrina carpini (Rostr.) Johans *Carpinus betulus* L.
Taphrina padi (Jacz.) Mix *Prunus padus* L.
Venturia pirina Aderh. *Pyrus pyraeaster* (L.) Burgsd.

Basidiomycota Coleosporiaceae

Calyptospora goeppertiana (Rübsaamen, 1915) *Vaccinium vitis-idaea* L.
Chrysoomyxa rhododendri (DC.) De Ba. *Rhododendron hirsutum* L.
Coleosporium petasitidis (DC.) Thüm. *Petasites hybridus* (L.) Gaertn.

Basidiomycota Melampsoraceae

Melampsora euonymi-caprearum Kleb. *Euonymus europaea* L.
Melampsora larici epitea Kleb. *Salix retusa* L.
Melampsora pinitorqua Rostrup, 1884 *Pinus sylvestris* L.
Melampsora rostrupii Wagner, 1896 *Mercurialis perennis* L.

Basidiomycota Phragmidiaceae

Phragmidium bulbosum (Strauss.) Schldl. *Rubus caesius* L.
Phragmidium subcorticium (Schr.) Wint. *Rosa canina* L.

Basidiomycota Pucciniaceae

Melampsorella caryophyllacearum (Link) Schr. *Abies alba* Mill.
Puccinia agrostidis Plowr., 1890 *Aquilegia vulgaris* L.
Puccinia campanulae (Pers.) Leveillé *Campanula trachelium* L.
Puccinia dentariae (Alb. et Schw.) Fckl. *Cardamine bulbifera* (L.) Crantz

Puccinia expansa Link
Puccinia festucae Plowr., 1890
Puccinia gerani silvatici Korsten, 1866
Puccinia graminis Pers., 1797
Puccinia lolii Nielsen, 1875
Puccinia lycoctoni Fuckel, 1875
Puccinia mulgedii Sydow, 1902
Puccinia prenanthis purpureae (DC.) Lindr., 1876
Puccinia ribis DC., 1805
Puccinia symphyti - bromorum Fr. Müller, 1901
Puccinia violae (Schum.) DC., 1815
Pucciniastrum epilobii (Pers., 1861)
Uromyces lili (Link) Fuckel, 1832

Basidiomycota Ustilaginaceae

Cintractia baccata (Wallr.) Syd.
Cintractia elyinae Syd.
Ustilago parlatorei F. v. W.

Basidiomycota Sphaerophragmiaceae

Triphragmium ulmariae (Schum.) Link

Basidiomycota Exobasidiaceae

Exobasidium juelianum Nannf.
Exobasidium rhododendri (Fuckel) Cram.
Exobasidium vaccinii (Fuckel) Woronin

ZOOCECIDI

Nematoda Anguinidae

Anguina agrostis (Steinbuch, 1799)

Nematoda Aphelenchoidae

Aphelenchoides fragariae (Ritzema – Bos, 1890)

Acari Phytoptidae

Phytoptus avellanae Nalepa, 1889
Trisetacus cembrae (Tubeuft, 1910)
Trisetacus pini (Nalepa, 1887)

Acari Eriophyidae

Acalitus brevitarsus (Fockeu, 1890)
Acalitus stenaspis (Nalepa, 1891)
Aceria achilleae (Corti, 1903)
Aceria alpestris (Nalepa, 1892)
Aceria campestricola (Frauenfeld, 1865)
Aceria cephalonea (Nalepa, 1922)
Aceria dispar (Nalepa, 1891)
Aceria erinea (Nalepa, 1891)
Aceria filiformis (Nalepa, 1891)
Aceria fraxinivora (Nalepa, 1909)
Aceria geranii (Canestrini, 1891)
Aceria heteronyx (Nalepa, 1891)
Aceria lateannulata (Schulze, 1918)
Aceria longisetosa (Nalepa, 1894)
Aceria macrochela (Nalepa, 1891)

Adenostyles glabra (Mill.) DC.
Lonicera alpigena L.
Geranium sylvaticum L.
Berberis vulgaris L.
Rhamnus pumila Turra.
Aconitum lamarckii Rchb.
Cicerbita alpina (L.) Wallr.
Prenanthes pupurea L.
Ribes alpinum L.
Symphytum officinale L.
Viola biflora L.
Epilobium angustifolium Will.
Lilium martagon L.

Carex panicea L.
Elymus caninus L.
Rumex obtusifolius L.

Filipendula ulmaria (L.) Maxim.

Vaccinium vitis-idaea L.
Rhododendron ferrugineum L.
Vaccinium vitis-idaea L.

Phleum pratense L.

Hepatica nobilis Schreb.

Corylus avellana L.
Pinus mugo Turra
Pinus sylvestris L.

Alnus glutinosa (L.) Gaertn
Fagus sylvatica L.
Achillea millefolium L.
Rhododendron hirsutum L.
Ulmus minor Mill.
Acer campestre L.
Populus tremula L.
Juglans regia L.
Ulmus glabra Huds.
Fraxinus ornus L.
Geranium sanguineum L.
Acer platanoides L.
Tilia platyphyllos Scop.
Betula pendula Roth
Acer campestre L.

Aceria macrorhyncha (Nalepa)
Aceria macrotricha (Nalepa, 1889)
Aceria nalepai (Fockeu, 1890)
Aceria nervisequa (G. Canestrini, 1891)
Aceria oxalidis (Trotter, 1902)
Aceria plicator (Nalepa, 1890)
Aceria populi (Nalepa, 1890)
Aceria pseudoplatani (Corti, 1905)
Aceria salviae (Nalepa, 1891)
Aceria silvicola (Canestrini, 1892)
Aceria tenella (Nalepa, 1892)
Aceria tenuis (Nalepa, 1891)
Aceria thomasi (Nalepa, 1889)
Aculus allotrichus (Nalepa, 1894)
Aculus leionotus (Nalepa, 1891)
Aculus magnirostris (Nalepa, 1892)
Aculus schmardae (Nalepa, 1889)
Aculus tetanothrix (Nalepa, 1889)
Aculus xylostei (G. Canestrini, 1892)
Cecidophyopsis psilaspis (Nalepa, 1893)
Epitrimerus trilobus (Nalepa, 1891)
Eriophyes laevis (Nalepa, 1889)
Eriophyes pyri (Pagenstecher, 1857)
Eriophyes similis (Nalepa, 1890)
Eriophyes viburni (Nalepa, 1889)
Phyllocoptes eupadi (Newkirk, 1984)
Phyllocoptes populi (Nalepa, 1890)
Stenacis euonymi (Frauenfeld, 1865)

Heteroptera Piesmidae

Piesma maculatum Laportè, 1833

Homoptera Aphalaridae

Camarotoscena speciosa (Flor, 1861)
Livia juncorum (Latreillè, 1798)

Homoptera Psyllidae

Asphagidella buxi Linneo, 1758
Cacopsylla pruni (Scopoli, 1763)
Cacopsylla pyri (Linneo, 1758)
Psyllopsis fraxini (Linneo, 1758)

Homoptera Triozidae

Bactericera albiventris Förster, 1848
Heterotrioza chenopodii (Reuter, 1876)
Trichohermes walkeri (Förster, 1848)
Trioza flavipennis Förster, 1848
Trioza ramni (Schränk, 1801)
Trioza rotundata Flor, 1861
Trioza rumicis Löw, 1880
Trioza scottii Löw, 1880

Homoptera Adelgidae

Adelges laricis (Vallot, 1836)
Adelges tardus (Dreyfus, 1888)
Dreyfusia nordmanniana (Eckstein, 1890)
Mindarus abietinus Koch, 1857

Acer pseudoplatanus L.
Carpinus betulus L.
Alnus glutinosa (L.) Gaertn
Fagus sylvatica L.
Oxalis acetosella L.
Vicia cracca L.
Populus nigra L.
Acer pseudoplatanus L.
Salvia pratensis L.
Rubus saxatilis L.
Carpinus betulus L.
Sesleria caerulea (L.) Ard.
Thymus pulegioides L.
Robinia pseudacacia L.
Betula pendula Roth
Salix purpurea L.
Campanula glomerata L.
Salix purpurea L.
Lonicera xylosteum L.
Taxus baccata L.
Sambucus nigra L.
Alnus glutinosa (L.) Gaertn
Pyrus communis L.
Prunus spinosa L.
Viburnum lantana L.
Prunus padus L.
Populus tremula L.
Euonymus europaea L.

Chenopodium album L.

Populus nigra L.
Juncus articulatus L.

Buxus sempervirens L.
Prunus padus L.
Pyrus pyraeaster (L.) Burgsd.
Fraxinus ornus L.

Salix alba L.
Chenopodium album L.
Rhamnus saxatilis Jacq.
Aegopodium podagraria L.
Rhamnus cathartica L.
Cardamine amara L.
Rumex acetosa L.
Berberis vulgaris L.

Picea abies (L.) Karsten
Picea abies (L.) Karsten
Abies alba Mill.
Abies alba Mill.

Pineus pini (Macquart, 1819)
Sacchiphantes abietis (Linneo, 1758)
Sacchiphantes viridis (Ratzeburg, 1843)

Pinus sylvestris L.
Picea abies (L.) Karsten
Picea abies (L.) Karsten

Homoptera Aphididae

Aphis cracca Linneo, 1758
Aphis cytisorum Hartig, 1841
 Presl
Aphis euonymi Fabricius 1775
Aphis frangulae Kaltenbach, 1845
Aphis hederæ Kaltenbach, 1843
Aphis sambuci Linneo, 1758
Aphis schneideri (Börner, 1940)
Aulacorthum solani (Kaltenbach, 1843)
Cinara juniperi (De Geer, 1773)
Colopha compressa (Koch, 1856)
Dysaphis crataegi (Kaltenbach, 1843)
Dysaphis (Pomaphis) sorbi (Kaltenbach, 1843)
Eriosoma (Schizoneura) lanuginosum (Hartig, 1839)
Eriosoma (Schizoneura) ulmi (Linneo, 1758)
Kaltenbachiella pallida (Haliday, 1838)
Pemphigus populi Courchet, 1874
Pemphigus immunis Buckton, 1896
Pemphigus spyrothecæ Passerini, 1856
Pemphigus (Pemphiginus) vesicarius Passerini, 1861
Phyllaphis fagi (Linneo, 1758)
Roepkea phloemicola marchali Börner, 1931
Tetraneura caerulea (Passerini, 1856)
Tetraneura ulmi (Linneo, 1758)
Thecabius affinis (Kaltenbach, 1843)

Vicia cracca L.
Laburnum alpinum (Mill.) Bercht & J.

Euonymus europæa L.
Frangula alnus Mill.
Hedera helix L.
Sambucus racemosa L.
Ribes alpinum L.
Mercurialis perennis L.
Juniperus communis L.
Ulmus glabra Huds.
Crataegus monogyna Jacq.
Sorbus aucuparia L.
Ulmus minor Mill.
Ulmus minor Mill.
Ulmus glabra Huds.
Populus nigra L.
Populus nigra L.
Populus nigra L.
Populus nigra L.
Fagus sylvatica L.
Prunus mahaleb L.
Ulmus minor Mill.
Ulmus minor Mill.
Populus nigra L.

Coleoptera Apionidae

Apion frumentarium Linneo, 1758

Rumex acetosa L.

Coleoptera Curculionidae

Braconyx pineti (Paykull, 1792)
Miarus campanulæ (Linneo, 1767)
Pissodes castaneus (De Geer, 1775)
Rhinoncus pericarpus (Linneo, 1758)

Pinus sylvestris L.
Campanula rapunculoides L.
Pinus sylvestris L.
Artemisia vulgaris L.

Diptera Cecidomyiidae

Anabremia massalongoi (Kieffer, 1909)
Asphondilya verbasci (Vallot, 1827)
Bayeriola thymicola (Kieffer, 1888)
Contarinia anthobia (Löw, 1877)
Contarinia baeri (Prell, 1931)
Contarinia coryli (Kaltenbach, 1859)
Contarinia loniceræ Kieffer, 1909
Contarinia petioli (Kieffer, 1898)
Craneiobia corni (Giraud, 1863)
Cystifora sonchi (Brems, 1847)
Dasineura albipennis (Löw, 1850)
Dasineura clausilia (Brems, 1847)
Dasineura crataegi Winnertz, 1853
Dasineura daphne (Kieffer, 1901)
Dasineura filicina (Kieffer, 1889)
Dasineura fraxini (Brems, 1847)

Vicia cracca L.
Verbascum thapsus L.
Thymus pulegioides L.
Crataegus monogyna Jacq.
Pinus sylvestris L.
Corylus avellana L.
Lonicera alpigena L.
Populus tremula L.
Cornus sanguinea L.
Sonchus oleraceus L.
Salix caprea L.
Salix caprea L.
Crataegus monogyna Jacq.
Daphne mezereum L.
Pteridium aquilinu (L.) Kuhn
Fraxinus ornus L.

Dasineura heterobia (Löw, 1850)
Dasineura hyperici (Bremi, 1847)
Dasineura iteobia (Kieffer, 1890)
Dasineura marginemtorquens (Bremi, 1847)
Dasineura phyteumatis (Löw, 1885)
Dasineura pyri (Bouché, 1847)
Dasineura rosaria (Löw, 1850)
Dasineura tiliae (Schrank, 1803)
Dasineura ulmariae (Bremi, 1847)
Dasineura urticae (Perris, 1840)
Dasineura virgaeaurae (Liebel, 1889)
Didymomyia tiliacea (Bremi, 1847)
Drisina glutinosa Giard, 1893
Harmandia globuli (Rübsaamen, 1889)
Hartigiola annulipes (Hartig, 1839)
Hoplocampoides xylostei (Giraud, 1873)
Iteomyia caprae (Winnertz, 1853)
Kiefferia pericarpicola (Bremi, 1847)
Janetiella lemeei (Kieffer, 1904)
Janetiella thymi (Kieffer, 1888)
Lasioptera berlesiana Paoli, 1907
Lasioptera rubi (Schrank, 1803)
Macrodiplosis dryobia (Löw, 1877)
Macrodiplosis volvens (Kieffer, 1895)
Macrolabis heraclei (Kaltenbach, 1862)
Mayetiola poae (Bosc, 1817)
Mikiola fagi (Hartig, 1839)
Monarthropalpus flavus (Schrank, 1776)
Oligotrophus juniperinus (Linneo, 1758)
Oligotrophus panteli (Kieffer, 1898)
Schmidtella gemmarum Rübsaamen, 1914
Sackenomyia reaumurii (Bremi, 1847)
Spurgia capitigena (Bremi, 1897)
Taxomyia taxi (Inchbald, 1861)
Thecodiplosis brachyntera (Schwägrichen, 1835)
Wachtliella ericina (Löw, 1885)
Zeuxidiplosis giardi (Kieffer, 1896)
Zygiobia carpini (F. Löw)

Diptera Tephritidae

Rhopalomyia tubifex (Bouché, 1847)
Tephritis conura (Löw, 1844)
Urophora stylata (Fabricius, 1775)

Diptera Anthomyiidae

Chirosia betuleti (Ringdhal, 1935)

Lepidoptera Tortricidae

Gypsonoma aceriana (Duponchel, 1843)
Retinia resinella (Linneo, 1758)
Rhyacionia buoliana (Denis & Schiffermüller, 1775)

Hymenoptera Tenthredinidae

Claremontia brevicornis (Briscke, 1883)
Pontania proxima (Lepelletier, 1823)
Pontania vesicator (Bremi, 1849)
Pontania viminalis (Linneo, 1758)

Salix eleagnos Scop.
Hypericum maculatum Crantz
Salix caprea L.
Salix eleagnos Scop.
Phyteuma spicatum L.
Pyrus pyraster (L.) Burgsd.
Salix purpurea L.
Tilia platyphyllos Scop.
Filipendula ulmaria (L.) Maxim.
Urtica dioica L.
Solidago virgaurea L.
Tilia platyphyllos Scop.
Acer platanoides L.
Populus tremula L.
Fagus sylvatica L.
Lonicera xylosteum L.
Salix myrsinifolia Salib.
Pimpinella major (L.) Huds.
Ulmus glabra Huds.
Thymus pulegioides L.
Pimpinella major (L.) Huds.
Rubus caesius L.
Quercus robur L.
Quercus robur L.
Pastinaca sativa L.
Poa nemoralis L.
Fagus sylvatica L.
Buxus sempervirens L.
Juniperus communis L.
Juniperus communis L.
Juniperus communis L.
Viburnum lantana L.
Euphorbia amygdaloides L.
Taxus baccata L.
Pinus sylvestris L.
Erica carnea L.
Hypericum maculatum Crantz
Carpinus betulus L.

Artemisia vulgaris L.
Cirsium erisitales (Jacq.) Scop.
Cirsium erisitales (Jacq.) Scop.

Pteridium aquilinum (L.) Kuhn

Acer platanoides L.
Pinus sylvestris L.
Pinus nigra J.F. Arnold

Sanguisorba minor Scop.
Salix alba L.
Salix purpurea L.
Salix purpurea L.

Rhogogaster genistae Bluson, 1949
Rhogogaster picta (Klug, 1814)

Genista radiata (L.) Scop.
Genista radiata (L.) Scop.

Hymenoptera Cynipidae

Andricus conificus (Hartig, 1843)
Andricus curvator Hartig, 1840
Andricus fecundator (Hartig, 1840)
Andricus inflator Hartig, 1840
Andricus kollari (Hartig, 1843)
Andricus quercusradicis (Fabricius, 1798)
Andricus quercusramuli (Linneo, 1761)
Biorhiza pallida (Olivier, 1791)
Cynips divisa Hartig, 1840
Cynips quercusfolii Linneo, 1758
Diastrophus rubi (Bauché, 1834)
Diplolepis eglanteriae (Hartig, 1840)
Diplolepis mayri (Schlechtendal, 1877)
Diplolepis rosae (Linneo, 1758)
Liposthenes glechomae (Linneo, 1758)
Pediaspis pseudoplatani (Mayr, 1779)

Quercus petraea Liebl.
Quercus petraea Liebl.
Quercus petraea Liebl.
Quercus robur L.
Quercus petraea Liebl.
Quercus petraea Liebl.
Quercus robur L.
Quercus petraea Liebl.
Quercus petraea Liebl.
Quercus petraea Liebl.
Rubus caesius L.
Rosa canina L.
Rosa canina L.
Rosa canina L.
Glechoma hederacea L.
Acer pseudoplatanus L.

Nello schema successivo si riportano le 115 piante ospiti ordinate sistematicamente secondo PIGNATTI (1997) e le relative specie che inducono cecidi, elencate in ordine alfabetico.

PTERIDOPHYTA

POLYPODIACEAE

Pteridium aquilinum (L.) Kuhn

Chirosia betuleti (Ringdahl, 1935)
Dasineura filicina (Kieffer, 1889)

GYMNOSPERMAE

PINACEAE

Abies alba Mill.

Dreyfusia nordmanniana (Eckstein, 1890)
Melampsorella caryophyllacearum (Limk.) Schr.
Mindarus abietinus Koch, 1857
Adelges laricis (Vallot, 1836)
Adelges tardus (Dreyus, 1888)
Sacchiphantes abietis (Linneo, 1758)
Sacchiphantes viridis (Ratzeburg, 1843)
Rhyacionia buoliana (Denis & Schiffermüller, 1775)
Brachonyx pineti (Paykull, 1792)
Contarinia baeri (Prell, 1931)
Melampsora pinitorqua Rostrup, 1884
Pineus pini (Macquart, 1819)
Pissodes castaneus (De Geer, 1775)
Retinia resinella (Linneo, 1758)
Thecodiplosis brachyntera (Schwägrichen, 1835)
Trisetacus pini (Nalepa, 1887)
Trisetacus cembra (Tubeuf, 1910)

Picea abies (L.) Karsten

Pinus nigra J.F. Arnold
Pinus sylvestris L.

Pinus mugo Turra

CUPRESSACEAE

Juniperus communis L.

Cinara juniperi (De Geer, 1773)
Oligotrophus juniperinus (Linneo, 1788)
Oligotrophus panteli Kieffer, 1898
Schmidtella gemmarum Rübbsaamen, 1914

TAXACEAE*Taxus baccata* L.*Cecidophyopsis psilapsis* (Nalepa, 1893)*Taxomyia taxi* (Inchbald, 1861)**ANGIOSPERMAE DICOTYLEDONES****SALICACEAE***Salix alba* L.*Bactericera albiventris* Förster, 1848*Pontania proxima* (Lepeletier 1823)*Melampsora larici epitea* Kleb.*Salix retusa* L.*Iteomyia caprae* (Winnertz, 1853)*Salix myrsinifolia* Salisb.*Dasineura albipennis* (Löw, 1850)*Salix caprea* L.*Dasineura clausilia* (Löw, 1850)*Dasineura iteobia* (Kieffer, 1890)*Salix eleagnos* Scop.*Rhytisma salicinum* (Pers.) Fr.*Dasineura heterobia* (Löw, 1850)*Salix purpurea* L.*Dasineura marginemtorquens* (Bremi, 1847)*Aculus magnirostris* (Nalepa, 1892)*Aculus tetanothrix* (Nalepa, 1889)*Dasineura rosaria* (H. Löw, 1850)*Pontania vesicator* (Bremi, 1849)*Populus tremula* L.*Pontania viminalis* (Linneo, 1758)*Aceria dispar* (Nalepa, 1891)*Contarinia petioli* (Kieffer, 1898)*Harmandia globuli* (Rübsaamen, 1889)*Populus nigra* L.*Phyllocoptes populi* Nalepa, 1890*Aceria populi* (Nalepa, 1890)*Camarotoscena speciosa* (Flor, 1861)*Pemphigus immunis* Buckton, 1896*Pemphigus (Pemphiginus) populi* Couchet, 1879*Pemphigus spyrothecae* Passerini, 1856*Pemphigus (Pemphiginus) vesicarius* Passerini, 1861*Thecabius affinis* (Kaltenbach, 1843)**JUGLANDACEAE***Juglans regia* L.*Aceria erinea* (Nalepa, 1891)**BETULACEAE***Betula pendula* Roth*Aceria longisetosa* (Nalepa, 1894)*Aculus leionotus* (Nalepa, 1891)*Taphrina betulina* Rostr.*Alnus incana* (L.) Moench*Taphrina amentorum* (Sadeb.) Rostr.*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.*Acalitus brevitarsus* (Fockeu, 1890)*Aceria nalepai* (Fockeu, 1890)*Eriophyes laevis* (Nalepa, 1889)**CORYLACEAE***Carpinus betulus* L.*Aceria macrotricha* (Nalepa, 1889)*Aceria tenella* (Nalepa, 1892)*Taphrina carpini* (Rostr.) Johans.*Corylus avellana* L.*Zygiobia carpini* (Löw, 1874)*Contarinia coryli* (Kaltenbach, 1859)*Phytoptus avellanae* Nalepa, 1889**FAGACEAE***Fagus sylvatica* L.*Acalitus stenaspis* (Nalepa, 1891)*Aceria nervisequa* (G. Canestrini, 1891)*Agrobacterium tumefaciens* (E. F. Smith et Tow.) Conn.

- Hartigiola annulipes* (Hartig, 1839)
Mikiola fagi (Hartig, 1839)
Phyllaphis fagi (Linneo, 1758)
Andricus conificus (Hartig, 1843)
Andricus curvator Hartig, 1840
Andricus fecundator (Hartig, 1840)
Andricus kollari (Hartig, 1843)
Andricus quercusradicis (Fabricius, 1798)
Biorhiza pallida (Olivier, 1791)
Cynips divisa Hartig, 1840
Cynips quercusfolii Linneo, 1758
Andricus inflator Hartig, 1840
Andricus quercusramuli (Linneo, 1761)
Macrodiplosis dryobia (F. Löw, 1877)
Macrodiplosis volvens Kieffer, 1895
- Quercus petraea* Liebl.
- Quercus robur* L.
- ULMACEAE**
Ulmus glabra Huds.
- Aceria filiformis* (Nalepa, 1891)
Colopha compressa (Koch, 1856)
Janetiella lemeei (Kieffer, 1904)
Kaltenbachiola pallida (Haliday, 1838)
- Ulmus minor* Mill.
- Aceria campestricola* (Frauenfeld, 1865)
Eriosoma (Schizoneura) lanuginosum (Hartig, 1839)
Eriosoma (Schizoneura) ulmi (Linneo, 1758)
Tetraneura caerulescens (Passerini, 1856)
Tetraneura ulmi (Linneo, 1758)
- URTICACEAE**
Urtica dioica L.
- Dasineura urticae* (Perris, 1840)
- POLYGONACEAE**
Rumex acetosa L.
- Apion frumentarium* Linneo, 1758
Trioza rumicis Löw, 1880
Ustilago parlatorei F. v. W.
- Rumex obtusifolius* L.
- CHENOPODIACEAE**
Chenopodium album L.
- Heterotrioza chenopodii* (Reuter, 1876)
Piesma maculatum Laportè, 1833
- RANUNCULACEAE**
Aconitum lamarckii Rchb.
Hepatica nobilis Schreb.
Aquilegia vulgaris L.
- Puccinia lycoctoni* Fuckel, 1875
Aphelenchoides fragariae (Ritzema - Bos, 1890)
Puccinia agrostidis Plowr, 1890
- BERBERIDACEAE**
Berberis vulgaris L.
- Puccinia graminis* Pers., 1797
Trioza scottii Löw, 1880
- GUTTIFERAE**
Hypericum maculatum Crantz
- Dasineura hyperici* (Bremi, 1847)
Zeuxidiplosis giardi (Kieffer, 1896)
- CRUCIFERAE**
Cardamine bulbifera (L.) Crantz
Cardamine amara L.
Biscutella laevigata L.
- Puccinia dentariae* (Alb. et Schw.) Fckl.
Trioza rotundata Flor, 1861
Albugo candida (Pers.) Ktze.

SAXIFRAGACEAE*Ribes alpinum* L.*Aphis schneideri* (Börner, 1940)
Puccinia ribis DC., 1805**ROSACEAE***Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.*Dasineura ulmariae* (Brems, 1847)
Triphragmium ulmariae (Schum.) Link*Rubus saxatilis* L.*Aceria silvicola* (Canestrini, 1892)*Rubus caesius* L.*Diastrophus rubi* (Bouché, 1834)*Lasioptera rubi* (Schränk, 1803)*Phragmidium bulbosum* (Strauss) Schldl.*Rosa canina* L.*Diplolepis eglanteriae* (Hartig, 1840)*Diplolepis mayri* (Schlechtendal, 1877)*Diplolepis rosae* (Linneo, 1758)*Phragmidium subcorticium* (Schr.) Wint.*Sanguisorba minor* Scop.*Claremontia confusa* (Konow, 1886)*Pyrus pyraster* (L.) Burgsd.*Cacopsylla pyri* (Linneo, 1758)*Dasineura pyri* (Bouché, 1847)*Venturia pirina* Aderh.*Pyrus communis* L.*Eriophyes pyri* (Pagenstecher, 1857)*Sorbus aucuparia* L.*Dysaphis (Pomaphis) sorbi* (Kaltenbach, 1843)*Crataegus monogyna* Jacq.*Contarinia anthobia* (Löw, 1877)*Dasineura crataegi* Winnertz, 1853*Dysaphis crataegi* (Kaltenbach, 1843)*Eriophyes similis* (Nalepa, 1890)*Prunus spinosa* L.*Roepkea phlomicola marchali* Börner, 1931*Prunus mahaleb* L.*Cacopsylla pruni* (Scopoli, 1763)*Prunus padus* L.*Phyllocoptes eupadi* (Newkirk, 1984)*Taphrina padi* (Jacz.) Mix.**LEGUMINOSAE***Laburnum alpinum* (Mill.) Bercht & J. Presl*Aphis cytisorum* Hartig, 1841*Genista radiata* (L.) Scop.*Rhogogaster genistae* Bluson, 1949*Rhogogaster picta* (Klug, 1814)*Robinia pseudacacia* L.*Aculus allotrichus* (Nalepa, 1894)*Vicia cracca* L.*Aceria plicator* (Nalepa, 1890)*Anabremia massalongoi* (Kieffer, 1909)*Aphis cracca* Linneo, 1758**OXALIDACEAE***Oxalis acetosella* L.*Aceria oxalidis* (Trotter, 1902)**GERANIACEAE***Geranium sanguineum* L.*Aceria geranii* (G. Canestrini, 1891)*Geranium sylvaticum* L.*Puccinia gerani sylvatici* Karsten, 1866**EUPHORBIACEAE***Mercurialis perennis* L.*Aulacorthum solani* (Kaltenbach, 1843)*Melampsora rostrupii* Wagner, 1896*Euphorbia amygdaloides* L.*Spurgia capitigena* (Brems, 1897)**ACERACEAE***Acer platanoides* L.*Aceria heteronyx* (Nalepa, 1891)*Drisina glutinosa* Giard, 1893*Gypsonoma aceriana* (Duponchel, 1843)*Taphrina acerina* Eliasson*Acer campestre* L.*Aceria cephalonea* (Nalepa, 1922)

- Acer pseudoplatanus* L.
- Aceria macrochela* (Nalepa, 1891)
Rhytisma acerinum (Pers. ex St. Amas) Fr.
Aceria macrorhyncha (Nalepa, 1889)
Aceria pseudoplatani (Corti, 1905)
Pediaspis pseudoplatani (Mayr, 1779)
Rhytisma pseudoplatani (DC.) Müller
- CELASTRACE**
Euonymus europaea L.
- Aphis euonymi* Fabricius, 1865
Melampsora euonymi - caprearum Kleb.
Stenacis euonymi (Frauenfeld, 1865)
- BUXACEAE**
Buxus sempervirens L.
- Asphagidella buxi* Linneo, 1758
Monarthropalpus flavus (Schrank, 1776)
- RHAMNACEAE**
Rhamnus saxatilis Jacq.
Rhamnus cathartica L.
Rhamnus pumila Turra
Frangula alnus Mill.
- Trichohermes walkeri* (Förster, 1848)
Trioza ramni (Schrank, 1801)
Puccinia lolii Nielsen, 1875
Aphis frangulae Kaltenbach, 1845
- TILIACEAE**
Tilia platyphyllo Scop.
- Aceria lateannulata* Schulze, 1918
Dasineura tiliae (Schrank, 1803)
Didymomyia tiliacea (Bremi, 1847)
- THYMELEACEAE**
Daphne mezereum L.
- Dasineura daphnes* (Kieffer, 1901)
- VIOLACEAE**
Viola biflora L.
- Puccinia violae* (Schum.) DC., 1815
- ONAGRACEAE**
Epilobium angustifolium Vill.
- Pucciniastrum epilobii* (Pers., 1861)
- CORNACEAE**
Cornus sanguinea L.
- Craneiobia corni* (Giraud, 1863)
- ARALIACEAE**
Hedera helix L.
- Aphis hederæ* Kaltenbach, 1843
- UMBELLIFERAE**
Pimpinella major (L.) Huds.
- Kiefferia pericarpicola* (Bremi, 1847)
Lasioptera berlesiana Paoli, 1907
Trioza flavipennis Förster, 1848
Macrolabis heraclei (Kaltenbach, 1862)
- Aegopodium podagraria* L.
Pastinaca sativa L.
- ERICACEAE**
Erica carnea L.
Rhododendron ferrugineum L.
Rhododendron hirsutum L.
- Wachtliella ericina* (Löw, 1885)
Exobasidium rhododendri (Fuckel) Cram.
Aceria alpestris (Nalepa, 1892)
Chrysomyxa rhododendri (DC.) De Ba.
Calytospora goeppertiana (Rübsaamen, 1915)
Exobasidium juelianum Nannf.
Exobasidium vaccinii (Fuckel) Woronin
- Vaccinium vitis-idaea* L.

OLEACEAE*Fraxinus ornus* L.*Aceria fraxinivora* (Nalepa, 1909)*Dasineura fraxini* (Bremi, 1847)*Psyllopsis fraxini* (Linneo, 1758)*Fraxinus excelsior* L.*Pseudomonas savastanoi* (E.F. Smith) Stevens
f. sp. *fraxini* (Brown) Dowson**BORAGINACEAE***Symphytum officinale* L.*Puccinia symphyti - bromorum* Fr. Müller, 1901**LABIATAE***Glechoma hederacea* L.*Liposthenes glechomae* (Linneo, 1758)*Thymus pulegioides* L.*Aceria thomasi* (Nalepa, 1889)*Bayeriola thymicola* (Kieffer, 1888)*Janetiella thymi* (Kieffer, 1888)*Salvia pratensis* L.*Aceria salviae* (Nalepa, 1891)**SCROPHULARIACEAE***Verbascum thapsus* L.*Asphondylia verbasci* (Vallot, 1827)**CAPRIFOLIACEAE***Sambucus nigra* L.*Epitrimerus trilobus* (Nalepa, 1891)*Sambucus racemosa* L.*Aphis sambuci* Linneo, 1758*Viburnum lantana* L.*Eriophyes viburni* (Nalepa, 1889)*Lonicera alpigena* L.*Sackenomyia reaumurii* (Bremi, 1847)*Contarinia loniceræ* Kieffer, 1909*Lonicera xylosteum* L.*Puccinia festucae* Plowr., 1890*Aculus xylostei* (G. Canestrini, 1892)*Hoplocampoides xylostei* (Giraud, 1873)**CAMPANULACEAE***Campuna glomerata* L.*Aculus schmardae* (Nalepa, 1889)*Campanula trachelium* L.*Puccinia campanulae* (Pers.) Leveillé, 1847*Campanula rapunculoides* L.*Miarus campanulae* (Linneo, 1767)*Phyteuma spicatum* L.*Dasineura phyteumatis* (Löw, 1885)**COMPOSITAE***Adenostyes glabra* (Mill.) DC.*Puccinia expansa* Link*Solidago virgaurea* L.*Dasineura virgaeaureae* (Liebel, 1889)*Achillea millefolium* L.*Aceria achilleae* (Corti, 1903)*Artemisia vulgaris* L.*Rhinoncus pericarpus* (Linneo, 1758)*Petasites hybridus* (L.) Gaertn.*Rhopalomyia tubifex* (Bouchè, 1847)*Cirsium erisithales* (Jacq.) Scop.*Coleosporium petasitidis* (DC.) Thüm.*Tephritis conura* (Löw, 1844)*Cicerbita alpina* (L.) Wallr.*Urophora stylata* (Fabricius, 1775)*Sonchus oleraceus* L.*Puccinia mulgedii* Sydow, 1902*Prenanthes purpurea* L.*Cystifora sonchi* (Bremi, 1847)*Puccinia prenanthis purpureae* (DC.) Lindr., 1876**ANGIOSPERMAE MONOCOTYLEDONEAE****LILIACEAE***Lilium martagon* L.*Uromyces lilii* (Link) Fuckel, 1832**JUNCACEAE***Juncus articulatus* L.*Livia juncorum* (Latreillé, 1798)

GRAMINEAE

<i>Poa nemoralis</i> L.	<i>Mayetiola poae</i> (Bosc, 1817)
<i>Sesleria caerulea</i> (L.) Ard.	<i>Aceria tenuis</i> (Nalepa, 1891)
<i>Phleum pratense</i> L.	<i>Anguina agrostis</i> (Steinbuch, 1799)

CYPERACEAE

<i>Carex panicea</i> L.	<i>Cintractia baccata</i> (Wallr.) Syd.
<i>Elymus caninus</i> L.	<i>Cintractia elynae</i> Syd.

L'elenco seguente, infine, riporta – accanto alle 115 piante citate in ordine sistematico (PIGNATTI, 1997) - il numero dei generi e delle rispettive specie galligeni rilevate nel corso della presente ricerca.

		Genere	Specie
PTERIDOPHYTE			
Polyodiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	02	02
GYMNOSPERMAE			
Pinaceae	<i>Abies alba</i> Mill.	03	03
	<i>Picea abies</i> (L.) Karsten	02	04
	<i>Pinus nigra</i> J.F. Arnold	01	01
	<i>Pinus sylvestris</i> L.	08	08
	<i>Pinus mugo</i> Turra	01	01
Cupressaceae	<i>Juniperus communis</i> L.	03	04
Taxaceae	<i>Taxus baccata</i> L.	02	02
ANGIOSPERMAE DICOTYLEDONES			
Salicaceae	<i>Salix alba</i> L.	02	02
	<i>Salix retusa</i> L.	01	01
	<i>Salix myrsinifolia</i> Salisb.	01	01
	<i>Salix caprea</i> L.	02	04
	<i>Salix eleagnos</i> Scop.	01	02
	<i>Salix purpurea</i> L.	03	05
	<i>Populus tremula</i> L.	04	04
	<i>Populus nigra</i> L.	04	07
Juglandaceae	<i>Juglans regia</i> L.	01	01
Betulaceae	<i>Betula pendula</i> Roth	03	03
	<i>Alnus incana</i> (L.) Moench	01	01
	<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn	03	03
Corylaceae	<i>Carpinus betulus</i> L.	03	04
	<i>Corylus avellana</i> L.	02	02
Fagaceae	<i>Fagus sylvatica</i> L.	06	06
	<i>Quercus petraea</i> Liebl.	03	08
	<i>Quercus robur</i> L.	02	04
Ulmaceae	<i>Ulmus glabra</i> Huds.	04	04
	<i>Ulmus minor</i> Mill.	03	05
Urticaceae	<i>Urtica dioica</i> L.	01	01
Polygonaceae	<i>Rumex acetosa</i> L.	02	02
	<i>Rumex obtusifolius</i> L.	01	01
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium album</i> L.	02	02
Ranunculaceae	<i>Aconitum lamarekii</i> Rchb.	01	01
	<i>Hepatica nobilis</i> Schreb.	01	01
	<i>Aquilegia vulgaris</i> L.	01	01
Berberidaceae	<i>Berberis vulgaris</i> L.	02	02
Guttiferae	<i>Hypericum maculatum</i> Crantz	02	02
Cruciferae	<i>Cardamine bulbifera</i> (L.) Crantz	01	01

	<i>Cardamine amara</i> L.	01	01
	<i>Biscutella laevigata</i> L.	01	01
Saxifragaceae	<i>Ribes alpinum</i> L.	02	02
Rosaceae	<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.	02	02
	<i>Rubus saxatilis</i> L.	01	01
	<i>Rubus caesius</i> L.	03	03
	<i>Rosa canina</i> L.	02	04
	<i>Sanguisorba minor</i> Scop.	01	01
	<i>Pyrus pyraster</i> (L.) Burgsd.	03	03
	<i>Pyrus communis</i> L.	01	01
	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	01	01
	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	03	03
	<i>Prunus spinosa</i> L.	01	01
	<i>Prunus mahaleb</i> L.	01	01
	<i>Prunus padus</i> L.	03	03
Leguminosae	<i>Laburnum alpinum</i> (Mill.)		
	Bercht & J. Presl	01	01
	<i>Genista radiata</i> (L.) Scop.	01	02
	<i>Robinia pseudacacia</i>	01	01
	<i>Vicia cracca</i> L.	03	03
Oxalidaceae	<i>Oxalis acetosella</i> L.	01	01
Geraniaceae	<i>Geranium sanguineum</i> L.	01	01
	<i>Geranium sylvaticum</i> L.	01	01
Euphorbiaceae	<i>Mercurialis perennis</i> L.	02	02
	<i>Euphorbia amygdaloides</i> L.	01	01
Aceraceae	<i>Acer platanoides</i> L.	04	04
	<i>Acer campestre</i> L.	02	03
	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	03	04
Celastraceae	<i>Euonymus europaea</i> L.	03	03
Buxaceae	<i>Buxus sempervirens</i> L.	02	02
Rhamnaceae	<i>Rhamnus saxatilis</i> Jacq.	01	01
	<i>Rhamnus cathartica</i> L.	01	01
	<i>Rhamnus pumila</i> Turra	01	01
	<i>Frangula alnus</i> Mill.	01	01
Tiliaceae	<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	03	03
Thymelaceae	<i>Daphne mezereum</i> L.	01	01
Violaceae	<i>Viola biflora</i> L.	01	01
Onagraceae	<i>Epilobium angustifolium</i> Vill.	01	01
Cornaceae	<i>Cornus sanguinea</i> L.	01	01
Araliaceae	<i>Hedera helix</i> L.	01	01
Umbelliferae	<i>Pimpinella major</i> (L.) Huds.	02	02
	<i>Aegopodium podagraria</i> L.	01	01
	<i>Pastinaca sativa</i> L.	01	01
Ericaceae	<i>Erica carnea</i> L.	01	01
	<i>Rhododendron ferrugineum</i> L.	01	01
	<i>Rhododendron hirsutum</i> L.	02	02
	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	02	03
Oleaceae	<i>Fraxinus ornus</i> L.	03	03
	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	01	01
Boraginaceae	<i>Syphytum officinalis</i> L.	01	01
Labiatae	<i>Glechoma hederacea</i> L.	01	01
	<i>Thymus pulegioides</i> L.	03	03
	<i>Salvia pratensis</i> L.	01	01
Scrophulariaceae	<i>Verbascum thapsus</i> L.	01	01
Caprifoliaceae	<i>Sambucus nigra</i> L.	01	01
	<i>Sambucus racemosa</i> L.	01	01
	<i>Viburnum lantana</i> L.	02	02

	<i>Lonicera alpigena</i> L.	02	02	
	<i>Lonicera xylosteum</i> L.	02	02	
Campanulaceae	<i>Campanula glomerata</i> L.	01	01	
	<i>Campanula trachelium</i> L.	01	01	
	<i>Campanula rapunculoides</i> L.	01	01	
	<i>Phyteuma spicatum</i> L.	01	01	
	<i>Adenostyles glabra</i> (Mill.) DC.	01	01	
Compositae	<i>Solidago virgaurea</i>	01	01	
	<i>Achillea millefolium</i> L.	01	01	
	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	02	02	
	<i>Petasites hybridus</i> (L.) Gaertn.	01	01	
	<i>Cirsium erisithales</i> (Jacq.) Scop.	02	02	
	<i>Cicerbita alpina</i> (L.) Wallr.	01	01	
	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	01	01	
	<i>Prenanthes purpurea</i> L.	01	01	
	ANGIOSPERMAE MONOCOTILIDONES			
	Liliaceae	<i>Lilium martagon</i> L.	01	01
Juncaceae	<i>Juncus articulatus</i> L.	01	01	
Graminaceae	<i>Poa nemoralis</i> L.	01	01	
	<i>Sesleria caerulea</i> (L.) Ard.	01	01	
	<i>Phleum pratense</i> L.	01	01	
	<i>Carex panicea</i> L.	01	01	
	<i>Elymus caninus</i> L.	01	01	



Hartigiola annulipes su *Fagus sylvatica*



Adelges laricis su *Picea* sp.



Exobasidium rhododendri su *Rhododendron* sp.



Mikiola fagi su *Fagus sylvatica*

5. - Conclusioni

Il presente contributo offre un primo quadro cecidologico dell'area della Foresta di Tarvisio (Udine), arricchendo ulteriormente le indicazioni fornite da TROTTER (1902-1947) e TOMASI (1996) per il Friuli-Venezia Giulia.

Da questo primo quadro comparativo tra pianta ospite e cecidogeni, si rileva a prima vista che i generi *Salix*, *Quercus*, *Populus*, *Pinus*, *Ulmus* e *Fagus* ospitano il numero maggiore di galligeni identificati rispettivamente 15, 12, 11, 10, 9 e 6; i batteri cecidogeni (2) e i funghi Ascomycota (9) e Basidiomycota (33), sono ancora limitati a causa delle difficoltà di identificazione del notevole materiale d'erbario raccolto. Già numerosi sono invece i zoo-cecidi, tra Nematoda (2), Acari (46), Heteroptera (1), Homoptera (45), Coleoptera (5), Diptera (58), Lepidoptera (3) e Hymenoptera (22).

Nell'ambito di questo vastissimo consorzio forestale, l'abete rosso (*Picea abies*) e il faggio (*Fagus sylvatica*) con il diffuso aspetto nemorale, costituiscono la formazione forestale più diffusa dell'area in esame e particolarmente interessante per l'aspetto fito-zoocecidologico. L'associazione identificabile quale Abieti-Piceo-Faggeto, si discosta molto dalle faggete montane e prealpine, per la diffusa presenza dell'abete rosso (*Picea abies*) e bianco (*Abies alba*), questi ultimi favoriti dagli interventi selvicolturali. La notevole varietà nello strato arbustivo ed erbaceo, agevola la presenza di una varietà di galligeni, che in quelle formazioni subalpine o montane inferiori vedono rispettivamente la rarefazione del fenomeno, oppure, nel secondo caso, il suo diffondersi.

In seguito all'esperienza cecidologica fin qui acquisita nell'ambito della regione Friuli-Venezia Giulia, e per l'assenza di lavori precedenti, salvo quelli brevi e limitati del GRÄFFE (1905a e 1905b), appena oggi possiamo avanzare qualche osservazione di carattere biologico, che ancora deve essere approfondita.

Interessante appare la presenza del Dittero Cecidomide *Mikiola fagi* (Hartig), quale esempio di diffusione pressochè totale nella regione, che segue fedelmente la distribuzione del faggio (*Fagus sylvatica*), dal Carso triestino fino alla parte più settentrionale della regione. In alcune annate questo Dittero fu osservato diffusissimo, soprattutto sulle giovani piante di faggio ed a quote inferiori ai 1500 metri d'altitudine, deformando notevolmente le foglie. Interessante l'osservazione pure degli Acari Eriofidi *Aceria nervisequa* (Canestrini) e *Acalitus stenaspis* (Nalepa), che preferibilmente inducono galle sulle faggete altimontane delle aree più fresche, dove sono molto diffuse le bianche erinosi prodotte tra le nervature secondarie alla pagina inferiore delle foglie del faggio da parte del primo, ed i lievi arrotolamenti del lembo foliare del secondo.

Per quanto riguarda le pinete a pino nero (*Pinus nigra*) e pino silvestre (*Pinus sylvestris*), di cui la Foresta di Tarvisio ospita svariate stazioni (S. Caterina, M. Pin, Vallone di Rio Bianco, Predil, ecc.), l'aspetto cecidologico si è rivelato molto interessante. Merita ricordare *Rhyacionia buoliana* (Denis & Schiffermüller), il Lepidottero Tortricide minatore degli apici vegetativi, di cui si sono notati numerosi esempi di deviazione dell'asse vegetativo (che assume la forma a "lira" o a "candelabro"). È stato notato che il Lepidottero predilige il pino nero d'impianto, dal Carso triestino alle stazioni più settentrionali della regione e fino ai 1000-1150 metri d'altitudine. Nelle pinete pure invece, il fenomeno è stato registrato molto

raramente. A questo proposito e in riferimento alle indagini bioecologiche che furono intraprese per le estese infestazioni di questo Tortricide nelle pinete delle Prealpi Giulie, furono individuati alcuni Imenotteri e Ditteri, che parassitano il Lepidottero Tortricide, limitandone l'espansione.

L'altro Lepidottero Tortricide legato ai pini, *Retinia resinella* (Linneo), particolarmente interessante per le curiose galle di resina che produce e lo sviluppo biennale delle sue larve, è stato notato soprattutto sul pino mugo (*Pinus mugo*) del M. Ghisniz, Alpe Piccola, Cima del Cacciatore e Predil.

Per quanto riguarda *Thecodiplosis brachyntera* (Schwäggrichen), Dittero Cecidomide conosciuto da tempo dagli entomologi forestali d'alcuni Paesi dell'Europa centrale per le periodiche infestazioni sul genere *Pinus*, le prime segnalazioni relative ai versanti meridionali delle Alpi centrorientali, si devono a COVASSI-MASUTTI (1973), che riferiscono sulla presenza a S. Leopoldo, Ugovizza, Malborghetto-Valbruna e altre zone della regione. Nell'ambito dell'area in esame, il Dittero è stato osservato in Vallone di Riobianco, in Val Saisera (Valbruna) ed al Predil, dove sono stati osservati svariati pini che presentavano riunione, deformazione e ingiallimento degli aghi, al cui interno erano presenti le larve arancione; presente pure l'inizio dell'infezione fungina prodotta da *Sclerophoma* spp..

È stato osservato pure *Pissodes castaneus* (De Geer), quale Coleottero Curculionide xilofago corticicolo attivissimo, che predilige le piante del genere *Pinus* sofferenti e già attaccate dal fungo Basidiomycota Cronartiaceae *Cronartium* sp.. Gli adulti del Curculionide provocano delle erosioni ai rami, mentre le larve xilofaghe scavano gallerie nell'area corticale degli organi legnosi interessando pure il tessuto cribroso: gallerie longitudinali ascendenti, che raggiungono le diramazioni dei rametti di 2° ordine, discendenti fino al colletto.

Di grandissima importanza per quanto riguarda l'economia della foresta e per l'aspetto cecidologico, si sono rivelati i Micomiceti, pressochè sconosciuti; l'area in esame ha consentito innumerevoli osservazioni e raccolte di campioni d'erbario, di difficilissima determinazione per la sua complessità e per l'assenza di una adeguata e moderna letteratura. Allo scopo ci siamo attenuti ai lavori di TROTTER (1908-1910) e di BUHR (1964-1965), con discrete possibilità di determinazione.

Infine, dagli elenchi prodotti in seguito al lavoro di campagna, Acari e Ditteri si presentano tra i galligeni più diffusi. Per i primi, pressochè sconosciuti per aspetto cecidologico, già a questo primo censimento si registrano ben 46 specie, tra

**Elenco dei fito-zoocecidi del genere *Pinus*
nell'ambito della Foresta di Tarvisio**

Basidiomycota Melampsoraceae

Melampsora pinitorqua Rostrup, 1884

Acari Phytoptidae

Trisetacus cembra (Tubeuf, 1910)

Trisetacus pini (Nalepa, 1887)

Homoptera Adelgidae

Pineus pini (Macquart, 1819)

Coleoptera Curculionidae

Brachonyx pineti (Paykull, 1792)

Pissodes castaneus (De Geer, 1775)

Diptera Cecidomyiidae

Contarinia baeri (Prell, 1931)

Thecodiplosis brachyntera (Schwäggrichen, 1835)

Lepidoptera Tortricidae

Retinia resinella (Linneo, 1758)

Rhyacionia buoliana (Denis & Schiffermüller, 1775)

Phytoptidae (3) e Eriophyidae (43) e molti altri ancora attendono la determinazione. Risultato che si deve ricercare nella collaborazione tra il Museo Civico di Storia Naturale di Trieste e l'Università degli Studi di Bari¹, che ha già prodotto un primo lavoro inerente la regione Friuli-Venezia Giulia (TOMASI-DE LILLO, 2002). Per quanto riguarda i secondari, sono state individuate 58 specie, tra Cecidomyiidae (54), Tephritidae (3) e Anthomyiidae (1).

La quantità di cecidi riscontrata si accosta molto a quella dei Paesi confinanti con l'area di studio; tuttavia essa è sempre inferiore alle previsioni espresse, già da tempo, dai vari specialisti, come quelle dell'illustre ricercatore Alessandro Trotter e massimo cecidologo italiano, che già nel 1902 sostenne che ogni pianta ospita uno o più galligeni. Le attuali conoscenze cecidologiche per la Foresta di Tarvisio sono ancora lontane dalla reale consistenza cecidogena, rispetto alla notevole varietà delle piante che caratterizzano questo settore delle Alpi orientali (1100 specie circa).

RINGRAZIAMENTI

Desidero ringraziare per la collaborazione avuta, Nicola Bressi (Trieste), Roberto Caldara (Milano), Marisa Castagnoli (Firenze), Michele Codogno (Trieste), Andrea Colla (Trieste), Enrico De Lillo (Bari), Fabrizio Martini (Trieste), Luigi Masutti (Legnaro-Padova), Lorenzo Munari (Venezia), Guido Pagliano (Torino), Giuseppina Pellizzari Scaltriti (Legnaro-Padova), Radmila Petanović (Zemun - Belgrado), Livio Poldini (Trieste), Carmelo Rapisarda (Cattania), Marcela e Vaclav Skuhravy (Praga), Fabio Stergulc (Udine), Ermenegildo Tremblay (Portici - Napoli), Marisa Vidali - Zlatich (Trieste) e Sergio Zangeri (Padova).

Un particolare ringraziamento al prof. Franco Frilli (Udine), per la revisione del manoscritto.

BIBLIOGRAFIA CONSULTATA²

- AA. VV., 1968 – Foresta di Tarvisio. Ministero dell'Interno, gestione ASFD, Tarvisio (UD).
 ---, 1971 – Enciclopedia Monografica del Friuli-Venezia Giulia. Ist. Enciclop., Udine.
 ---, 1971 – Tarvisiano e Val Canale. Tip. Emiliana, Venezia.
 ---, 1974 – Il Tarvisiano. CAI "M. Lussari", Tarvisio.
 ---, 1986 – Guida agli Ambiti di Tutela Ambientale del Friuli-Venezia Giulia. Reg. Aut. FVG, Trieste.
 ---, 1986 – Una strada tre confini. G. Aviani Ed., Tricesimo (UD).
 ---, 1986 – Foreste, uomo, economia del Friuli-enezia Giulia. *Mus. Friulano St. Nat., Udine*.
 ---, 1986 – Catalogue of Palearctic Diptera. Akademiai Kiado, Budapest.
 ---, 1994 – Ecologia vegetale. UTET, Torino.
 ---, 1995 – Checklist delle specie della Fauna italiana.
 Nematoda Spiruria, 11. Arachnida Acari, 24. Heteroptera, 41 Homoptera Sternorrhyncha, 43. Coleoptera Polyphaga XIV, 59. Coleoptera Polyphaga XVI, 61. Diptera Blephariceromorpha, Bibionomorpha, Psychodomorpha, Ptychopteromorpha, 64. Diptera Tephritoidea, 72. Diptera Opomyzoidea, Carnoidea, Sphaeroceroidea, 75. Diptera Muscoidea, 77. Lepidoptera Tortricioidea, 85. Lepidoptera Pyraloidea, 87. Hymenoptera Symphyta, 92 Hymenoptera Cynipoidea, 96. Hymenoptera Chalcidoidea, 97. Edizioni Calderini, Bologna.
 ---, 1998 – La vegetazione forestale e selvicolturale nella regione Friuli-Venezia Giulia. 1, 2 e 3. Reg. Aut. Friuli-Venezia Giulia, Direzione delle Foreste, Udine.

¹ Dipartimento di Biologia e Chimica Agroforestale e Ambientale, Facoltà di Agraria.

² Viene riportata la bibliografia di base utilizzata dall'Autore sia per il presente lavoro sia per quelli in corso di stesura.

- ABBAZZI P., OSELLA G., 1992 – Elenco sistematico-faunistico degli Anthribidae, Rhinomaceridae, Attelabidae, Apionidae, Brentidae, Curculionidae italiani (Insecta, Coleoptera, Curculionidea). I. *Redia*, Firenze. 72(5) : 267-414.
- AMRINE J. W., STASNY T. A., 1994 – Catalog of the Eriophyoidea (Acarina: Prostigmata) of the world. Indira Publishing House, west Bloomfield, Michigan, U. S. A.
- , 1996 – Corrections to the catalog of the *Eriophyoidea* (Acarina: Prostigmata) of the world. *Internat. J. Acarol.* 22(4) : 295-304.
- AICHINGER E., 1933 – Vegetationskunde der Karawanken. Fischer verlag, Jena.
- ARRU G., 1980 – Entomologia forestale. CEDAM, Milano.
- BINAZZI A., 1978 – Contributo alla conoscenza degli Afidi delle Conifere. I. Le specie del genere *Cinara* Curt., *Schizolachnus* Morv., presenti in Italia (Homoptera Aphidoidea Lachnidae). *Redia*, Firenze. 61 : 291 - 400.
- , 1984 – Chiave per le specie afidiche più note delle conifere in Europa. *Redia*, Firenze. 67 : 547-571.
- BINAZZI A. e COVASSI M., 1981 – Contributo alla conoscenza degli Afidi delle conifere. IV. Note su alcune specie di Adelgidi reperiti in Italia (Homoptera Adelgidae). *Redia*, Firenze. 64 : 303-330, 3 fig., 2 tav..
- , 1991 – Contributo alla conoscenza degli Afidi delle Conifere. XII. Il genere *Dreyfusia* Boerner in Italia con la descrizione di una specie nuova (Homoptera Adelgidae). *Redia*, Firenze. 74(1) : 233-299.
- BUHR H., 1964-1965 – Bestimmungstabelle der Gallen (Zoo-und Phytocecidien) an Pflanzen Mittel-und Nordeuropas. Gustav Fischer Verlag, Jena. 1 e 2.
- BUSCAINI G., 1974 – Alpi Giulie. CAI-TCI, Milano.
- CAPPELLETTI C., 1975 – Botanica. 1-2. UTET, Torino.
- CARULLI G. B., 1971 – Le rocce, i minerali e le pietre utili. In: AA. VV. – Enciclopedia Mon. Del Friuli-Venezia Giulia. Ist. Per l'Enciclopedia, Udine. 1(1) : 197-266.
- CASTAGNOLI M., 1973 – Contributo alla conoscenza degli Acari Eriofidi viventi sul gen. *Pinus* in Italia. *Redia, Firenze*. 54 : 1-22, Tav. 1.
- CHINERY M., 1987 – Guida degli Insetti d'Europa. Franco Muzio Ed., Padova.
- CONCI C., RAPISARDA C., TAMANINI L., 1993 – Annotated catalogue of the Italian Psylloidea. I. (Insecta Homoptera). *Accad. roveret. degli Agiati*, Rovereto. 2(7)B : 33-135.
- , 1996 – Annotated catalogue of the Italian Psylloidea. II. (Insecta Homoptera). *Accad. roveret. degli Agiati*, Rovereto. 7(5)B : 5-207.
- COVASSI M. e MASUTTI L., 1973 – Sulla presenza della *Thecodiplosis brachyntera* (Schwäger.) in pinete delle Alpi centro-orientali (Diptera Cecidomyiidae). *Redia*, Firenze. 54 : 235-241, Tav. 2.
- DALLA TORRE K. W., KIEFFER J. J., 1910 – Cynipidae (Hymenoptera). *Das Tierreich*, Berlin. 24 : 1-891.
- DE LILLO E., 1986 – Ooviviparità in *Aceria stefanii* (Nal.) (Acari: Eriophyoidea). *Entomologica*, Bari. 21 : 19-21.
- , 1987 – L'acaroseccidio indotto da *Aceria caulobius* (Nal.) n. comb. (Acari: Eriophyoidea) su *Suaeda fruticosa* Forsk., serbatoio naturale del predatore *Typhlodromus exhilarius* Ragusa (Acari: Phytoseiidae). *Entomologica*, Bari. 22 : 5-14.
- , 1988 – Acari Eriofidi (Acari: Eriophyoidea) nuovi per l'Italia. I. *Entomologica*, Bari. 23 : 13-46.
- , 1991 – Preliminary observations of the ooviviparity in the gall-making mite, *Aceria caulobius* (Nal.) (Acari: Eriophyoidea). In: Schuster R. & Murphy P. W. (eds.), *The Acari: Reproduction, Development and Life-History Strategies*, 223-229.
- , 1994 – Acari Eriofidi (Acari Eriophyoidea): due nuove specie e una nuova combinazione. *Entomologica*, Bari. 28 : 247-258.
- , 1997 – New eriophyoid mites from Italy. III. *Entomologica*, Bari. 31 : 137-146.
- DE LILLO E. e AMRINE J. W. Jr., 1998 – *Eriophyoidea* (Acari) on a computer database. *Entomologica*, Bari. 32 : 7-21.
- DELLA BEFFA G., 1961 – Gli Insetti dannosi all'agricoltura. Metodi e mezzi di lotta. Hoepli Ed., Milano.
- EADY R. e C., 1963 – Hymenoptera Cynipidae. Handbook for the identification of British Insect. London. 8.
- EHRENDORFER F., 1973 – List der Gafasspflanzen Mitteleuropas. Fischer verlag, Stuttgart.
- ELLENBERG H., 1978 – Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. Ulmer verlag, Stuttgart.
- FEOLI CHIAPPELLA L. e POLDINI L., 1993 – Prati e pascoli del Friuli-Venezia Giulia (NE-Italia) su substrati basici. *Studia Geobotanica, Trieste*. 13 : 3-140.
- FERRARI M., MARCON E. e MENTA A., 1994 – Fitopatologia ed Entomologia agraria. Edagricole, Bologna.
- FERRARI M., MENTA A., MARCON E., MONTERMINI A., 1999 – Malattie e parassiti delle piante da fiore, ornamentali e forestali. Edagricole, Bologna. 1 e 2.
- FORNACIARI G., 1961 – Il nocciolo selvatico nella regione Friulana. *Terra Friulana, Udine*. 6(3) : 14-18.
- FUNK A. e GRÄFFE E., 1895 – Contributo alla fauna dei Ditteri dei dintorni di Trieste. Tip. Lloyd Adriatico, Trieste.
- GARRITY G.M., M. WINTERS, D.B. SEARLES, 2001 – Taxonomic Outline of the Procarionit Genera. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Release 1.0 Springer Verlag, New York, Berlin, Heidelberg.
- GIACOMINI V. e FENAROLI L., 1958 – Conosci l'Italia. 2. La Flora. TCI, Milano.
- GOIDANICH G., 1959-1975 – Manuale di patologia vegetale. Edagricole, Bologna. 1, 2, 3, 4, e 5.
- GOIDANICH G., CASARINI B., UGOLINI A., 1977 – Le avversità delle piante legnose da frutto. Pomacee, Drupacee, Vite, Olivo e agrumi. Edagricole, Bologna.
- GOIDANICH G., SVAMPA G., BADIALI G., - Guida al riconoscimento delle malattie delle piante orticole e arboree da frutto. Edagricole, Bologna.

- GRANDI G., 1951 – Introduzione allo studio dell'Entomologia. Edagricole, Bologna.
- GRÄFFE E., 1905a – Beitrag zur Kenntnis der Gallenbewohnende Cynipinen der Umge. *Boll. Soc. Adr. Sc., Trieste*. 23 : 1-65.
- , 1905b – Ueber zwei neue *Cynips*-Arten und deren Gallen. *Verh. Zool. Bot. Ges., Wien*. 55 : 370-373.
- , 1908 – Beiträge zur Fauna der "Hemiptera" des Küstenlandes. *Boll. Soc. Adr. Sc., Trieste*. 25(1) : 292-309.
- HARTMANN G., NIENHAUS F., BUTIN H., 1990 – Atlante delle malattie delle piante. Franco Muzzio Editore, Padova.
- HAWKSWORTH D.L., P.M. KIRK, B.C. SUTTON, D.N. PEGLER, 1995 – Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi. International Mycological Institute, CAB International, University Press, Cambridge.
- HOFMANN A., 1954 – Faune de France. Coleopteres Curculionides. 59. Lechevalier, Paris.
- HOUARD C., 1908 - 1909 - 1913 – Les zoocécidies des Plants d'Europe et du Bassin de la Mediterranée. Hermann, Paris. 1, 2 e 3.
- IMMS A. D., 1957 – A general Textbook of Entomology. London.
- KALTENBACH J. H., 1843 – Monographic der Familien der Pflanzläuse (Phytophthires). Die Blatt- und Erdläuse (Aphidina et Hyponomeutes). *Aschen*, Wien. 8 : 223-243.
- KERNER F., 1891 – Pflanzenleben. Bibliographisches Institut, Leipzig und Wien. 1,2.
- KIEFFER J. J., 1900 – Species des Hymenopteres d'Europe et d'Algerie. Ed. André, Paris.
- , 1900 – Monographie des Cecidomyides d'Europe et d'Algerie. *Ann. Soc. ent.*, Paris. 69 : 181-472.
- , 1901 – Synopsis des Zoocécidies d'Europe. *Ann. Soc. Entomol. De France*, Paris.
- , 1905 – Species des Hymenopteres d'Europe ed d'Algerie. Ed. André, Paris.
- LAUSI D., CODOGNO M. e GERDOL R., 1981 – Fitosociologia ed ecologia degli alpeggi delle Alpi Giulie occidentali. *Boll. Soc. Adr. Sc. Nat., Trieste*. 65 : 81 – 112.
- LEWIS T. e TAYLOR L. R., 1973 – Introduzione alla Ecologia sperimentale. G. Feltrinelli Ed., Milano.
- LORENZONI G. G., 1967 – Flora e vegetazione del Friuli-Nord-orientale. Grafiche Fulvio, Udine.
- LÖW F., 1878 – Ueber Gallmücken. *Verh. K.k. zool. Bot. ges.*, Wien. 27 : 1-38, taf. I.
- MANI M. S., 1964 – Ecology of plant galls. Dr. W. Junk, Publishers, the Hague.
- MARINELLI G., 1924 – 25 – Guida della Carnia e del Canal del Ferro. Stab. Tip. Carnico, Tolmezzo (ristampa 1982).
- MARINI D. e GALLI M., 1983 – Alpi Giulie occidentali. SAG-CAI, Trieste.
- MARTINI F., 1987 – L'endemismo vegetale nel Friuli-Venezia Giulia. *Biogeographia*. 13 : 339-399.
- MARTINI F. e PAIERO P., 1988 – I salici d'Italia. Ed. Lint, Trieste.
- MARTINIS B., 1971 – Geologia generale e geomorfologia. In: AA. VV. - Enciclopedia Monografica del Friuli-Venezia Giulia. Ist. Per l'Enciclopedia, Udine. 1(1) : 85-171.
- MASUTTI L., 1959 – Reperti sull'entomofauna del *Pinus nigra* Arn. Var. *austriaca* Hoess. Nelle Prealpi Giulie. *Ann. Accad. It. Sc. For.*. 8.
- , 1961 – I principali insetti dannosi alle Conifere nelle valli del t. Torre e del t. Vegliato (Prealpi Giulie). *Camera Comm. Ind. Agr., Udine*.
- MASUTTI L. e COVASSI M., 1978 – Imenotteri Sinfiti di habitat forestali montani del Friuli. *Redia*, Firenze. 61 : 107-174, tav. I, II.
- MEYER J., 1987 – Plants Gall and Gall Inducers. Gebrüder Borntraeger, Berlin-Stuttgart.
- MÜLLER G., 1948 – Contributo alla conoscenza dei Coleotteri fitofagi. *Atti Mus. Civ. St. Nat., Trieste*. 27 : 1-38.
- NALEPA A., 1889 – Beiträge zur Systematik der Phytoptten. *Sitzb. Kaiser Akad. Wiss. Math.-Naturwiss.*, Wien. 98(1) : 112-156, 9 pls..
- , 1889 – Zur Systematik der Gallmilbe. *Anz. Kais. Akad. Wiss., Math.-Natur Kl.*, Wien. 26(16) : 162.
- , 1891 – Genera und Species der Famili *Phytoptida*. *Denkschr. Akad. Wiss.*, Wien. 58 : 867-884.
- , 1892 – Tegonotus, ein neues Phytoptiden-Genus. *Zool. Jahrb., Abt. Syst.*, 6(2) : 327 - 337, 13 pls..
- , 1893 – Katalog der bisher beschriebenen Gallmilben, ihrer Gallen und Nahrungpflanzen, nebst Angabe der einschlagigen Literatur und kritischen Zusatzen. *Zool. Jahrb.* 7(2) : 274-328.
- , 1898 – Eriophyidae (Phytoptidae), Acarina. *Das Tierreich*, Berlin. 4 : 1-74.
- , 1919 – Revision der auf den Betulaceen Mitteleuropas Gallen erzeugenden Eriophyes Arten. *Verh. Kaiser-königlichen. Zool. Bot. Ges.*, Wien. 69(1-5) : 25-51.
- , 1920 – Die Phytoptocécidien von Tilia und ihre Erzeugen. *Verhandl. Kaiser-königlichen, Zool. Bot. Ges.*, Wien. 70(1-2) : 49-68.
- , 1920 – Revision der auf Fagaceen und Ulmaceen Gallen erzeugenden Eriophyiden. *Verh. Kaiser-königlichen, Zool. Bot. Ges.*, Wien. 69(10) : 386-401.
- , 1930 – Die Milbengallen von *Buxus sempervirens* L. und ihre Erzeuger. *Marcellia*. 26 : 6 -6.
- NUZZACI G. e DE LILLO E., 1989 – Contributo alla conoscenza dello gnatosoma degli Acari Tenuipalpidi (Tetranychoidae: Tenuipalpiidae). *Entomologica*, Bari. 24 : 5-32.
- PAIERO P., 1981 – La vegetazione forestale del Canal del Ferro (Udine). *Gortania, Udine*. 3 : 168-228.
- PELLIZZARI SCALTRITI G., 1988 – Guida al riconoscimento delle più comuni galle della flora italiana. Patròn Ed., Bologna.
- PETANOVIC R. e DE LILLO E., 1992 – Two new species (Acari: Eriophyoidea) of *Euphorbia* L. from Yugoslavia with morphological notes on *Vasates euphorbiae* Petanovic. *Entomologica*, Bari. 27 : 5-7.

- PETANOVIĆ R. e STANKOVIĆ S., 1999 – Catalog of the Eriophyoidea (Acari: Prostigmata) of Serbia and Montenegro. *Acta Ent. Serb.*, Beograd. Special issue : 1-143.
- PIGNATTI S., 1970 – Le brughiere subalpine a *Rhododendron ferrufineum* nel versante meridionale delle Alpi. *Atti Ist. Veneto Sci. Let. Arti, Venezia*. 128 : 195-212.
- , 1978 – Dieci anni di cartografia floristica nell'Italia di Nord – Est. *Inf. Bot. Ital., Firenze*. 10 : 212-219.
- , 1997 – Flora d'Italia. Edagricole, Bologna. 1, 2 e 3.
- PINTERA A., 1966 – Revision of the Genus *Cinara* Curtis (Aphidoidea Lachnidae) in Middle Europe. *Acta ent. Bohem. Slov., Praha*. 63.
- POLDINI L., 1969 – Le pinete di pino austriaco nelle Alpi Carniche. *Boll. Soc. Adr. Sc. Nat., Trieste*. 57 : 3-65.
- , 1971 – La vegetazione della regione. In: AA. VV. – Enciclopedia Monografica del Friuli-Venezia Giulia. Ist. Per l'Enciclop., Udine. 1(2) : 507-558.
- , 1973 – Lo *Spiraeo – Potentilletum caulescentis* associazione rupicola delle Alpi Carniche. *Atti Mus. Civ. Sc. Nat., Trieste*. 28(2) : 451-463.
- , 1974 – Endemismo e vicarismo nelle Alpi Carniche. In: *Lavori Soc. It. Biogeogr., Forlì*. 4 : 31 -5.
- , 1987 – La suddivisione fitogeografica del Friuli – Venezia Giulia. *Biogeographia*. 13 : 41-56.
- , 1991 – Itinerari botanici nel Friuli – Venezia Giulia. Mus. Friulano St. Nat., Udine.
- POLDINI L. e MARTINI F., 1990 – Variazione delle caratteristiche vegetazionali degli alvei del Fiume Fella e dei suoi affluenti principali. Com. Mont. Canal del Ferro-Val Canale, Pontebba (Udine).
- POLDINI L. e NARDINI S., 1993 – Boschi di forra, faggete e abieteti in Friuli (NE – Italia). *Studia Geobotanic, Trieste*. 13 : 215-298.
- POLDINI L. e MARTINI F., 1993 – La vegetazione delle vallette nivali su calcare, dei conoidi e delle alluvioni nel Friuli (NE-Italia). *Studia Geobotanica, Trieste*. 13 : 141-214.
- POLDINI L. e ORIOLO G., 1994 – La vegetazione dei prati da sfalcio e dei pascoli intensivi (*Arrhenatheretalia e PodTrisetetalia*) in Friuli (NE – Italia). *Studia Geobotanica, Trieste*. 14(1) : 3-48.
- POLDINI L. e VIDALI M., 1995 – Cenosi arbustive nelle Alpi sudorientali (NE-Italia). *Colloques Phytosociologique, Camerino*. 34 : 141-167.
- POLDINI L., ORIOLO G. e VIDALI M., 2002 – Nuovo atlante corologico delle piante vascolari nel Friuli Venezia Giulia. Reg. Aut. Friuli Venezia Giulia-Università degli Studi di Trieste.
- POLLI S., 1971 – Il clima della regione. In: Enciclopedia Monografica del Friuli-Venezia Giulia, Udine. 1(1) : 442-488.
- POZZI G., 1984 – Guida agli Insetti. Fabbri Ed., Milano.
- RAPISARDA C. e CONCI C., 1987 – Faunistic notes and zoogeographical considerations on the Psyllid Fauna of the South-Eastern Alps. *Biogeographia*. 13 : 623-639.
- RATH F., 1992 – Il genere *Rhytisma*. Appunti sulle principali specie italiane. In: AMB, Trento. 35(1) : 43-48.
- ROBERTI D., 1990/91 – Gli Afidi d'Italia. *Entomologica*, Bari. 25/26 : 1-387.
- RÜBSAAMEN E. H., 1902 – Zur Blutlaustrage. In: *Allgen. Zeitschr. F. Entomol.*, Wien. 7 : 12-13.
- SCHLECHTENDAL D. H. R., 1890 – Die Gallbildungen (Zoocecidien) der deutschen Gefaesspflanzen. *Verh. Natw.*, Wien. 1-122.
- SIMONETTI G., FRILLI F., BARBATTINI R. e JOB M., 1989 – Flora di interesse apistico. Uno studio di botanica applicata in Friuli-Venezia Giulia. *Apicoltura, Riv. Scient. di Apidologia, Firenze*. 5 : 1-377.
- SKUHRAVA M. e SKUHRAVY V., 1992 – Atlas of Galls induced by Gall Midges. *Academia Praha, Czechoslovakia*.
- , 1994 – Gall Midges (Diptera: Cecidomyiidae) of Italy. *Entomologica*, Bari. 28 : 45-76.
- , 1996 – Gall Midges (Diptera Cecidomyiidae) of Slovenia. *Scopolia, Ljubljana*. 36 : 1-23.
- SKUHRAVY V., 1972 – Distribution and outbreaks of the gall midge *Thecodiplosis brachyntera* (Schwäger.) in Europ (Diptera Cecidomyiidae). *Acta ent. Bohem. Slov., Praha*. 69(4).
- STEFANELLI A., 1967 – Il pino nero nelle Alpi orientali. Arti Grafiche Friulane, Udine.
- STERGULC F., FRIGIMELICA G., 1996 – Insetti e funghi dannosi ai boschi nel Friuli-Venezia Giulia. Reg. Aut. Friuli-Venezia Giulia-Direzione Reg. Foreste e Parchi, Udine.
- THOMAS F., 1872 – Schweizerische Milbe – gallen (*Phytoptus* Dy.), st. Gallen. *Verh. Natw. Ges.*, Wien. 5(32) : 1-16.
- TOMASI E., 1990 – Gli animali cinipidi e le galle. In: Passeggiata “Tiziana Weiss” di Aurisina. Ed. “I. Svevo”, Trieste. 147-164.
- , 1996 – Primo contributo alla conoscenza e alla distribuzione dei cecidogeni del Friuli Venezia Giulia. *Atti Mus. Civ. St. Nat., Trieste*. 47 : 1-136.
- , 2002a – Fito – Zooceccidi dell'alta Val Torre e Val Ucceca (Prealpi Giulie occidentali-Lusevera-Udine). *Atti Mus. Civ. St. Nat., Trieste*. 49 : 33-48.
- , 2002b – Fito – Zooceccidi del Monte Castellaro Maggiore (Italia-Nordorientale-Slovenia). *Atti Mus. Civ. St. Nat., Trieste*. 49 : 49-66.
- , 2002c – Fito – Zooceccidi della Val Rosandra (San Dorligo della Valle-Trieste-Italia Nordorientale). *Atti Mus. Civ. St. Nat., Trieste*. 49 : 67-80.
- , 2002d – Alpi Giulie. Tamari Montagna Edizioni, Padova.
- TOMASI E. e DE LILLO E., 2002 – Contributo alla conoscenza e alla distribuzione dei Cecidogeni del Friuli-Venezia Giulia: Acari Eriophyoidea. *Atti Mus. Civ. St. Nat., Trieste*. 49 : 19-32.

- TREMBLAY E., 1982 - 1994 – Entomologia applicata. Liguori Editore, Napoli. 1, 2/1, 2/2, 3/1, 3/2 e 3/3.
- TRINAJSTIĆ I., 1989 – Contributo all'analisi fitogeografica dell'area sud-est alpino-dinarica. *Biogeographia*. 13 : 99-112.
- TROTTER A., - 1902 - 1947 – Marcellia. Rivista di cecidologia, Padova e Avellino.
- - - 1908 - 1910 – Uredinales (Uromyces et Puccinia). *Flora Italica Crittogama*, Rocca S. Casciano. 4(1) : 1-519.
- VALUSSI G., 1971 – L'ambiente geografico generale. In: Encicl. Monogr. del Friuli-Venezia Giulia, Udine. 1(1) : 19-56.
- VENTURINI C., 1990 – Geologia delle Alpi Carniche centro orientali. *Mus. Friulano St. Nat., Udine*. 26 : 1-220.
- VINELLI M., 1981 – Un Parco per il tarvisiano. *Monti e boschi, Bologna*. 33(1-2).
- WRABER T., 1978 – Alpine vegetation der Julischen Alpen. *Mittl. Ostalp-Din. Ges. F. Vegetkde, Ljubljana*. 14 : 85-89.
- WUTTE M., 1935 – Das Kanaltal. *Landesmuseum, Klagenfurt*.
- ZANGHERI S. e MASUTTI L., 1992 – Entomologia agraria. Edagricole, Bologna.

**I MOLLUSCHI IPOGEI DEL CARSO TRIESTINO
(FRIULI-VENEZIA GIULIA, ITALIA) (GASTROPODA:
PROSOBRANCHIA, BASOMMATOPHORA,
STYLOMMATOPHORA; BIVALVIA: PTERIOIDA).
CHECK-LIST DELLE SPECIE, TASSONOMIA, SISTEMATICA,
ECOLOGIA E BIOGEOGRAFIA**

WILLY DE MATTIA

Via dei Templari 15, I – 34015 Muggia (TS), Italia

Abstract – Subterranean Mollusca of the Trieste’s Karst (Friuli – Venezia Giulia, Italy) (Gastropoda: Prosobranchia, Basommatophora, Stylommatophora; Bivalvia: Pterioida). Check-list of species, taxonomy, systematic, ecology and biogeography – Very few datas about the subterranean malacofauna of Trieste’s Karst are known. Extensive collecting and systematic revisions of taxa, based upon modern taxonomic criteria, are strongly required. Many taxa still occupy unclear sistematic position and present unsolved problems, such as *Zospeum* (Gastropoda Pulmonata). This work aims to fill missing datas up. A topographic check-list of species has been completed. Taxonomical observations are given, integrating classic features (shell shape) with anatomical, ecological and biogeographical considerations. An updated contribution about faunistic characteristics of subterranean Timavo are given. 56 caves have been investigated and 55 species (9 of these are strictly subterranean) have been collected. For the very first time alive specimens of *Belgrandia stochi* have been collected, giving the opportunity to carry anatomical investigations on. It rendered possible to give the species a correct generical position. It has been carried out the first attempt of systematic revision of *Zospeum* comparing anatomical and shells features among populations. Sub-specific splitting of *Z. spelaum* has been rejected and *Z. trebicianum* has been acquired the status of *bona species*. The first finding in Italy of alive specimens of *Acroloxus tetensi* has been made. The presence of *Aegopiella nitens* e *Oxychilus mortilleti* has been confirmed through anatomical identification. Some specimen of *Tandonia* sp. has been collected. It shares anatomical features with some dalmatian specie and probably it represents a n. sp. for science. The analysis of faunistic datas collected along the subterranean river Timavo gave the opportunity to make some statement about the origin and hypogean course of its waters.

Key words: Biospeleology, faunistic.

Riassunto breve - Le conoscenze sulla malacofauna ipogea del Carso Triestino non hanno ancora raggiunto un livello accettabile. Mancano ancora campagne di raccolta estensive e revisioni svolte secondo moderni criteri tassonomici e biogeografici di alcuni gruppi sistematicamente ancora problematici, come *Zospeum* (Gastropoda Pulmonata). Il presente studio fornisce un riassunto sullo stato delle conoscenze faunistiche e sistematiche apparse in bibliografia e compila una check-list topografica delle specie raccolte. Sono incluse osservazioni tassonomiche sulle specie e/o su gruppi di specie critici integrando caratteri “classici” (morfologia del nicchio) con indagini anatomiche, ecologiche, biogeografiche. Fornisce un quadro aggiornato sulla malacofauna del Timavo ipogeo e verifica le segnalazioni bibliografiche storiche per specie non recentemente confermate. Sono state campionate 56 cavità rinvenendo 55 specie, 9 delle quali ad ecologia esclusivamente sotterranea. Si segnala il primo rinvenimento di esemplari viventi di *Belgrandia stochi*, che ha reso possibile, tramite l’indagine anatomica dell’apparato riproduttore, un corretto inquadramento generico. È stato condotto il primo tentativo di revisione del genere *Zospeum* basato sulla valutazione della morfologia anatomica e la variabilità del nicchio. I risultati hanno condotto al rigetto della dicotomia sottospecifica di *Zospeum spelaum* ed alla conferma come *bona species* per *Zospeum trebicianum*. Sono stati rinvenuti per la prima volta in territorio italiano esemplari viventi di *Acroloxus tetensi*. Tramite indagine anatomica è stato possibile confermare per la prima volta la presenza in Carso Triestino di *Aegopiella nitens* e *Oxychilus mortilleti*. È stata scoperta una *Tandonia*, anatomicamente affine al gruppo di *Tandonia* dalmate, che probabilmente rappresenta una n. sp. per la scienza. Lo studio e l’interpretazione dei dati faunistici raccolti lungo il percorso ipogeo del fiume Timavo hanno permesso di effettuare considerazioni circa la provenienza ed il percorso delle sue acque.

Parole chiave: Biospeleologia, ricerche faunistiche.

Indice

1. - Premessa	pag. 92
2. - Geografia fisica del Carso Triestino	» 93
2.1 - Caratteri generali e climatici	» 93
2.2 - Aspetti stratigrafico-geologici	» 94
3. - Fauna delle grotte e delle acque carsiche del Carso Triestino	» 95
4. - Breve storia della ricerca sui molluschi sotterranei del Carso Triestino	» 96
5. - Scopi ed obiettivi della ricerca	» 97
6. - Materiali e metodi	» 98
6.1 - Stazioni di campionamento	» 99
6.2 - Acronimi anatomici	» 103
7. - Parte speciale	» 103
1) <i>Cochlostoma tergestinum</i>	» 104
2) <i>Cochlostoma scalarinum</i>	» 105
3) <i>Acicula lineolata banki</i>	» 106
4) <i>Pomatias elegans</i>	» 107
5) <i>Iglica forumjuliana</i>	» 107
6) <i>Graziana pupula</i>	» 108
7) <i>Hadziella</i> cfr. <i>ephippiostoma</i>	» 109
8) <i>Hauffenia subpiscinalis</i>	» 110
9) <i>Hauffenia tellinii</i>	» 111
10) <i>Sadleriana fluminensis</i>	» 112
11) <i>Belgrandia stochi</i>	» 113
12) <i>Carychium tridentatum</i>	» 115
13) <i>Zospeum spelaeum</i>	» 115
14) <i>Zospeum trebicianum</i>	» 124
15) <i>Zospeum kusceri</i>	» 128
16) <i>Acroloxus tetensi</i>	» 128
17) <i>Ancylus fluviatilis</i>	» 130
18) <i>Pagodulina pagodula</i>	» 131
19) <i>Granaria illyrica</i>	» 132
20) <i>Agardhiella truncatella truncatella</i>	» 133
21) <i>Ena obscura</i>	» 134
22) <i>Arion subfuscus</i>	» 135
23) <i>Semilimacella carniolica</i>	» 136
24) <i>Vitrinobrachium breve</i>	» 137
25) <i>Vitrea subrimata</i>	» 139
26) <i>Aegopis verticillus</i>	» 143

27) <i>Aegopis croaticus</i>	pag. 143
28) <i>Aegopinella nitens</i>	» 144
29) <i>Oxychilus draparnaudi</i>	» 147
30) <i>Oxychilus mortilleti</i>	» 150
31) <i>Tandonia</i> sp	» 153
32) <i>Limax</i> cfr. <i>bielzi</i>	» 156
33) <i>Deroceras klemmi</i>	» 157
34) <i>Cecilioides acicula</i>	» 160
35) <i>Poiretia cornea</i>	» 161
36) <i>Testacella scutulum</i>	» 162
37) <i>Cochlodina costata curta</i>	» 164
38) <i>Cochlodina laminata inaequalis</i>	» 164
39) <i>Cochlodina triloba</i>	» 165
40) <i>Ruthenica filograna</i>	» 166
41) <i>Petasina leucozona</i>	» 166
42) <i>Hygromia cinctella</i>	» 167
43) <i>Cernuella neglecta</i>	» 168
44) <i>Monachoides incarnata</i>	» 169
45) <i>Monacha cartusiana</i>	» 169
46) <i>Helicodonta obvoluta</i>	» 170
47) <i>Chilostoma intermedium</i>	» 171
48) <i>Chilostoma illyricum illyricum</i>	» 172
49) <i>Chilostoma lefebureianum</i>	» 174
50) <i>Cepaea nemoralis</i>	» 176
51) <i>Helix pomatia</i>	» 176
52) <i>Pisidium amnicum</i>	» 177
53) <i>Pisidium casertanum</i>	» 178
54) <i>Pisidium personatum</i>	» 179
55) <i>Pisidium subtruncatum</i>	» 180
7.1 - Segnalazioni storiche	» 180
56) <i>Zospeum lautum</i>	» 181
57) <i>Spelaeodiscus hauffeni</i>	» 182
8. - Discussione	» 196
8.1 - Catalogo topografico delle specie	» 196
8.2 - Tassonomia	» 198
8.3 - Biogeografia	» 199
8.4 - Ecologia	» 205
8.5 - Timavo ipogeo	» 206
9. - Conclusioni	» 209
Ringraziamenti	» 210
Bibliografia	» 211

1 - Premessa

La posizione geografica e la natura geologica del Carso Triestino fanno sì che la sua flora e fauna siano particolarmente ricche. Aspetti peculiari caratterizzano gli elementi di provenienza eminentemente illirica, dinarica ed alpina sudorientale. Infatti per molte entità, vegetali ed animali, questo territorio è l'estremo nordoccidentale del loro areale di distribuzione.

Le conoscenze sulla malacofauna terrestre e dulcicola non hanno ancora raggiunto un livello accettabile. La carenza di dati è ancora più importante per quanto riguarda i molluschi sotterranei appartenenti a tutte le categorie biospeleologiche. Questo è probabilmente dovuto al fatto che pochi malacologi hanno vissuto nella Venezia Giulia. Degno di questo appellativo è sicuramente Adolfo Stossich, naturalista triestino che contribuì in maniera importante allo studio e alla conoscenza dei molluschi carsici. Le ricerche fin'ora condotte, per lo più risalenti alla fine dell'800 ed ai primi del '900, hanno dimostrato che la malacofauna ipogea del Carso Triestino è ricca di interessanti specie. Questo dato assume ancora più importanza se rapportato alle modeste dimensioni del territorio. La presenza di un fiume sotterraneo (Timavo) e di un esteso bacino di acque di base rende il territorio ecologicamente interessante e degno di approfondite ricerche. Una campagna di ricerche estesa a tutti gli ambienti ipogei può fornire nuovi dati di estremo interesse, fornendo notevoli sviluppi anche a livello sistematico per alcuni gruppi ancora problematici come *Zospeum*. Mancano revisioni recenti svolte secondo moderni criteri tassonomici e biogeografici. Inoltre lo studio della malacofauna sotterranea può essere impiegato per verificare lo "stato di salute" delle cavità e dei bacini ipogei. In tempi di fattivo interesse di ecologia ambientale, gli studi biospeleologici possono dare un valido contributo per stabilire le condizioni e le modalità di interventi di recupero, tutela e conservazione.

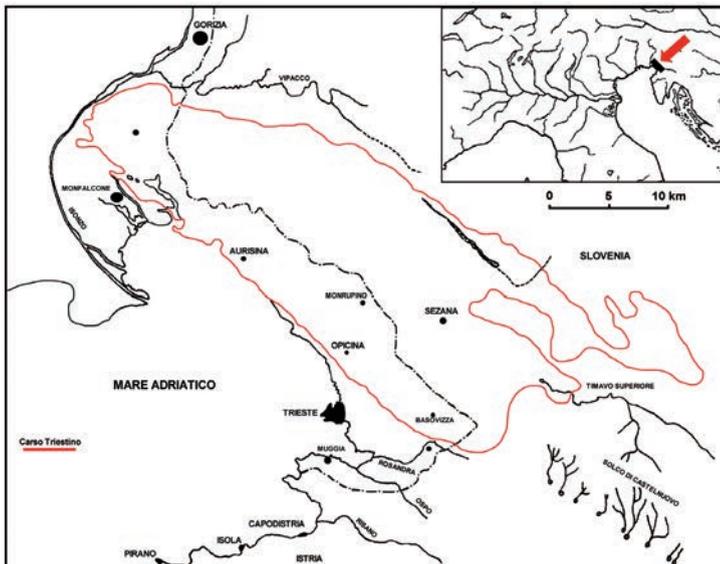


Fig. 1.

2. - Geografia fisica del Carso Triestino

2.1 - Caratteri generali e climatici

In Italia le zone carsiche coprono oltre il 27% del territorio nazionale, fra queste rientra l'area fra Venezia Giulia e Slovenia, che viene comunemente definita come Carso Classico.

La sua superficie complessiva è di 850 kmq e si estende fra le province di Trieste, Gorizia e il territorio della Repubblica di Slovenia (Fig. 1).

La porzione compresa nei confini italiani (da ora definito come Carso Triestino) presenta una superficie di 200 kmq. Si tratta di un'area conformata ad altipiano con gradiente altitudinale crescente da NO verso SE.

I rilievi calcarei della Venezia Giulia (Carso Triestino s. l.) costituiscono la parte costiera del settore nordoccidentale della grande catena dinarica, che si estende da NW a SE a bordare l'intero litorale adriatico orientale, dall'Isonzo alle Bocche di Cattaro. Il Carso Triestino, costituito dal prolungamento in anticlinale verso NO del Carso dell'Alta Istria, è limitato a SE ed E dalla Val Rosandra e dalla Valle del Timavo Superiore, ambedue situate in sinclinale; a N e NE dalla Valle del Vipacco; a NO dalla piana alluvionale dell'Isonzo tra Gorizia e Monfalcone; a SO dal Golfo di Trieste e dalla fascia dei terreni marnoso-arenacei in facies di Flysch che si estendono lungo la costa tra il vallone di Muggia e la baia di Sistiana.

La successione stratigrafica dei terreni affioranti comprende una potente serie carbonatica, prevalentemente calcarea, di età compresa fra l'Aptiano e l'Eocene inferiore. I rilievi sono allungati in direzione NO-SE secondo l'asse di un'ampia anticlinale, ai cui fianchi sono presenti rocce marnoso-arenacee dell'Eocene inferiore-medio.

Data l'elevata porosità e permeabilità della roccia calcarea, è assente una vera rete idrografica superficiale; infatti si determina una circolazione idrica sotterranea alimentata da perdite o addirittura cattura dei corsi d'acqua superficiali periferici (Timavo superiore, Isonzo, Vipacco), e dal completo assorbimento delle precipitazioni meteoriche locali.

La zona principale di venuta a giorno di queste acque sotterranee si trova a SE di Monfalcone, ove manca la tamponatura delle rocce marnoso-arenacee. L'area sorgentizia, situata a breve distanza dalla costa, interessa un fronte di circa 4 chilometri e comprende i sistemi (da NW a SE) di Pietrarossa, Sablici, Moschenizze, Sardos e Timavo. Questi sono drenati da una serie di canali, perlopiù artificiali, confluenti nel corso del Timavo inferiore.

Una seconda zona di risorgenza di acque sotterranee, di origine locale, corrisponde alla profonda incisione torrentizia della Val Rosandra, all'estremità sudorientale del territorio in esame.

La morfologia dell'altipiano carsico è irregolare con andamento ondulato. I rilievi sono poco pronunciati ed in genere rotondeggianti o cupuliformi. Questi si alternano ad estese zone pianeggianti. Caratteristica è la presenza di depressioni chiuse a forma di conca o imbuto chiamate doline. Queste sono una morfologia costantemente presente nelle zone carsiche, talvolta talmente addensate da compenetrarsi tra loro (uvala). Esempi di doline sono la Conca di Orle e la Dolina di Percedol.

Caratterizzazione importante del territorio carsico è la diffusa presenza di vasti affioramenti rocciosi detti campi solcati.

La più caratteristica morfologia è la costante presenza di cavità (pozzi, grotte, caverne) che si sviluppano all'interno delle rocce carsiche. Il Carso Triestino è soggetto da 150 anni alla ricerca speleologica. In 200 kmq sono attualmente conosciute circa 3000 cavità (o grotte). È considerata grotta qualsiasi cavità con sviluppo e/o profondità di almeno 5 m, così come raccomandato dalla Società Speleologica Italiana (BAGLIANI *et al.*, 1992). Degne di nota sono L'Abisso di Trebiciano profondo oltre 350m raggiunge il corso ipogeo del Timavo; la Grotta Skilan che è la più estesa nelle province di Trieste e Gorizia con oltre 6 km di sviluppo ed una profondità di quasi 400 m. Ricordiamo ancora la Grotta Gigante, una delle maggiori grotte turistiche italiane e la Grotta Savi con oltre 4km di sviluppo.

Il clima dell'area, fatta eccezione per una stretta fascia prossima alla costa, ha carattere continentale subalpino, con inverni rigidi, estati calde e massimi pluviometrici in autunno e primavera. La temperatura media annua dell'aria è di 11, 9°C (media di gennaio 2,7°C, media di luglio 21,4°C). Il valore delle precipitazioni è di 1355 mm/anno (dati rilevati presso la stazione meteorologica di Borgo Grotta Gigante, a quota 275 m s.l.m.). Caratteristica dei mesi più freddi è la presenza di forti venti secchi da ENE (bora) che, assieme all'elevatissima infiltrazione delle acque meteoriche nei terreni incassati, conferiscono al suolo una particolare aridità, sia invernale sia estiva.

2.2 - Aspetti stratigrafico-geologici

Nel Carso triestino affiorano litotipi carbonatici recentemente riuniti in "membri" ancora informali e provvisori. Detti membri vanno inseriti nella "Formazione dei calcari del Carso", formazione anch'essa al momento informale e provvisoria (CUCCHI *et al.*, 1989).

I diversi membri che caratterizzano la successione, descritti dai termini più antichi a quelli più recenti, sono i seguenti:

- Membro del Monte Coste (Appiano partim – Albiano partim)
- Membro di Rupingrande (Albiano superiore – Cenomaniano medio-inferiore)
- Membro di Zolla (Cenomaniano medio-superiore)
- Membro di Grotta Gigante (Cenomaniano superiore-Maastrichtiano)
- Membro di Monte Grisa (Paleocene)
- Membro di Opicina (Thanetiano – Ilerdiano)

Il Carso Triestino quindi è costituito da rocce carbonatiche sedimentarie di origine marina, prevalentemente calcari, calcari dolomitici e dolomie, derivate in massima parte dall'accumulo di resti scheletrici di organismi marini, soprattutto alghe, foraminiferi, brachiopodi, molluschi (rudiste), echinodermi etc (D'AMBROSI, 1976). Questi si sono depositati in un mare poco profondo, dalle caratteristiche chimico-fisiche simili a quelle attualmente riscontrabili in analoghi ambienti tropicali, nel lasso di tempo compreso tra il Cretaceo inferiore e l'Eocene inferiore, costituendo un esempio classico di piattaforma carbonatica. Il mare era limpido, profondo da pochi metri ad un massimo di 200/300 m. La grande potenza raggiunta da questa sedimentazione (3000 m circa) è stata resa possibile dal contemporaneo graduale abbassamento del fondale marino per fenomeni di subsidenza

(sprofondamento dei sedimenti verso il basso). Successivamente alla fase di sedimentazione in ambiente marino, l'area fu interessata da movimenti di sollevamento dovuti alle spinte relative all'orogenesi alpina (Eocene), le cui cause sono riconducibili ai movimenti reciproci tra zolle continentali, iniziate nel Triassico e tuttora in corso. Durante la crisi orogenetica eocenica si sollevarono le più grandi catene montuose: Alpi, Appennini, Pirenei, Carpazi ed Hymalaia.

L'insieme di dislocazioni e deformazioni derivate ha determinato l'attuale assetto dell'area nell'asimmetrica anticlinale il cui asse principale presenta direzione NO-SE.

Sopra i sedimenti calcarei biogenetici, a seguito dell'erosione meteorica e fluviale delle aree sollevate a monte, si depositarono fanghiglie sabbiose ed argillose che diedero origine al Flysch, un sedimento marnoso-arenaceo. A questa deposizione è seguito un ulteriore sollevamento della massa carbonatica ricoperta dal Flysch. Gli strati nel territorio in esame si sono curvati uscendo dal mare in una grande anticlinale

Il Flysch, facilmente erodibile e degradabile dalle acque fluviali e meteoriche, è stato asportato facendo venire alla luce le rocce carbonatiche sottostanti.

Sul periodo d'inizio dei fenomeni carsici (dissoluzione e erosione) le opinioni sono ancora discordanti: alcuni autori asseriscono che il carsismo iniziò già sotto alla copertura marnoso-arenacea; mentre altri asseriscono che questo iniziò solamente con l'affioramento dei calcari alla luce.

3. - Fauna della grotte e delle acque carsiche sotterranee del Carso Triestino

Le indagini biospeleologiche nell'area sono iniziate nei primi decenni dell'800 con la scoperta quasi casuale dei primi organismi anoftalmi. La prima segnalazione di organismi cavernicoli riguarda il proteo, citato per i pozzi di Gradisca (GO) da BERINI (1826). Osservazioni biospeleologiche nella Grotta di Trebiciano (17VG) furono compiute nel giugno del 1842 dall'ing. Sforzi, e rimaste inedite fino ai giorni nostri (MEDEOT, 1973). Appena quarant'anni dopo riappangono in letteratura nuove segnalazioni per la fauna sotterranea. Si tratta spesso di semplici osservazioni svolte nel corso di esplorazioni speleologiche, ma in qualche caso anche di pregevoli elenchi faunistici. Vanno ricordati i contributi pubblicati sulla rivista "Il Tourista", dal 1895 al 1913 (GHERLIZZA, 1999). Vi appaiono osservazioni e note, fra i tanti, di PERKO (1897a, 1897b; 1904a; 1904b) e TREVISAN (1898).

Le visite entomologiche svolte nelle cavità del Carso nel primo trentennio del '900 portarono alla scoperta di numerose specie di coleotteri troglobi, nuove per la scienza. Un quadro completo venne dato da MÜLLER (1930). L'importanza delle ricerche condotte in questo periodo è stata limitata dal fatto che, salvo rari esempi, l'interesse dei ricercatori era esclusivamente rivolto ai rappresentanti di un solo ordine, trascurando gli altri. Agli inizi degli anni trenta si ebbero nuovi e più completi contributi, con l'approfondimento delle ricerche sulla "fauna minore" e sulla stigofauna. Carl Strasser, biospeleologo triestino, raccolse estesamente materiali nelle grotte del Carso ed inviò i frutti delle sue ricerche ai maggiori spe-

cialisti dell'epoca (esempi ne sono le pubblicazioni di VERHOEFF, 1929a, 1929b, 1931, 1932; KLIE, 1930) consentendo di tracciare per la prima volta un quadro attendibile del popolamento cavernicolo giuliano. L'idrobiologo H. J. STAMMER (1932a) dedicò alcune campagne di studio dedicate alla fauna del corso sotterraneo del Timavo, che diedero risultati fondamentali per la conoscenza dei taxa acquatici.

Negli anni '60 e '70 apparve solo qualche sporadico contributo, da parte di bio-speleologi provenienti da altre regioni italiane, supportati da speleologi triestini interessati a riprendere gli studi faunistici.

La ripresa degli studi avvenne all'inizio degli anni '80. Questa fase, tuttora in corso, riguarda tutti i gruppi sistematici presenti sia in ambiente acquatico che terrestre, sviluppando nuove tecniche di raccolte. I risultati di questa fase sono rappresentati da un notevole incremento del numero di entità cavernicole segnalate. La check-list faunistica delle grotte e delle acque carsiche sotterranee più aggiornata è stata pubblicata da GASPARO (1995). La fauna cavernicola della Venezia Giulia (italiana) comprende, al 1995, complessivamente 139 differenti taxa. Il numero scende a 133 escludendo i chiroterri (classificabili come subtroglòfili). Di essi 64 (48%) appartengono alla fauna terrestre e 69 (52%) alla stigofauna.

4. - Breve storia della ricerca sui molluschi sotterranei del Carso Triestino

Lo studio pubblicato da BRUMATI (1838), anche se contempla principalmente il Carso nei dintorni di Monfalcone, è la prima opera faunistica che ha come soggetto i molluschi non-marini della Venezia Giulia. Benché il lavoro segnò l'inizio delle ricerche malacologiche sul Carso, non vi furono ancora citati taxa sotterranei. PRADA (1852) cita *Carychium spelaum*, riportando semplicemente il dato da ROSSMÄSSLER (1839).

I primi contributi alla conoscenza della malacofauna sotterranea di alcune cavità del Carso Triestino furono forniti da FRAUENFELD (1854; 1856), FREYER (1855) e SCHMIDT (1855). Significativo fu l'operato di HAUFFEN (1856a; 1856b; 1856c; 1858a, 1858b, 1858c, 1858d) che si dedicò allo studio dei taxa sotterranei di tutta l'area carsica del goriziano e dell'odierna Slovenia sudoccidentale. Altri AUTORI trattarono solo marginalmente il territorio con brevi note (BOURGUIGNAT, 1856; BRUSINA, 1855). Durante questo primo periodo di ricerche nuovi taxa furono scoperti e descritti, pubblicati assieme alle prime monografie e revisioni: *Carychium spelaum*, *Carychium carniolicum*, *Carychium freyeri*, *Carychium bidentatum*, *Carychium alpestre*, *Carychium obesum*, *Carychium frauenfeldii*, *Carychium pulchellum*, *Carychium costatum*, *Carychium lautum*, *Carychium schmidtii*, *Zospeum aglenum* e *Zospeum nycteam*, *Valvata spelaea* e *Paludina hauffeni*.

Di particolare importanza, essendo il primo studio faunistico sui molluschi del Carso Triestino, è il lavoro di STOSSICH (1899). L'Autore tratta le specie terrestri, dulcicole e salmastre, contemplando anche entità sotterranee e descrivendo alcuni taxa: *Zospeum auritum*, *Zospeum istriatum* e *Zospeum trebicianum*. Fornisce le prime informazioni sulla tassonomia, nomenclatura, faunistica e biogeografia della malacofauna carsica. Assieme a Freyer, Stossich fu l'unico specialista

triestino, e contribuì notevolmente anche allo studio dei molluschi di molte regioni limitrofe, come il Carso Liburnico (STOSSICH, 1879), Cadore e Dolomiti (STOSSICH, 1895), Velebit (STOSSICH, 1879; 1883) e la Dalmazia (STOSSICH, 1895).

Durante i primi decenni del '900, l'attività speleologica sul Carso Triestino conobbe un momento di eccezionale sviluppo (BERTARELLI & BOEGAN, 1926). Di pari passo crebbero le conoscenze sulla fauna sotterranea, in particolar modo su alcuni gruppi, come i coleotteri e chilopodi, grazie al lavoro di naturalisti come il triestino G. Müller ed il viennese K. W. Verhoeff. La mancanza di malacologi locali non permise di "sfruttare" le opportunità offerte dall'intensa attività grottesca. Citazioni sui molluschi sotterranei (prevalentemente su *Zospeum*) vennero compiute da naturalisti dilettanti, spesso contenenti grossolani errori di determinazione. Vanno ricordate le note pubblicate sul periodico "Il Tourista" edito a Trieste durante i primi del '900, sul quale apparvero i contributi di CALAFATI (1912), CENCICH (1899), KONVICZKA (1894-1895), PERKO (1897a, 1897b, 1904a, 1904b, 1905, 1906a, 1906b, 1907), PETRITSCH & PERKO (1894-1895), TREVISAN (1898) e VEIT (1898) (cfr. GHERLIZZA, 1999). Altri contributi vennero forniti da MÜLLER (1905), VALLE (1911), WAGNER (1932) e WOLF (1934).

Di importanza fondamentale per la conoscenza della fauna del Timavo ipogeo fu il contributo dato da STAMMER (1932b). Anche se basata su una sistematica ormai superata, la check-list dei molluschi fornita da Stammer rappresenta il primo tentativo di inquadramento faunistico per il corso sotterraneo di questo fiume.

Le vicissitudini belliche e post-belliche della Seconda Guerra Mondiale portano ad una lunga pausa nelle ricerche biospeleologiche. A parte sporadici contributi eminentemente compilativi (ALZONA, 1971), l'attività editoriale sull'argomento riprende con la pubblicazione di STOCH & DOLCE (1984), dove, per i molluschi, vengono riportate esclusivamente le citazioni bibliografiche. Il primo tentativo di aggiornamento della malacofauna terrestre carsica (incluse le specie sotterranee), inserendo dati inediti e non basandosi esclusivamente su dati bibliografici, viene compiuto da BOATO et al. (1987). PEZZOLI (1992) cita *Zospeum spe-laenum* per un certo numero di cavità del Carso Triestino. Nella medesima decade, grazie al nuovo impulso fornito all'attività di ricerca, sono segnalati nuovi taxa di molluschi sotterranei per la fauna italiana e stilate check-list faunistiche (BODON & GIOVANNELLI, 1993). Vengono scoperti e descritti nuovi taxa ("*Plagigeyeria*" *stochi* Bodon, Manganelli & Giusti, 1996) e aggiornate le check-list faunistiche con i nuovi dati a disposizione (BODON et al., 1995; GASPARO, 1995; COLLA et al., 2000).

5. - Scopi ed obiettivi della ricerca

Le conoscenze faunistiche e sistematiche sui molluschi non-marini europei sono ancora frammentarie ed incomplete. Ampie aree geografiche risultano ancora debolmente investigate, in particolar modo per quanto riguarda gruppi ad ecologia particolare come i molluschi sotterranei. Il Carso Triestino non è stato ancora oggetto di studi faunistici estensivi che trattassero i molluschi legati all'ambiente ipogeo.

I dati raccolti durante i campionamenti, integrati con la ricerca bibliografica permetteranno di perseguire i seguenti obiettivi:

- a) fornire un riassunto sullo stato delle conoscenze faunistiche e sistematiche apparse in bibliografia;
- b) compilare una check-list topografica delle specie rinvenute nell'ambiente ipogeo;
- c) confermare le determinazioni tramite indagine anatomica;
- d) compiere osservazioni tassonomiche sulle specie e/o su gruppi di specie "critici" integrando caratteri tassonomici "classici" (morfologia del nicchio) con indagini anatomiche, ecologiche, biogeografiche;
- e) formulare considerazioni sull'ecologia e sulla biogeografia delle specie e discutere la loro posizione nelle categorie ecologiche biospeleologiche;
- f) fornire un quadro aggiornato sulla malacofauna del Timavo ipogeo grazie all'esistenza, in provincia di Trieste, di due "finestre" che permettono l'accesso al corso sotterraneo del fiume;
- g) verifica delle segnalazioni bibliografiche per specie non recentemente confermate.

6. - Materiali e metodi

Sono state campionate 56 cavità per un totale di 54 uscite, dall'ottobre 1999 al settembre 2001. Di queste, 48 si trovano nella porzione italiana del Carso Triestino, una nella parte slovena, due nel Solco di Castelnuovo (Slovenia) e tre sull'altopiano di Ocisla e Monte Carso (Slovenia). La scelta delle cavità è stata condizionata dall'importanza storica delle stesse (citazioni in bibliografia faunistica), dal fattore di copertura (per assicurare una significativa distribuzione dei punti sul territorio) e dalla necessità di campionare un'ampia gamma di morfologie ipogee (da piccole cavità a sviluppo orizzontale ad abissi a grande sviluppo verticale). La scelta di alcune stazioni al di fuori del Carso Triestino è stata dettata dalla necessità di acquisire dati faunistici e materiali per confronto. Per cavità a sviluppo verticale o misto sono state utilizzate le tecniche di progressione speleologica su sola corda. La massima profondità raggiunta è di 329 m sotto il livello di campagna nella **Grotta di Trebiciano** (17VG). Sono stati pure raggiunti i 290 m s.l.c. della **Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko** (4737VG), nella cui caverna terminale scorre il Timavo ipogeo. Fra le altre cavità profonde campionate si citano la **Grotta di Padriciano** (12VG) (242 m s.l.c.), **Grotta Skilan** (5720VG) (Galleria Brena: 180 m s.l.c.), **Grotta Lindner** (3988VG) (174 m s.l.c.) e **Abisso Martel** (144VG) (150 m s.l.c.). I campionamenti, per assicurare un'adeguata copertura su tutte le categorie biospeleologiche, hanno interessato tutte le parti delle cavità, a partire dai vani e/o dai pozzi d'accesso fino alle parti interne. La raccolta diretta in sito è stata integrata dall'analisi in laboratorio di terriccio e materiali microclasificati di grotta, posature fluviali e sabbie di risorgiva (Timavo). Lungo il corso ipogeo del Timavo la raccolta di esemplari vivi di specie stigobie è avvenuta utilizzando il metodo della "spazzolatura" delle rocce e al setaccio delle sabbie di fondo. Il materiale con carni è stato fissato in alcool etilico a 80°. I nicchi raccolti vuoti sono conservati a secco. La determinazione dei materiali è avvenuta mediante l'utilizzo

delle caratteristiche conchigliari. Per molte specie l'indagine conchigliare è stata integrata da indagine anatomica. Prima di questo studio, per alcune specie, la struttura dell'apparato genitale era ancora sconosciuta. I disegni anatomici e dei nicchi sono stati eseguiti alla camera lucida. Le immagini fotografiche delle tavole sono state eseguite con camera digitale allo stereomicroscopio Leica. I materiali sono conservati nella collezione dell'Autore.

Parte fondamentale del lavoro è stato il rinvenimento e lo studio approfondito delle citazioni bibliografiche sulla fauna ipogea del Carso Triestino. Queste citazioni sono disperse in numerosissime pubblicazioni, raramente specialistiche, per la maggior parte risalenti all'800 e ai primi decenni del '900.

6.1 - Stazioni di campionamento

L'elenco delle cavità è in Tab 1. Sono forniti i dati catastali principali: nome della cavità, numero di catasto (*VG* per le stazioni italiane; *VG* e *SLO* per le slovene), coordinate UTM, quota, profondità, sviluppo, municipalità, provincia e stato. Per alcune cavità viene illustrato il rilievo topografico (per ragioni di importanza storica e/o faunistica) (Tavv. 12-13). La distribuzione topografica delle cavità sul territorio è in Fig. 2 e nella correlata Tab. 2.

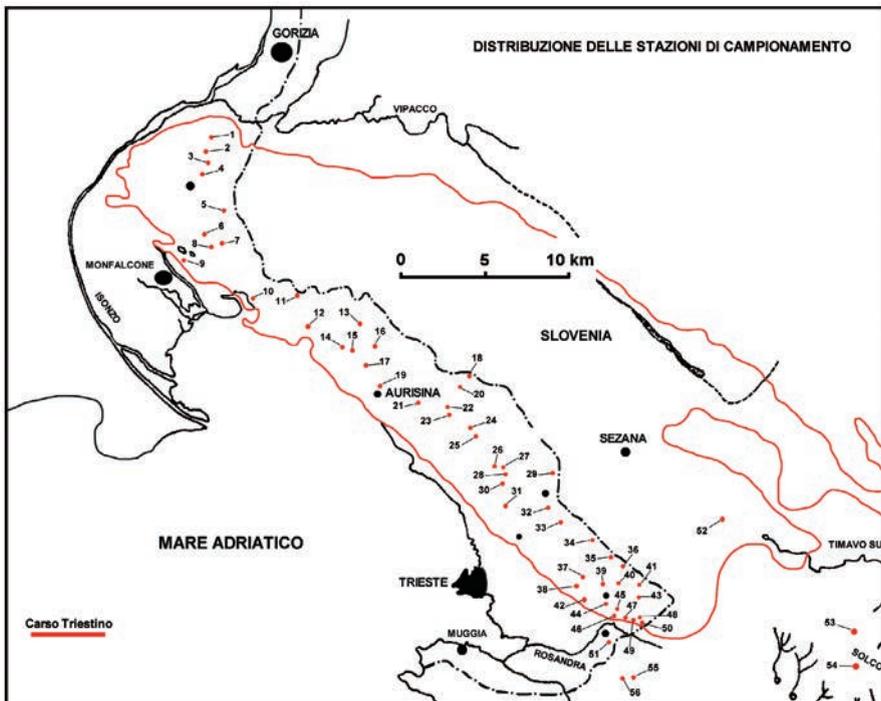


Fig. 2. Distribuzione topografica delle stazioni di campionamento.

CATASTO	GROTTA/ABISSO	UTM	QUOTA	PROF.	SVIL.	COMUNE	PROVINCIA	STATO
6 VG	Grotta Ercole (o di Gabrovizza)	VL0065	230	121	220	Sgonico	Trieste	Italia
7 VG	Grotta dell'Orso	VL0063	208	39	175	Sgonico	Trieste	Italia
12 VG	Grotta di Padriciano	VL0956	364	242	708	Trieste	Trieste	Italia
17 VG	Grotta di Trebiciano	VL0960	341	341	437	Trieste	Trieste	Italia
18 VG	Grotta nel Bosco dei Pini	VL1054	366	41	367	Trieste	Trieste	Italia
39 VG	Grotta delle Torri di Slivia	UL9569	125	101	573	Duino-Aurisina	Trieste	Italia
49 VG	Grotta Bac	VL1254	403	16	130	Trieste	Trieste	Italia
54 VG	Abisso di Gropada	VL1059	392	80	89	Trieste	Trieste	Italia
62 VG	Grotta dell'Alce	VL0065	205	43	155	Sgonico	Trieste	Italia
89 VG	Grotta Nemez	UL9767	148	114	445	Duino-Aurisina	Trieste	Italia
90 VG	Grotta Noè	UL9966	197	123	556	Duino-Aurisina	Trieste	Italia
91 VG	Caverna Pocala	UL9668	134	34	137	Duino-Aurisina	Trieste	Italia
97 VG	Grotta dei Cacciatori	UL9570	185	45	90	Duino-Aurisina	Trieste	Italia
135 VG	Grotta dell'Acqua (o dei Partigiani)	VL0069	248	23	188	Duino-Aurisina	Trieste	Italia
144 VG	Abisso Martel	VL0363	254	150	180	Sgonico	Trieste	Italia
168 VG (723 SLO)	Grotta dell'Arco Naturale (Miskotova jama v Lokah)	VL1351	345	23	447	Sezana	Capodistria	Slovenia
170 VG (1003 SLO)	Voragine di Ocisla (Besko - Ocizeljski sistem)	VL1351	350	150	2400	Sezana	Capodistria	Slovenia
221 VG	Grotta presso Jamiano	UL8780	42	14	82	Doberdò del Lago	Gorizia	Italia
240 VG (1142 SLO)	Grotta Bach (Štefakova pecina)	VL2148	540	22	128	Sezana	Capodistria	Slovenia
242 VG	Grotta di Ternovizza	VL0069	283	95	470	Duino-Aurisina	Trieste	Italia
256 VG	Grotta della Radici	UL9967	213	3	43	Duino-Aurisina	Trieste	Italia
257 VG	Grotta Azzurra	UL9967	243	42	216	Duino-Aurisina	Trieste	Italia
294 VG	Voragine di San Lorenzo	VL1354	380	67	65	Trieste	Trieste	Italia
319 VG (1382 SLO)	Grotta di Gurian (Jama v Bukovniku)	VK1353	380	46	61	Sezana	Capodistria	Slovenia
378 VG (2708 SLO)	Caverna Zlatich (Jama v Zjatih)	VL2146	534	69	220	Sezana	Capodistria	Slovenia
420 VG	Grotta delle Gallerie	VL1352	340	16	309	San Dorligo della Valle	Trieste	Italia
561 VG	Grotta Cosmini	UL9967	238	30	124	Duino-Aurisina	Trieste	Italia
605 VG	Grotta di San Lorenzo	VL1253	402	47	185	San Dorligo della Valle	Trieste	Italia

765 VG	Abisso Bonetti	UL8981	182	49	88	Doberdò del Lago	Gorizia	Italia
851 VG	Grotta Verde	VL0065	213	19	67	Sgonico	Trieste	Italia
1063 VG	Caverna Vergine	UL8880	52	18	68	Monfalcone	Gorizia	Italia
1074 VG	Pozzo Ricovero presso Jamiano	UL8480	62	5	32	Doberdò del Lago	Gorizia	Italia
1096 VG	Caverna Moser	UL9966	208	2	26	Duino-Aurisina	Trieste	Italia
2156 VG	Pozzo Rosiza (Skarica)	VL0764	315	85	70	Monrupino	Trieste	Italia
2686 VG	Grotta dei Pipistrelli	VL1352	323	9	110	San Dorligo della Valle	Trieste	Italia
2716 VG	Grotta di Crogole	VL1151	350	21	160	San Dorligo della Valle	Trieste	Italia
2743 VG	Grotta Natale (Grotta a NE di Aurisina)	UL9768	187	79	162	Duino-Aurisina	Trieste	Italia
2945 VG	Grotta del Monte dei Pini	VL1058	450	130	472	Trieste	Trieste	Italia
3468 VG	Grotta della Neve	VL1255	387	20	256	Trieste	Trieste	Italia
3680 VG	Caverna a Sud di Padriciano	VL0955	380	15	32	Trieste	Trieste	Italia
3477 VG	Grotta dei Partigiani	VL1155	373	24	83	Trieste	Trieste	Italia
3919 VG	Risorgive del Timavo	UL9071	2	60	200	Duino-Aurisina	Trieste	Italia
3988 VG	Grotta Federico Lindner	UL9668	180	174	925	Duino-Aurisina	Trieste	Italia
4139 VG	Fessura del Vento	VL1252	295, 350	133	2626	San Dorligo della Valle	Trieste	Italia
4203 VG	Grotta dei Pisoliti	VL0862	322	32	82	Monrupino	Trieste	Italia
4237 VG	Grotta Valentina (a sud del Monte Straza)	UL9470	92	22	202	Duino-Aurisina	Trieste	Italia
4253 VG	Grotta ad Est di S. Martino del Carso (Grotta Due Piani)	UL8780	166	25	108	Doberdò del Lago	Gorizia	Italia
4266 VG	Antro della Biscia Morta	UL8674	105	21	35	Doberdò del Lago	Gorizia	Italia
4501 VG	Grotta del Monte Querceto (Grotta sul Monte Hermada)	UL9372	305	40	270	Duino-Aurisina	Trieste	Italia
4737 VG	Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko	VL0762	316	290	320	Monrupino	Trieste	Italia
4804 VG	Grotta Andrea (presso il Lago di Doberdò)	UL8977	63	72	71	Doberdò del Lago	Gorizia	Italia
4879 VG	Grotta Silvia Lauri	VL1256	390	57	190	Trieste	Trieste	Italia
5331 VG	Grotta Romana di S. Michele del Carso	UL8477	188	9	31	Doberdò del Lago	Gorizia	Italia
5540 VG	Abisso Samar di Ricky	UL8778	114	110	65	Doberdò del Lago	Gorizia	Italia
5720 VG	Grotta Claudio Skilan	VL1256	381	~400	6000	Trieste	Trieste	Italia
5730 VG	Grotta Gualtiero Savi	VL1252	358	103	3300	San Dorligo della Valle	Trieste	Italia

Tab. 1 - Elenco delle cavità e dati catastali principali.

NUMERO	GROTTA/ABISSO	CATASTO
1	Grotta Romana di S. Michele del Carso	5331 VG
2	Grotta ad Est di S. Martino del Carso (Grotta Due Piani)	4253 VG
3	Antro della Biscia Morta	4266 VG
4	Abisso Samar di Ricky	5540 VG
5	Abisso Bonetti	765 VG
6	Grotta presso Jamiano	221 VG
7	Pozzo Ricovero presso Jamiano	1074 VG
8	Grotta Andrea (presso il Lago di Doberdò)	4804 VG
9	Caverna Vergine	1063 VG
10	Risorgive del Timavo	3919 VG
11	Grotta del Monte Querceto (Grotta sul Monte Hermada)	4501 VG
12	Grotta Valentina (a sud del Monte Straza)	4237 VG
13	Grotta dei Cacciatori	97VG
14	Grotta Federico Lindner	3988 VG
15	Grotta Natale (Grotta a NE di Aurisina)	2743 VG
16	Grotta delle Torri di Slivia	39 VG
17	Caverna Pocala	91 VG
18	Grotta dell'Acqua (o dei Partigiani)	135 VG
19	Grotta Nemez	89 VG
20	Grotta di Ternovizza	242 VG
21	Grotta Noè	90 VG
22	Grotta della Radici	256 VG
23	Caverna Moser	1096 VG
24	Grotta Azzurra	257 VG
25	Grotta Cosmini	561 VG
26	Grotta dell'Alce	62 VG
27	Grotta Verde	851 VG
28	Grotta dell'Orso	7 VG
29	Pozzo Rosiza (Skarica)	2156 VG
30	Grotta Ercole (o di Gabrovizza)	6 VG
31	Abisso Martel	144 VG
32	Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko	4737 VG
33	Grotta dei Pisoliti	4203 VG
34	Grotta di Trebiciano	17 VG
35	Grotta del Monte dei Pini	2945 VG
36	Abisso di Gropada	54 VG
37	Caverna a Sud di Padriciano	3680 VG
38	Grotta di Padriciano	12 VG
39	Grotta dei Partigiani	3477 VG
40	Grotta Silvia Lauri	4879 VG
41	Grotta della Neve	3468 VG
42	Grotta nel Bosco dei Pini	18 VG
43	Grotta Claudio Skilan	5720 VG
44	Grotta Bac	49 VG
45	Voragine di San Lorenzo	294 VG
46	Grotta di San Lorenzo	605 VG
47	Grotta delle Gallerie	420 VG
48	Grotta Gualtiero Savi	5730 VG
49	Grotta dei Pipistrelli	2686 VG
50	Fessura del Vento	4139 VG
51	Grotta di Crogole	2716 VG
52	Grotta di Gurian (Jama v Bukovniku)	319 VG (1382 VG)
53	Grotta Bach (Štefakova pecina)	240 VG (1142 SLO)
54	Caverna Ziatich (Jama v Zjatih)	378 VG (2708 SLO)
55	Grotta dell'Arco Naturale (Miskotova jama v Lokah)	168 VG (723 SLO)
56	Voragine di Ocisla (Beško - Ocizeljski sistem)	170 VG (1003 SLO)

Tab. 2 – Corrispondenze fra numeri in Fig. 2 e le cavità in Tab. 1.

6.2 - Acronimi anatomici

A	ano	GP	apertura genitale
AG	atrio genitale	GUP	guaina peniale
ADP	apertura del pene	GV	ghiandola vaginale
ADV	apertura della vagina	I	intestino
AP	apice peniale (prosobranchi)	L	limacella
APP	appendice peniale (<i>Derocheras</i>)	LO	lobo peniale
AT	atrio	M	mantello
BC	borsa copulatrice	MO	macchia oculare
CIP	creste interne del pene	MR	muscolo retrattore peniale
CP	creste peniali	P	pene
CR	cresta	PAP	papilla peniale
D	deferente	PD	pene distale
DBC	dotto della borsa copulatrice	PEP	pene prossimale
DEP	dotto ermafrodita primario	PIP	papille interne del pene
DPP	diverticolo della papilla peniale	PP	papilla
DVBC	diverticolo della borsa copulatrice	PR	prepuzio
E	epifallo	OL	ovidotto libero
F	flagello	OS	ovispermidotto
G	gonade o ovotestis	OV	ovidotto
GA	ghiandola dell'albumine	RO	retrattore oculare
GAV	ghiandole accessorie vaginali	RS1	primo ricettacolo seminale
GC	ghiandola della capsula	RS2	secondo ricettacolo seminale
GD	ghiandola digitiforme ghiandole mucose	S	sarcobello
GH	ghiandola	SD	sacco del dardo
		VES	vescicola seminale
		VD	vaso deferente

7. - Parte speciale

Nella parte speciale vengono trattate 57 specie. Sono elencate: famiglia, genere e specie con autore/i ed anno di descrizione e vengono numerate progressivamente. La lista bibliografica che segue comprende i lavori che citano la specie per il territorio in esame. Se la citazione tratta rinvenimenti in cavità, viene elencato per esteso il nome della grotta con aggiunto il nome corrente ed il numero di catasto. Il materiale esaminato viene indicato come segue: nome della stazione di campionamento, numero di catasto *VG* (se in territorio sloveno viene indicato anche il nome locale della cavità ed il numero di catasto sloveno), data di raccolta e il numero di esemplari seguito da "n" per i nicchi, e da "es" per esemplari rinvenuti vi-

venti. Tutto il materiale esaminato, se non diversamente indicato, è stato raccolto dall'Autore.

Nel paragrafo **Identificazione** viene fornita una breve descrizione del nicchio e/o dell'animale per permettere una rapida diagnosi differenziale. Le classi di dimensione indicate nel testo (piccole: fino a 5mm; medio-piccole: da 5 a 10 mm; medie: da 10 a 30 mm; grandi: più di 30 mm) si riferiscono all'asse maggiore del nicchio: altezza massima per nicchi conici, fusiformi e cilindrici; diametro massimo per nicchi lenticolari, planispirali o capuliformi; lunghezza massima per i bivalvi. Le classi di dimensione per i polmonati terrestri nudi (Limacidae, Agriolimacidae, Milacidae, Testacellidae) si riferiscono alla lunghezza del corpo: piccole per lunghezze fino a 50 mm; medie da 50 a 100 mm; grandi per lunghezze maggiori di 100 mm.

Nel paragrafo **Bibliografia** viene fornita una lista di lavori dove è possibile reperire informazioni generali sulla sistematica e sull'ecologia della specie.

I dati riassuntivi sulla distribuzione sono forniti sotto la voce: **Geonemia**. È stata utilizzata la nomenclatura corologica fornita da LA GRECA (1962), BOATO et al. (1987) e VIGNA TAGLIANTI et al. (1993). Per alcune specie sono fornite accurate indicazioni sulla forma e l'estensione dell'areale. Discussioni di carattere tassonomico e sistematico in rapporto ai dati disponibili in letteratura e a quelli raccolti durante la campagna di campionamento sono incluse sotto la voce **Osservazioni tassonomiche**.

L'ecologia delle specie, in rapporto alle categorie biospeleologiche, è discussa sotto la voce **Osservazioni ecologiche**. Viene qui descritto il sito e le condizioni ambientali di rinvenimento. In **Categoria biospeleologica** viene riassunta la posizione ecologica della specie. La maggior parte delle specie sono correlate da iconografia del nicchio e/o la struttura dell'apparato genitale. I sottogeneri sono riportati in tutti i casi nei quali il loro uso è sufficientemente supportato e/o accettato da autori recenti. Al contrario, vengono omessi quando il loro uso rappresenta ancora materia di discussione ed è manifesta la necessità di un'adeguata revisione (*Iglica*, *Carychium*, *Cochlodina*, *Chilostoma* etc.)

Classe Gastropoda

Famiglia Cochlostomatidae

Genere *Cochlostoma* Jan, 1830

1) *Cochlostoma tergestinum* (Westerlund, 1878)

[Tav. 1.1]

Pomatias tergestinus, STOSSICH, 1899: 46.

Pomatias tergestinus var. *tortiva* STOSSICH, 1899: 46.

Pomatias macrocheilus STOSSICH, 1899: 46.

Cochlostoma tergestinum, ALZONA, 1971: 22.

Cochlostoma tergestinum tortivum, ALZONA, 1971: 23.

Cochlostoma tergestinum, BOATO, BODON, GIOVANNELLI & MILDNER, 1987: 439.

Materiali esaminati – Abisso di Gropada, 54VG, 12-8-2000 (7 n); Voragine di S. Lorenzo, 294VG, 26-2-2000 (7 n); Grotta della Neve, 3468VG, 29-1-2000 (4 n); Caverna a Sud di Padriciano, 3680VG, 3-3-2000 (6 n, 12 es).

Identificazione - Prosobranco terrestre di medie dimensioni con nicchio conico-allungato, spira scalariforme; fitta costolatura sui giri della teleoconca; peristoma espanso obliterante l'ombelico; opercolo corneo.

Bibliografia - KOBELT, 1902; ZILCH, 1958; GIUSTI, 1971a; EDLINGER & MILDNER, 1971; BANK, 1988; BOLE, 1994; MILDNER, 1997.

Geonemia - dinarica. In Italia la specie è limitata al Carso Triestino.

Osservazioni tassonomiche - BOLE (1994) convalida le sottospecie *Cochlostoma tergestinum tergestinum* (Westerlund, 1878) e *C. tergestinum tortivum* (Westerlund, 1885) su esclusiva base conchigliare. Parte dei materiali italiani è stata attribuita a *C. tergestinum tortivum*. BODON et al. (1995: 50) non confermano la suddivisione sottospecifica, ritenendola di dubbio significato.

Osservazioni ecologiche - Specie rupicola estremamente comune nell'area. In grotta sono stati rinvenuti esclusivamente nicchi, alla base dei pozzi d'accesso delle cavità. Questi hanno raggiunto l'ambiente ipogeo per gravità e per dilavamento ad opera di acque meteoriche. L'unica eccezione è rappresentata dagli esemplari rinvenuti nella **Caverna a Sud di Padriciano (3680VG)**. Il sito del rinvenimento è posto nella prima camera della cavità a pochi metri dall'ingresso, in zona francamente afotica. La volta di questo vano ipogeo è pochi decimetri sotto il piano di campagna. La presenza di esemplari vivi è probabilmente imputabile alla ricerca di condizioni ecologiche appropriate quali umidità e temperatura. La presenza di *Cochlostoma tergestinum* in cavità è però da interpretarsi come del tutto occasionale. GITTENBERGER (1976: 281) cita due specie di *Cochlostoma* attribuendo loro abitudini troglofile: *C. erika* (A. J. Wagner, 1906) e *C. dalmatinum* (L. Pfeiffer, 1863). Anche in questi casi, l'ecologia delle specie non è strettamente legata all'ambiente ipogeo; esemplari di queste specie sono stati rinvenuti solo lungo le prime zone delle cavità.

Categoria biospeleologica - troglosseno.

2) *Cochlostoma scalarinum* (Villa & Villa, 1841)

[Tav. 1.2]

Pomatias scalarinus, STOSSICH, 1899: 45.

Pomatias scalarinus var. *Schmidti*, STOSSICH, 1899: 45.

Pomatias scalarinus var. *Vallae* STOSSICH, 1899: 45 "(...)Vive nell'ingresso di una caverna presso Opicina, Trebich, Monte Spaccato".

Cochlostoma scalarinum, ALZONA, 1971: 18.

Cochlostoma scalarinum schmidti, ALZONA, 1971: 18.

Cochlostoma scalarinum, BOATO, BODON, GIOVANNELLI & MILDNER, 1987: 438.

Materiali esaminati – **Grotta dell'Alce**, 68VG, 26-8-2000 (7 n); **Abisso Bonetti**, 765VG, 10-6-2000 (4 n).

Identificazione - Prosobranco terrestre di medie dimensioni con nicchio allungato, spira scalariforme, fitta costolatura radiale sui giri di teleoconca, peristoma espanso non obliterante l'ombelico; opercolo corneo.

Bibliografia - KOBELT, 1902; ZILCH, 1958; GIUSTI, 1971a; BANK, 1988; BOLE, 1994.

Geonemia - dinarica. In Italia specie limitata al Carso Triestino e al Colle di Medea (GO).

Osservazioni tassonomiche – La sottospecie *Cochlostoma scalarinum schmidti* (De Betta, 1870), alla quale BANK (1988) riferisce il materiale italiano, è di dubbia validità e non convalidata da BOLE (1994) (cfr. BODON et al., 1995). I materiali provenienti dal Carso Triestino sono conchigliologicamente confrontabili con esemplari provenienti dall'Istria e dalla Dalmazia.

Osservazioni ecologiche - Specie rupicola termofila comune sul Carso Triestino. Nelle grotte sono stati rinvenuti esclusivamente nicchi, concentrati alla base dei pozzi d'accesso delle cavità (**Abisso Bonetti**, 765VG) o alla base di alti camini probabilmente comunicanti con l'esterno tramite microclasi (**Grotta dell'Alce**, 68VG). Questi hanno raggiunto l'ambiente ipogeo per gravità e per dilavamento ad opera di acque meteoriche. Abbondanti colonie occupano le zone prospicienti l'entrata di numerose grotte.

Categoria biospeleologica – troglosseno.

Famiglia **Aciculidae**

Genere *Acicula* Hartmann, 1821

3) *Acicula lineolata banki* Boeters, Gittenberger & Subai, 1989 [Tav. 1.3]

Acicula (Acicula) cfr. *lineolata*, BOATO, BODON, GIOVANNELLI & MILDNER, 1987: 440.
Acicula lineolata banki, BOETERS, GITTENBERGER & SUBAI, 1989: 70.

Materiali esaminati – **Grotta dei Partigiani**, 3477VG, 3-3-2000 (1 n), 15-3-2000 (2 n).

Identificazione - Prosobranco terrestre di piccole dimensioni con nicchio cilindrico-allungato, traslucido; anfratti poco convessi; teleoconca con solchi radiali piuttosto radi; lieve cercine peristomiale; opercolo corneo.

Bibliografia - SUBAI, 1977; GITTENBERGER, 1977; KERNEY, CAMERON & JUNGBLUTH, 1979; BOETERS, GITTENBERGER & SUBAI, 1989.

Geonemia - europea meridionale. In Italia la specie è limitata alle Alpi e all'Appennino settentrionale.

Osservazioni tassonomiche - BOETERS et al. (1989) attribuiscono gli esemplari di *Acicula lineolata* (Pini, 1884) del Carso Triestino alla sottospecie *A. lineolata banki* su basi esclusivamente conchigliologiche.

Osservazioni ecologiche - Specie di lettiera frequente sul Carso Triestino, è stata rinvenuta (esclusivamente nicchi) all'interno di una cavità, a pochi metri dal-

l'imboccatura. La sua presenza nell'ambiente sotterraneo è probabilmente da attribuirsi al trasporto da parte di acque meteoriche.

Categoria biospeleologica- troglosseno.

Famiglia **Pomatiasidae**

Genere ***Pomatias*** Studer, 1789

4) ***Pomatias elegans*** (O. F. Müller, 1774)
[Tav. 1.4]

Cyclostoma elegans, BRUMATI, 1838: 42.

Cyclostoma elegans, PRADA, 1852: 50.

Cyclostomus elegans, STOSSICH, 1899: 45.

? *Cyclostomus lucidus*, STOSSICH, 1899: 45.

Pomatias elegans, COEN, MALARODA & PASA, 1950: 62.

Pomatias elegans, BOATO, BODON, GIOVANNELLI & MILDNER, 1987: 440.

Materiali esaminati – **Grotta dell'Alce**, 62VG, 26-8-2000 (4 n); **Grotta dell'Acqua**, 135VG, 14-1-2000 (3 n), 12-3-2000 (2 n); **Voragine di Ocisla (Beško - Ociželjski sistem)**, 170VG, 1003SLO, 17-9-2000 (6 n); **Voragine di S. Lorenzo**, 294VG, 26-2-2000 (2 n); **Grotta delle Radici**, 256VG, 14-1-2000 (2 n); **Caverna Moser**, 1096VG, 14-1-2000 (1 n); **Grotta dei Pisoliti**, 4203VG, 10-10-2000 (4 n); **Grotta ad Est di S. Martino del Carso**, 4253VG, 2-9-2000 (6 n).

Identificazione - Prosobranco terrestre di medio-grandi dimensioni con nicchio conico, solido; giri convessi con marcate e sottili striature spirali; peristoma semplice; grosso opercolo calcareo.

Bibliografia - GIUSTI & MAZZINI, 1971; BOLE, 1978; KERNEY, CAMERON & JUNGBLUTH, 1979; BOGON, 1990; FALKNER, 1990; GIUSTI, MANGANELLI & SCHEMBRI, 1995.

Geonemia - europea.

Osservazioni ecologiche - Specie termofila abbondante sul Carso Triestino, diffusa in ambienti xerici o fortemente antropizzati. Sono stati raccolti esclusivamente nicchi alla base dei pozzi d'accesso di molte stazioni. Non sono mai stati rinvenuti esemplari viventi in cavità, quindi la presenza della specie in ambiente ipogeo è casuale e dovuta a trasporto passivo. È già stata segnalata come troglossena da CONCI (1951).

Categoria biospeleologica- troglosseno.

Famiglia **Hydrobiidae**

Genere ***Iglica*** Hartmann, 1821

5) ***Iglica forumjuliana*** (Pollonera, 1887)

Iglica (?) *forumjuliana*, GASPARO, 1995: 29.

"*Iglica*" *forumjuliana*, BODON & GIOVANNELLI, 1992: 200 e ssgg.

Materiali esaminati – Voragine di Ocisla (Beško - Ocizeljski sistem), 170VG, 1003SLO, 17-9-2000 (10 es).

Identificazione - Prosobranco acquatico sotterraneo di piccole dimensioni con nicchio conico-allungato, traslucido, giri di spira leggermente convessi, assenza di scultura, seno peristomiale appena accennato, leggero cercine peristomiale in alcuni individui, opercolo corneo.

Bibliografia - GIUSTI & PEZZOLI, 1980; GIUSTI & PEZZOLI, 1982; SCHÜTT, 1975; PEZZOLI, 1988; BOLE, 1992; BODON & GIOVANNELLI, 1994.

Geonemia – Alpino orientale-Dinarica. Endemica della Venezia Giulia, Istria e Quarnero settentrionale.

Osservazioni ecologiche – L'unica popolazione rinvenuta è stata campionata in una cavità secondaria della **Voragine di Ocisla (170VG, 1003SLO)**. Alla fine di una galleria un tappo d'argilla permette la permanenza di un piccolo bacino d'acqua, sul quale fondo sono stati raccolti 10 esemplari di *Iglica forumjuliana*. Il sito di rinvenimento è posto a contatto fra i calcari di Monte Carso e la grande lente flyschoida dell'Altopiano di Ocisla (Slovenia), e funge da inghiottitoio per le acque di tutto il bacino. *Iglica forumjuliana* ha ecologia probabilmente iporreica, principalmente in suoli alluvionali non calcarei (flysch). La specie non è presente nel bacino sotterraneo del Timavo e nella zona satura del Carso Triestino, ma si rinviene in tutte le falde alluvionali in flysch, nel settore meridionale della provincia di Trieste e dell'Istria (San Dorligo della Valle e Bacino del Fiume Mirna) e nella zona iporreica del Fiume Isonzo.

Categoria biospeleologica - stigobio iporreico e di acque carsiche sotterranee.

Genere *Graziana* Radoman, 1975

6) *Graziana pupula* (Westerlund, 1886)

[Tav. 1.5]

Frauenfeldia lacheineri, STOSSICH, 1899: 47 "(...) sorgenti sul monte Cocusso, monte di Grociana."

Bythinella lacheineri, ALZONA, 1971: 37.

Belgrandiella pupula, BODON & GIOVANNELLI, 1992: 200 e ssgg.

? *Belgrandiella pupula*, STOCH & DOLCE, 1994: 65 "Grotta di Trebiciano, 17VG".

Belgrandiella pupula, GASPARO, 1995: 28.

Graziana pupula, BODON, MANGANELLI & GIUSTI, 1996: 37.

Materiali esaminati – Grotta dell'Arco Naturale (Miškotova jama v Lokah), 168VG, 723SLO, 17-9-2000 (numerosi es).

Identificazione - Prosobranco acquatico di piccole dimensioni con nicchio abbreviato, pupoide, traslucido; apice ottuso, giri di spira mediamente convessi, ultimo giro ampio; assenza di scultura sulla teleoconca; opercolo corneo.

Bibliografia - BOLE, 1966a; GIUSTI & PEZZOLI, 1980; GIUSTI & PEZZOLI, 1982; BOETERS, 1970; HAASE, 1994; BODON & GIOVANNELLI, 1994; HAASE & MILDNER, 1996.

Geonemia - alpina sudorientale.

Osservazioni tassonomiche - La specie, tradizionalmente attribuita a *Belgrandiella*, è stata assegnata da HAASE (1994) a *Graziana* in base a caratteri anatomici ed elettroforetici (BODON et al., 1995).

Osservazioni ecologiche - Sono stati rinvenuti numerosi esemplari in pozze residue di un torrente sotterraneo temporaneo, in zona afotica, ad una distanza di cento metri dall'entrata della cavità (**Grotta dell'Arco Naturale, 168VG, 723SLO**). Questa fa parte del sistema di inghiottitoi delle acque del bacino dell'Altopiano di Ocisla.

Categoria biospeleologica – eustigofilo.

Genere *Hadziella* Kuščer, 1932

7) *Hadziella* cfr. *ephippiostoma* Kuščer, 1932

Hadziella cfr. *ephippiostoma*, STOCH & DOLCE, 1994: 61 “Risorgive del fiume Timavo, 3919VG”.

Hadziella cfr. *ephippiostoma*, GASPARO, 1995: 28.

Hadziella cfr. *ephippiostoma*, BODON, MANGANELLI & GIUSTI, 1996: 37 “Risorgive del fiume Timavo, 3919VG”.

Materiali esaminati – Risorgive del Timavo, 3919VG, 21-2-1999 (3 n).

Identificazione - Prosobranco acquatico di piccole dimensioni con nicchio planispirale, traslucido, assenza di scultura sulla teleoconca; peristoma sinuoso, riflesso; opercolo corneo.

Bibliografia - KUŠČER, 1932; BOLE, 1961; BOLE, 1966A; PEZZOLI, 1974; GIUSTI & PEZZOLI, 1980; GIUSTI & PEZZOLI, 1982; BOLE & VELKOVRH, 1986; BOLE, 1992; BODON, MANGANELLI & GIUSTI., in stampa.

Geonemia - endemica della Venezia Giulia e della Slovenia centrale.

Osservazioni tassonomiche - Gli esemplari italiani sono attribuiti alla specie di Kuščer solo per confronto. Lievi differenze morfologiche del nicchio e la carenza di dati anatomici non permettono una sicura attribuzione specifica.

Osservazioni ecologiche - Sono stati rinvenuti esclusivamente nicchi nelle sabbie delle **Risorgive del Timavo** (3919VG). La specie non è stata rinvenuta nelle delle due “finestre” italiane sul corso ipogeo, la **Grotta di Trebiciano** (17VG) e la **Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko** (4737VG). Allo stato delle ricerche, sembra vivere esclusivamente nella parte ipogea delle risorgive del Timavo e nelle acque di base della zona che comprende i sistemi di risorgenza di Pietrarossa, Sables, Moschenizze e Sardos (DE MATTIA, dati inediti personali).

Categoria biospeleologica - stigobio di acque carsiche sotterranee.

Genere *Hauffenia* Pollonera, 1898

8) *Hauffenia subpiscinalis* (Kuščer, 1932)

[Tav. 1.6; 2.2]

- Valvata erythropomatia* HAUFFEN, 1856a: 465 “Görtschacher Höhle” [Babja jama, 3903SLO].
Valvata spelaea HAUFFEN, 1856b: 701 “Glavni vrh-Höhle” [?]; “Lindner-grotte” [Grotta di Trebiciano, 17VG].
Valvata spelaea, HAUFFEN, 1858: 94 “Glavni vrh-Höhle” [?]; “Lindner-grotte” [Grotta di Trebiciano, 17VG].
Valvata erythropomatia, HAUFFEN, 1858: 94 “Görtschacher Höhle” [Babja jama, 3903SLO].
Valvata spelaea, STOSSICH, 1899: 47 “Nella grotta di Trebich sui sassi percorsi dalla corrente del fiume sotterraneo.”.
Valvata spelaea, VALLE, 1911: 23 “(...)grotta di Trebiciano presso Trieste” [Grotta di Trebiciano, 17VG].
Valvata spelaea, MÜLLER, 1926: 63 “(...)Grotta di Trebiciano” [Grotta di Trebiciano, 17VG].
Valvata subpiscinalis KUŠČER, 1932: 51 “Klein hänselhöhle” [?].
Valvata erythropomatia, ALLEGRETTI, 1965: 56 “(...) grotte del Goriziano”.
Valvata spelaea, STOCH & DOLCE, 1984: 32 “(...) Grotta di Trebiciano” [Grotta di Trebiciano, 17VG].
Hauffenia (Neohoratia) subpiscinalis, BODON & GIOVANNELLI, 1992: 200 e ssgg.
Hauffenia (Neohoratia) subpiscinalis, STOCH & DOLCE, 1994: 61 “Risorgive del fiume Timavo, 3919VG”; 65 “Grotta di Trebiciano, 17VG”.
Hauffenia (Neohoratia) subpiscinalis, GASPARO, 1995: 29.
Hauffenia subpiscinalis, BODON, MANGANELLI & GIUSTI, 1996: 37 “Risorgive del fiume Timavo, 3919VG”.
Hauffenia subpiscinalis, COLLA, DE MATTIA, DOLCE & STOCH, 2000: 65 [Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko, 4737VG].

Materiali esaminati – **Grotta di Trebiciano**, 17VG, 18-3-2000 (numerosi es), 31-10-2000 (numerosi es); **Grotta Andrea (o presso il Lago di Doberdò)**, 4804VG, 16-5-2000 (2 n); **Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko**, 4737VG, 25-3-2000 (numerosi es), 24-6-2000 (numerosi es); **Risorgive del Timavo**, 3919VG, 21-2-1999 (numerosi n).

Identificazione - Prosobranco acquatico di piccole dimensioni con nicchio valvatiforme; spira conica, poco elevata; traslucido, assenza di scultura sulla teleoconca; peristoma semplice; opercolo corneo.

Bibliografia - KUŠČER, 1932; BOLE, 1967; BOLE, 1970; BOLE, 1978; GIUSTI, PEZZOLI & BODON, 1981; GIUSTI & PEZZOLI, 1982; BOLE & VELKOVHRH, 1986; BOLE, 1992; BOLE, 1993; BODON & GIOVANNELLI, 1994; BODON & CIANFANELLI, 1996; BODON, MANGANELLI & GIUSTI, in stampa.

Geonemia - alpina sudorientale-dinarica occidentale. Presente in Friuli Venezia-Giulia orientale e Slovenia occidentale, dalla Valle dell'Isonzo al polje di Lubiana.

Osservazioni tassonomiche - BODON, MANGANELLI & GIUSTI (in stampa) revisionano la posizione sistematica della specie, assegnata a *Neohoratia*

da alcuni autori (cfr. BOLE & VELKOVHRH, 1986 e BOLE, 1993). *Neohoratia* è ora considerato sinonimo di *Hauffenia*. *Erythropomatiana erythropomatia* (Hauffen, 1856) è considerata da BODON, MANGANELLI & GIUSTI (in stampa) sinonimo juniore di *H. subpiscinalis*.

Osservazioni ecologiche - La specie, esclusiva di acque sotterranee, si trova abbondante lungo il corso ipogeo del Timavo. Sono stati rinvenuti numerosi esemplari sulle rocce perennemente sommerse e nelle pozze di piena, sia nella **Grotta di Trebiciano (17VG)** che nella **Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko (4737VG)**. Nelle sabbie esterne delle **Risorgive del Timavo (3919VG)** sono stati rinvenuti esclusivamente nicchi, spesso con tracce di parti molli e ancora opercolati. Probabilmente è abbondante anche nell'ultima frazione del corso ipogeo del fiume.

Categoria biospeleologica - stigobio di acque carsiche sotterranee.

9) *Hauffenia tellinii* (Pollonera, 1898)

[Tav. 2.1]

Hauffenia michleri KUŠČER, 1932: 56 "Klein häuselhöhle" [?].

Hauffenia (Hauffenia) cfr. *tellinii*, BODON & GIOVANNELLI, 1992: 200 e ssgg.

Hauffenia (Hauffenia) tellinii, STOCH & DOLCE, 1994: 61 "Risorgive del fiume Timavo, 3919VG".

Hauffenia (Hauffenia) tellinii, GASPARO, 1995: 28.

Hauffenia tellinii, BODON, MANGANELLI & GIUSTI, 1996: 37 "Risorgive del fiume Timavo, 3919VG".

Materiali esaminati – **Risorgive del Timavo, 3919VG, 21-2-1999** (numerosi n).

Identificazione - Prosobranco acquatico di piccole dimensioni con nicchio valvatiforme-depresso, traslucido, a spira conica; assenza di scultura sulla teleconca; peristoma semplice; opercolo corneo.

Bibliografia - POLLONERA, 1898; KUŠČER, 1932; RADOMAN, 1978; BOLE, 1967; BOLE, 1970; BOLE, 1978; GIUSTI & PEZZOLI, 1980; GIUSTI, PEZZOLI & BODON, 1981; GIUSTI & PEZZOLI, 1982; BOLE 1985; BOLE, 1992; BODON & GIOVANNELLI, 1992; BODON & GIOVANNELLI, 1994; BODON, MANGANELLI & GIUSTI, in stampa.

Geonemia - alpino orientale. Diffusa dal Veneto alla Slovenia occidentale.

Osservazioni tassonomiche - BOLE (1970) considera *Hauffenia valvataeformis* Pollonera, 1898 sinonimo di *H. tellinii*. Opinione recentemente confermata da BODON et al. (in stampa).

Osservazioni ecologiche - Nicchi sono stati rinvenuti esclusivamente nelle sabbie delle **Risorgive del Timavo (3919VG)**. La specie vive esclusivamente in ambiente iporreico interstiziale, probabilmente solo nella zona delle Risorgive.

Categoria biospeleologica - stigobio iporreico.

Genere *Sadleriana* Clessin, 1890

10) *Sadleriana fluminensis* (Küster, 1853)

[Tav. 2.3]

Lithoglyphus fluminensis, STOSSICH, 1899: 49.

Sadleriana fluminensis, STOCH & DOLCE, 1994: 61 “Risorgive del fiume Timavo, 3919VG”; 65 “Grotta di Trebiciano, 17VG”.

Sadleriana fluminensis, BODON, MANGANELLI & GIUSTI, 1996: 37 “Risorgive del fiume Timavo, 3919VG”.

Materiali esaminati – Risorgive del Timavo, 3919VG, 21-2-1999 (numerosi es).

Identificazione - Prosobranco acquatico superficiale di medio-piccole dimensioni, spira conica, giri marcatamente convessi privi di scultura, stoma ampio con peristoma semplice, continuo e circolare; opercolo corneo.

Bibliografia - GIROD, 1965; RADOMAN, 1965; BOLE, 1972; BOLE, 1979.

Geonemia - alpina orientale-dinarica.

Osservazioni tassonomiche - BOLE (1972) elenca un certo numero di sottospecie di dubbia validità. Le sottospecie sono basate esclusivamente su caratteri conchigliari, tassonomicamente poco rappresentativi vista la variabilità morfologica del nicchio di *S. fluminensis*.

Osservazioni ecologiche - La specie è stata rinvenuta, in gran numero esclusivamente alle **Risorgive del Timavo (3919VG)**, in acque superficiali. La segnalazione di STOCH & DOLCE (1994) per la **Grotta di Trebiciano (17VG)**, è probabilmente dovuta a contaminazione degli strumenti di campionamento da parte di materiale proveniente da altre stazioni campionate in superficie.

Categoria biospeleologica – stigosseno.

Genere *Belgrandia* Bourguignat, 1869

11) *Belgrandia stochi* (Bodon, Manganelli & Giusti, 1996) stat. nov.

[Figg. 3-11; Tav. 2.4; 2.5]

Plagigeyeria sp. STOCH & DOLCE, 1994: 61 “Risorgive del fiume Timavo, 3919VG”; 65 “Grotta di Trebiciano, 17VG”.

Plagigeyeria(?) sp., GASPARO, 1995: 29 “VG17 e Timavo”.

“*Plagigeyeria*” *stochi* BODON, MANGANELLI & GIUSTI 1996: 28 “Risorgive del fiume Timavo, 3919VG”; “Grotta di Trebiciano, 17VG”.

Plagigeyeria(?) *stochi*, COLLA, DE MATTIA, DOLCE & STOCH, 2000: 65 [Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko, 4737VG].

Materiali esaminati – Grotta di Trebiciano, 17VG, 18-3-2000 (numerosi n), 31-10-2000 (numerosi n); **Risorgive del Timavo, 3919VG, 21-2-1999** (numerosi n); **Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko, 4737VG, 25-3-2000** (numerosi es), 24-6-2000 (numerosi es).

Identificazione - Prosobranco acquatico di piccole dimensioni, spira conica, raramente ovato conica, giri marcatamente convessi con evidenti strie di crescita radiali, qualcuna delle quali ben pronunciata e simile ad una varice, stoma ampio con peristoma continuo circolare e lievemente riflesso; opercolo corneo.

Bibliografia - BODON, MANGANELLI & GIUSTI, 1996; COLLA, DE MATTIA, DOLCE & STOCH, 2000.

Geonemia - endemica del corso ipogeo del Timavo.

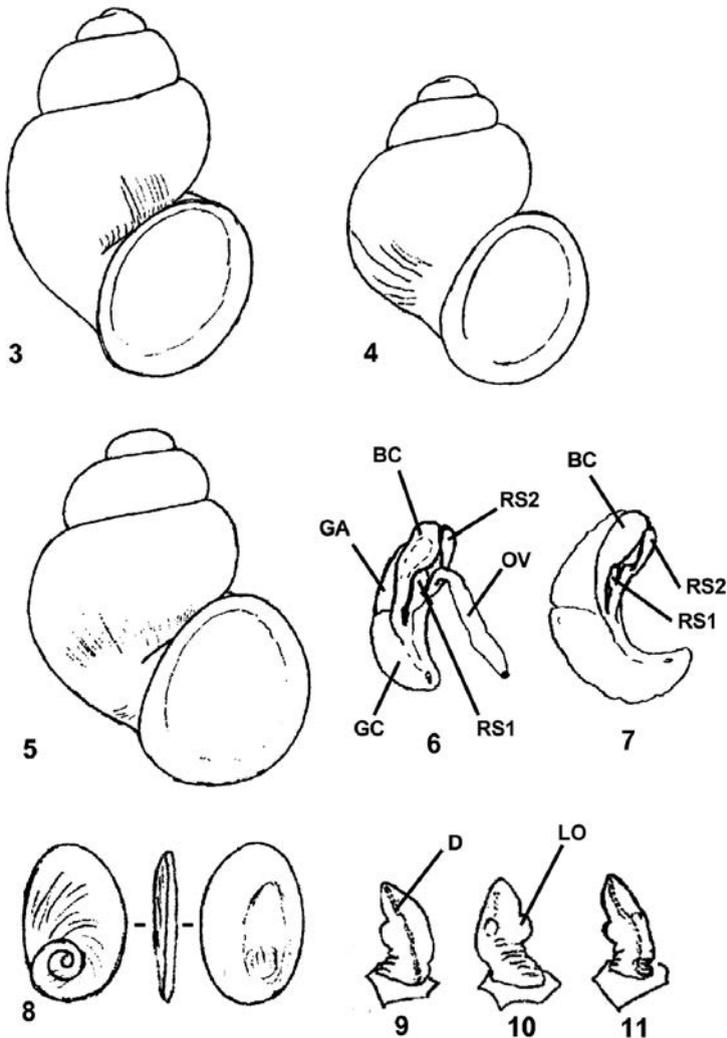
Osservazioni tassonomiche - In mancanza di esemplari con parti molli, BODON et al., (1996) descrivono la specie assegnandola provvisoriamente al genere *Plagigeyeria* Tomlin, 1930. Il rinvenimento di esemplari vivi alla **Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko (4737VG)** ha permesso di condurre indagini anatomiche necessarie al corretto inquadramento sistematico della specie. Il mollusco è anoftalmo e depigmentato. Nell'apparato genitale femminile sono presenti i ricettacoli seminali prossimale e distale (secondo e primo ricettacolo), seguiti da una borsa copulatrice ben sviluppata con canale ad inserzione apicale. Il pene, privo di stiletto, ha due piccoli lobi mediani semplici, uno solitamente più sviluppato. L'opercolo corneo è privo di gancetto. (Tav. 2.4; 2.5). Simili tratti anatomici sono condivisi da un certo numero di generi di Hydrobiidae balcaniche con nicchio bintelloide, quali *Orientalina*, *Grossuana* e *Graecorientalina* (BODON & GIOVANNELLI, 1992) o sud-europei, come *Belgrandia* Bourguignat, 1869. Si attribuisce la specie del Timavo a questo genere in luce di alcune particolarità anatomiche, come la grandezza e disposizione dei due ricettacoli seminali e per la morfologia del pene. Le specie appartenenti a *Belgrandia* s. str. sono presenti nella Penisola Iberica, in Francia, in Italia Centrale (Toscana, Lazio) e Meridionale (Puglia, Campania, Basilicata, Calabria), in Friuli (recentemente è stata rinvenuta anche in Veneto), in Dalmazia (con *Belgrandia torifera* Schütt, 1961 e probabilmente altre) e nelle isole ioniche della Grecia. Considerato il vasto areale nel quale è presente il genere, è ipotizzabile un'origine marina della specie del Timavo. Probabilmente i progenitori marini erano già presenti nelle vicine zone costiere e successivamente colonizzarono nuovi ambienti fluviali tramite i reticoli idrografici che si andavano formando. Analoghe vicissitudini evolutive si sono verificate per *Marifugia cavatica* Absolon & Hrabé, 1930 (Annelida Polychaeta), polichete di acque sotterranee di origine, sintopico con *Belgrandia stochi* lungo il corso ipogeo del Timavo.

Osservazioni ecologiche - La specie è stata rinvenuta vivente esclusivamente nella **Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko (4737VG)**. Un'abbondante popolazione colonizza le rocce lungo il corso ipogeo del Timavo. Nella **Grotta di Trebiciano (17VG)**, anche dopo accurate ricerche, non è stato possibile rinvenire esemplari viventi.

In questa stazione sono stati raccolti solamente nicchi nelle posature della Caverna Lindner. Evidentemente nel corso del fiume a monte della **Grotta di Trebiciano** ci sono ancora popolazioni di *Belgrandia stochi* i quali nicchi vengono poi fluitati. Anche nelle **Risorgive del Timavo (3919VG)** è stato possibile rinvenire esclusivamente nicchi, fluitati dalle porzioni interne del fiume. Mancano ancora

dati per quanto riguarda le altre due finestre che danno sul corso ipogeo del Timavo: l'Abisso dei Serpenti (Kacna jama, 113VG, 955SLO) e le Grotte di San Canzian (Škocjanske jame, 112VG, 735SLO). *Belgrandia stochi* è un importante tracciante biologico, e può contribuire alla risoluzione del problema circa il percorso sotterraneo del fiume Timavo. L'argomento viene approfondito nel paragrafo **Timavo ipogeo** (pag. 154).

Categoria biospeleologica - stigobio di acque carsiche sotterranee.



Figg. 3-11, *Belgrandia stochi* (Bodon, Manganelli & Giusti, 1996). Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko, 4737VG, 25-3-2000 (31-33), apparato genitale distale femminile (3-4), opercolo (5), pene (6-11). (dis. M. Bodon).

Famiglia **Ellobiidae**Genere ***Carychium*** O. F. Müller, 177412) ***Carychium tridentatum*** (Risso, 1826)*? Carychium minimum*, BRUMATI, 1838: 41.*? Carychium minimum* var. *elongatum*, BRUMATI, 1838: 41.*? Carychium minimum*, PRADA, 1852: 50.*Carychium tridentatum*, SCHINER, 1853: 151 „Adelsberger Grotte“ [Grotte di Postumia (Jamski sistem Postojnska jama) 108VG, 747SLO].*? Carychium minimum*, STOSSICH, 1899: 39.*Carychium tridentatum*, WAGNER, 1932: 22 “(...)grotte di Postumia” [Grotte di Postumia (Jamski sistem Postojnska jama) 108VG, 747SLO].*Carychium tridentatum*, BOATO, BODON, GIOVANNELLI & MILDNER, 1987: 443.**Materiali esaminati – Voragine di Ocisla (Beško - Ocizeljski sistem), 170VG, 1003SLO, 17-9-2000 (3 n).****Identificazione** - Polmonato terrestre di piccole dimensioni, nicchio ovoidale-fusiforme, più o meno ventroso, giri leggermente convessi con fini strie di crescita radiali, stoma con lamella parietale e columellare, dente peristomiale centrale, peristoma continuo, ingrossato e lievemente riflesso.**Bibliografia** - GERMAIN, 1930; WATSON & VERDCOURT, 1952; ADAM, 1960; BERGER, 1963; KERNEY, CAMERON & JUNGBLUTH, 1979; BANK & GITTENBERGER, 1985; GROSSU, 1987; BOGON, 1990; FALKNER, 1990; SLAPNIK, 1991; SCHÜTT, 1993; TURNER et al., 1998.**Geonemia** – euromediterranea.**Osservazioni ecologiche** - La specie colonizza ambienti molto umidi di letiera e muschi, prevalentemente ai bordi di corsi d'acqua. Le sue abitudini igrofile la rendono non comune sull'altopiano carsico, dove si rinviene in un numero limitato di stazioni, prevalentemente in dolina. La specie è stata rinvenuta solamente alla base del pozzo d'accesso della **Voragine di Ocisla** (170VG, 1003SLO). I tre nicchi sono stati raccolti fra muschi umidi in zona fotica, quindi in un ambiente non classificabile come ipogeo. Alcuni Autori citano la specie per l'ambiente sotterraneo (SCHINER, 1853; WAGNER, 1932), non indicando se gli esemplari fossero stati raccolti viventi. In mancanza di questo dato non è possibile confermare le abitudini troglofile della specie, per altro non riscontrate durante questa ricerca. Viene perciò considerata come specie trogllossena.**Categoria biospeleologica** - trogllosseno.Genere ***Zospeum*** Bourguignat, 185613) ***Zospeum spelaenum*** (Rossmässler, 1839)

[Figg. 12-24, 27, 32-34; Tavv. 3; 4; 5; 6.1; 6.2; 6.3; 6.4]

Carychium spelaenum ROSSMÄSSLER, 1839: 36 “Adelsberger Grotte” [Località tipica: Grotte di Postumia (Jamski sistem Postojnska jama) 108VG, 747SLO].*Carychium Schmidtii* FRAUENFELD, 1854: 34.

- Carychium spelaeum*, SCHINER, 1854: 241 “Adelsberger Grotte” [Grotte di Postumia (Jamski sistem Postojnska jama) 108VG, 747SLO].
- Carychium schmidtii*, FREYER, 1855: 18 “Bratenca-Grotte” [?].
- Carychium pulchellum* FREYER, 1855: 20 “Grotte am Krimberg” [Grotta non identificabile sul Monte Krim, 20 km S di Lubiana, Slovenia].
- Carychium costatum* FREYER, 1855: 20 “Grotte bei Goričane” [?].
- Carychium Schmidtii*, HAUFFEN, 1856b: 702 „Gabrovizza“ [Grotta Ercole, 6VG].
- Carychium bidentatum* HAUFFEN, 1856b: 701.
- Carychium reticulatum* HAUFFEN, 1856c: 623.
- Zospeum aglenum* BOURGUIGNAT, 1856a: 9.
- Zospeum nycteam* BOURGUIGNAT, 1856a: 11.
- Carychium carinatum* HAUFFEN, 1858a: 96.
- Carychium bidentatum* HAUFFEN, 1858b: 101.
- Carychium spelaeum*, RADICS, 1861: 43 “Adelsberger Grotte” [Grotte di Postumia (Jamski sistem Postojnska jama) 108VG, 747SLO].
- Carychium spelaeum*, CLESSIN, 1887: 505 “Adelsberger Grotte” [Grotte di Postumia (Jamski sistem Postojnska jama) 108VG, 747SLO].
- Zospeum latum*, [sic!] PETRITSCH & PERKO, 1894-1895: 60 „Grotta di Ternovizza“ [Grotta di Ternovizza, 91VG].
- Zospeum alpestre*, PETRITSCH & PERKO, 1894-1895: 60 „Grotta di Ternovizza“ [Grotta di Ternovizza, 91VG].
- ? *Zospeum alpestre*, MARINITSCH, 1896: 65 “Kačna jama” [Abisso dei Serpenti (Kačna jama), 113VG, 955SLO].
- Zospeum spelaeum*, HAMANN, 1896: 44.
- Zospeum Schmidtii*, HAMANN, 1896: 47 „(...)Gabrovizza(...)“ [Grotta Ercole, 6VG].
- Zospeum alpestre*, PERKO, 1897a: 35 “Grotta Gigante” [Grotta Gigante, 2VG].
- Zospeum spelaeum schmidtii*, BOEGAN, 1897: 57 “Grotta di Corniale” [Grotta di Corniale (Vilenica), 19VG, 737SLO].
- Zospeum sp.*, TREVISAN, 1898: 48 “Caverna di Ponikve” [Ponikevska Draga, 190VG, 972SLO]; “Fovea Persefone” [Abisso Persefone, 185VG].
- Zospeum spelaeum*, STOSSICH, 1899: 39 “Nella grotta di Adelsberg (...)” [Grotte di Postumia (Jamski sistem Postojnska jama) 108VG, 747SLO].
- Zospeum Schmidtii*, STOSSICH, 1899: 40 „Grotte Belinga e di Storje.“ [?].
- Zospeum Schmidtii* var. *striata* STOSSICH, 1899: 40 “Grotta Mačkovec, Gross Gallenberg.” [?].
- Zospeum pulchellum*, STOSSICH, 1899: 40 “Nella grotta Leskovicca a Nabresina.” [Grotta Lindner, 3988VG].
- ? *Zospeum alpestre*, STOSSICH, 1899: 40 “Kačna jama presso Divaccia (...)” [Abisso dei Serpenti (Kačna jama), 133VG, 955SLO].
- Zospeum costatum*, STOSSICH, 1899: 40 “In un piccola grotta del Goriziano (monte Santo)” [?].
- Zospeum aglenum*, STOSSICH, 1899: 40 “Grotta di Pasiza ed in quella di Cibic presso Prosecco (...)” [?; Grotta del Cibic, 1VG].
- Zospeum reticulatum*, STOSSICH, 1899: 41 “Grotta Bidousturm, Franzdorf.” [?].
- Zospeum bidentatum*, STOSSICH, 1899: 41 “Grotta di Glavenvrh.” [?].
- ? *Zospeum amoenum*, STOSSICH, 1899: 41 “Nella Kačna jama presso Divaccia.” [Abisso dei Serpenti (Kačna jama), 133VG, 955SLO].
- Zospeum auritum* STOSSICH, 1899: 42 Località tipica: “(...) nella grotta di Corniale.” [Grotta di Corniale (Vilenica), 19VG, 737SLO].
- Zospeum istriatum* STOSSICH, 1899: 42 Località tipica: “Grotta di San Servolo.” [Grotta di San Servolo (Sveta jama), 69VG, 69SLO].
- ? *Carychium alpestre*, PERKO, 1904: 59 “Fovea Ianceresca presso Markovsina” [Fovea Ianceresca (Ianceresca jama), 965VG, 2703SLO].
- Zospeum sp.*, PERKO, 1904: 85 “Caverna di Salles” [?].
- Zospeum alpestre*, PERKO, 1905: 252 “Die Riesengrotte (...)” [Grotta Gigante, 2VG].
- ? *Zospeum alpestre*, ANONIMO, 1905-1906: 66 “Voragine di Senadole” [Voragine di Senadole (Jama na Petniaku), 397VG, 952SLO].
- Zospeum sp.*, ANONIMO, 1905-1906: 73 “Grotta dell’Orso (Medvedava jama) [Medvedjak, 70VG, 881SLO].

- Zospeum alpestre*, PERKO, 1906a: 157 “Die Riesengrotte (...)” [Grotta Gigante, 2VG].
Zospeum alpestre, PERKO, 1906b: 17 “Die Riesengrotte (...)” [Grotta Gigante, 2VG].
Zospeum alpestre, PERKO, 1907: 365 “Die Schründhöhle von Bresovizza, die Tropfsteinhöhle von Slivno und die Moserhöhle bei Nabresina” [Grotta di Bresovizza (Bresnica jama), 98VG, 1132SLO; Grotta delle Torri di Slivia, 39VG; Caverna Moser, 1096VG].
Zospeum alpestre, PERKO, 1908: 723 “Die Riesengrotte (...)” [Grotta Gigante, 2VG].
Zospeum alpestre, PERKO, 1910: 55 “Adelsberger Grotte” [Grotte di Postumia (Jamski sistem Postojnska jama) 108VG, 747SLO].
Carychium spelaum, BLASIG, 1910: tab.1 „gr. di Corniale” [Grotta di Corniale (Vilenica), 19VG, 737SLO].
Zospeum istrianum, CALAFATI, 1912: 19 “Grotta di San Servolo” [Grotta di San Servolo (Sveta jama), 69VG, 69SLO].
Zospeum alpestre rossmaessleri WAGNER, 1912: 257.
Zospeum spelaum, KUŠČER, 1925: 41 “Rekahöhlen (Bei S. Canziano) “Rekahöhlen” [Grotte di San Canziano (Škocjanske jame), 112VG, 735SLO].
Carychium spelaum, MÜLLER, 1926: 63 “(...)nella Grotta di Postumia.” [Grotte di Postumia (Jamski sistem Postojnska jama) 108VG, 747SLO].
Zospeum spelaum, WAGNER, 1932: 22 “(...)grotte di Postumia” [Grotte di Postumia (Jamski sistem Postojnska jama) 108VG, 747SLO]; 23 “(...)grotta di Otocco” [Grotta di Otocco (Crna jama), 80VG, 471SLO].
Zospeum spelaum, ALZONA, 1971: 43.
Zospeum istrianum, ALZONA, 1971: 43 „Carso: Grotte di San Servolo” [Grotta di San Servolo (Sveta jama), 69VG, 69SLO].
Zospeum auritum, ALZONA, 1971: 43 „Carso: Grotte di Corgnale” [Grotta di Corniale (Vilenica), 19VG, 737SLO].
Zospeum costatum, ALZONA, 1971: 43 “Carso: Grotte presso Gorizia”.
Zospeum rossmaessleri, ALZONA, 1971: 43 “Grotte del Carso (...)”.
Zospeum spelaum spelaum, BOLE, 1974: 20.
Zospeum spelaum schmidti, BOLE, 1974: 23 [l'Autore cita alcune località per il Carso Triestino].
Zospeum spelaum costatum, BOLE, 1974: 27.
Zospeum alpestre, STOCH & DOLCE, 1984: 32 “(...)Grotta Gigante.” [Grotta Gigante, 2VG].
? *Zospeum amoenum*, BOATO, BODON, GIOVANNELLI & MILDNER, 1987: 439.
Zospeum spelaum schmidti, BOLE, 1991-1992: 234.
Zospeum spelaum, GASPARO, 1995: 29.
Zospeum spelaum, COLOMBETTA, 1996: 32 [Grotta delle Torri di Slivia, 39VG].
Zospeum spelaum, GASPARO, 1998: 45 “Grotta Gigante” [Grotta Gigante, 2VG].

Materiali esaminati – Grotta Ercole o di Gabrovizza, 6VG, 6-11-1999 (numerosi n, numerosi es); **Grotta dell’Orso**, 7VG, 23-9-1999 (numerosi n, numerosi es), 25-9-1999 (numerosi n, numerosi es); **Grotta “12” di Padriciano**, 12VG, 28-11-1999 (numerosi n, numerosi es), 3-3-2000 (numerosi n, numerosi es); **Grotta Pocala**, 37VG, 16-12-1999 (numerosi n, numerosi es); **Grotta delle Torri di Slivia**, 39VG, 21-5-2000 (numerosi n, numerosi es), 30-9-2001 (numerosi n, numerosi es); **Grotta Bac**, 49VG, 16-3-2000 (numerosi n, numerosi es); **Grotta dell’Alce**, 62VG, 26-8-2000 (numerosi n, numerosi es); **Grotta Nemez**, 89VG, 8-1-2000 (numerosi n, numerosi es), 24-4-2000 (numerosi n, numerosi es); **Grotta Noè**, 90VG, 5-12-1999 (numerosi n, numerosi es), 15-4-2000 (numerosi n, numerosi es); **Grotta dei Cacciatori**, 97VG, 21-4-2000 (7 n, 3 es); **Grotta dell’Acqua o di Boriano**, 135VG, 14-1-2000 (numerosi n, numerosi es), 14-3-2000 (numerosi n, numerosi es); **Abisso Martel**, 144VG, 5-8-2000 (6 n), 25-11-2000 (4 n, 3 es); **Grotta dell’Arco Naturale (Miškotova jama v Lokah)**, 168VG, 723SLO, 17-9-2000 (numerosi n, numerosi es); **Voragine di Ocisla (Beško - Ocizeljski sistem)**, 170VG, 1003SLO, 17-9-2000 (numerosi n, numerosi es); **Grotta di Ternovizza**,

242VG, 4-12-1999 (numerosi n, numerosi es), 27-2-2000 (numerosi n, numerosi es); **Grotta delle Radici**, 256VG, 14-1-2000 (numerosi n, numerosi es); **Grotta Azzurra**, 257VG, 22-9-1999 (numerosi n, numerosi es), 22-9-1999 (numerosi n, numerosi es), 30-10-1999 (numerosi n, numerosi es); **Voragine di San Lorenzo**, 294VG, 26-2-2000 (5 n, 3 es); **Grotta di Gurian (Jama v Bukovniku)**, 319VG, 1382SLO; 15-7-2000 (5 n, 3 es); **Grotta delle Gallerie**, 420VG, 9-10-1999 (numerosi n, numerosi es); **Abisso Bonetti**, 765VG, 10-6-2000 (numerosi n, numerosi es); **Grotta Verde**, 851VG, 26-8-2000 (5 n, 6 es); **Caverna Moser**, 1096VG, 14-1-2000 (numerosi n, numerosi es); **Pozzo Rosiza**, 2156VG, 11-11-2000 (7 n, 5 es); **Grotta dei Pipistrelli della Rosandra**, 2686VG, 9-10-1999 (numerosi n, numerosi es), 30-10-1999 (numerosi n, numerosi es), 8-4-2000 (numerosi n, numerosi es); **Grotta di Crogole**, 2716VG, 8-4-2000 (numerosi n, numerosi es); **Grotta Natale**, 2743VG, 9-4-2000 (numerosi n, numerosi es), 21-4-2000 (numerosi n, numerosi es); **Grotta dei Partigiani**, 3477VG, 3-3-2000 (numerosi n, numerosi es); **Grotta Lindner**, 3988VG, 18-11-2000 (numerosi n, numerosi es); **Grotta dei Pisoliti**, 4203VG, 10-10-2000 (numerosi n, numerosi es); **Grotta Valentina**, 4237VG, 2-12-2000 (numerosi n, numerosi es); **Grotta ad Est di S. Martino del Carso**, 4253VG, 2-9-2000 (numerosi n, numerosi es); **Antro della Biscia Morta**, 4266VG, 2-9-2000 (numerosi n, numerosi es); **Grotta Silvia Lauri**, 4879VG, 5-2-2000 (5 n); 15-3-2000 (numerosi n, numerosi es); **Grotta Romana di S. Michele**, 5331VG, 2-9-2000 (numerosi n, numerosi es).

Identificazione - Polmonato terrestre di piccole dimensioni; nicchio ovoidale-fusiforme, ventroso; vitreo e traslucido (se fresco); giri convessi con fine striatura radiale e spirale, con o senza costolatura radiale; stoma con lamella parietale e columellare di dimensioni variabili, dente peristomiale centrale non sempre presente, peristoma continuo, ingrossato e lievemente riflesso.

Bibliografia - FREYER, 1855; BOURGUIGNAT, 1856; FRAUENFELD, 1854; HAUFFEN, 1856b; HAUFFEN, 1856c; ERJAVEC, 1877; BRUSINA, 1885; POLLONERA, 1889a; POLLONERA, 1905; KUŠČER, 1925; VANDEL, 1970; GIUSTI, 1975; BOLE, 1974; BOLE, 1978; GIUSTI & PEZZOLI, 1982; BOATO, BODON, GIOVANNELLI & MILDNER, 1987, BOLE, 1992; SLAPNIK, 1994.

Geonemia - alpina sudorientale. Presente dalle Prealpi Venete occidentali all'Istria.

Osservazioni tassonomiche - L'estrema variabilità morfologica del nicchio di *Zospeum spelaeum* ha favorito il proliferare di molti taxa, descritti esclusivamente su base conchigliare. Autori storici come Rossmässler, Frauenfeld, Hauffen, Bourguignat, Freyer, Pollonera, Stossich e Wagner citarono per l'areale della specie almeno 16 entità. BOLE (1974) pubblica la prima revisione del genere *Zospeum*. Pone in sinonimia con *Z. spelaeum* la maggior parte dei taxa storici e convalida tre sottospecie: *Z. spelaeum spelaeum* (Rossmässler, 1839), *Z. spelaeum schmidti* (Frauenfeld, 1854) e *Z. spelaeum costatum* (Freyer, 1855) (Figg.32-34); inoltre descrive una quarta sottospecie: *Z. spelaeum lamellatum* per alcune grotte nei dintorni di Tolmino in Slovenia. Bole riconosce il fatto che molte entità stori-

che sono semplici fenotipi locali. Non considera la morfologia dell'apparato genitale, ancora sconosciuta. Le prime indagini anatomiche su *Z. spelaeum* vengono condotte da GIUSTI (1975) su esemplari provenienti dalla provincia di Treviso. Nel lavoro vengono descritte la morfologia esterna, la radula, l'apparato digerente, escretore e genitale. Le considerazioni sistematiche che Giusti espone sono di carattere sovraspecifico, discutendo la posizione di *Zospeum* all'interno della famiglia Ellobiidae. La sistematica proposta da BOLE (1974) non viene condivisa da tutti gli autori. VELKOVHR (1974) e SLAPNIK (1994) ripropongono lo status sottospecifico di *Z. spelaeum*, mentre altri (GIUSTI & PEZZOLI, 1982; PEZZOLI, 1992; BODON et al., 1995) preferiscono inquadrare come semplici forme anche le entità convaldate.

Durante il presente studio è stato possibile raccogliere esemplari di *Zospeum spelaeum* in 35 cavità del Carso Triestino. La quantità di materiale raccolto ha permesso uno studio comparativo anatomico e conchigliare fra esemplari appartenenti a più popolazioni. La forma e le dimensioni del nicchio sono risultate estremamente variabili da popolazione a popolazione, pur mantenendo una certa uniformità, a grandi linee, all'interno delle stesse. In alcuni casi, anche entro queste è stata riscontrata una forte variabilità nei caratteri del nicchio. Alcune popolazioni sono ben inquadrabili nelle descrizioni fornite da Bole per le sottospecie da lui convaldate. Gli esemplari della **Grotta Valentina** (4237VG) (Tav. 3.5) e della **Grotta dei Pipistrelli della Rosandra** (2686VG) (Tav. 5.7) sono accostabili a *Z. spelaeum costatum*. Nella **Voragine di San Lorenzo** (294VG) e nella **Grotta di Gurian (Jama v Bukovniku)** (319VG, 1382SLO) le popolazioni assumono la forma del nicchio tipica di *Z. spelaeum spelaeum* (Tavv. 5.5 e 6.2). Le rimanenti popolazioni assumono caratteristiche conchigliari intermedie fra queste due sottospecie, che Bole inquadra sotto un unico nome: *Z. spelaeum schmidti*. Molte volte risulta difficile attribuire senza riserve gli esemplari ad una delle tre forme. La superficie esterna del nicchio varia sensibilmente da stazione a stazione. In molte cavità, fra esemplari della stessa popolazione, si incontrano sia esemplari dal nicchio liscio che costulato, come nel caso della **Grotta Romana di S. Michele** (5331VG) (Tav 3.1), della **Grotta Nemez** (89VG) (Tav. 4.5), della **Grotta dell'Alce** (62VG), della **Grotta delle Gallerie** (420VG) (Tav. 5.6) ed altre.

La disposizione e le dimensioni delle pliche parietali, columellare e della piega peristomiale sono estremamente variabili da cavità a cavità. Sono tuttavia caratteri abbastanza uniformi all'interno della medesima popolazione, al contrario delle dimensioni e del profilo del nicchio. Esemplari turricolati, con spira marcatamente scalare e di grandi dimensioni convivono con esemplari dal nicchio piccolo, conico ed obeso (cfr. ad esempio le Tavv. 3.2 e 5.5).

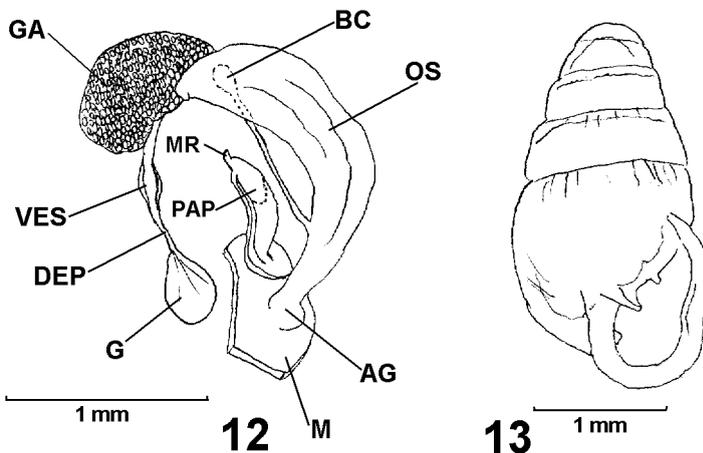
La morfologia dell'apparato riproduttore si è rivelata pressoché costante in tutte le popolazioni (Figg. 12-13, 14-17, 18-19, 20-22), anche per esemplari provenienti da località non appartenenti al Carso Triestino (Figg. 23-24). Indagini anatomiche condotte anche su altre specie del genere (Figg. 25-26) (*Zospeum isselianum* Polonera, 1887) hanno evidenziato uno schema strutturale dei genitali costante. L'attacco del dotto della bursa copulatrice sull'ovidotto libero è in posizione mediamente più prossimale in *Z. spelaeum* che in *Z. isselianum*, ma pure per questo carattere è presente una certa variabilità. L'esemplare di *Z. spelaeum* proveniente dalla **Grotta dei Partigiani** (3477VG) (Figg. 18-19) presenta una posizione di at-

tacco del dotto uguale a quella riscontrata per *Z. isselianum*. La significatività tassonomica di questo carattere deve essere quindi verificata da ulteriori indagini su un maggior numero di esemplari.

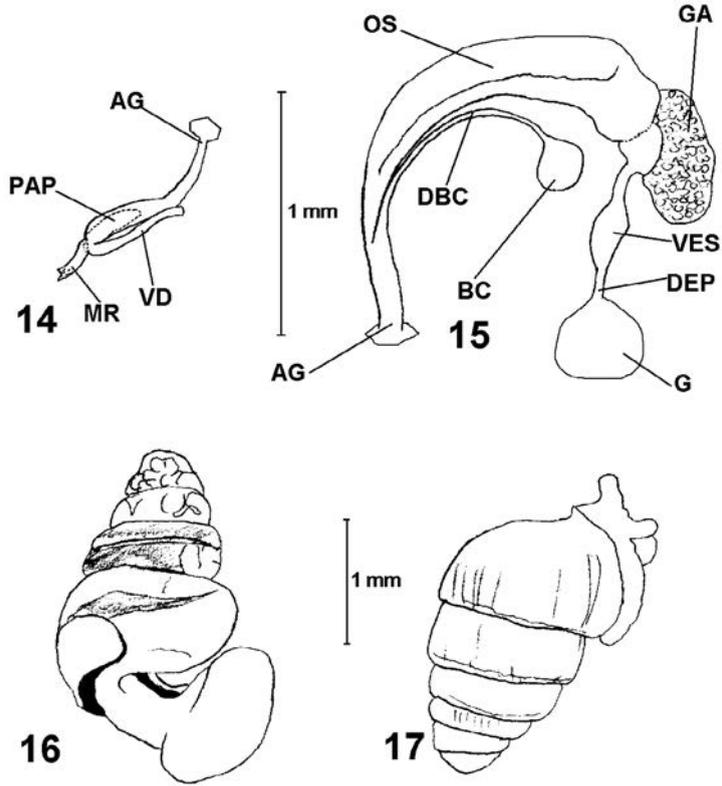
In base a quanto esposto risulta difficile, allo stato attuale, accettare qualsiasi sottospecie per *Zospeum spelaeum*. BOLE (1974: 23) attribuisce a *Z. spelaeum schmidti* il più alto numero di sinonimi, ad indicare che questa entità è quella morfologicamente più variabile, facendo così assumere a questo nome il ruolo di "taxon-contenitore", concetto che presenta evidenti limiti, criticato e discusso da GIUSTI & MANGANELLI (1992).

Osservazioni ecologiche - La specie, comune nelle cavità del Carso Triestino, è stata rinvenuta in 35 cavità sulle 56 indagate. Vive nella parte oscura delle cavità, anche se in due stazioni (**Grotta Nemez, 89VG**; **Grotta di Crogole, 2716VG**) sono stati rinvenuti esemplari viventi nella zona liminare e subliminare. Le superfici concrezionate verticali, umettate da stillicidio, sono il luogo dove si incontrano più spesso le colonie, preferibilmente dove è presente una debole corrente d'aria.

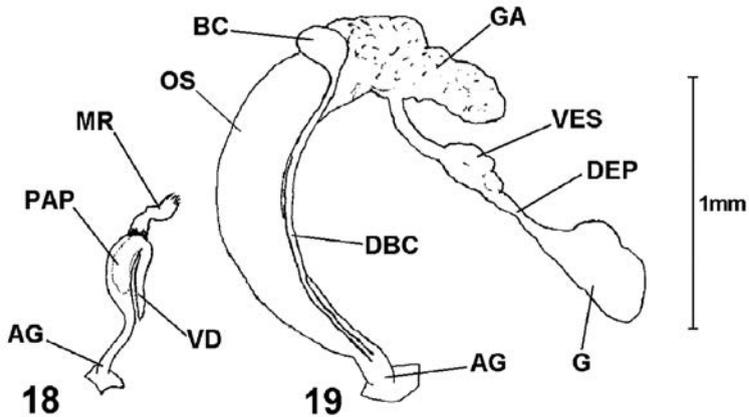
In molte cavità sono state osservate anche decine di esemplari su singoli tronchi di legname marcescente o su argilla alla base delle concrezioni. Meno abbondanti sono le colonie che si possono rinvenire fra il materiale clastico sul pavimento delle cavità, anche se in due casi numerosi esemplari sono stati rinvenuti in questo ambiente (**Grotta Pocala, 37VG**; **Grotta dei Partigiani, 3477VG**). Non è possibile classificare tutti i possibili ambienti nei quali sono stati rinvenuti esemplari viventi di *Zospeum spelaeum*. La caratteristica che accomuna tutti gli ambienti nei quali è stata raccolta la specie è l'elevata presenza di acqua, sia sottoforma di umidità che in forma liquida come pellicola ricoprente il substrato roccioso od organico. Non sono mai stati rinvenuti esemplari in cavità, o parti di cavità, asciutte e prive di abbondante stillicidio e/o di sottili film di acqua sulle concrezioni. Pro-



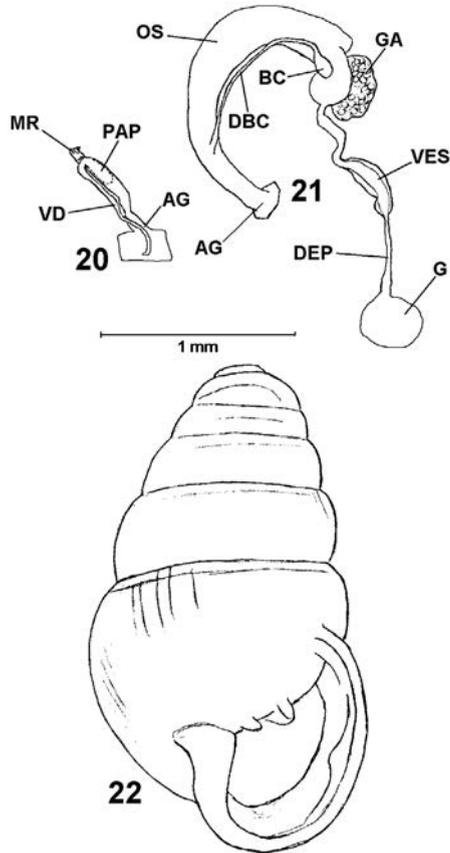
Figg. 12-13, *Zospeum spelaeum* (Rossmässler, 1839). Grotta ad Est di S. Martino del Carso, 4253VG, 2-9-2000. Genitali completi (12), nicchio (13).



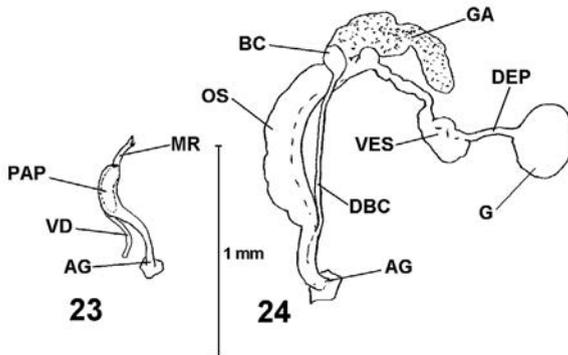
Figg. 14-17, *Zospeum spelaeum* (Rossmässler, 1839). Grotta "12" di Padriciano, 121VG, 28-11-1999. Parte genitale maschile (14), parte genitale femminile (15), animale in toto privato del nicchio (16), esemplare vivente (17).



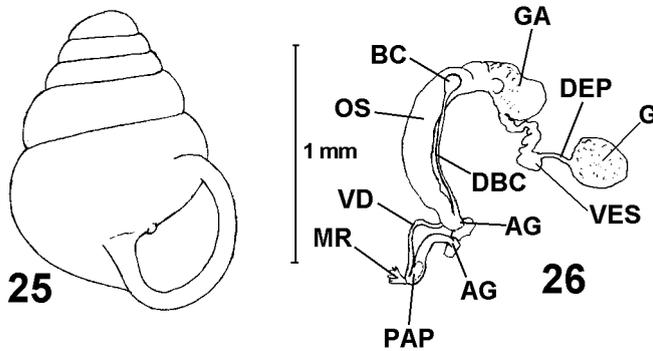
Figg. 18-19, *Zospeum spelaeum* (Rossmässler, 1839). Grotta dei Partigiani, 3477VG, 3-3-2000. Parte genitale maschile (18), parte genitale femminile (19).



Figg. 20-22, *Zospeum spelaeum* (Rossmässler, 1839). Grotta Verde, 851VG, 26-8-2000. Parte genitale maschile (20), parte genitale femminile (21), nicchio (22).



Figg. 23-24, *Zospeum spelaeum* (Rossmässler, 1839). Grotta Nuova di Villanova, 323Fr, 12-12-1999. Parte genitale maschile (23), parte genitale femminile (24).



Figg. 25-26, *Zospeum isselianum* Pollonera, 1887. Grotta Nuova di Villanova, 323Fr, 12-12-1999. Nicchio (25), genitali completi (26).

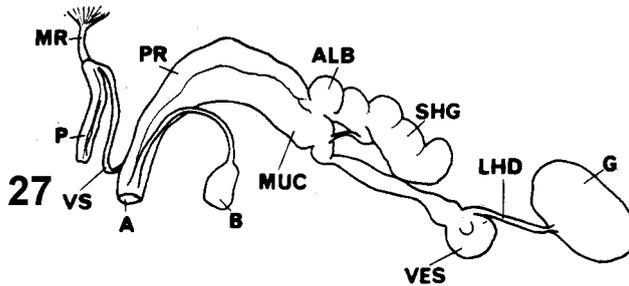


Fig. 27, *Zospeum spelaeum* (Rossmässler, 1839). Spelunga sora le Casere Coste, ?V-Tr, 13-11-1971. (da GIUSTI, 1975, modif.) Tratto genitale (55). G gonade, LHD dotto ermafroditico piccolo, VES vescicola seminale, MUC ghiandola mucosa, ALB ghiandola dell'albume, PR parte prostatica del dotto ermafroditico grande (ovispermidotto), A atrio, B borsa copulatrice, VS canale deferente, MR muscolo retrattore, P prepuzio.

tabilmente è il mezzo liquido che funge da vettore delle molecole organiche, provenienti dalla superficie, e delle quali *Z. spelaeum* si nutre raschiando con la radula la superficie del substrato. Non è mai stata notata la presenza della specie sul guano dei pipistrelli o su carcasse di animali morti in decomposizione, il che fa supporre una dieta esclusivamente limivora. Le colonie più abbondanti sono state rinvenute sempre nelle cavità poco profonde, dove probabilmente è maggiore l'apporto di nutrienti dall'esterno. Il sito di rinvenimento più profondo è nella **Grotta "12" di Padriciano (12VG)** dove è stata registrata la presenza di una piccola colonia circa 180 m sotto il piano di campagna, ma sono rari i casi in cui le colonie superano i 50/60 m di profondità. La cavità con la colonia più abbondante è la **Grotta Bac (49VG)**, dove su una superficie di un metro quadrato sono stati contati anche 80 esemplari. Non sono mai stati notati casi di predazione su *Z. spelaeum* da parte di altri organismi troglobi carnivori, come *Stalita taeniarica*, *Typhotrechus bilimeki*, *Neobisium doratidactylus* etc. L'assenza di *Zospeum spelaeum* da alcune stazioni campionate non è facilmente interpretabile. Un ruolo importante potrebbe essere svolto dal substrato calcareo. I primi vani della **Grotta Skilan**

(5720VG) e la maggior parte della **Grotta della Neve** (3468VG) si sviluppano in calcari bituminoso-carboniosi (FORTI & FORTI, 1994). Entrambe le cavità si sono dimostrate estremamente povere di fauna ipogea, fatto questo probabilmente imputabile alla facies carbonatica. Ma per altre grotte non sembrano esserci cause individuabili. Escludendo possibili casi di “overlooking”, possono esser addotte esclusivamente ipotesi a carattere ecologico e storico. Le attività antropiche, se non drastiche come per la **Grotta Gigante** (2VG), non sembrano essere causa di estinzione della specie dalle grotte. Cavità come la **Grotta Pocala** (37VG), **Grotta dell’Orso** (7VG) e la **Grotta Azzurra** (257VG), in passato e/o attualmente sede di importanti e prolungati scavi paleontologici ed archeologici, mantengono tutt’ora abbondanti popolazioni di *Zospeum spelaenum*. Allo stato, la situazione di conservazione della specie in Carso Triestino appare buona.

Categoria biospeleologica- troglobio

14) *Zospeum trebicianum* (Stossich, 1899)

[Figg. 28-31, 35; Tav. 6.5; 6.6]

Zospeum trebicianum STOSSICH, 1899: 42 Località tipica: “(...)nella grotta di Trebich.” [Grotta di Trebiciano, 17VG].

Zospeum trebicianum, VALLE, 1911: 22 “(...)grotta di Trebiciano presso Trieste” [Grotta di Trebiciano, 17VG].

Carychium trebicianum, MÜLLER, 1926: 63 “(...)Trebiciano(...)” [Grotta di Trebiciano, 17VG].

Zospeum trebicianum, ALZONA, 1971: 43 “Carso: Grotte di Trebiciano” [Grotta di Trebiciano, 17VG].

Zospeum spelaenum, STOCH & DOLCE, 1984: 32 “(...)Grotta di Trebiciano” [Grotta di Trebiciano, 17VG].

Zospeum trebicianum, BOATO, BODON, GIOVANNELLI & MILDNER, 1987: 507.

Zospeum trebicianum, COLLA, DE MATTIA, DOLCE & STOCH, 2000: 63 [Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko, 4737VG].

Materiali esaminati – **Grotta di Trebiciano**, 17VG, 18-3-2000 (9 n; 1 es), 31-10-2000 (6 n; 2 es); **Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko**, 4737VG, 25-3-2000 (numerosi n, numerosi es), 24-6-2000 (numerosi n, numerosi es).

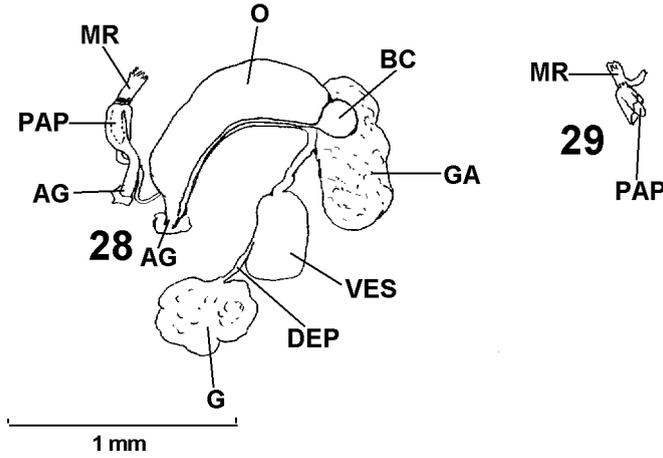
Identificazione - Polmonato terrestre di piccole dimensioni; nicchio ovoidale-fusiforme, sensibilmente ventroso; vitreo e traslucido (se fresco); giri convessi con fine striatura radiale e spirale; sutura profonda; stoma con lamella parietale superiore ed inferiore, lamella columellare assente, dente peristomiale centrale assente, peristoma continuo, ingrossato e lievemente riflesso.

Bibliografia - STOSSICH, 1899; COLLA, DE MATTIA, DOLCE & STOCH, 2000.

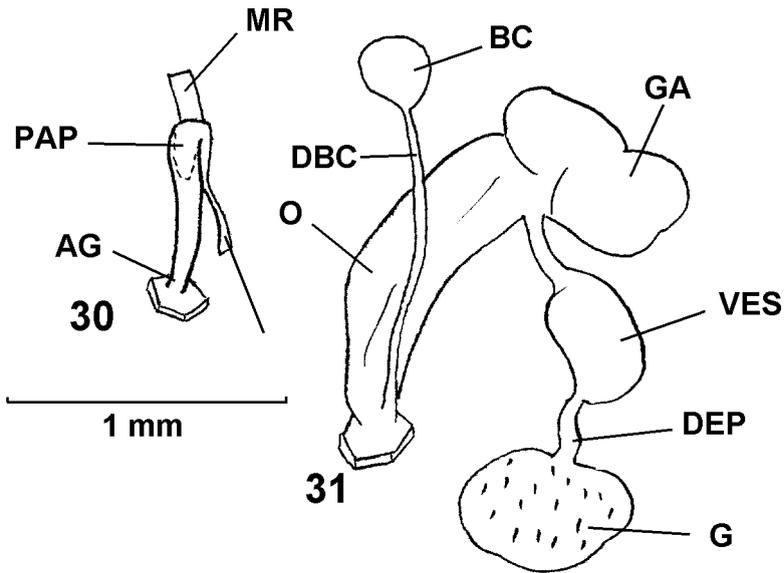
Geonemia - endemico del Carso Triestino.

Osservazioni tassonomiche – La specie venne descritta da STOSSICH (1899) su materiale proveniente dalla Caverna Beram, ramo secondario della grande Caverna Lindner della **Grotta di Trebiciano** (17VG), raccolto da A. Valle. La specie, non contemplata nella revisione di BOLE (1974) e nella Checklist della Fauna Ita-

liana (BODON et al., 1995), è stata recentemente citata in pubblicazioni a carattere malacologico solamente da BOATO et al. (1987: 507). La posizione e la validità del taxon di Stossich non è stata fin'ora discussa, anche se "ufficiosamente" al-



Figg. 28-29, *Zospeum trebicianum* (Stossich, 1899). Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko, 4737VG, 25-3-2000. Genitali completi (28), particolare della papilla peniale (29). (dis. M. Bodon)



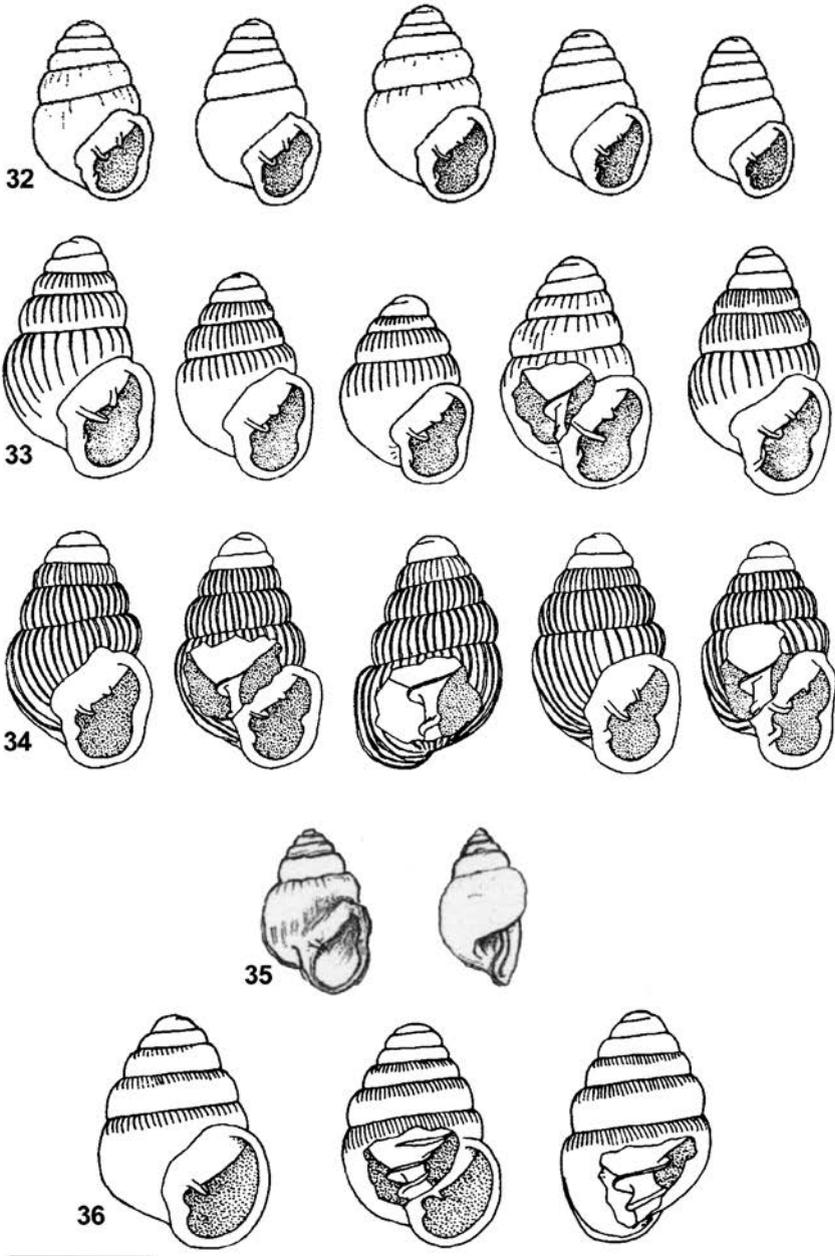
Figg. 30-31, *Zospeum trebicianum* (Stossich, 1899). Grotta di Trebiciano, 17VG, 18-3-2000. Parte genitale maschile (30), parte genitale femminile (31).

cuni Autori recenti lo considerano probabile sinonimo di *Zospeum spelaeum* (BODON, com. pers.).

I campionamenti hanno permesso il rinvenimento di esemplari topotipici e di altri esemplari ascrivibili alla specie di Stossich provenienti dalla **Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko (4737VG)** (Tavv. 6.5; 6.6). In entrambe le stazioni l'altezza del nicchio è di 1,2 mm, caratteristica uniforme in tutti gli esemplari. Il profilo è sempre marcatamente conico, talvolta lievemente scalare, con 5½-6 giri di spira. L'ultimo giro comprende non meno del 60% dell'altezza totale del nicchio. La superficie esterna presenta solo raramente una leggera costolatura, che assume nella maggioranza degli esemplari l'aspetto di fini striature di crescita più o meno fitte. La plica columellare è sempre assente, mentre le pliche parietali sono poco sviluppate, con l'inferiore sempre più grande della superiore. I caratteri conchiologici appaiono abbastanza stabili in tutti esemplari visionati, mostrando una variabilità molto meno marcata di *Zospeum spelaeum*. Lo studio dell'apparato genitale (Figg. 28-29, 30-31) ha permesso di individuare alcune differenze da quello di *Z. spelaeum*. I risultati preliminari indicano che l'organizzazione dei genitali si è dimostrata identica fra gli esemplari delle due stazioni di rinvenimento. La vescicola seminale è, in rapporto, sempre molto più sviluppata che in *Z. spelaeum*, mentre l'attacco del dotto della borsa copulatrice all'ovidotto libero è molto prossima all'atrio genitale femminile. Per determinare il reale valore tassonomico di queste differenze sarà d'obbligo svolgere un numero maggiore di indagini anatomiche su più esemplari. Alla luce dei risultati preliminari è ragionevole considerare *Zospeum trebicianum* come una specie valida, in attesa di un lavoro di revisione più approfondito.

Osservazioni ecologiche - *Zospeum trebicianum* ha un'ecologia molto particolare, che si differenzia nettamente da quella di *Zospeum spelaeum*. La specie vive esclusivamente nelle grandi caverne terminali delle grotte percorse dal corso ipogeo del fiume Timavo (17VG e 4737VG), a non meno di 280 m sotto il piano di campagna; profondità mai raggiunte da *Z. spelaeum*. Le condizioni ecologiche ed ambientali di questa due stazioni sono molto simili. Esemplari sono stati osservati in gran numero sulle pareti ricoperte da argilla e sabbie (mai su calcari scoperti) di provenienza fluviale nella Caverna Medeot (vano terminale della 4737VG). Il nutrimento, per questa specie limivora, viene presumibilmente apportato dalle piene del fiume, le cui acque salgono anche di alcune decine di metri rispetto al livello di magra. Questo indica che la specie è capace di sopportare bene periodi più o meno lunghi di immersione, prerogativa condivisa solamente da un'altra specie del genere: *Zospeum exiguum* Kuščer, 1932, vivente in alcune grotte e sorgenti del bacino del polje di Circonio (Slovenia). Nella Grotta di Trebiciano, la specie è presente ancora con una ridotta popolazione nella parte terminale della Caverna Beram, colonizzante ambienti del tutto simili alla 4737VG. Probabilmente l'inquinamento degli anni '70-'80 ha notevolmente inciso sulla presenza della specie nella 17VG, un tempo sicuramente presente in tutta la Caverna Lindner.

Categoria biospeleologica – troglobio.



Figg. 32-34, *Zospeum spelaum* (Rossmässler, 1839) (da BOLE, 1974). *Z. spelaum spelaum* (Rossmässler, 1839) (32), *Z. spelaum "schmidti"* (Frauenfeld, 1854) (33), *Z. spelaum "costatum"* (Freyer, 1855) (34).
 Fig. 35, *Zospeum trebicianum* (Stossich, 1899). Disegno originale di Stossich (1899).
 Fig. 36, *Zospeum kusceri* (Wagner, 1912) (da BOLE, 1974).

15) *Zospeum kusceri* (Wagner, 1912)

[Fig. 36; Tav. 6.7]

Zospeum sp., CENCICH, 1899: 93 “Caverna *Zospeum* (Štefakova jama)” [Grotta Bach (Štefakova pecina), 240VG, 1142SLO].

Zospeum frauenfeldi kusceri, KUŠČER, 1925: 39 “Kačna jama” [Abisso dei Serpenti (Kačna jama), 113VG, 955SLO].

Zospeum kusceri, ALZONA, 1971: 44 “Grotte del Carso”.

Zospeum kusceri, BOLE, 1974: 14.

Zospeum kusceri BOATO, BODON, GIOVANNELLI & MILDNER, 1987: 439.

Materiali esaminati – Grotta Bach (Štefakova pecina), 240VG, 1142SLO, 15-10-1999 (numerosi n, numerosi es), 23-10-1999 (numerosi n, numerosi es), 31-10-1999 (numerosi n, numerosi es).

Identificazione - Polmonato terrestre di piccole dimensioni; nicchio ovoidale-fusiforme, turricolato; vitreo e traslucido (se fresco); giri convessi con fine striatura radiale e spirale; fitta costolatura subsuturale; sutura profonda; stoma con lamella parietale inferiore, dente peristomiale centrale assente, peristoma continuo, ingrossato e lievemente riflesso.

Bibliografia - WAGNER, 1912; BOLE, 1974; BOLE, 1978; BOLE, 1992; SLAPNIK, 1994; BOLE & SLAPNIK, 1997.

Geonemia - endemico della Slovenia centro-meridionale.

Osservazioni tassonomiche - Descritto come sottospecie di *Zospeum frauenfeldi* (Freyer, 1855), è stato convalidato da BOLE (1974).

Osservazioni ecologiche – La specie, non rinvenuta sul Carso Triestino italiano, è comune in alcune cavità in territorio sloveno, pochi chilometri dopo il confine. È probabile vicariante con *Zospeum spelaeum*, e presenta un'ecologia simile alla specie di Rossmässler. Vive sulle concrezioni umide in abbondanti colonie.

Categoria biospeleologica - troglobio.

Famiglia **Acroloxidae**Genere *Acroloxus* Beck, 183816) *Acroloxus tetensi* (Kuščer, 1932)

[Fig. 37; Tav. 7.1]

Ancylus fluviatilis tetensi, KUŠČER 1932: 61.

Acylastrum fluviatile tetensi, ALZONA, 1971: 55 “Cavernone di Planina e Rio dei Gamberi presso Postumia”.

Acroloxus tetensi, MANGANELLI, BODON, FAVILLI, CASTAGNOLO & GIUSTI, 1998: 153.

Acroloxus tetensi, COLLA, DE MATTIA, DOLCE & STOCH, 2000: 64 [Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko, 4737VG].

Materiali esaminati – Grotta di Trebiciano, 17VG, 18-3-2000 (3 n), 31-10-2000 (2 n); **Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko, 4737VG,** 25-3-2000 (7 es), 24-6-2000 (5 es); **Risorgive del Timavo, 3919VG,** 21-2-1999 (3 n).

Identificazione - Polmonato dulciacquicolo di piccole dimensioni con nicchio leggermente capuliforme, base ovale sub-quadrangolare, apice posteriore leggermente ricurvo spostato rispetto l'asse maggiore, superficie esterna con finestrine di accrescimento circolari, stoma continuo semplice.

Bibliografia - KUŠČER, 1932; BOLE, 1965a; BOLE, 1978, BOLE, 1992; SKET, 1993.

Geonomia - endemico delle acque sotterranee della Slovenia centrale (Pivka-Circonio-Ljublanica) e del corso ipogeo del Timavo.

Osservazioni tassonomiche - La posizione sistematica dell'entità descritta da L. Kuščer come sottospecie di *Ancylus fluviatilis* (O. F. Müller, 1774) è stata discussa da BOLE (1965a) che convalida la specie assegnandola al genere *Acroloxus*.

Osservazioni ecologiche - Entità stigobia, anoftlama e depigmentata. Sono stati recentemente rinvenuti esemplari in rami epigei del Rio dei Gamberi presso Planina (Rakov Skocjan, Planina, Slovenia) che mantengono gli adattamenti morfologici alla vita sotterranea (DE MATTIA, dati personali inediti). La specie è stata segnalata la prima volta per Italia da BODON et al. (1995), sulla base di nicchi raccolti alle **Risorgive del Timavo** (3919VG), fluitati dal corso ipogeo del Timavo. Nella **Grotta di Trebiciano** (17VG) sono stati rinvenuti esclusivamente nicchi nelle sabbie della Caverna Lindner; anche a seguito di accurate ricerche non è stato possibile rinvenire esemplari viventi. Nella **Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko** (4737VG) sono stati rinvenuti per la prima volta, in territorio italiano, esemplari viventi. La specie, sintopica con *Ancylus fluviatilis*, è relativamente poco comune. Vive adesa sulla faccia superiore delle rocce, contrariamente alle popolazioni raccolte al Rio dei Gamberi (Rakov Skocjan, Slovenia) dove occupa il lato inferiore delle rocce, vicariandosi da *Ancylus fluviatilis* che colonizza sempre il lato superiore.

Categoria biospeleologica - stigobio di acque carsiche sotterranee.

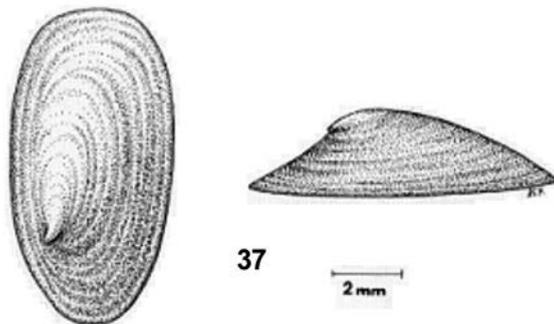


Fig. 37, *Acroloxus tetensi* (Kuščer, 1932) (da BOLE, 1965a).

Famiglia **Ancylidae**Genere ***Ancylus*** Müller, 177417) ***Ancylus fluviatilis*** (O. F. Müller, 1774)

[Tav. 7.2]

Ancylus Fluviatilis, BRUMATI, 1838: 48.*Ancylus fluviatilis*, STOSSICH, 1899: 42.*Ancylus fluviatilis*, VALLE, 1911: 22 "(...)grotta di Trebiciano presso Trieste" [Grotta di Trebiciano, 17VG].*Ancylus fluviatilis*, MÜLLER, 1926: 63 "(...)grotta di Trebiciano" [Grotta di Trebiciano, 17VG].*Ancylus fluviatilis*, WAGNER, 1932: 24 "(...)Caverna Lindner della Grotta di Trebiciano" [Grotta di Trebiciano, 17VG].*Ancylus fluviatilis*, STAMMER, 1932a: 514 "Lindnergrotte" [Grotta di Trebiciano, 17VG].*Ancylus fluviatilis*, STAMMER, 1932b: 521 "Lindnergrotte" [Grotta di Trebiciano, 17VG].*Ancylus fluviatilis*, BOLE, 1965a: 157 "(...) iz Lindnerjeve jame pri Trebčah (...)" [Grotta di Trebiciano, 17VG].*Ancylus fluviatilis*, STOCH & DOLCE, 1984: 32 "(...)Caverna Lindner della Grotta di Trebiciano." [Grotta di Trebiciano, 17VG].*Ancylus fluviatilis*, COLLA, DE MATTIA, DOLCE & STOCH, 2000: 64 [Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko, 4737VG].

Materiali esaminati – **Grotta di Trebiciano**, 17VG, 18-3-2000 (numerosi es), 31-10-2000 (numerosi es); **Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko**, 4737VG, 25-3-2000 (numerosi es), 24-6-2000 (numerosi es); **Risorgive del Timavo**, 3919VG, 21-2-1999 (numerosi n).

Identificazione - Polmonato dulciacquicolo di medio-piccole dimensioni, nicchio capuliforme, con base da ovale a quasi circolare, apice posteriore ricurvo situato sull'asse maggiore, superficie esterna con distinta costolatura radiale più marcata verso l'apice, stoma continuo semplice.

Bibliografia - GERMAIN, 1930; ADAM, 1960; BOLE, 1965a; GIUSTI, 1968B; GIUSTI & MAZZINI, 1971; BOLE, 1978, GROSSU, 1987; FALKNER, 1990; GIUSTI, MANGANELLI & SCHEMBRI, 1995; GITTENBERGER et al., 1998.

Geonemia - olopaleartica, estesa ad alcune aree del Nord Africa e dell'Arabia.

Osservazioni tassonomiche - ALZONA (1971: 55) elenca 6 sottospecie di *Ancylus fluviatilis*, 5 delle quali inquadrabili come semplici forme. *Ancylus fluviatile tetensi* Kuščer, 1932, rivisto da BOLE (1965a) è stato attribuito al genere *Acroloxus*. *Ancylus costulatum* (Küster, 1843) è considerato sinonimo juniore di *A. fluviatilis*.

Osservazioni ecologiche - La specie, marcatamente reofila, è comune nelle acque superficiali ben ossigenate di torrenti e sorgenti. Vive sulle rocce sommerse, ma non di rado è possibile rinvenirla sulle valve di *Anodonta* e *Unio*. Di notevole interesse sono le numerose popolazioni sotterranee rinvenute in territorio balcanico (cfr. WAGNER, 1914; CHAPPUIS, 1927; STAMMER, 1932a; JAECKEL & MEISE, 1956; JAECKEL et al., 1957; BOLE, 1965a; BOLE, 1966b; BOLE, 1979).

La specie, comune nel tratto epigeo del Timavo superiore e nella parte esterna delle **Risorgive del Timavo** (3919VG), è parimenti abbondante lungo il corso ipogeo. Abbondanti popolazioni sono state rinvenute nella **Grotta di Trebiciano** (17VG) e nella **Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko** (4737VG). Questi esemplari sotterranei di *Ancylus fluviatilis* non mostrano particolari adattamenti a questo ambiente. Sono presenti le macchie oculari e non è evidente nessun tipo di depigmentazione dei tessuti. Sono ovviamente assenti le alghe verdi che colonizzano la parte superiore esterna dei nicchi degli esemplari di superficie. Questo dimostra che non esiste nessun legame trofico obbligatorio fra alghe e questa specie di mollusco. L'origine della popolazione stigofila e la sua sopravvivenza in ambiente ipogeo sono ancora da chiarire. *Ancylus fluviatilis* non possiede stadio larvale ed è ritenuto un organismo poco soggetto a drift. L'abbondanza degli esemplari, in tutti gli stadi di crescita, rinvenuti lungo il corso sotterraneo del Timavo indica che la specie probabilmente si riproduce regolarmente in questo ambiente. Non è comunque da escludersi, durante le piene, un apporto di esemplari dal corso superiore epigeo del fiume; fenomeno al quale è imputabile l'origine della popolazione stigofila stessa.

Gli esemplari epigei della specie sono probabilmente fitofagi, raschiatori dello strato algale sul substrato solido. L'assenza, in ambiente ipogeo, di alghe e di vegetali fotosintetizzanti, fa supporre una dieta diversa fra gli esemplari epigei ed stigofili. Probabilmente questi ultimi hanno sviluppato abitudini limivore e detritifaghe. Una grande quantità di materia organica e detrito, proveniente dal corso superiore viene trasportata nel corso ipogeo e questo probabilmente ne garantisce la sopravvivenza. L'origine di altre popolazioni stigofile di *Ancylus fluviatilis* rinvenute in Slovenia (sistemi sotterranei di Postumia, Planina e Circonio, i quali hanno, anche se in parte, un'origine epigea delle acque) possono essere similmente interpretabili.

Per l'Italia non sono note altre significative popolazioni stigofile di *Ancylus fluviatilis* (BODON, com. pers.).

Allo scopo di meglio interpretare l'ecologia e la biologia delle popolazioni stigofile del corso ipogeo del Timavo è necessario uno studio a transetto lungo il corso del fiume. Vanno considerate e comparate le caratteristiche di popolazione (variazione quantitativa) e le caratteristiche morfologiche (nicchio, macchie oculari, pigmentazione). Partendo cioè dalle popolazioni di superficie del corso superiore e comparandole con quelle di San Canziano, Abisso dei Serpenti; Grotta di Trebiciano, Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko e Risorgive del Timavo.

Categoria biospeleologica - eustigofilo di acque carsiche sotterranee.

Famiglia **Orculidae**

Genere ***Pagodulina*** Clessin, 1876

18) ***Pagodulina pagodula*** (Des Moulins, 1830)

Pagodulina pagodula, STOSSICH, 1899: 33.

Pagodulina pagodula, WAGNER, 1932: 23 "(...)grotta di Otocco" [Grotta di Otocco (Crna jama), 80VG, 471SLO].

Pagodulina pagodula, ALZONA, 1971: 70.

Pagodulina pagodula, BOATO, BODON, GIOVANNELLI & MILDNER, 1987: 452.

Materiali esaminati – Voragine di Ocisla (Beško - Ocizeljski sistem), 170VG, 1003SLO, 17-9-2000 (4 n).

Identificazione - Polmonato terrestre di medio-piccole dimensioni, spira cilindrica con giri poco convessi, apice ottuso, marcata costolatura prosoclina sui giri della teleoconca, stoma allungato verticalmente con seno mediano, peristoma continuo semplice.

Bibliografia - GERMAIN, 1930; GITTENBERGER, 1978; KERNEY, CAMERON & JUNGBLUTH, 1979; BOGON, 1990; FALKNER, 1990; BOLE, 1995.

Geonemia - europea centromeridionale.

Osservazioni tassonomiche - BOLE (1995) cita per il Carso Triestino in territorio sloveno *Pagodulina sparsa* (Pilsbry, 1924). Questa specie, considerata valida da BANK (1985), è stata descritta come sottospecie di *P. pagodula* in base a caratteristiche esclusivamente conchigliologiche. BOLE (1995: 96) conferma l'opinione di BANK (1985), giustificando tale dicotomia specifica in base alla forma e disposizione dell'armatura lamellare interna. Sembra che *P. pagodula sparsa* sia meglio inquadrabile come semplice forma della specie nominotipica.

Osservazioni ecologiche - La specie è stata rinvenuta esclusivamente nella **Voragine di Ocisla (170VG, 1003SLO)**, in zona fotica. Il rinvenimento di soli nicchi non preclude la possibilità dell'esistenza di una colonia alla base del pozzo d'accesso della cavità, esclusivamente in zona fotica, in ambiente muscicolo. Non sono stati rinvenuti esemplari in zona afotica, il che esclude presumibilmente ogni legame con l'ambiente ipogeo. La specie è stata più volte citata come elemento trogllosseno in ricerche biospeleologiche (BAGGINI, 1961; BOLDORI, 1938b).

Categoria biospeleologica – trogllosseno.

Famiglia Chondrinidae

Genere *Granaria* Held, 1838

19) *Granaria illyrica* (Rossmässler, 1837)

Pupa secale, BRUMATI, 1838: 39.

Pupa frumentum var. *illyrica* PRADA, 1852: 49.

Pupa frumentum var. *adjuncta* PRADA, 1852: 49.

Pupa frumentum var. *turgida* PRADA, 1852: 49.

Torquilla frumentum, STOSSICH, 1899: 32.

Torquilla frumentum illyrica, WAGNER, 1932: 23 "(...)grotta di Otocco" [Grotta di Otocco (Črna jama), 80VG, 471SLO].

Granaria illyrica, BOATO, BODON, GIOVANNELLI & MILDNER, 1987: 454.

Materiali esaminati – Abisso di Gropada, 54VG, 12-8-2000 (5 n); Voragine di Ocisla (Beško - Ocizeljski sistem), 170VG, 1003SLO, 17-9-2000 (10 n); Grotta della Neve, 3468VG, 29-1-2000 (5 n).

Identificazione - Polmonato terrestre di medie dimensioni, spira cilindrico-pupoide con giri poco convessi, apice acuto, leggere strie di crescita radiali, stoma armato, peristoma ingrossato continuo leggermente riflesso.

Bibliografia - ADAM, 1960; BOLE, 1969; GIUSTI, 1971B; KERNEY, CAMERON & JUNGBLUTH, 1979; BOGON, 1990; FALKNER, 1990; GITTEMBERGER, 1973; GROSSU, 1987; WELTER-SCHULTES & DHORA 1996; TURNER et al., 1998.

Geonemia- appenninico-dinarica estesa all'arco alpino.

Osservazioni tassonomiche – *Granaria illyrica* è a volte considerata specie a sé (KERNEY, CAMERON & JUNGBLUTH, 1979) e a volte sottospecie di *Granaria frumentum* (Draparnaud, 1801) (cfr. BOLE, 1979). Gli esemplari raccolti sul Carso Triestino concordano con il taxon di Rossmässler. STOSSICH (1899) e PRADA (1852) elencano molte forme, che pur non avendo nessuna validità tassonomica, dimostrano la marcata variabilità del nicchio di questa specie.

Osservazioni ecologiche - La specie è estremamente comune in tutto il Carso Triestino, in particolar modo in siti termofili, sotto il pietrame e nelle fessure di pareti calcaree. In grotta sono stati raccolti esclusivamente nicchi. La specie non ha nessun legame con l'ambiente ipogeo e il suo rinvenimento è da considerarsi del tutto casuale, dovuto ad apporto passivo. La citazione di WAGNER (1932) per la Grotta di Otocco si riferisce probabilmente a nicchi fluitati passivamente all'interno.

Categoria biospeleologica – troglosseno.

Famiglia Pupillidae

Genere *Agardhiella* Held, 1838

20) *Agardhiella truncatella truncatella* (Pfeiffer, 1841)

[Tav. 7.3]

Pupa truncatella, PRADA, 1852: 48.

Sphyradium truncatella, STOSSICH, 1899: 33.

Sphyradium truncatella, WAGNER, 1932: 23 "(...)grotta di Otocco" [Grotta di Otocco (Crna jama), 80VG, 471SLO]; 24 "Caverna presso Jerise (Storie)" [?].

Agardhiella truncatella, ALZONA, 1971: 70.

Agardhiella truncatella, BOATO, BODON, GIOVANNELLI & MILDNER, 1987: 458.

Materiali esaminati – Grotta dei Partigiani, 3477VG, 3-3-2000 (1 n).

Identificazione - Polmonato terrestre di piccole dimensioni, spira cilindrica con giri moderatamente convessi, apice evidentemente ottuso, marcata costolatura prosocline sui giri della teleoconca, stoma allungato verticalmente, armato con dente columellare e parietale, peristoma continuo ingrossato e leggermente riflesso.

Bibliografia - POLLONERA, 1866; GITTENBERGER, 1975; KERNEY, CAMERON & JUNGBLUTH, 1979; GROSSU, 1987.

Geonemia- alpino orientale-dinarica.

Osservazioni tassonomiche – Per i Balcani sono state descritte anche due sottospecie: *A. truncatella formosa* Pfeiffer, 1848 e *A. truncatella skipetarica* A. J. Wagner, 1914, su base esclusivamente conchigliare. GITTENBERGER (1975) convalida entrambe, elevando *A. truncatella formosa* allo stato di specie. È necessaria una revisione su basi anatomiche per inquadrare il reale status sistematico delle entità citate.

Osservazioni ecologiche - È stato rinvenuto un frammento di nicchio nella **Grotta dei Partigiani**, (3477VG), in zona afotica. La sua presenza in ambiente ipogeo è probabilmente da attribuirsi a trasporto passivo. Wagner (1932) cita la specie per la **Grotta di Otocco (Črna jama)**, (80VG, 471SLO), non specificando il sito di rinvenimento. La mancanza di tale dato non permette di appurare se questo Autore rinvenne esemplari di *A. truncatella* nella malacocenosi all'imboccatura della cavità o in ambiente ipogeo. Il genere *Agardhiella* conta alcune specie con abitudini troglifile, come *A. dabovici* Gittenberger, 1975, descritta per una grotta della Bosnia-Erzegovina.

Categoria biospeleologica – troglosseno.

Famiglia **Enidae**

Genere **Ena** Turton, 1831

21) **Ena obscura** (O. F. Müller, 1774)

[Tav. 7.4]

Napaeus obscurus, STOSSICH, 1899: 31.

Materiali esaminati – **Caverna a Sud di Padriciano**, 3680VG, 3-3-2000 (2 n).

Identificazione - Polmonato terrestre di piccolo/medie dimensioni; ovoidale-fusiforme; 7-8 giri moderatamente convessi, bruni con lievi strie di crescita radiali; stoma piriforme; peristoma semplice e moderatamente riflesso.

Bibliografia - LINDHOLM, 1925; HESSE, 1933; GIUSTI, 1971; KERNEY, CAMERON & JUNGBLUTH, 1979; GIUSTI, CASTAGNOLO & MANGANELLI, 1985; GROSSU, 1987; BOGON, 1990; FALKNER, 1990; BANK & MENKHORST, 1992; SCHÜTT, 1993; WELTER-SCHULTES & DHORA, 1996; TURNER et al., 1998.

Geonemia – europea.

Osservazioni ecologiche - La specie è comune sul Carso Triestino, particolarmente nell'ambiente igrofilo del fondo di dolina. Preferisce l'ambiente di lettie-

ra e le cortecce (*Quercus*, *Carpinus*). I nicchi rinvenuti nella **Caverna a Sud di Padriciano (3680VG)**, in zona afotica, sono stati oggetto di trasporto passivo. La specie non ha alcun legame con l'ambiente ipogeo.

Categoria biospeleologica – troglossenno.

Famiglia **Arionidae**

Genere *Arion* Férussac, 1819

22) *Arion subfuscus* (Draparnaud, 1805)

[Fig. 38]

Arion subfuscus, STOSSICH, 1899 : 22.

Arion subfuscus, WAGNER, 1932: 24 "(...)Grotta (Pozzo) Mesariof" [Pozzo Mesariov, 1943VG].

Arion subfuscus, ALZONA, 1971: 136.

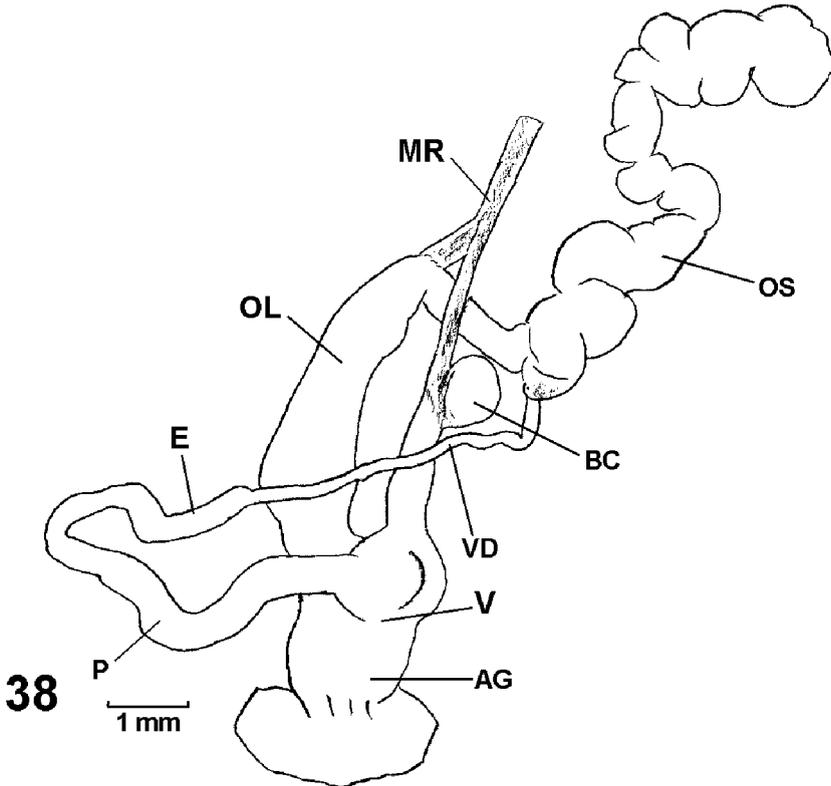


Fig. 38, *Arion subfuscus* (Draparnaud, 1805) **Grotta Romana di S. Michele, 5331VG, 2-9-2000**. Genitali distali completi (66).

Materiali esaminati – Grotta Romana di S. Michele, 5331VG, 2-9-2000 (2 es).

Identificazione - Polmonato terrestre nudo di medie dimensioni; corpo tozzo; carena dorsale assente; colorazione variabile generalmente di base verde oliva o rosso-brunastra con strie scure laterali; suola di colore crema pallido; limacella assente.

Bibliografia - LESSONA & POLLONERA, 1884; SIMROTH, 1885; HUSANU, 1967; LUPU, 1975; KERNEY, CAMERON & JUNGBLUTH, 1979; GROSSU, 1983; WIKTOR, 1983; BOGON, 1990; FALKNER, 1990; WIKTOR, 1996; TURNER et al., 1998.

Geonemia - europea.

Osservazioni ecologiche - La presenza di *Arion subfuscus* in cavità è da considerarsi del tutto occasionale. Gli esemplari sono stati rinvenuti sui muschi, all'imboccatura della grotta, in zona subfotica. Comune sul Carso Triestino, preferisce la lettiera e le cortece (*Quercus*, *Carpinus*) in ambienti di dolina.

Categoria biospeleologica – troglosseno.

Famiglia **Vitrinidae**

Genere *Semilimacella* Soès, 1917

23) *Semilimacella carniolica* (Boettger, 1884)

[Fig. 39; Tav. 7.5]

Vitrina carniolica, STOSSICH, 1899: 20.

Vitrina carniolica, ALZONA, 1971: 132.

Materiali esaminati – Grotta del Monte Querceto sull'Hermada, 4501VG, 16-3-2000 (5 n, 2 es).

Identificazione - Polmonato terrestre con nicchio ridotto; nicchio appiattito, non ombelicato, dorso convesso, vitreo (se fresca) di colore verdastro; spira di 2 giri; ultimo giro ampio; suture deboli; stoma ampio, ellissoideale; peristoma semplice. Animale di piccole dimensioni; grigio-brunastro scuro; mantello ridotto periconchigliare, superficialmente granulato; piede piccolo con suola biancastra.

Bibliografia - CLESSIN, 1887; ZILCH, 1979; GROSSU, 1983; MILDNER, 1984; FORCART, 1956; KERNEY, CAMERON & JUNGBLUTH, 1979.

Geonemia - alpina orientale.

Osservazioni tassonomiche – La specie, conchigliologicamente simile a *Eucobresia diaphana* (Draparnaud, 1805), è da questa discriminabile solamente tramite indagine anatomica.

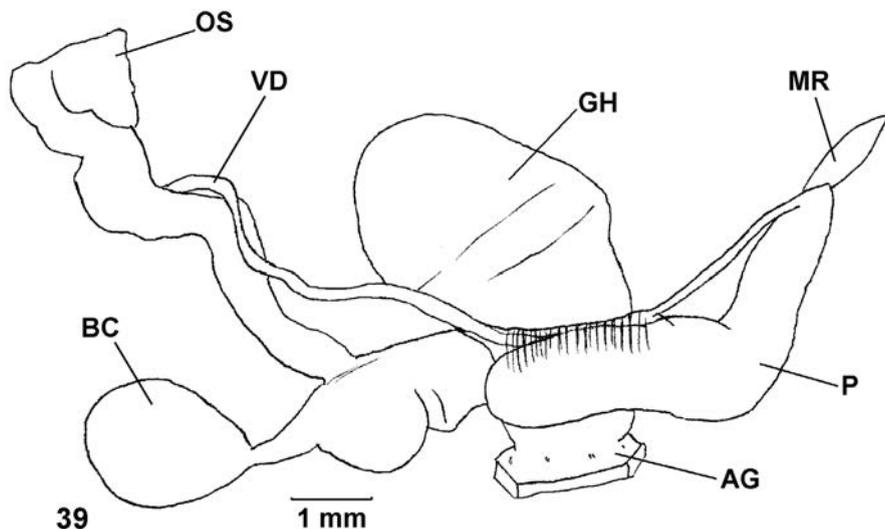


Fig. 39, *Semilimacella carniolica* (Boettger, 1884). Grotta del Monte Querceto sull'Hermeda, 4501VG, 16-3-2000. Genitali distali completi (39).

Osservazioni ecologiche - Esemplari sono stati rinvenuti sulla china detritica all'imboccatura della cavità. Le caratteristiche di questo sito (elevata umidità, ridotta esposizione all'irradiazione solare e lo strato di vegetazione marcescente) rappresentano le condizioni ecologiche preferite dalla specie in ambiente epigeo, dove preferisce luoghi ombrosi ed esposti a nord. La stazione della **Grotta del Monte Querceto sull'Hermeda**, (4501VG) rappresenta (con conferma anatomica degli esemplari) il secondo sito di questa specie per il Carso Triestino (DE MATTIA, dati personali inediti). La presenza in cavità è limitata alla prima parte della zona fotica.

Categoria biospeleologica- troglosseno.

Genere *Vitrinobrachium* Künkel, 1929

24) *Vitrinobrachium breve* (Férussac, 1821)

[Fig. 40; Tav. 7.6]

? *Vitrina elliptica*, STOSSICH, 1899: 20.

? *Vitrina diaphana*, STOSSICH, 1899: 20.

Vitrinopugio elongatus, WAGNER, 1932: 23 "(...)grotta di Otocco" [Grotta di Otocco (Crna jama), 80VG, 471SLO].

Vitrinobrachium breve, BOATO, BODON, GIOVANNELLI & MILDNER, 1987: 465.

Materiali esaminati – **Grotta "12" di Padriciano**, 12VG, 3-3-2000 (4 n); **Grotta delle Torri di Slivia**, 39VG, 21-5-2000 (6 n), 30-9-2001 (3 n, 1 es); **Grotta del Monte Querceto sull'Hermeda**, 4501VG, 16-3-2000 (4 n); **Grotta dei Cacciatori**, 97VG, 21-4-2000 (5 n, 2 es).

Identificazione - Polmonato terrestre con nicchio ridotto; nicchio appiattito, non ombelicato, dorso convesso, vitreo (se fresca) di colore biancastro; spira di 1½ giri; ultimo giro ampio formante quasi la totalità del nicchio, sensibilmente allungato; suture deboli; stoma ampio, ellissoidale; peristoma semplice. Animale di piccole dimensioni; grigio-bluastro; mantello esteso a coprire tutto il dorso; piede piccolo con suola biancastra.

Bibliografia - FORCART, 1956; KERNEY, CAMERON & JUNGBLUTH, 1979; FALKNER, 1990; TURNER et al., 1998.

Geonemia - europea centro-orientale.

Osservazioni ecologiche - La specie, comune in tutto il Carso Triestino, colonizza l'ambiente di lettiera. I siti di raccolta di esemplari viventi in cavità non sono classificabili come ambiente ipogeo. L'ampia e poco profonda voragine d'accesso della **Grotta dei Cacciatori** (97VG) rende questa parte della cavità simile ad una profonda dolina che permette la vita di fauna epigea. Il sito alla base del pozzo d'accesso della **Grotta delle Torri di Slivia** (39VG) è marcatamente più sciafilo, con la presenza esclusiva di muschi ed epatiche. Sull'imponente china detritica è presente uno strato di foglie e detriti vegetali marcescenti, affine alle

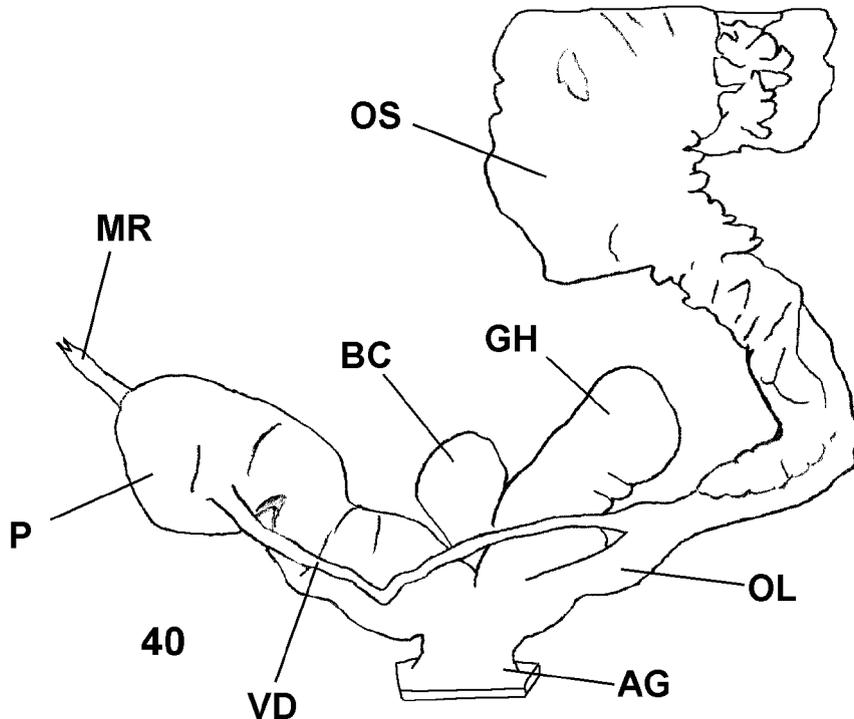


Fig. 40, *Vitrinobrachium breve* (Férussac, 1821). Grotta delle Torri di Slivia, 39VG, 21-5-2000. Genitali distali completi.

normali esigenze ecologiche in ambiente epigeo per *Vitrinobrachium breve*. I rinvenimenti di nicchi nelle altre due cavità (**Grotta “12” di Padriciano**, 12VG; **Grotta del Monte Querceto sull’Hermada**, 4501VG) sono occorsi in ambiente ipogeo in zona afotica, quindi la loro presenza è attribuibile ad apporto passivo. La predilezione della specie per ambienti sciafili ed igrofilo non incide sulla sua frequenza dei rinvenimenti in ambienti legati, anche solo strutturalmente (imboccature, basi di pozzi), all’ambiente ipogeo; quindi la specie non è classificabile nemmeno nella categoria dei troglosseni regolari.

Categoria biospeleologica – troglosseno.

Famiglia **ZONITIDAE**

Genere *Vitrea* Fitzinger, 1833

25) *Vitrea* cfr. *subrimata* (Reinhardt, 1871)

[Figg. 41-49; Tav. 7.7; 7.8]

? *Helix cristallina*, BRUMATI, 1838: 32.

? *Helix cristallina*, PRADA, 1852: 46.

Vitrea crystallina, STOSSICH, 1899: 21.

Vitrea subrimata, WAGNER, 1932: 23 “(...)grotta di Otocco” [Grotta di Otocco (Črna jama), 80VG, 471SLO].

Vitrea subrimata, BOATO, BODON, GIOVANNELLI & MILDNER, 1987: 467.

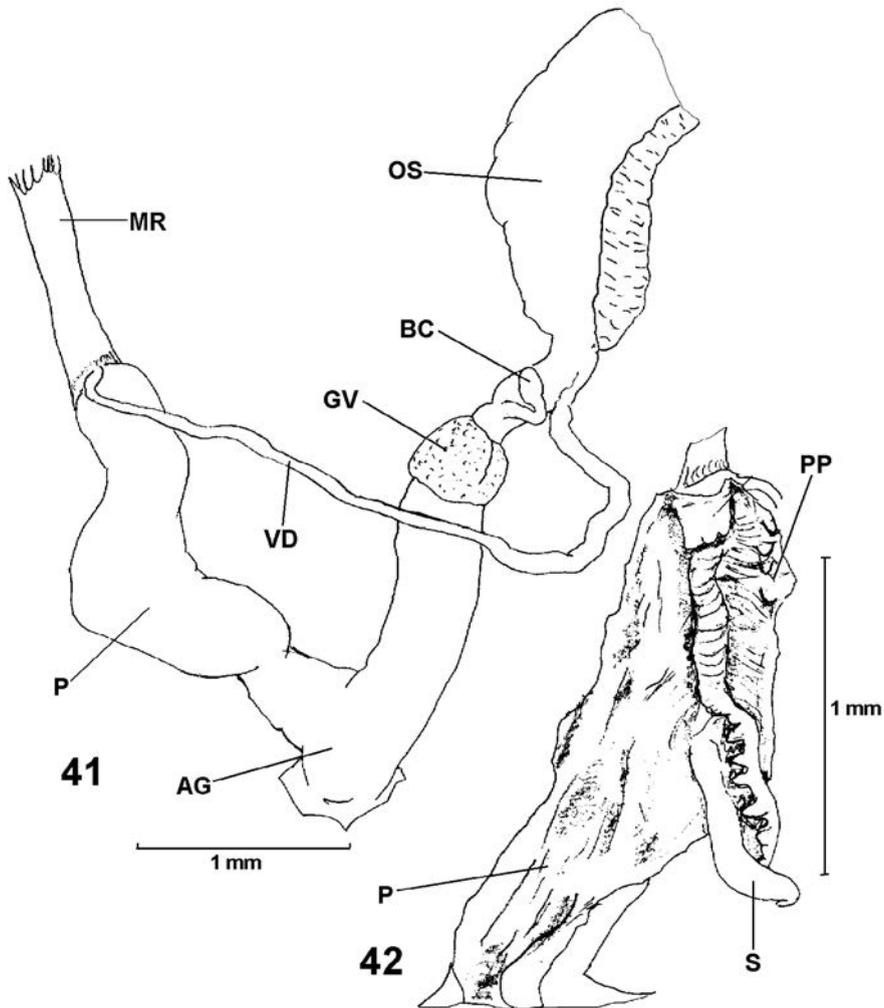
Materiali esaminati – **Grotta Pocala**, 37VG, 16-12-1999 (4 n); **Voragine di San Lorenzo**, 294VG, 26-2-2000 (7 n); **Grotta dei Pipistrelli della Rosandra**, 2686VG, 9-10-1999 (8 n, 2 es), 30-10-1999 (2 es), 8-4-2000 (5 n; 1 es); **Grotta dei Partigiani**, 3477VG, 3-3-2000 (6 n); **Grotta del Monte Querceto sull’Hermada**, 4501VG, 16-3-2000 (7 n, 3 es).

Identificazione - Polmonato terrestre di piccole dimensioni; nicchio discoidale, incolore, vitreo e trasparente (quando fresco); spira stretta e poligira; ultimo giro piatto e non dilatato; stoma ovale; peristoma continuo, semplice; ombelico di moderata ampiezza.

Bibliografia - RIEDEL, 1957; GIUSTI & MAZZINI, 1971; GIUSTI, 1971; PINTER, 1972; KERNEY, CAMERON & JUNGBLUTH, 1979; RIEDEL, 1980; GROSSU, 1983; GIUSTI, CASTAGNOLO & MANGANELLI, 1985; BOGON, 1990; FALKNER, 1990; RIEDEL, 1992; WELTER-SCHULTES & DHORA, 1996; SCHÜTT, 1993; GIUSTI, MANGANELLI & SCHEMBRI, 1995; TURNER et al., 1998.

Geonemia – euromediterranea.

Osservazioni tassonomiche – Conchigliologicamente, tutti gli esemplari ed i nicchi rinvenuti sono attribuibili a taxon di Reinhardt. L’indagine anatomica, considerando caratteri quali la forma del sarcobello nel complesso peniale, fanno supporre che *Vitrea subrimata* sia un gruppo di sibling species, ovvero un insieme eterogeneo di specie conchigliologicamente simili.



Figg. 41-42, *Vitrea* cf. *subrimata* (Reinhardt, 1871). Grotta dei Pipistrelli della Rosandra, 2686VG, 9-10-1999. Genitali distali completi (41), sarcobello (42) (dis. M. Bodon).

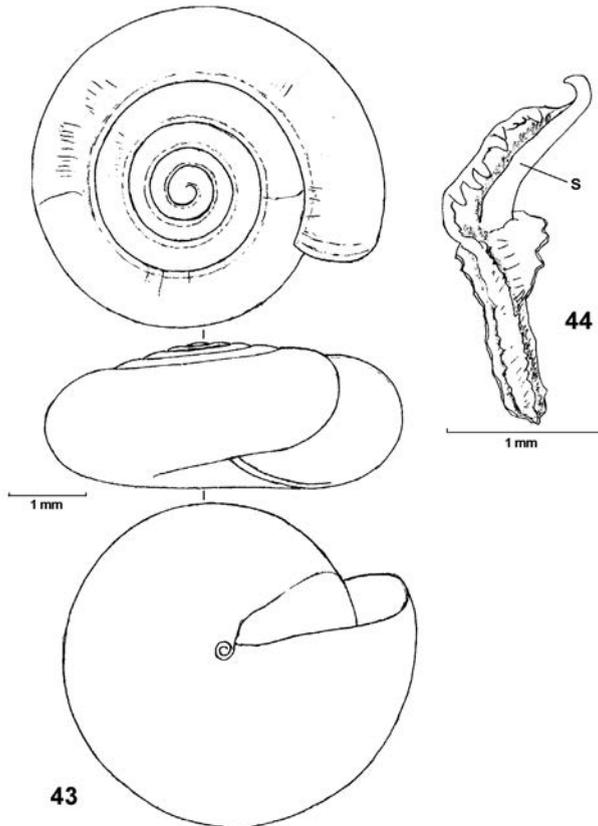
Gli esemplari raccolti nella **Grotta dei Pipistrelli della Rosandra** (2686VG) e quelli nella **Grotta del Monte Querceto sull'Hermoda** (4501VG) presentano sarcobelli di forma sensibilmente differente (Figg. 43-49). È necessaria una revisione critica dell'intero gruppo di *Vitrea subrimata* sulla base di nuovi criteri tassonomici (BODON, com. pers.).

Osservazioni ecologiche - La popolazione di *Vitrea* della **Grotta dei Pipistrelli della Rosandra**, 2686VG, è stata rinvenuta in zona afotica, considerevolmente all'interno della cavità. Due esemplari sono stati raccolti reptanti sulle con-

crezioni e numerosi nicchi alla base di queste. Questa popolazione sembra essere stabilmente insediata in questo ambiente e rappresenta un interessante caso di eutroglofilia.

Nella **Grotta Pocala**, 37VG, sono stati raccolti solamente nicchi, rinvenuti in zona afotica nella parte centrale della cavità. Vista la posizione di rinvenimento, sembra da escludere un apporto passivo dall'esterno. I nicchi, infatti, sono stati raccolti sulle concrezioni in più punti della cavità, in luoghi inaccessibili per materiale di riporto dall'esterno. Anche in mancanza del rinvenimento di esemplari viventi, è probabile che questa popolazione sia (o perlomeno sia stata) stabilmente insediata nell'ambiente ipogeo della Pocala. La cavità ha subito un forte disturbo ambientale di origine antropica, essendo un'importante sito di scavo paleontologico. Questo può essere causa del declino della popolazione e del mancato rinvenimento di esemplari vivi.

Non è ecologicamente inquadrabile il rinvenimento di sei nicchi (in zona afotica) nella **Grotta dei Partigiani**, 3477VG. Vista la posizione del sito di raccolta, (un

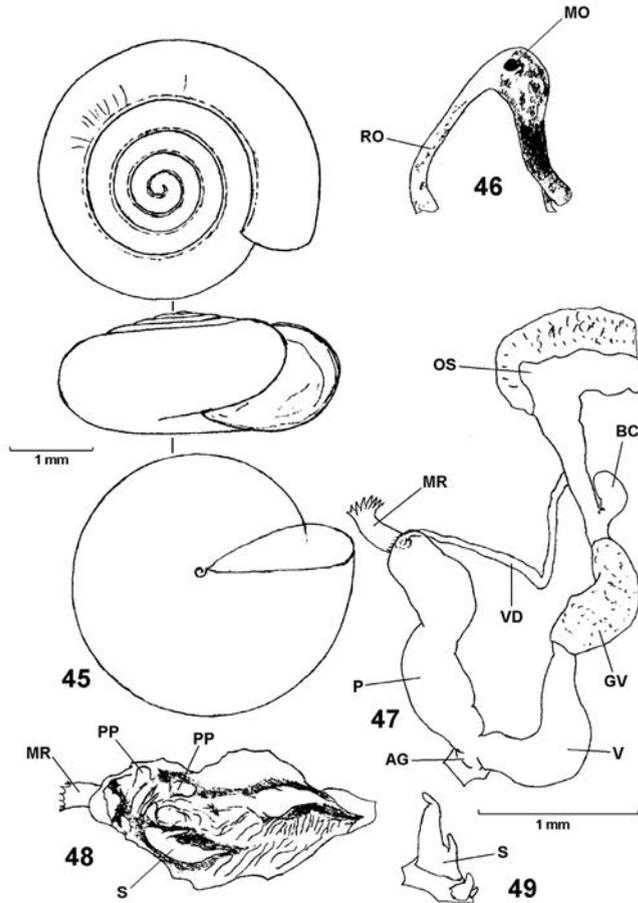


Figg. 43-44, *Vitrea* cfr. *subrimata* (Reinhardt, 1871). **Grotta dei Pipistrelli della Rosandra**, 2686VG, 9-10-1999. Nicchio (43), sarcobello (44) (dis. M. Bodon).

ambiente ipogeo che si sviluppa a pochi decimetri sotto il piano di campagna) non è da escludersi il trasposto passivo dei nicchi attraverso classificazioni della volta. Il mancato rinvenimento di esemplari viventi non pregiudica, ad ogni modo, la possibilità che anche in questa cavità ci sia (o ci sia stata) una popolazione ipogea. In questo sito sono necessarie ulteriori indagini.

Nelle altre due località di rinvenimento (**Voragine di San Lorenzo, 294VG** e **Grotta del Monte Querceto sull'Hermada, 4501VG**) sono stati raccolti esclusivamente nicchi, alla base dei profondi pozzi d'accesso ed in zona afotica. Vista la morfologia delle cavità, in questi casi è probabile l'apporto passivo dall'ambiente epigeo.

Categoria biospeleologica - eutroglofilo.



Figg. 45-49, *Vitrea* cfr. *subrimata* (Reinhardt, 1871). **Grotta del Monte Querceto sull'Hermada, 4501VG, 16-3-2000.** Nicchio (45), muscolo retrattore oculare con macchia oculare (46), genitali distali completi (47), parte interna del pene prossimale (48), sarcobello (49) (dis. M. Bodon).

Genere *Aegopis* Fitzinger, 1833

26) *Aegopis verticillus* (Férussac, 1822)

Helix algira, BRUMATI, 1838 : 31.

Helix verticillus, PRADA, 1852 : 46.

Zonites verticillus, STOSSICH, 1899 : 21.

Zonites verticillus, WAGNER, 1932: 23 “(...)grotta di Otocco” [Grotta di Otocco (Crna jama), 80VG, 471SLO].

Aegopis verticillus, ALZONA, 1971: 121.

Aegopis verticillus, BOATO, BODON, GIOVANNELLI & MILDNER, 1987: 468.

Materiali esaminati – Grotta dell’Arco Naturale (Miškotova jama v Lokah), 168VG, 723SLO, 17-9-2000 (numerosi es); Voragine di Ocisla (Beško - Ocizeljski sistem), 170VG, 1003SLO, 17-9-2000 (numerosi es).

Identificazione - Polmonato terrestre di medio/grandi dimensioni, subdiscoi-dale a spira leggermente elevata; dorso bruno-giallastro e ventre biancastro; con 5-6 giri di spira a sviluppo regolare; sutura marcata; ultimo giro convesso e non carenato; superficie dorsale con fine scultura cancellata e superficie ventrale liscia; stoma subcircolare; peristoma semplice; ombelico ampio.

Bibliografia - EHRMANN, 1933; KERNEY, CAMERON & JUNGBLUTH, 1979; BOGON, 1990; FALKNER, 1990; BOLE, 1983.

Geonemia - alpina orientale-dinarica.

Osservazioni ecologiche - Sono state rinvenute due abbondanti popolazioni alla base delle ampie voragini d’accesso della **Grotta dell’Arco Naturale** (168VG, 723SLO) e della **Voragine di Ocisla** (170VG, 1003SLO). I siti di rinvenimento sono paragonabili a delle profonde doline, caratterizzati da condizioni ecologiche consone alla specie: ambienti umidi e sciafili con sensibile inversione termica. Non è stato rinvenuto in nessun sistema ipogeo del Carso Triestino italiano. La stazione di *A. verticillus* più vicina all’Italia è una profonda dolina presso l’**Abisso dei Serpenti** (Divača, Slovenia) a 4 km dalla località di Fernetti. Allo stato delle conoscenze, la specie non è presente nel territorio della provincia di Trieste. *A. verticillus* è comune nella fascia temperata fredda (faggeta) e boreale (pecceta). Non ha nessun legame con l’ambiente ipogeo.

Categoria biospeleologica – troglosseno.

27) *Aegopis croaticus* (Férussac, 1832)

Zonites carniolicus, STOSSICH, 1899: 21.

Zonites croaticus, WAGNER, 1932: 23 “(...)grotta di Otocco” [Grotta di Otocco (Crna jama), 80VG, 471SLO].

Aegopis carniolicus, ALZONA, 1971: 121.

Aegopis croaticus, BOATO, BODON, GIOVANNELLI & MILDNER, 1987: 469.

Materiali esaminati – Grotta Ziatich (Jama v Zjatih), 378VG, 2708SLO, 15-10-1999 (numerosi n, 10 es).

Identificazione - Polmonato terrestre di medie dimensioni, subdiscoideale a spira sensibilmente depressa; dorso bruno-giallastro e ventre biancastro; con 5-6 giri di spira a sviluppo regolare; sutura marcata; ultimo giro moderatamente convesso e carenato; carena di colore bianco; superficie dorsale con fitte strie di accrescimento radiali, superficie ventrale liscia; stoma subovale; peristoma semplice; ombelico ampio.

Bibliografia - WAGNER, 1915; BOLE, 1983.

Geonemia - dinarica.

Osservazioni ecologiche - La specie, sciafila ed igrofila, è comune su suolo calcareo a partire dai 500m di quota. Si rinviene spesso nei primi antri delle cavità o in profonde doline. La **Grotta Ziatich** (378VG, 2708SLO) è posta sopra i 500m d'altitudine (534) e conta un'abbondante popolazione di questa specie nella sua parte iniziale. È comune rinvenire gli esemplari in profonde fessure della massa rocciosa, in ambiente afotico. Il mancato rinvenimento della specie sul Carso Triestino è giustificato dalle sue esigenze ecologiche, altitudine in primis. Anche in questo caso, differenze ecologiche determinano sensibili differenze faunistiche.

Categoria biospeleologica - subtrogloufilo.

Genere *Aegopinella* Lindholm, 1927

28) *Aegopinella nitens* (Férussac, 1822)

[Figg. 50-53; Tav. 8.1]

Helix nitidula, BRUMATI, 1838 : 32.

Polita nitens, STOSSICH, 1899 : 21.

Retinella nitens, WAGNER, 1932: 23 "(...) grotta di Otocco" [Grotta di Otocco (Črna jama), 80VG, 471SLO].

? *Aegopinella nitidula*, BOATO, BODON, GIOVANNELLI & MILDNER, 1987: 508.

Aegopinella nitens, BOATO, BODON, GIOVANNELLI & MILDNER, 1987: 508.

Materiali esaminati – **Grotta ad Est di S. Martino del Carso**, 4253VG, 2-9-2000 (6 n, 4 es); **Grotta del Monte Querceto sull'Hermada**, 4501VG, 16-3-2000 (7 n, 8 es).

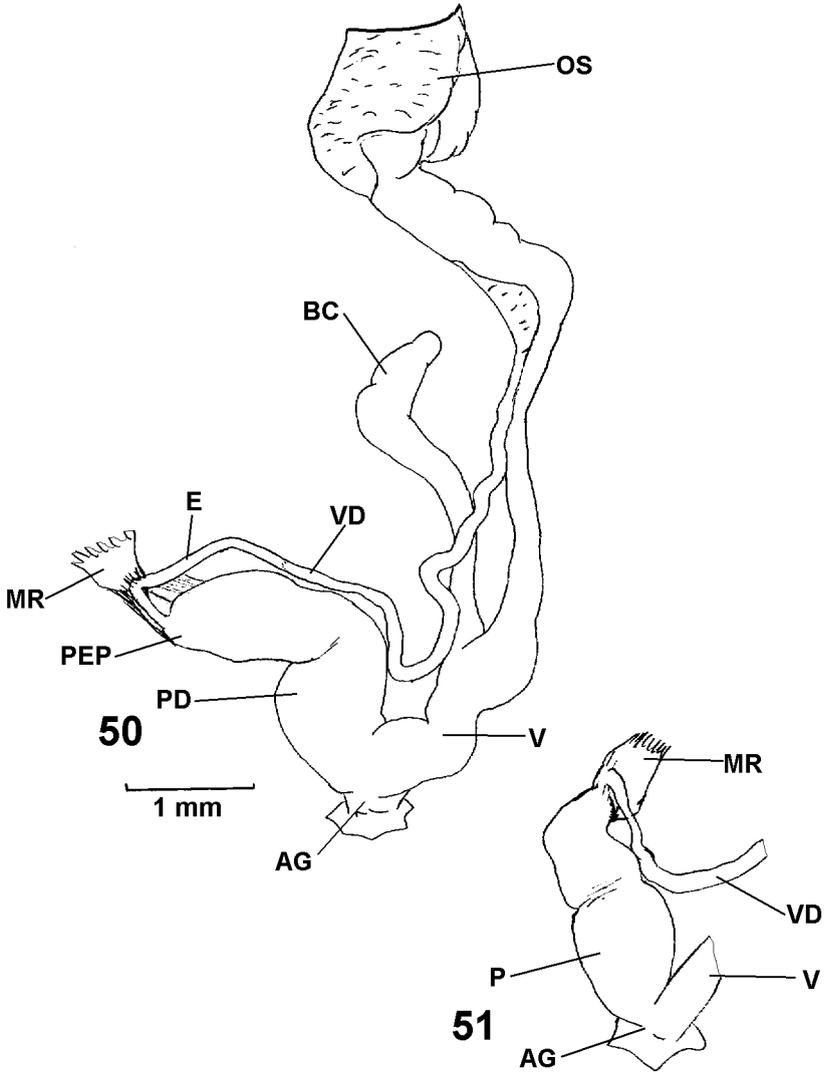
Identificazione - Polmonato terrestre di piccole/medie dimensioni, subdiscoideale, ialino, bruno-giallastro; con 4-5 giri di spira a sviluppo regolare; ultimo giro sensibilmente dilatato; stoma marcatamente ovale; peristoma semplice; ombelico ampio.

Bibliografia - GERMAIN, 1930; FORCART, 1959; ADAM, 1960; RIEDEL, 1957; RIEDEL, 1966; KERNEY, CAMERON & JUNGBLUTH, 1979; RIEDEL, 1983; BOGON, 1990; FALKNER, 1990; GITTENBERGER, 1993; TURNER et al., 1998.

Geonemia - alpina centro-orientale.

Osservazioni tassonomiche – Spesso confusa con *Aegopinella nitidula* (Drapparnaud, 1805), molte delle citazioni per questa specie si riferiscono a *A. nitens*. Secondo RIEDEL (1983) *A. nitidula* vive, nelle Alpi, solamente in Svizzera.

Osservazioni ecologiche - La specie, poco comune sul Carso Triestino, ha una distribuzione puntiforme, limitata all'ambiente di lettiera di alcune doline



Figg. 50-51, *Aegopinella nitens* (Férussac, 1822). Grotta ad Est di S. Martino del Carso, 42531/G, 2-9-2000. Genitali distali completi (50), particolare della parte maschile dei genitali (51) (dis. M. Bodon).

(DE MATTIA, dati personali inediti). Gli esemplari della **Grotta ad Est di S. Martino del Carso (4253VG)** e della **Grotta del Monte Querceto sull'Hermada (4501VG)** colonizzano esclusivamente la parte iniziale delle due cavità, in zona fotica ed ecologicamente paragonabile al fondo di dolina. La specie è legata esclusivamente alle parti iniziali delle cavità, non mostrando nessun legame con l'ambiente ipogeo. Boato et al. (1987) non confermano le citazioni di STOSSICH (1899) per il Carso Triestino. Il dato qui riportato è la prima segnalazione confermata su base anatomica.

WAGNER (1932) cita la specie per la **Grotta di Otocco (Črna jama), (80VG, 471SLO)**; BOSCOLO (1968) classifica *Hyalina nitidosa* come entità eutroglofila, rinvenuta nel Covolo della Guerra (127Vi, Colli Berici). Entrambi gli autori non supportano i dati con un'indagine anatomica e non specificano l'esatto sito di rinvenimento (zona liminare, subliminare, afotica?).

Categoria biospeleologica - troglosseno.

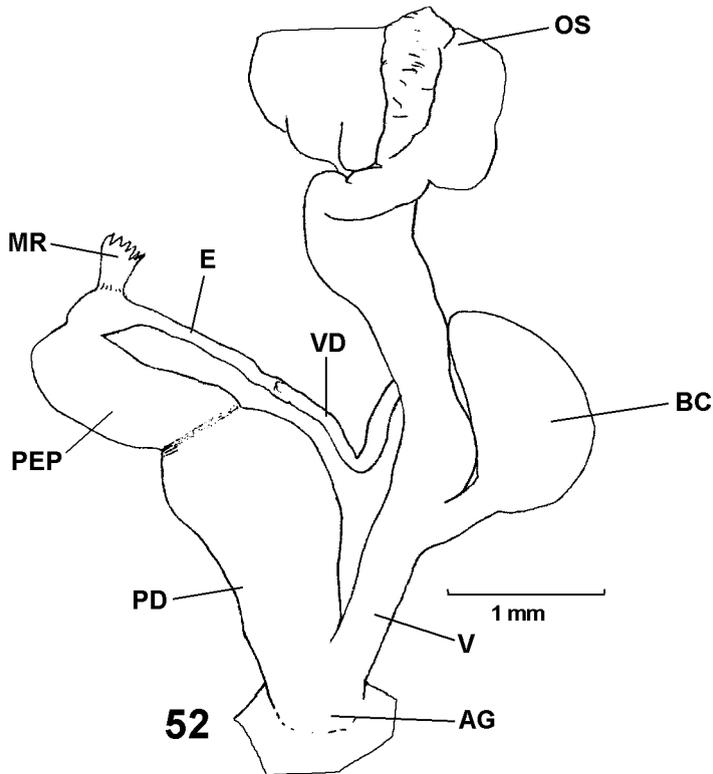


Fig. 52, *Aegopinella nitens* (Férussac, 1822). Grotta del Monte Querceto sull'Hermada, 4501VG, 16-3-2000. Genitali distali completi.

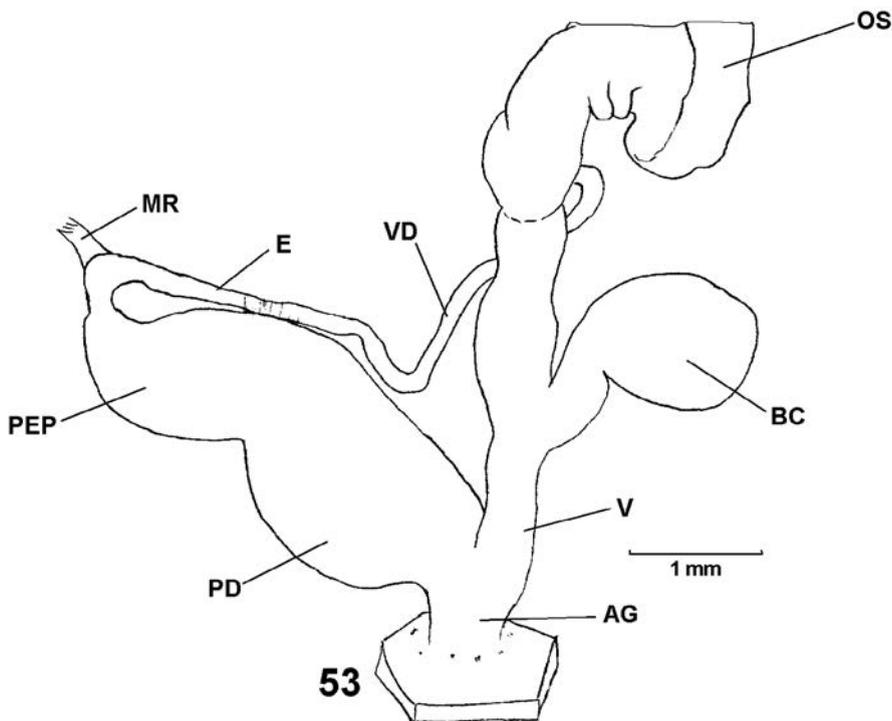


Fig. 53, *Aegopinella nitens* (Férussac, 1822). Località Ternovizza (Duino-Aurisina, TS). Genitali distali completi.

Genere *Oxychilus* Fitzinger, 1833

29) *Oxychilus draparnaudi* (Beck, 1837)

[Figg. 54-58; Tav. 8.2; 8.3]

? *Helix cellaria*, PRADA, 1852: 46.

? *Euhyalina cellaria*, STOSSICH, 1899: 20.

Euhyalina draparnaldi, STOSSICH, 1899: 20.

Hyalina cellaria austriaca, STAMMER, 1932a: 509 "Rekahöhlen" [Grotte di San Canziano (Škocjan-ske jame, 112VG, 735SLO)].

Oxychilus cellarius, WAGNER, 1932: 22 "(...)grotte di Postumia" [Grotte di Postumia (Jamski sistem Postojnska jama) 108VG, 747SLO].

Oxychilus cellarius, STOCH & DOLCE, 1984: 33.

Oxychilus (Oxychilus) draparnaudi, BOATO, BODON, GIOVANNELLI & MILDNER, 1987: 471.

Materiali esaminati – **Grotta "12" di Padriciano**, 12VG, 3-3-2000 (3 n, 2 es); **Grotta Pocala**, 37VG, 16-12-1999 (8 n); **Grotta delle Torri di Slivia**, 39VG, 30-9-2001 (4 n, 3 es); **Grotta dell'Alce**, 62VG, 26-8-2000 (4 n, 1 es); **Voragine di Ocisla (Beško - Ocizeljski sistem)**, 170VG, 1003SLO, 17-9-2000 (4 n); **Grotta Azzurra**, 257VG, 30-10-1999 (1 n); **Grotta Verde**, 851VG, 26-8-2000 (3 n); **Caverna Moser**, 1096VG, 14-1-2000 (2 n, 3 es); **Caverna a Sud di Padriciano**, 3680VG, 3-3-2000 (7 n, 3 es); **Grotta Valentina**, 4237VG, 2-12-2000 (5 n, 7 es);

Grotta ad Est di S. Martino del Carso, 4253VG, 2-9-2000 (3 n, 2 es); Grotta dei Partigiani, 3477VG, 3-3-2000 (7 n), 15-3-2000 (4 n); Grotta del Monte Querceto sull'Hermada, 4501VG, 16-3-2000 (7 n, 8 es).

Identificazione - Polmonato terrestre di piccole/medie dimensioni, discoidale, ialino, bruno-giallastro; con 5-7 giri di spira a sviluppo regolare; ultimo giro mediamente dilatato; stoma ovale; peristoma semplice; ombelico aperto.

Bibliografia - GERMAIN, 1930; RIEDEL, 1957; ADAM, 1960; GIUSTI, 1968A; GIUSTI & MAZZINI, 1971; GIUSTI, 1971B; GIUSTI, 1972; KERNEY, CAMERON & JUNGBLUTH, 1979; RIEDEL, 1980; BOATO, BODON & GIUSTI, 1982; GROSSU, 1983; BOGON, 1990; FALKNER, 1990; RIEDEL, 1992; GIUSTI, MANGANELLI & SCHEMBRI, 1995; GIUSTI & MANGANELLI, 1997; MANGANELLI & GIUSTI, 1997; MANGANELLI & GIUSTI, 1998; TURNER et al., 1998.

Geonemia - euromediterranea.

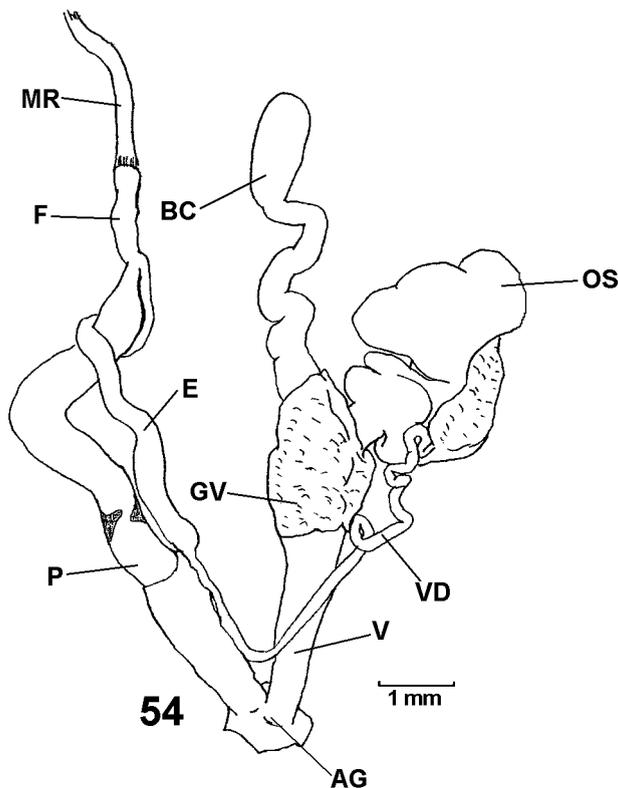
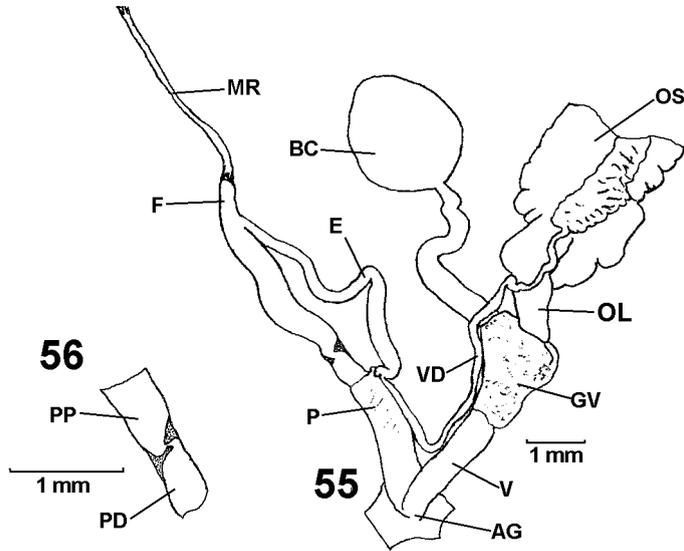
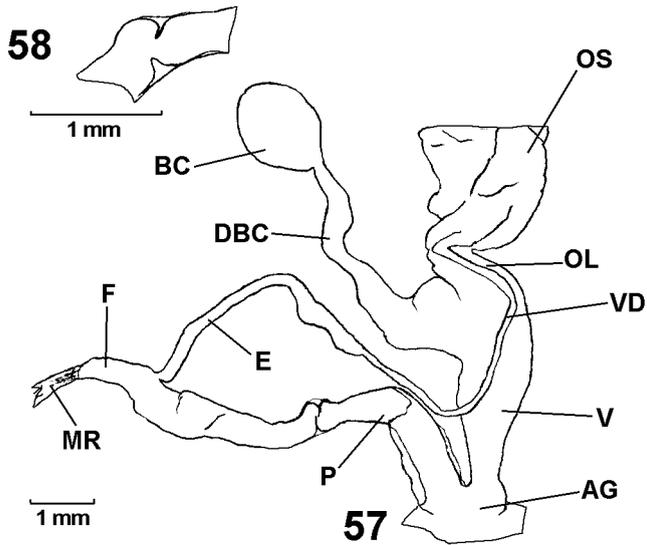


Fig. 54. *Oxychilus draparnaudi* (Beck, 1837). Grotta del Monte Querceto sull'Hermada, 4501VG, 16-3-2000. Genitali distali completi.



Figg. 55-56, *Oxychilus draparnaudi* (Beck, 1837). Caverna a Sud di Padriciano, 3680VG, 3-3-2000. Genitali distali completi (55), particolare della parte di transizione fra pene prossimale e pene distale (56).



Figg. 57-58, *Oxychilus draparnaudi* (Beck, 1837). Grotta Valentina, 4237VG, 2-12-2000. Genitali distali completi (57), particolare della parte di transizione fra pene prossimale e pene distale (58).

Osservazioni tassonomiche – La caratteristica strozzatura (“bottle-neck”) nella zona di transizione fra pene prossimale e distale rende la specie facilmente discriminabile dalle congeneriche (Figg. 56, 58). La specie è stata per lungo tempo citata anche con il nome di *Oxychilus cellarius* (O. F. Müller, 1774), entità mai confermata per l’Italia (GIUSTI, 1976). È probabile che tali segnalazioni si riferiscano ad *O. draparnaudi*, specie comune e con nicchio simile a *O. cellarius*. ALZONA cita erroneamente *Oxychilus cellarius austriacus* (Wagner, 1907) per il Carso. L’entità venne segnalata da WAGNER (1915) per “Krain”. Alzona, riportando la citazione di Wagner, attribuisce al termine “Krain” il significato di “Carso”, ignorando il reale significato del termine. Con “Krain” veniva all’epoca indicata l’area che oggi corrisponde alla Slovenia sud-orientale, dalla zona a sud di Ljubljana fino al Ribnica e Kočevje.

Osservazioni ecologiche - Entità epigea comune in tutto il territorio, è stata frequentemente rinvenuta anche in ambiente ipogeo. Esemplari in zona afotica sono stati raccolti nella **Grotta “12” di Padriciano (12VG)**, nella **Caverna Moser (1096VG)** e nella **Caverna a Sud di Padriciano (3680VG)**, sempre però nelle parti iniziali delle cavità. Nel primo antro della **Grotta Valentina (4237VG)**, in zona subliminare, *O. draparnaudi* è stato rinvenuto sintopico con *O. mortilleti* (Pfeiffer, 1859). La dieta prevalentemente carnivora della specie (si nutre principalmente di anellidi ed altri gasteropodi) limita la sua distribuzione ai primi vani delle cavità, ed in particolar modo nelle chine detritiche alla base dei pozzi d’accesso non troppo profondi, dove l’apporto di materia organica dall’esterno è abbondante (come nel caso della **Grotta delle Torri di Slivia, 39VG**).

Categoria biospeleologica - subtroglifilo.

30) *Oxychilus mortilleti* (Pfeiffer, 1859)

[Figg. 59-61; Tav. 8.4]

? *Euhyalina cellaria*, STOSSICH, 1899: 20.

? *Euhyalina draparnaldi*, STOSSICH, 1899: 20.

? *Oxychilus cellarius*, STOCH & DOLCE, 1984: 33.

Materiali esaminati – **Grotta Valentina, 4237VG, 2-12-2000** (12 n, 4 es).

Identificazione - Polmonato terrestre di piccole/medie dimensioni, discoidale, ialino, bruno-giallastro; con 5-7 giri di spira a sviluppo regolare; ultimo giro mediamente dilatato e convesso; stoma ovale; peristoma semplice; ombelico aperto.

Bibliografia - GERMAIN, 1930; FORCART, 1957; GIUSTI & MAZZINI, 1971; KERNEY, CAMERON & JUNGBLUTH, 1979; RIEDEL, 1980; BOATO, BODON & GIUSTI, 1982; BOGON, 1990; FALKNER, 1990; BOLE, 1992; MANGANELLI & GIUSTI, 1998; TURNER et al., 1998.

Geonemia - alpina.

Osservazioni tassonomiche - La specie è stata recentemente ridescritta da MANGANELLI & GIUSTI (1998). Conchigliologicamente molto simile a *O. cel-*

larius e *O. draparnaudi*, la possibilità di una determinazione esclusivamente in base alle caratteristiche del nicchio non è ancora stata verificata. È stato però dimostrato che, fra esemplari sintopici di *O. mortilleti* e *O. draparnaudi*, le due specie sono distinguibili dal fatto che, a parità di diametro, la seconda ha un numero di giri minore rispetto alla prima. Anatomicamente le due specie sono facilmente discriminabili, principalmente in virtù di alcune caratteristiche del complesso peniale (Figg. 59, 60) (cfr. MANGANELLI & GIUSTI, 1998).

Osservazioni ecologiche - Il rinvenimento della specie nel primo antro della **Grotta Valentina** (4237VG), in zona subliminare, rappresenta la prima segnalazione confermata anatomicamente per il Carso Triestino. Quattro esemplari di *O. mortilleti* sono stati raccolti sintopici con esemplari di *O. draparnaudi*. La specie, di abitudini prevalentemente epigee, diffusa in Piemonte, Lombardia e Veneto (WAGNER, 1915; BISHOP, 1976; BODON et al., 1995), Svizzera, Austria e Repubblica Ceca (HUDEC, 1962) è stata recentemente segnalata per alcune cavità del Piemonte settentrionale (PASCUTTO, 2000).

Categoria biospeleologica – subtrogllofilo.

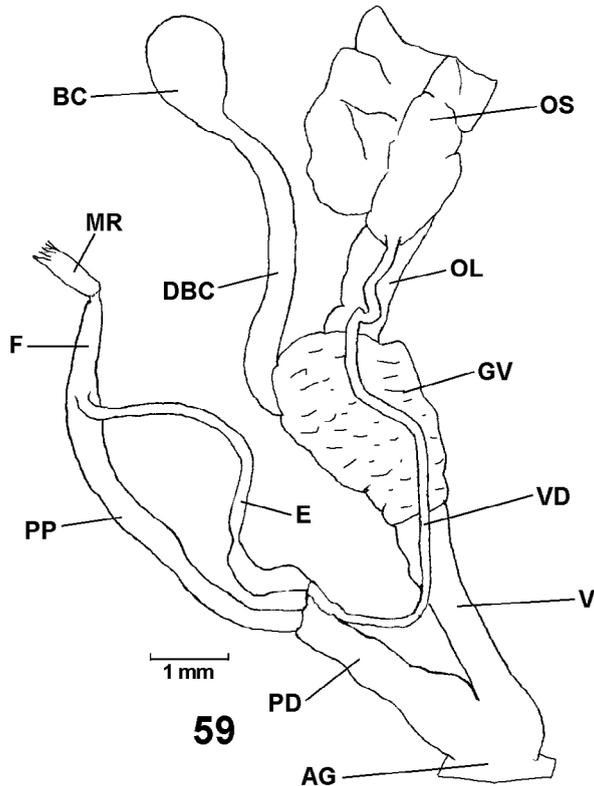


Fig. 59, *Oxychilus mortilleti* (Pfeiffer, 1859). **Grotta Valentina**, 4237VG, 2-12-2000. Genitali distali completi.

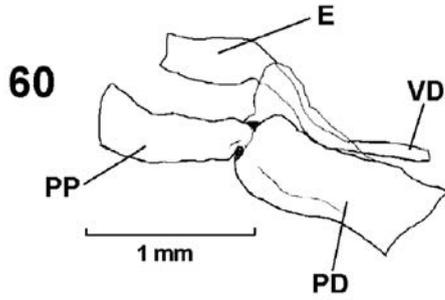


Fig. 60, *Oxychilus mortilleti* (Pfeiffer, 1859). **Grotta Valentina, 4237VG, 2-12-2000.** Particolare della parte di transizione fra pene prossimale e pene distale.

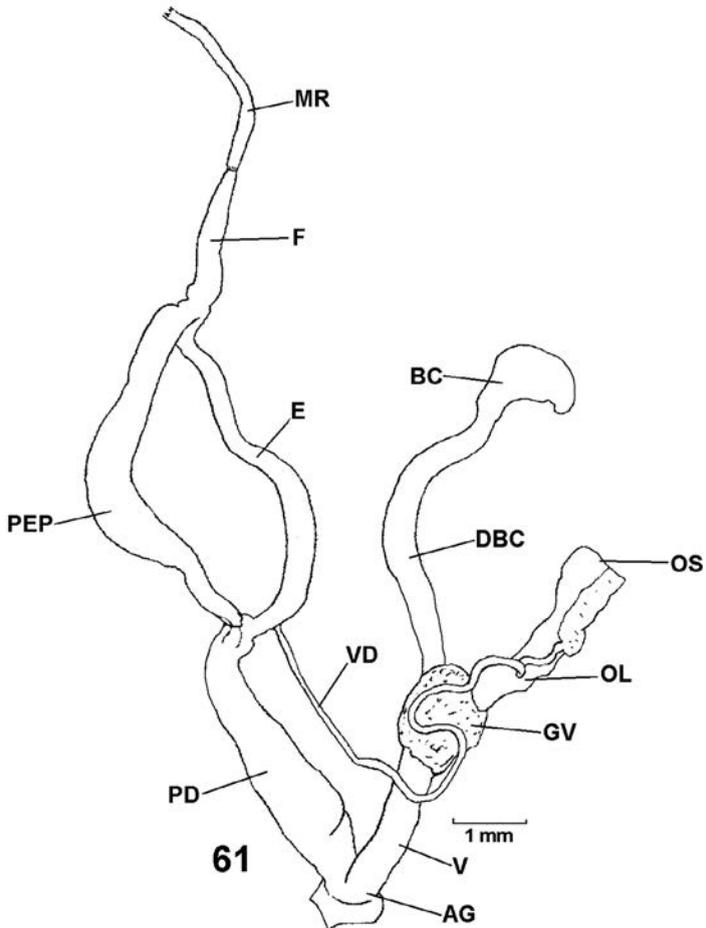


Fig. 61, *Oxychilus mortilleti* (Pfeiffer, 1859). **Val Fonda, Dolomiti Bellunesi (BL), 28-9-1997 (C. Dalfredo leg.).** Genitali distali completi. (dis. M. Bodon).

Famiglia **Milacidae**Genere **Tandonia** Lessona & Pollonera, 188231) **Tandonia** sp.

[Figg. 62-63; Tav. 8.5]

? *Milax* sp., WAGNER, 1932: 23 "(...)grotta di Otocco" [Grotta di Otocco (Crna jama), 80VG, 471SLO].

? *Aspidoporus limax*, ALZONA, 1971: 142.

? *Tandonia reuleauxi*, BOATO, BODON, GIOVANNELLI & MILDNER, 1987: 508.

Materiali esaminati – **Pozzo Ricovero presso Jamiano, 1074VG**, 16-12-2000 (1 es), 7-1-2001 (1 es).

Identificazione - Polmonato terrestre nudo di medio-grandi dimensioni; corpo grigio chiaro uniforme; suola crema chiaro uniforme; carena dorsale poco evidente di colore biancastro, si estende dal clipeo fino all'apice posteriore del corpo; clipeo con superficie finemente granulata.

Bibliografia - JAECKEL, KLEMM & MEISE, 1957; WIKTOR, 1987; WIKTOR, 1996.

Geonemia - endemica del Carso Triestino (?).

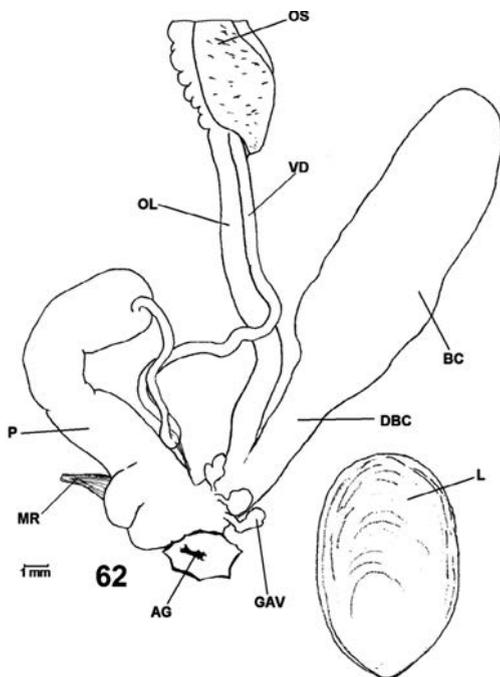


Fig. 62, *Tandonia* sp. **Pozzo Ricovero presso Jamiano, 1074VG**, 16-12-2000. Genitali distali completi e limacella (dis. M. Bodon).

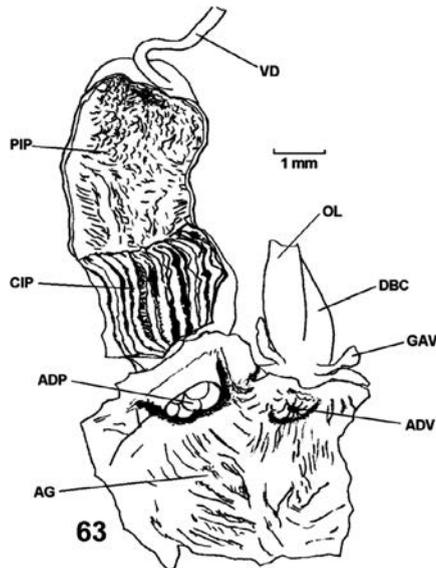
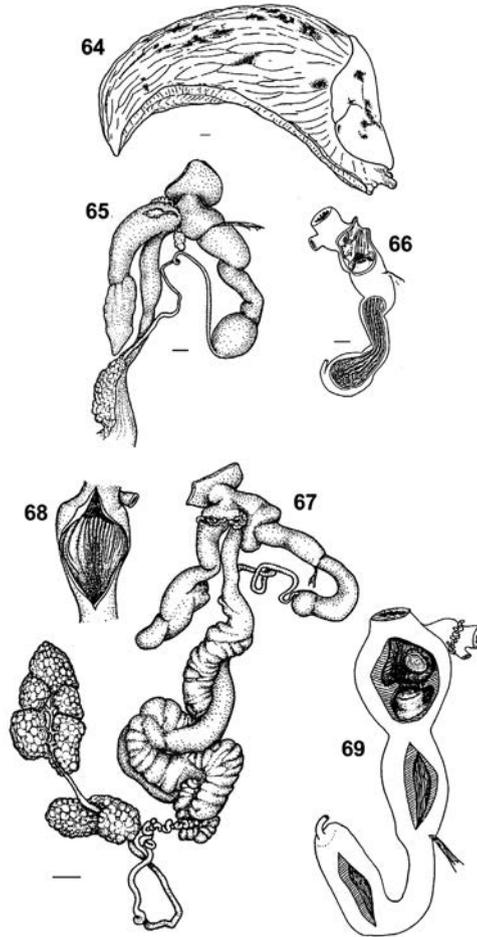


Fig. 63, *Tandonia* sp. **Pozzo Ricovero presso Jamiano, 1074VG**, 16-12-2000. Struttura interna del pene e dell'atrio genitale (dis. M. Bodon).

Osservazioni tassonomiche - L'aspetto esterno e lo schema dei genitali (Figg. 62-63) è confrontabile con quello di due specie dalmate: *Tandonia cavicola* (Simroth, 1916) (Figg. 64-66) e *Tandonia reuleauxi* (Clessin, 1887) (Figg. 67-69). Alcune caratteristiche anatomiche, come le ghiandole accessorie vaginali, la posizione del muscolo retrattore e la struttura interna distale del pene, hanno forma e disposizione simile (come indicato da WIKTOR, 1987: 235) a *T. cavicola* (Fig. 65), mentre dimensioni e colorazione esterna del corpo sono accostabili a *T. reuleauxi* (cfr. WIKTOR 1987: 279). Gli esemplari dal **Pozzo Ricovero presso Jamiano (1074VG)** presentano però una conformazione dell'apertura (ADP) e della scultura interna della parte prossimale del pene (PIP) sensibilmente differente dalle specie citate. L'importanza tassonomica di queste caratteristiche anatomiche fanno supporre l'appartenenza degli esemplari carsici ad un taxon nuovo per la scienza, anche se l'istituzione di una nuova entità va supportata da un più accurato confronto con i dati disponibili in letteratura e con l'esame di altri esemplari. ALZONA (1971) cita erroneamente *Aspidoporus limax* Fitzinger, 1833 (sinonimo di *T. reuleauxi*) per il Carso. Come nel caso di *Oxychilus cellarius austriacus*, *A. limax* venne segnalato da WAGNER (1915) per "Krain" ed Alzona attribui al termine "Krain" il significato di "Carso", quindi la presente nota è la prima citazione per questa entità nel Carso Triestino.

Osservazioni ecologiche - La specie è stata rinvenuta in un'unica stazione (**Pozzo Ricovero presso Jamiano, 1074VG**), nei pressi del Lago di Doberdò (GO), sintopica con *Limax* cfr. *bielzi* Siebert, 1873. Il primo esemplare è stato raccolto nella zona afotica, reptante su una parete umida della piccola cavità semiar-



Figg. 64-66, *Tandonia cavicola*. (Simroth, 1916). **Zavala** (Bosnia-Erzegovina). Habitus (64), genitali distali completi (65), struttura interna del pene e dell'atrio genitale (66).

Figg. 67-69, *Tandonia reuleauxi* (Clessin, 1887). **Krskak** (Croazia). Genitali distali completi (67), struttura interna del retto (68), struttura interna del pene e dell'atrio genitale (69) (da WIKTOR, 1987, modif.).

tificiale, mentre il secondo all'entrata in zona fotica, dentro una profonda fessura della roccia,. La presenza di una specie appartenente al gruppo di *Tandonia* dalmate nel Carso Triestino è di estremo interesse biogeografico. Anche per altre specie di polmonati terrestri con geonomia illirica, come *Cochlostoma scalarinum*, *Poiretia cornea* e *Delima bilabiata biasolettiana* (Charpentier, 1852), l'area in questione rappresenta il limite nordoccidentale della loro distribuzione. È possibile che la popolazione in esame sia relitto di una specie (*T. cavicola*?) un tempo più ampiamente diffusa.

Categoria biospeleologica - subtroglodilo.

Famiglia **Limacidae**Genere ***Limax*** Linnaeus, 175832) ***Limax* cfr. *bielzi*** Siebert, 1873
[Fig. 70; Tav. 9.1]*Limax maximus*, STOSSICH, 1899: 19.*Limax cinereus*, STOSSICH, 1899: 19.*Limax cinereoniger*, WAGNER, 1932: 24 "Mandica pecina Prolog" [?].*Limax* cfr. *bielzi*, BOATO, BODON, GIOVANNELLI & MILDNER, 1987: 439.

Materiali esaminati – **Grotta dell'Alce**, 62VG, 26-8-2000 (3 es); **Grotta presso Jamiano**, 221VG, 9-9-2000 (numersi es); **Pozzo Ricovero presso Jamiano**, 1074VG, 16-12-2000 (numerosi es); **Grotta della Neve**, 3468VG, 29-1-2000 (numerosi es); **Grotta ad Est di S. Martino del Carso**, 4253VG, 2-9-2000 (numerosi es); **Grotta Andrea (o presso il Lago di Doberdò)**, 4804VG, 16-5-2000 (3 es); **Grotta dei Partigiani**, 3477VG, 3-3-2000 (8 n, 3 es).

Identificazione - Polmonato terrestre nudo di grandi dimensioni; corpo di colorazione variabile, da grigiastro con cordoni scuri continui o punteggiati, a uniformemente nero ardesia; carena dorsale ben sviluppata che copre metà della distanza fra apice caudale e mantello; suola tripartita centralmente bianca con fasce laterali nere; clipeo liscio.

Bibliografia - JAECKEL, KLEMM & MEISE, 1957; KERNEY, CAMERON & JUNGBLUTH, 1979; WIKTOR, 1973; WIKTOR, 1989; WIKTOR, 1996.

Geonemia - alpino orientale-carpatica.

Osservazioni tassonomiche – Anatomicamente gli esemplari esaminati corrispondono a quanto noto in letteratura per *Limax bielzi*. L'entità è diffusa in Europa centroorientale, quindi biogeograficamente, la presenza di questa specie sul Carso Triestino è plausibile (BODON et al., 1995). Sono necessarie ulteriori indagini anatomiche, in particolar modo sulla struttura della parte interna del complesso peniale (cfr. GIUSTI, 1971), per stabilire la reale posizione sistematica degli esemplari carsici. Il genere *Limax* presenta ancora numerosi problemi irrisolti; molti taxa sono stati descritti in modo sommario sulla base di caratteri tassonomicamente deboli come la colorazione del corpo o dopo indagini anatomiche superficiali. Questo ha reso molto difficile orientarsi nel centinaio di taxa, fra specie e sottospecie, elencati da ALZONA (1971).

Osservazioni ecologiche - La specie, sebbene frequente anche in ambiente epigeo, mostra affinità per le zone subliminare, e talvolta afotica, di molte cavità del Carso Triestino. In alcune stazioni (**Pozzo Ricovero presso Jamiano**, 1074VG; **Grotta della Neve**, 3468VG e la **Grotta ad Est di S. Martino del Carso**, 4253VG) sono state rinvenute abbondanti popolazioni con decine di esemplari concentrati nella prima parte delle cavità, in zone afotiche. *Limax* cfr. *bielzi* non è stato mai raccolto nelle parti profonde delle grotte.

Categoria biospeleologica – subtroglifilo.

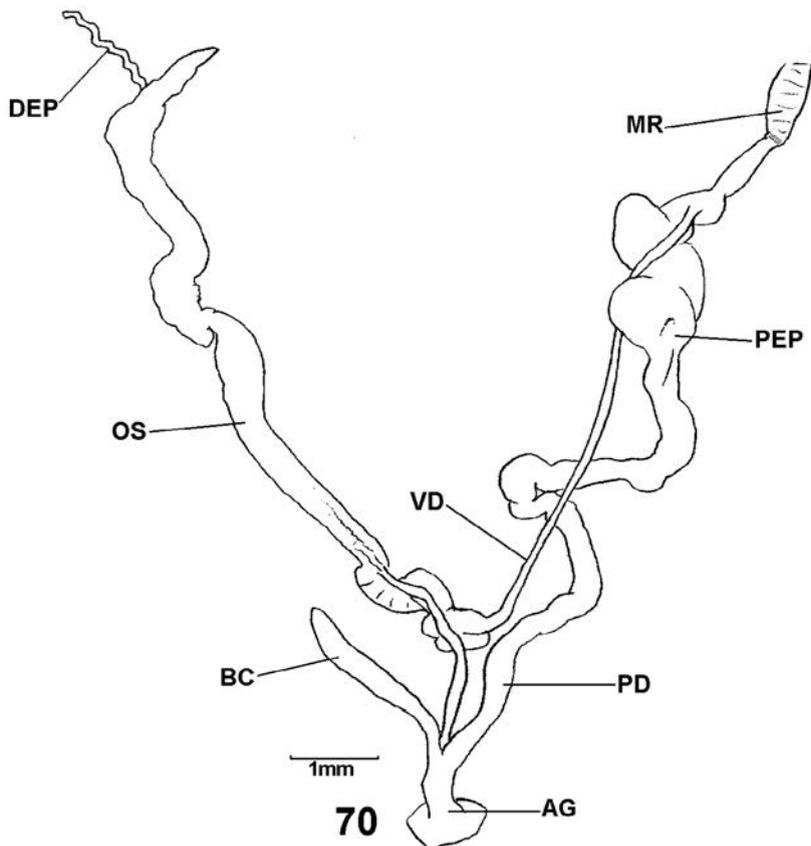


Fig. 70, *Limax* cfr. *bilezi*. (Siebert, 1873). Pozzo Ricovero presso Jamiano, 1074VG, 16-12-2000. Genitali distali completi.

Famiglia **AGRIOLIMACIDAE**

Genere *Deroceras* Rafinesque, 1820

33) *Deroceras klemmi* Grossu, 1972

[Figg. 71-76]

Limax agrestis, STOSSICH, 1899: 19.

Deroceras klemmi GROSSU, 1972: 642 Località tipica "Trieste (Boschetto)".

Deroceras dalmatinum GROSSU, 1972: 647 Località tipica "Karst-doline in the vicinity of Trieste".

Deroceras klemmi, BOATO, BODON, GIOVANNELLI & MILDNER, 1987: 475.

Materiali esaminati – Grotta del Bosco dei Pini, 18VG, 17-2-2000 (4 es);
 Abisso Samar di Ricky, 5540VG, 16-12-2000 (1 es).

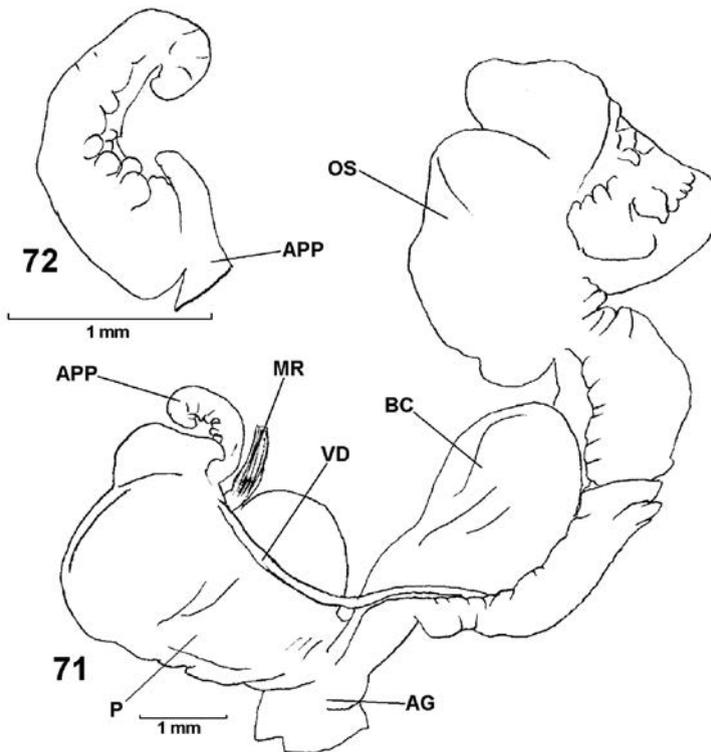
Identificazione - Polmonato terrestre nudo di medie dimensioni; corpo grigio scuro o brunastro, uniforme o con macchie scure concentrate lungo le pieghe del derma che fanno acquisire al corpo un aspetto reticolato; carena dorsale limitata

alla porzione caudale, di colore biancastro e poco evidente; suola unipartita di colore biancastro; clipeo liscio.

Bibliografia - GIUSTI, 1971B; GROSSU, 1972; ALTENA, 1973; REISCHÜTZ, 1978; KERNEY, CAMERON & JUNGBLUTH, 1979; WIKTOR, 1996; TURNER et al., 1998; WIKTOR, 2000.

Geonemia - alpina sudorientale. L'areale sembra ristretto alle Prealpi Carniche e Giulie, Carso Triestino ed Istria.

Osservazioni tassonomiche – La specie è stata descritta da Grossu nel 1972 in base a materiali raccolti in località “Boschetto” presso Trieste da L. Kušcer, e conservati al Naturhistorischen Museums di Vienna. REISCHÜTZ (1978), pone in sinonimia *Deroceras klemmi* con *Deroceras lothari* Giusti, 1971 in base allo studio, condotto in maniera superficiale, di un esemplare giovanile proveniente dalle Marche e senza esaminare materiale topotipico della specie di Giusti. Dalle figure anatomiche proposte da Reischütz non è possibile apprezzare che differenza ci sia rispetto a *D. klemmi*. L'opinione di Reischütz suscita quindi molte perplessità in merito alla sua correttezza.

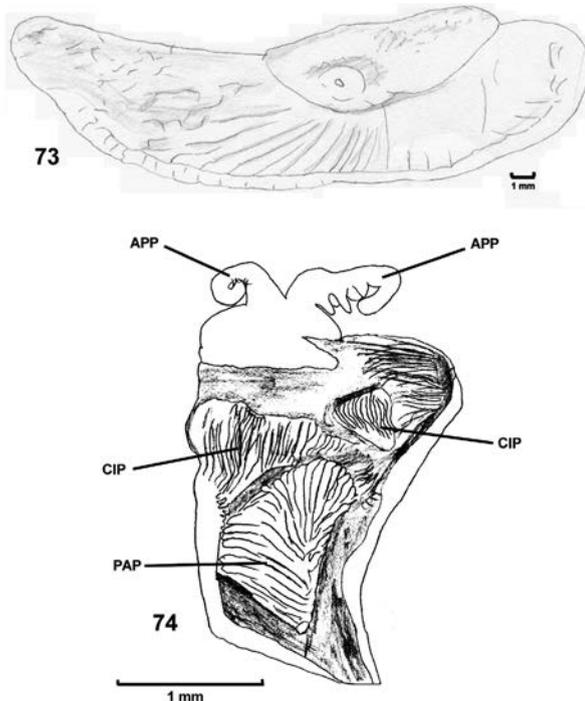


Figg. 71-72, *Deroceras klemmi* Grossu, 1972. Grotta del Bosco dei Pini, 18VG, 17-2-2000. Genitali distali completi.(71), struttura dell'appendice peniale (72).

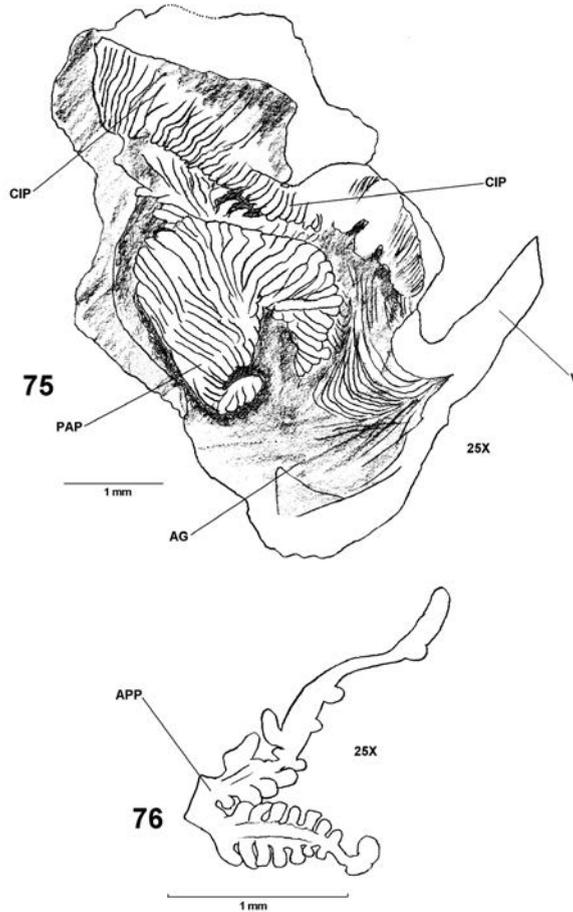
La struttura interna del complesso peniale fra le due specie è sensibilmente differente, in particolar modo nella forma dell'organo stimolatore. La forma ed il numero delle appendici peniali, alle quali Reischütz attribuisce importante valore sistematico, è un carattere intraspecifico estremamente variabile, sul quale risulta inopportuno basare una dicotomia sistematica. *Deroceras lothari* è specie endemica dei Monti Reatini e del Massiccio del Gran Sasso mentre *D. klemmi* conta segnalazioni confermate anatomicamente solo per Carso Triestino e Istria. *Deroceras dalmatinum* Grossu, 1972 (località tipica: "Karst-doline in the vicinity of Trieste") è inquadrabile come semplice forma di *Deroceras klemmi*.

Osservazioni ecologiche - *Deroceras klemmi* è una specie estremamente comune sul Carso Triestino ed in tutta la provincia di Trieste, sia su suoli calcarei che marnoso-flyschoidi. È parimenti frequente sia in ambiente boschivo che in zone coltivate, dove si rinviene pure sulle cortecce degli alberi anche a qualche metro dal terreno, sull'erba, sulle rocce ed in ambienti ruderali. Ecologicamente non mostra nessun legame con l'ambiente ipogeo. Gli esemplari raccolti nella **Grotta del Bosco dei Pini (18VG)** e nell'**Abisso Samar di Ricky (5540VG)** sono stati rinvenuti poco dopo l'imboccatura delle cavità, in zona liminare.

Categoria biospeleologica - troglosseno.



Figg. 73-74, *Deroceras klemmi* Grossu, 1972. **Grotta del Bosco dei Pini, 18VG, 17-2-2000.** Habitus (73), struttura interna del pene (74).



Figg. 75-76, *Deroceras klemmi* Grossu, 1972. Grotta del Bosco dei Pini, 18VG, 17-2-2000. Struttura interna del pene (75), struttura dell'appendice peniale (76).

Famiglia Ferussaciidae

Genere *Cecilioides* Férussac, 1814

34) *Cecilioides (Cecilioides) acicula* (O. F. Müller, 1774)

[Tav. 9.2]

Achatina acicula, BRUMATI, 1838: 36.

Caecilianella acicula, STOSSICH, 1899: 31.

Cecilioides (Cecilioides) acicula, BOATO, BODON, GIOVANNELLI & MILDNER, 1987: 476.

Materiali esaminati – Grotta Gualtiero Savi, 5730VG, 19-2-2000 (1 n).

Identificazione - Polmonato terrestre di piccole dimensioni; profilo allungato, conico-fusiforme; giri separati da una sutura poco profonda; incolore, vitrea e

traslucida (se fresca); columella troncata obliquamente alla base; stoma allungato; peristoma semplice.

Bibliografia. - BOURGUIGNAT, 1856B; WAGNER, 1914; GERMAIN, 1930; ADAM, 1960; GIUSTI, 1971b; GIUSTI, 1973; KERNEY, CAMERON & JUNGBLUTH, 1979; BOGON, 1990; FALKNER, 1990; GIUSTI, MANGANELLI & SCHEMBRI, 1995; WELTER-SCHULTES & DHORA, 1996.

Geonemia - europea-centroasiatica-mediterraneo-macaronesica.

Osservazioni ecologiche - Specie con abitudini endogee, è stata raccolta solamente nel primo antro della **Grotta Gualtiero Savi** (5730VG). La specie preferisce l'ambiente "interstiziale" del terreno (WACHTLER, 1929a; WACHTLER, 1929b), dove vive in cunicoli, nutrendosi di anellidi oligocheleti.

Categoria biospeleologica - subtroglifilo (?).

Famiglia **Oleacinidae**

Genere **Poiretia** Férussac, 1814

35) **Poiretia cornea** (Brumati, 1838)

Achatina cornea BRUMATI, 1838: 35.

Achatina algira, PRADA, 1852: 48.

Glandina algira, STOSSICH, 1899: 19.

Poiretia poireti var. *cornea*, COEN, MALARODA & PASA, 1950: 62.

Poiretia poireti, ALZONA, 1971: 115.

Poiretia cornea, BOATO, BODON, GIOVANNELLI & MILDNER, 1987: 477.

Materiali esaminati – **Abisso Bonetti**, 765VG, 10-6-2000 (4 n); **Caverna a Sud di Padriciano**, 3680VG, 3-3-2000 (4 n); **Grotta ad Est di S. Martino del Carso**, 4253VG, 2-9-2000 (3 n); **Grotta dei Partigiani**, 3477VG, 3-3-2000 (3 n); **Grotta del Monte Querceto sull'Hermada**, 4501VG, 16-3-2000 (4 n, 2 es).

Identificazione - Polmonato terrestre di medio-grandi dimensioni; profilo allungato mitriforme, conico-fusifforme; giri separati da una sutura marcata; nicchio bianco con fini strie di crescita radiali; animale di colore giallo aranciato; columella troncata obliquamente alla base; stoma allungato; peristoma semplice.

Bibliografia - BRUMATI, 1838; FALKNER, 1990; WELTER-SCHULTES & DHORA, 1996.

Geonemia - dinarica. Presente dal Carso Triestino all'Albania. Segnalata anche per il Gargano (SUBAI, 1979).

Osservazioni ecologiche - La specie è estremamente comune sul Carso Triestino. Di abitudini carnivore, preda prevalentemente *Cochlostoma scalarinum*, *Cochlostoma tergestinum* e *Pomatias elegans* (cfr. FALKNER, 1990). In cavità sono stati rinvenuti esclusivamente nicchi, che hanno raggiunto l'ambiente ipogeo per trasporto passivo. Gli esemplari viventi raccolti nella **Grotta del Monte**

Querceto sull'Hermada (450IVG) sono stati rinvenuti all'imboccatura della cavità in zona fotica, sotto fogliame marcescente. La specie non ha nessun legame con l'ambiente ipogeo.

Categoria biospeleologica – troglösseno.

Famiglia **Testacellidae**

Genere *Testacella* Cuvier, 1800

36) *Testacella scutulum* Sowerby, 1821

[Figg. 77-79]

? *Daudebardia brevipes*, STOSSICH, 1899: 19.

Testacella scutulum, ALZONA, 1971: 115.

Testacella (Testacella) scutulum, BOATO, BODON, GIOVANNELLI & MILDNER, 1987: 490.

Materiali esaminati – **Grotta dell'Alce**, 62VG, 26-8-2000 (1 es).

Identificazione - Polmonato terrestre di medie dimensioni; nudo; con conchiglia esterna posteriore sensibilmente ridotta, aliotiforme, ispessita e di colore bruno; corpo largo e leggermente appiattito, di colore giallo-bruno, talvolta con due evidenti strie laterali.

Bibliografia - POLLONERA, 1888; POLLONERA, 1889B; GIUSTI, 1968B; GIUSTI, 1970; GIUSTI & MAZZINI, 1971; KERNEY, CAMERON & JUNGBLUTH, 1979; BOLE, 1992; GIUSTI, MANGANELLI & SCHEMBRI, 1995.

Geonemia - europea centro-occidentale. Recentemente confermata per i Balcani (DE MATTIA, dati personali inediti).

Osservazioni tassonomiche – La specie è distinguibile dalla congenerica *T. haliotidea* Draparnaud, 1801 solamente tramite indagine anatomica.

Osservazioni ecologiche - L'esemplare è stato rinvenuto alla base del pozzo d'accesso della **Grotta dell'Alce**, (62VG), profondo 10 m, sotto uno strato di foglie marcescenti. L'ambiente di raccolta non differisce dall'usuale habitat che la specie frequenta in superficie nel Carso Triestino: la lettiera dei boschi a latifoglie. Le abitudini predatorie (si nutre presumibilmente di anellidi oligocheti) permettono la sua sopravvivenza anche in cavità e/o alla base di pozzi dove si accumula materiale vegetale che va incontro al processo di umificazione che garantisce la presenza di anellidi. Il rinvenimento della specie in cavità è quindi da considerarsi del tutto casuale. L'ambiente francamente ipogeo risulta non adatto alla sopravvivenza della specie. Dati recentemente raccolti dimostrano l'ampia flessibilità ecologica di questa specie, rinvenuta anche in ambienti termofili e xerofili (Isola di Lussino, Croazia, in lecceta presso il mare; DE MATTIA, dati personali inediti).

Categoria biospeleologica – troglösseno.

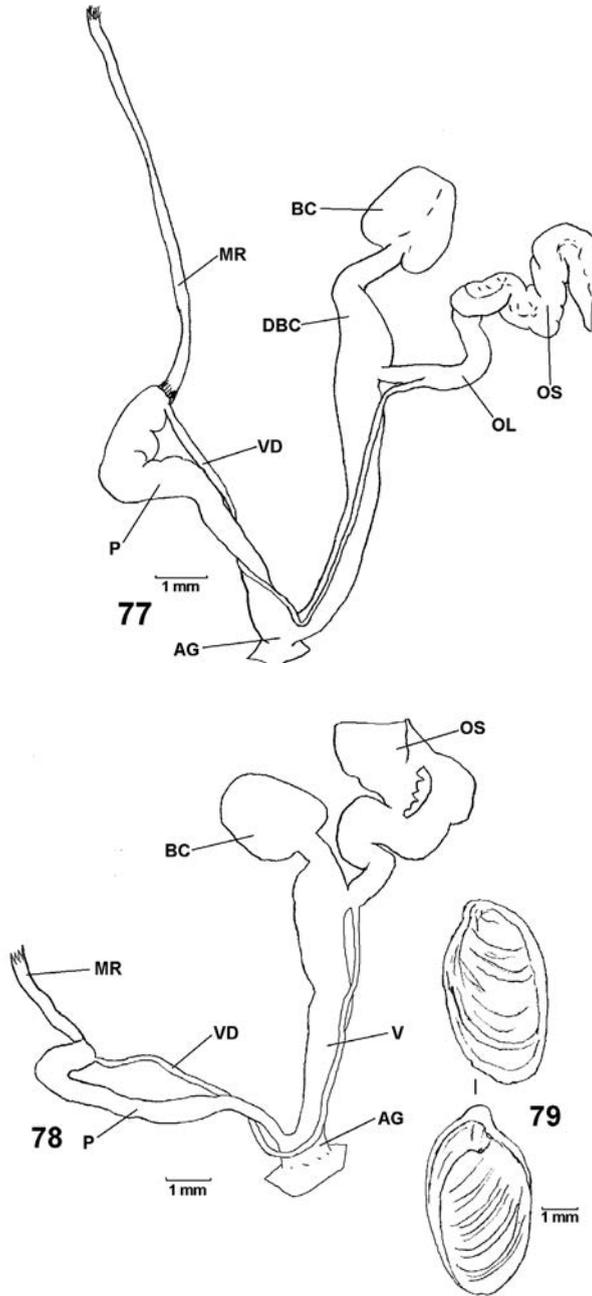


Fig. 77, *Testacella scutulum* Sowerby, 1821. Grotta dell'Alce, 62VG, 26-8-2000. Genitali distali completi.
 Figg. 78-79, *Testacella scutulum* Sowerby, 1821. Sponde meridionali Lago di Doberdò (Doberdò, GO; Tomasin G. leg.), 27-11-2000. Genitali distali completi (78), nicchio (79).

Famiglia **Clausiliidae**Genere ***Cochlodina*** Férussac, 182137) ***Cochlodina (Cochlodina) costata curta*** (Rossmässler, 1836)*Clausilia costata*, PRADA, 1852: 49.*Clausilia commutata*, PRADA, 1852: 49.*Clausilia laminata* var. *ungulata*, PRADA, 1852: 49.*Clausiliastra curta*, STOSSICH, 1899: 36.? *Marpessa orthostoma*, WAGNER, 1932: 23 "(...)grotta di Otocco" [Grotta di Otocco (Črna jama), 80VG, 471SLO].*Cochlodina curta fusiformis*, ALZONA, 1971: 101.*Cochlodina costata*, BOATO, BODON, GIOVANNELLI & MILDNER, 1987: 479.

Materiali esaminati – **Abisso di Gropada**, 54VG, 12-8-2000 (6 n); **Abisso Bonetti**, 765VG, 10-6-2000 (4 n); **Grotta Verde**, 851VG, 26-8-2000 (8 n); **Grotta ad Est di S. Martino del Carso**, 4253VG, 2-9-2000 (3 n).

Identificazione - Polmonato terrestre di piccolo-medie dimensioni, con nicchio sinistrorso, conico-fusiforme con 6-7 giri separati da una leggera sutura; colore rosso-brunastro; superficie quasi liscia con debole striatura di crescita radiale; stoma armato da piche e lamelle; peristoma ingrossato e lievemente riflesso.

Bibliografia - CLESSIN, 1887; KAFUFFLE, 1928; NORDSIECK, 1969; KERNEY, CAMERON & JUNGBLUTH, 1979; BOGON, 1990; FALKNER, 1990; BOLE, 1991.

Geonemia - alpina orientale-dinarica.

Osservazioni tassonomiche - NORDSIECK (1969) convalida *C. costata curta* assieme ad altre sottospecie: *C. costata fusca* (De Betta, 1852); *C. costata psila* (Westerlund, 1884); *C. costata commutata* (Rossmässler, 1836). BOLE (1991) invece considera *C. costata commutata* come specie distinta. Questa suddivisione sottospecifica di *C. costata* è basata esclusivamente su caratteri conchigliari. Le sottospecie potrebbero essere interpretate come semplici razze locali (ecotipi).

Osservazioni ecologiche - La specie è comune sul Carso Triestino. Vive sulle rocce e sui muschi, prevalentemente nelle doline. In cavità sono stati rinvenuti esclusivamente nicchi nelle parti più vicine alle zone d'accesso. La specie non ha alcun legame con l'ambiente ipogeo e la sua presenza in questo è da ritenersi del tutto casuale e dovuta ad apporto passivo.

Categoria biospeleologica - troglosseno.

38) ***Cochlodina (Cochlodina) laminata inaequalis*** (Schmidt, 1868)*Clausilia laminata*, PRADA, 1852: 49.*Clausilia laminata* var. *grossa*, PRADA, 1852: 49.*Clausiliastra laminata*, STOSSICH, 1899: 35.*Clausiliastra grossa*, STOSSICH, 1899: 35.*Cochlodina laminata major*, ALZONA, 1971: 97.*Cochlodina laminata*, BOATO, BODON, GIOVANNELLI & MILDNER, 1987: 478.

Materiali esaminati – Voragine di Ocisla (Beško - Ocizeljski sistem), 170VG, 1003SLO, 17-9-2000 (4 n).

Identificazione - Polmonato terrestre di medie dimensioni, con nicchio sinistrorso; conico-fusiforme con 7-9 giri separati da una leggera sutura; colore bruno-rossastro; superficie quasi liscia con debole striatura di crescita radiale; stoma armato da pliche e lamelle; peristoma ingrossato e lievemente riflesso.

Bibliografia - GITTENBERGER, 1967B; KERNEY, CAMERON & JUNG-BLUTH, 1979; GIUSTI, CASTAGNOLO & MANGANELLI, 1985; BOGON, 1990; FALKNER, 1990; SCHILEYKO, 2000.

Geonemia - europea. La sottospecie è endemica della Slovenia meridionale ed Istria.

Osservazioni tassonomiche – La reale validità di molte sottospecie di *Cochlodina laminata* è ancora da verificare. GITTENBERGER (1967b), ha rivisto le sottospecie alpino-sudorientali convalidando *C. laminata inaequalis*.

Osservazioni ecologiche - La specie è presente sul Carso Triestino solo in poche stazioni (Monte Lanaro, Monte Hermada; DE MATTIA, dati personali inediti). È più comune nelle zone carsiche ad altitudini superiori (oltre i 400 m slm). È stata rinvenuta nella **Voragine di Ocisla**, alla base dell'ampio pozzo d'accesso (profondo 40 m e largo 20), il quale permette la vita di piante superiori e quindi non classificabile come ambiente ipogeo. Questo funge da trappola di aria fredda, consentendo la presenza di specie abitualmente reperibili ad altitudini maggiori, come nel caso di *C. laminata inaequalis*. Recenti studi hanno permesso di scoprire malacocenosi montane a basse altitudini (DE MATTIA, dati personali inediti). Tale fenomeno si verifica nella Voragine di San Canzian (Sesana, Slovenia), dove sono state rinvenute specie tipicamente continentali-montane come *Orcula conica* (Rossmässler, 1837) ed *Arianta arbustorum arbustorum* (Linneo, 1758).

Categoria biospeleologica - troglösseno.

39) *Cochlodina (Cochlodina) triloba* (Boettger, 1877)

Clausiliasta laminata var. *triloba*, STOSSICH, 1899: 35.

Cochlodina laminata triloba, ALZONA, 1971: 97.

Materiali esaminati – Voragine di Ocisla (Beško - Ocizeljski sistem), 170VG, 1003SLO, 17-9-2000 (6 n).

Identificazione - Polmonato terrestre di piccolo-medie dimensioni, con nicchio sinistrorso; conico-fusiforme con 6-8 giri separati da una leggera sutura; colore giallastro; superficie quasi liscia con debole striatura di crescita radiale; stoma armato da pliche e lamelle; peristoma ingrossato e lievemente riflesso.

Bibliografia - NORDSIECK, 1969; BOLE, 1992.

Geonemia - endemica del Carso Triestino e dell'Istria.

Osservazioni tassonomiche – La specie, convalidata da NORDSIECK (1969), è stata citata per il territorio come sottospecie di *Cochlodina laminata* (STOSSICH, 1899; ALZONA, 1971). La sua posizione sistematica richiede ulteriori indagini tassonomiche.

Osservazioni ecologiche - La specie è estremamente comune sul Carso Triestino, in ambienti di lettiera nelle doline. Il rinvenimento di nicchi esclusivamente nella parte iniziale della **Voragine di Ocisla** (170VG, 1003SLO) indica l'estraneità della specie dall'ambiente ipogeo. La loro presenza nel sito è dovuta a trasporto passivo.

Categoria biospeleologica - troglosseno.

Genere *Ruthenica* Lindholm, 1924

40) *Ruthenica filograna* (Rossmässler, 1836)

[Tav. 9.3]

Graciliaria filograna, STOSSICH, 1899: 36.

Materiali esaminati – **Abisso di Gropada**, 54VG, 12-8-2000 (3 n); **Abisso Bonetti**, 765VG, 10-6-2000 (4 n).

Identificazione - Polmonato terrestre di piccole dimensioni, con nicchio sinistrorso cilindrico-fusiforme con 5-6 giri leggermente convessi separati da una marcata sutura; colore bruno; superficie con evidenti costole; stoma armato lamella columellare e lamella parietale; peristoma moderatamente ingrossato e debolmente riflesso.

Bibliografia - SCHMIDT, 1857; KERNEY, CAMERON & JUNGBLUTH, 1979; BOGON, 1990.

Geonemia - europea centro-orientale.

Osservazioni ecologiche - Diffusa sul Carso Triestino, colonizza prevalentemente la lettiera nelle doline. La presenza dei nicchi in ambiente ipogeo è casuale e dovuta a trasporto passivo.

Categoria biospeleologica - troglosseno.

Famiglia **Hygromiidae**

Genere *Petasina* Beck, 1847

41) *Petasina (Edentiella) leucozona* (Pfeiffer, 1828)

[Tav. 9.4]

Helix leucozona, PRADA, 1852: 49.

Fruticicola leucozona, STOSSICH, 1899: 23.

Fruticicola leucozona, WAGNER, 1932: 23 "(...)grotta di Otocco" [Grotta di Otocco (Crna jama), 80VG, 471SLO].

Fruticicola (Petasina) leucozona, ALZONA, 1971: 177.

Trichia (Edentiella) leucozona, BOATO, BODON, GIOVANNELLI & MILDNER, 1987: 496.

Materiali esaminati – Grotta del Monte Querceto sull’Hermada, 4501VG, 16-3-2000 (2 n).

Identificazione - Polmonato terrestre di piccole dimensioni; nicchio globoso; spira da conica a leggermente conica; ultimo giro sensibilmente convesso con accenno di carena; suture abbastanza profonde; nicchio robusto, bruno, traslucido e ialino (se fresco) con banda bianca a livello della carena dell’ultimo giro; ombelico piccolo parzialmente obliterato; superficie con visibili strie radiali di accrescimento; stoma subquadrangolare; peristoma ispessito di colore bianco moderatamente riflesso.

Bibliografia - POLINSKI, 1928; KERNEY, CAMERON & JUNGBLUTH, 1979.

Geonemia - alpina orientale.

Osservazioni tassonomiche – Le popolazioni per il territorio in esame vengono riferite da BANK (1985) a *Petasina leucozona heteromorpha* (Westerlund, 1876). BODON et al. (1995b) preferiscono lasciare in sospeso la posizione di questa sottospecie.

Osservazioni ecologiche - È comune nel piano temperato freddo (faggeta) e boreale (pecceta), su suoli calcarei. In Carso Triestino la specie è nota per un’unica stazione (Rocca di Monrupino, Rupingrande, TS; DE MATTIA, dati personali inediti). Il rinvenimento nella china detritica della parte iniziale della **Grotta del Monte Querceto sull’Hermada (4501VG)**, in zona fotica, rappresenta un caso di popolazione relictica che ha trovato nel sito condizioni microclimatiche adatte alla sua sopravvivenza. La specie non ha nessun legame con l’ambiente ipogeo. La citazione di WAGNER (1932) per la Grotta di Otocco si riferisce probabilmente a nicchi fluitati passivamente.

Categoria biospeleologica - troglossena.

Genere *Hygromia* Risso, 1826

42) *Hygromia cincitella* (Draparnaud, 1801)
[Tav. 9.5]

Helix cincitella, BRUMATI, 1838: 25.

Helix cincitella, PRADA, 1852: 47.

Fruticicola cincitella, STOSSICH, 1899: 24.

Hygromia cincitella, BOATO, BODON, GIOVANNELLI & MILDNER, 1987: 495.

Materiali esaminati – Grotta Ercole o di Gabrovizza, 6VG, 6-11-1999 (4 n); Grotta delle Torri di Slivia, 39VG, 21-5-2000 (4 n), 30-9-2000 (2 n); Abisso Bonetti, 765VG, 10-6-2000 (4 n, 3 es); Caverna a Sud di Padriciano, 3680VG,

3-3-2000 (2 n, 2 es); **Grotta ad Est di S. Martino del Carso**, 4253VG, 2-9-2000 (4 n); **Antro della Biscia Morta**, 4266VG, 2-9-2000 (1 n, 3 es).

Identificazione - Polmonato terrestre di piccolo/medie dimensioni; spira marcatamente conica; ultimo giro con vistosa carena di colore banco; nicchio ialino (se fresco), poco robusto, di colore bruno chiaro; ombelico piccolo parzialmente oblitterato; superficie con visibili strie radiali di accrescimento; stoma subquadrangolare; peristoma semplice.

Bibliografia - KERNEY, CAMERON & JUNGBLUTH, 1979; FALKNER, 1990.

Geonemia - europea meridionale.

Osservazioni ecologiche - *Hygromia cinctella* è specie estremamente comune sul Carso Triestino. La sua spiccata igrofilia rende frequente il suo rinvenimento all'imboccatura di numerose cavità o alla base di pozzi poco profondi, rimanendo però sempre confinata alla zona fotica, senza penetrare nella zona buia. Il suo legame con l'ambiente ipogeo si limita ai primi metri delle cavità, ecologicamente confacenti alle esigenze della specie.

Categoria biospeleologica - troglossena.

Genere *Cernuella* Schlüter, 1838

43) *Cernuella (Xerocincta) neglecta* (Draparnaud, 1805)

? *Helix ericetorum*, PRADA, 1852: 47.

? *Xerophila candicans*, STOSSICH, 1899: 27.

? *Helicella (Helicella) obvia*, BOATO, BODON, GIOVANNELLI & MILDNER, 1987: 492.

Materiali esaminati – **Grotta delle Torri di Slivia**, 39VG, 21-5-2000 (1 n).

Identificazione - Polmonato terrestre di medie dimensioni; spira da depressa a leggermente conica; ultimo giro sensibilmente convesso; suture marcate; nicchio poco robusto di colore biancastro con numerose bande scure spirali; ombelico aperto con diametro di circa 1/6 del diametro totale; superficie con fini strie radiali di accrescimento; stoma subcircolare; peristoma semplice a volte leggermente ispessito.

Bibliografia - KERNEY, CAMERON & JUNGBLUTH, 1979; BOGON, 1990; FALKNER, 1990.

Geonemia - europea centro-orientale.

Osservazioni tassonomiche – Le segnalazioni per il Carso Triestino di *Xerolenta obvia* (Menke, 1828) vanno riferite a *Cernuella neglecta* (BOATO et al., 1987). Le due specie, conchigliologicamente simili, sono discriminabili tramite indagine anatomica.

Osservazioni ecologiche- La specie è localmente comune nella landa carsica. La presenza di un nicchio alla base del pozzo d'accesso della **Grotta delle Torri di Slivia**, (39VG) è da ritenersi del tutto casuale e dovuta ad trasporto passivo. La specie non ha alcun legame con l'ambiente ipogeo.

Categoria biospeleologica – troglosseno.

Genere *Monachoides* Gude & Woodward, 1921

44) *Monachoides incarnata* (O. F. Müller, 1774)
[Tav. 9.6]

Helix incarnata, BRUMATI, 1838: 26.

Fruticicola incarnata, STOSSICH, 1899: 24.

Monaca incarnata, WAGNER, 1932: 23 "(...)grotta di Otocco" [Grotta di Otocco (Crna jama), 80VG, 471SLO].

Perforatella (Monachoides) incarnata, BOATO, BODON, GIOVANNELLI & MILDNER, 1987: 494.

Materiali esaminati – **Grotta delle Torri di Slivia**, 39VG, 21-5-2000 (1 n), **Grotta Noè**, 90VG, 15-4-2000 (2 n); **Grotta dell'Arco Naturale (Miskotova jama v Lokah)**, 168VG, 723SLO, 17-9-2000 (3 n); **Voragine di Ocisla (Beško – Ocizeljski sistem)**, 170VG, 1003SLO, 17-9-2000 (3 n).

Identificazione - Polmonato terrestre di medie dimensioni; nicchio da globoso a subgloboso; spira leggermente conica; ultimo giro sensibilmente convesso; suture marcate; nicchio poco robusto di colore bruno; ombelico piccolo parzialmente obliterato; superficie con visibili strie radiali di accrescimento; microscultura guttata; stoma subovale; peristoma leggermente ispessito di colore bianco moderatamente riflesso.

Bibliografia - POLINSKI, 1928; KERNEY, CAMERON & JUNGBLUTH, 1979; GROSSU, 1983; FALKNER, 1990.

Geonemia - europea centro-orientale.

Osservazioni ecologiche - *Monachoides incarnata* è una specie comune sul Carso Triestino. Sono stati rinvenuti esclusivamente nicchi all'entrata di alcune delle cavità campionate, fatto da ritenersi del tutto casuale. La specie non ha alcun legame con l'ambiente ipogeo. La citazione di WAGNER (1932) per la Grotta di Otocco si riferisce probabilmente a nicchi fluitati passivamente.

Categoria biospeleologica - troglosseno.

Genere *Monacha* Fitzinger, 1833

45) *Monacha cartusiana* (O. F. Müller, 1774)

Helix carthusiana, BRUMATI, 1838: 26.

Helix carthusianella, BRUMATI, 1838: 26.

Helix carthusiana, PRADA, 1852: 46.

Fruticicola carthusiana, STOSSICH, 1899: 24.

Theba carthusiana ressmanni, ALZONA, 1971: 180.

Monacha (Monacha) cartusiana, BOATO, BODON, GIOVANNELLI & MILDNER, 1987: 493.

Materiali esaminati – Grotta dell’Acqua o di Boriano, 135VG, 14-1-2000 (2 n).

Identificazione - Polmonato terrestre di piccolo/medie dimensioni; nicchio globoso; spira depressa a volte leggermente conica; ultimo giro ampio e sensibilmente convesso; suture marcate; nicchio poco robusto di colore bianco, ialino (se fresco), a volte con flebili bande di colore rossastro; ombelico piccolo parzialmente obliterato; superficie con fini strie radiali di accrescimento; stoma subcircolare; peristoma leggermente ispessito di colore bianco a volte moderatamente riflesso.

Bibliografia - KERNEY, CAMERON & JUNGBLUTH, 1979; GROSSU, 1983; BOGON, 1990; FALKNER, 1990.

Geonemia – euromediterranea.

Osservazioni ecologiche - La specie è comune sul Carso Triestino, diffusa in ambienti di landa o antropizzati. La presenza di nicchi nella parte iniziale della **Grotta dell’Acqua (135VG)** è da ritenersi del tutto casuale e dovuta ad trasporto passivo. La specie non ha alcun legame con l’ambiente ipogeo.

Categoria biospeleologica - trogllossenno.

Genere *Helicodonta* Férussac, 1821

46) *Helicodonta obvoluta* (O. F. Müller, 1774)

[Tav. 9.7]

Helix obvoluta, BRUMATI, 1838: 30.

Helix obvoluta, PRADA, 1852: 48.

Trigonostoma abvoluta, STOSSICH, 1899: 23.

Helicodonta obvoluta, WAGNER, 1932: 23 “(...)grotta di Otocco” [Grotta di Otocco (Crna jama), 80VG, 47ISLO].

Helicodonta obvoluta, BOATO, BODON, GIOVANNELLI & MILDNER, 1987: 498.

Materiali esaminati – Grotta dell’Acqua o di Boriano, 135VG, 14-1-2000 (2 n); Voragine di Ocisla (Beško - Ocizeljski sistem), 170VG, 1003SLO, 17-9-2000 (3 n).

Identificazione - Polmonato terrestre di piccolo/medie dimensioni; 6/7 giri a spira piatta a volte leggermente concava; ultimo giro moderatamente ampio a profilo subquadrangolare; suture marcate; nicchio robusto di colore bruno scuro, periorstraco formante una folta peluria; ombelico aperto con diametro di circa 1/5 del diametro totale; stoma marcatamente quadrangolare con visibile seno nella porzione laterale; peristoma sensibilmente ispessito formante due denti (basale e palatale) di colore bianco, moderatamente riflesso.

Bibliografia - GIUSTI & MAZZINI, 1971; KERNEY, CAMERON & JUNGBLUTH, 1979; GIUSTI, CATSAGNOLO & MANGANELLI, 1985; BOGON, 1990; FALKNER, 1990.

Geonemia - europea centro-meridionale.

Osservazioni ecologiche - Specie estremamente comune sul Carso Triestino. Predilige l'ambiente acidofilo di lettiera di boschi a *Pinus nigra*. Non ha nessun legame con l'ambiente ipogeo e il suo rinvenimento è da considerarsi del tutto casuale, dovuto a trasporto passivo. La citazione di WAGNER (1932) per la Grotta di Otocco si riferisce probabilmente a nicchi fluitati passivamente nella cavità. La specie è stata citata in numerosi lavori di ricerche faunistiche in grotta (cfr. BOLDORI, 1938a; PASCUTTO, 2000; PASCUTTO & GHIELMETTI, 2000).

Categoria biospeleologica – troglosseno.

Famiglia HELICIDAE

Genere *Chilostoma* Fitzinger, 1833

47) *Chilostoma (Kosicia) intermedia* (Férussac, 1821)

[Tav. 9.8]

Helix intermedia, PRADA, 1852: 48.

Campylaea intermedia, STOSSICH, 1899: 26 “Vive all'ingresso delle grotte del carso (...)”.

Campylaea intermedia, WAGNER, 1932: 23 “(...)grotta di Otocco” [Grotta di Otocco (Črna jama), 80VG, 47ISLO].

Campylaea intermedia, ALZONA, 1971: 195.

Materiali esaminati – Grotta Noè, 90VG, 15-4-2000 (2 n).

Identificazione - Polmonato terrestre di medie dimensioni; spira da piatta a poco svolta; ultimo giro sensibilmente convesso; ombelico aperto; nicchio moderatamente robusto, biancastro con 1-2-bande laterali scure da continue a tratteggiate, talvolta senza bande, superficie con visibili strie radiali di accrescimento; stoma ovale; peristoma ispessito e riflesso di colore bianco.

Bibliografia - KERNEY, CAMERON & JUNGBLUTH, 1979; FALKNER, 1990.

Geonemia - alpina orientale.

Osservazioni ecologiche - È comune nel piano temperato freddo (faggeta) e boreale (pecceta) su suoli calcarei. In Carso Triestino, la specie era nota per un'unica stazione (Rocca di Monrupino, Rupingrande, TS; DE MATTIA, dati personali inediti). Il rinvenimento di nicchi, alla base del pozzo d'accesso della **Grotta Noè** (90VG) rivela l'esistenza di una popolazione che colonizza le pareti dell'ampia voragine. Come per *Petasina leucozona*, anche questo rappresenta un caso di

popolazione relitta, che ha trovato nel sito condizioni microclimatiche adatte alla sua sopravvivenza. La specie non ha nessun legame con l'ambiente ipogeo. La citazione di WAGNER (1932) per la Grotta di Otocco si riferisce probabilmente a nicchi fluitativi passivamente.

Categoria biospeleologica - troglösseno.

48) *Chilostoma illyricum illyricum* (Stabile, 1864)

[Figg. 80-81]

Helix umbilicata BRUMATI, 1838: 28.

Helix hispana PRADA, 1852: 48.

Campylaea umbilicaris, STOSSICH, 899: 24.

Campylaea planospira, STOSSICH, 1899: 25.

Campylaea planospira var. *istriana* STOSSICH, 1899: 25.

? *Campylaea istriana* var. *spelaea* STOSSICH, 1899: 25 "Forma più piccola, debolmente striata. Bassovizza in una grotta."

Campylaea planospira, WAGNER, 1932: 23 "(...)grotta di Otocco" [Grotta di Otocco (Crna jama), 80VG, 471SLO].

Campylaea planospira, COEN, MALARODA & PASA, 1950: 62.

? *Helicigona* cfr. *lapicida*, COEN, MALARODA & PASA, 1950: 62.

? *Chilostoma preslii*, COEN, MALARODA & PASA, 1950: 62.

Campylaea illyrica, ALZONA, 1971: 186.

Campylaea illyrica erjavecii, ALZONA, 1971: 187.

Helicigona (Chilostoma) illyrica, BOATO, BODON, GIOVANNELLI & MILDNER, 1987: 500.

Materiali esaminati – **Abisso di Gropada**, 54VG, 12-8-2000 (4 n); **Grotta dell'Alce**, 62VG, 28-8-2000 (3 n); **Grotta Noè**, 90VG, 15-4-2000 (2 n); **Grotta dell'Arco Naturale (Miškotova jama v Lokah)**, 168VG, 723SLO, 17-9-2000 (3 es); **Voragine di Ocisla (Beško – Ocizeljski sistem)**, 170VG, 1003SLO, 17-9-2000 (3 n); **Grotta Ziatich (Jama v Zjatih)**, 378VG, 2708SLO, 15-10-1999 (numerosi n, numerosi es); **Grotta Verde**, 851VG, 26-8-2000 (4 n, 3 es); **Grotta di Crogole**, 2716VG, 8-4-2000 (2 es); **Grotta dei Cacciatori**, 97VG, 21-4-2000 (4 n; 2 es); **Grotta della Neve**, 3468VG; 29-1-2000 (3 es); **Grotta dei Pisoliti**, 4203VG, 10-10-2000 (2 n, 3 es); **Grotta Gualtiero Savi**, 5730VG, 19-2-2000 (1 es).

Identificazione - Polmonato terrestre di medio-grandi dimensioni; spira da piatta a poco svolta; ultimo giro sensibilmente convesso; ombelico aperto; nicchio moderatamente robusto, bruno rossiccio con 1-2-bande laterali scure, ialino (se fresco); superficie con visibili strie radiali di accrescimento; stoma ovale; peristoma ispessito e marcatamente riflesso di colore biancastro.

Bibliografia - KERNEY, CAMERON & JUNGBLUTH, 1979; FALKNER, 1990.

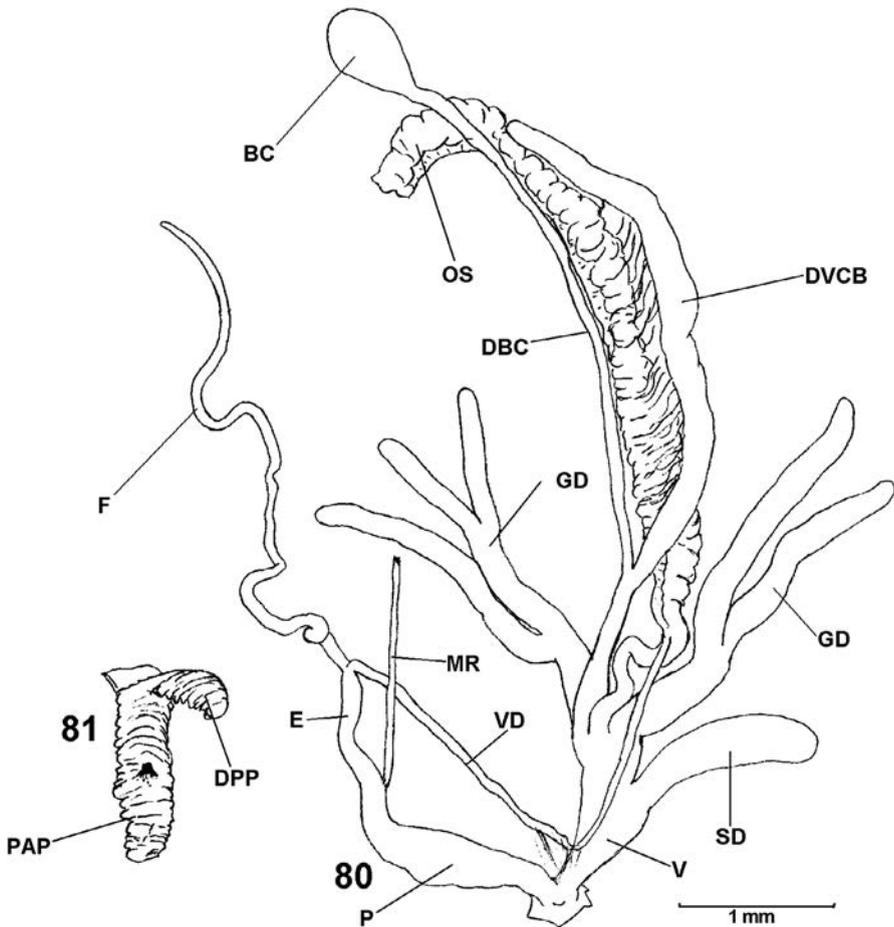
Geonemia - alpino orientale-dinarica.

Osservazioni tassonomiche - ALZONA (1971) elenca alcune sottospecie di *C. illyricum* la cui validità rimane da chiarire. STOSSICH (1899) descrive *Campylaea istriana*, entità di dubbia validità, accostabile a *Chilostoma (Liburnica) setosum* (Rossmässler, 1836) o a *Chilostoma illyricum istrianum* (Westerlund, 1889).

Risulta di difficile inquadramento la varietà *spleaea* di *Campylaea istriana*, descritta da STOSSICH (1899: 25) per una grotta a Basovizza (Trieste).

Osservazioni ecologiche - La specie è comune in tutta la provincia di Trieste, sia su suoli calcarei che marnoso-flyschoidi. Presenta una spiccata affinità per gli ambienti sciafili, essendo tuttavia comune anche in ambienti epigei misti di landa e boscaglia carsica. Si rinviene con regolarità nei primi antri delle cavità, talvolta anche in zona afotica, più spesso in zona liminare e subliminare. Gli esemplari in cavità sono stati rinvenuti vitali ed in accoppiamento anche in gennaio.

Categoria biospeleologica – subtrogloufilo.



Figg. 80-81, *Chilostoma illyricum illyricum* (Stabile, 1864). Grotta dei Cacciatori, 97VG, 21-4-2000. Genitali distali completi (80), papilla peniale (81) (dis. M. Bodon).

49) *Chilostoma lefeburianum* (Férussac, 1822)

[Figg. 82-84]

Helix hirsuta BRUMATI, 1838: 29.*Helix lefeburiana*, PRADA, 1852: 48.? *Campylaea Sadleriana*, STOSSICH, 1899: 25.? *Campylaea setigera*, STOSSICH, 1899: 26.*Campylaea Lefeburiana*, STOSSICH, 1899: 26.? *Campylaea sadleriana*, WAGNER, 1932: 23 "(...)grotta di Otocco" [Grotta di Otocco (Črna jama), 80VG, 471SLO].*Campylaea lefeburiana*, ALZONA, 1971: 189.? *Campylaea sadleriana*, ALZONA, 1971: 189.*Helicigona (Chilostoma) lefeburiana*, BOATO, BODON, GIOVANNELLI & MILDNER, 1987: 501.

Materiali esaminati – Grotta dell'Alce, 62VG, 26-8-2000 (4 es); Abisso Bonetti, 765VG, 10-6-2000 (numerosi es); Caverna Vergine, 1063VG, 9-9-2000 (numerosi es); Caverna Moser, 1096VG, 14-1-2000 (3 es); Grotta Valentina, 4237VG, 2-12-2000 (numerosi es); Grotta del Monte Querceto sull'Hermada, 4501VG, 16-3-2000 (numerosi es); Grotta Andrea (o presso il Lago di Doberdò), 4804VG, 16-5-2000 (numerosi es); Grotta Romana di S. Michele, 5331VG, 2-9-2000 (3es); Grotta dei Cacciatori, 97VG, 21-4-2000 (numerosi es).

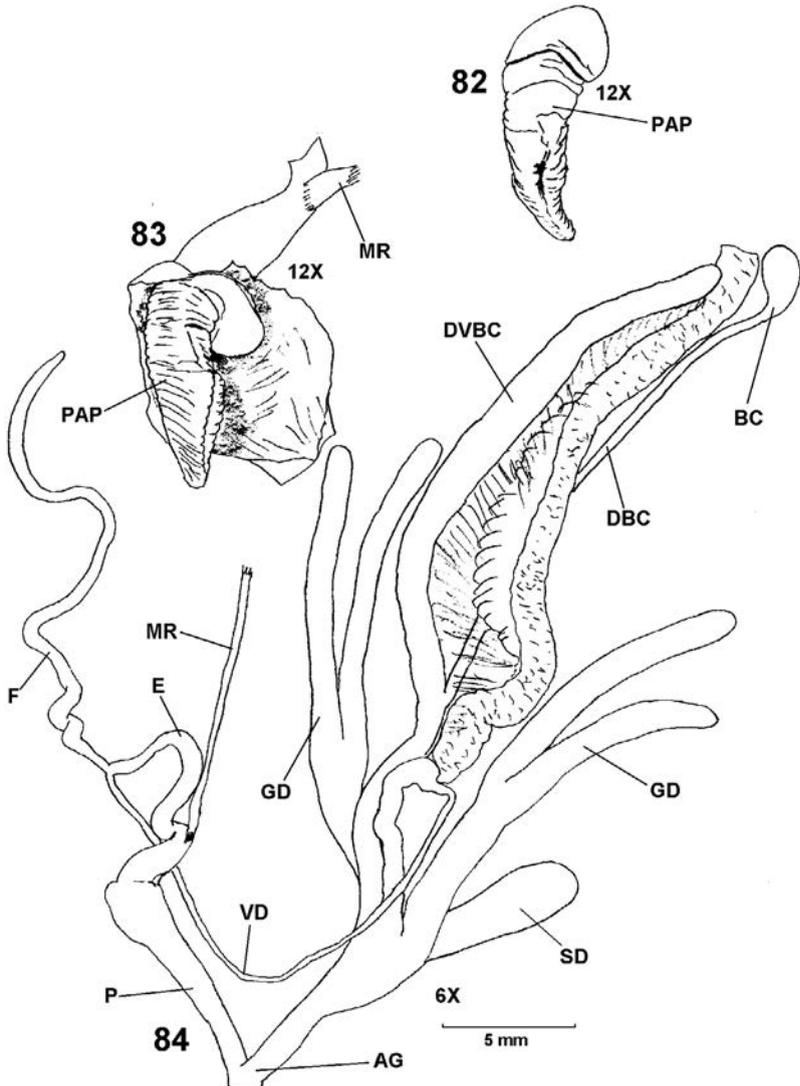
Identificazione - Polmonato terrestre di medio-grandi dimensioni; spira da piatta a poco svolta; ultimo giro sensibilmente convesso; ombelico aperto; nicchio moderatamente robusto, bruno rossiccio con 1-2-bande laterali scure; periostraco formante una folta peluria; superficie con marcate strie radiali di accrescimento; stoma ovale; peristoma ispessito e marcatamente riflesso di colore biancastro.

Bibliografia - JAECKEL et al., 1957.

Geonemia - endemica della piana dell'Isonzo e del Carso Triestino nord-occidentale.

Osservazioni tassonomiche - In seguito ai risultati delle indagini anatomiche, non risulta del tutto chiara l'appartenenza di *Chilostoma lefeburianum* al sottogenere *Faustina* Kobelt, 1904 (BODON et al., 1995). La specie tipo di *Faustina*, *Helix faustina* Rossmässler, 1835, è caratterizzata dalla presenza, alla base della papilla peniale, di un corpo accessorio (SHILEYKO, 1971: Fig. 3). In *C. lefeburianum*, la papilla peniale ha forma subconica con apice appuntito, superficie corrugata, e lo sbocco del dotto interno ha forma di breve fessura longitudinale (Figg. 82-84). Invece in *C. illyricum*, un'entità sicuramente appartenente al sottogenere *Faustina*, la papilla peniale assume una forma subcilindrica con apice tronco e lo sbocco è puntiforme o una breve fessura trasversale. Fra le due specie, differenze sostanziali caratterizzano la forma del corpo accessorio. Cilindrico, corrugato e di lunghezza da un terzo a poco oltre quella della papilla in *C. illyricum*, assume, in *C. lefeburianum*, forma lobata, appiattita a cuscinetto con superficie liscia, e lunghezza pari a circa 1/6 della papilla peniale. È comunque necessario verificare con cura questi caratteri nella specie tipo di *Faustina* e nelle altre specie di questo gruppo, prima di trarre conclusioni in merito all'appartenenza o meno di *C. lefeburianum* a questo sottogenere.

Osservazioni ecologiche - La specie è diffusa esclusivamente nella parte isontina del Carso Triestino ed in modo puntiforme nella parte occidentale dell'altopiano. La stazione più orientale è la **Grotta dell'Alce** (62VG) presso Gabrovizza (Sgonico, TS). *Chilostoma lefeburianum* è comune nei primi antri delle cavità, rinvenuto regolarmente anche nella zona afotica. Nella parte interna di alcune stazioni, (**Abisso Bonetti**, 765VG; **Grotta Andrea**, 4804VG) sono state rinvenute colonie di centinaia di esemplari. La specie, sebbene frequente anche in ambiente



Figg. 82-84, *Chilostoma lefeburianum* (Férussac, 1822). **Grotta Romana di S. Michele**, 5331VG, 2-9-2000. Papilla peniale (82-83), genitali distali completi (84) (dis. M. Bodon).

epigeo, presenta spiccata troglofilia, pur non essendo, apparentemente, caratterizzata da nessun adattamento morfologico per la vita ipogea. Durante il periodo invernale, la specie cessa ogni attività in superficie, mentre le popolazioni troglofile sono attive. In ambiente ipogeo sono stati registrati accoppiamenti nei mesi di dicembre e gennaio.

Categoria biospeleologica - subtroglofilo.

Genere *Cepaea* Held, 1837

50) *Cepaea nemoralis* (Linnaeus, 1758)

Helix nemoralis, BRUMATI, 1838: 25.

Helix nemoralis, PRADA, 1852: 48.

Tachea nemoralis, STOSSICH, 1899: 26.

Cepaea nemoralis, WAGNER, 1932: 23 "(...)grotta di Otocco" [Grotta di Otocco (Crna jama), 80VG, 471SLO].

Cepaea (Cepaea) nemoralis, BOATO, BODON, GIOVANNELLI & MILDNER, 1987: 504.

Materiali esaminati – **Grotta delle Torri di Slivia**, 39VG, 30-9-2001 (1 es); **Grotta Noè**, 90VG; 15-4-2000 (2 n); **Voragine di Ocisla (Beško - Ocizeljski sistem)**, 170VG, 1003SLO, 17-9-2000 (3 n, 2 es).

Identificazione - Polmonato terrestre di medie dimensioni; forma da globosa a subglobosa-conica; spira con 5-6 giri separati da una sutura moderatamente profonda; colorazione estremamente variabile, solitamente con più bande spirali scure; superficie esterna con fini striature di crescita radiali; stoma subobliquo; peristoma ispessito e moderatamente riflesso di colore scuro.

Bibliografia - KERNEY, CAMERON & JUNGBLUTH, 1979; SACCHI, 1981; CESARI & ORLANDINI, 1982; BOGON, 1990; FALKNER, 1990.

Geonemia - europea.

Osservazioni ecologiche - I siti di rinvenimento in cavità di *Cepaea nemoralis* non sono classificabili come ambiente ipogeo. Gli esemplari sono stati raccolti alla base degli ampi pozzi d'accesso delle tre stazioni, in zona fotica. La specie non ha alcun legame con l'ambiente ipogeo.

Categoria biospeleologica – troglosseno.

Genere *Helix* Held, 1837

51) *Helix pomatia* Linnaeus, 1758

Helix pomatia, BRUMATI, 1838: 21.

Helix pomatia, PRADA, 1852: 47.

Helicogena pomatia, STOSSICH, 1899: 29.

Helix pomatia, WAGNER, 1932: 23 "(...)grotta di Otocco" [Grotta di Otocco (Crna jama), 80VG, 471SLO].

Helix (Helix) pomatia, BOATO, BODON, GIOVANNELLI & MILDNER, 1987: 506.

Materiali esaminati – Voragine di Ocisla (Beško - Ocizeljski sistem), 170VG, 1003SLO, 17-9-2000 (3 n, 2 es).

Identificazione - Polmonato terrestre di grandi dimensioni; forma globoso-conica; nicchio solido; 4-5 giri separati da una marcata sutura; colore giallo-brunastro con 2-5 bande scure spirali; superficie esterna con strie di accrescimento radiali; stoma largo, da ovale a circolare; peristoma spesso e semplice.

Bibliografia: KERNEY, CAMERON & JUNGBLUTH, 1979; GROSSU, 1983; BOGON, 1990; FALKNER, 1990; BOLE, 1992.

Geonemia - europea centro-orientale.

Osservazioni ecologiche- La specie non è ecologicamente legata all'ambiente ipogeo. Le grandi dimensioni del pozzo d'accesso alla cavità (**Voragine di Ocisla**) permettono la vita delle piante superiori e quindi l'ambiente non è classificabile come sotterraneo. La presenza di *Helix pomatia* in questo sito è da porsi in relazione alle condizioni microclimatiche: umidità elevata e ridotta esposizione solare, confacenti all'ecologia della specie che è particolarmente comune in biotopi montani.

Categoria biospeleologica - trogllossenno.

Classe Bivalvia

Famiglia Sphaeriidae

Genere *Pisidium* C. Pfeiffer, 1821

52) *Pisidium amnicum* (O. F. Müller, 1774)

[Tav.10.1]

? *Sphaerium rivicola*, STOSSICH, 1899: 50.

Pisidium amnicum, STOSSICH, 1899: 51.

? *Sphaerium rivicola*, VALLE, 1911: 23 "(...)grotta di Trebiciano presso Trieste" [Grotta di Trebiciano, 17VG].

? *Sphaerium rivicola*, MÜLLER, 1926: 63 "(...)grotta di Trebiciano" [Grotta di Trebiciano, 17VG].

Pisidium amnicum, STOCH & DOLCE, 1984: 32 „(...)nella Caverna Lindner della Grotta di Trebiciano.“ [Grotta di Trebiciano, 17VG].

? *Sphaerium rivicola*, STOCH & DOLCE, 1984: 32 „(...)nella Caverna Lindner della Grotta di Trebiciano.“ [Grotta di Trebiciano, 17VG].

Pisidium amnicum, STOCH & DOLCE, 1994: 65 “Grotta di Trebiciano, 17VG” [Grotta di Trebiciano, 17VG].

Pisidium amnicum, COLLA, DE MATTIA, DOLCE & STOCH, 2000: 65 [Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko, 4737VG].

Materiali esaminati – Grotta di Trebiciano, 17VG, 18-3-2000 (numerose valve), 31-10-2000 (numerose valve); Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko, 4737VG, 25-3-2000 (numerose valve), 24-6-2000 (numerose valve).

Identificazione - Bivalve d'acqua dolce di piccole dimensioni; ovale, parte anteriore sensibilmente più lunga della posteriore; valve convesse; umboni larghi ma non prominenti; placca della cerniera robusta con denti cardinali grossi e ricurvi; superficie esterna con striature irregolari e profonde.

Bibliografia - ADAM, 1960; CASTAGNOLO & FRANCHINI, 1980; PIECHOCKI, 1989; FALKNER, 1990; BOLE, 1992; GLOER & MEIER-BROOK, 1994; GITTENBERGER et al., 1998; TURNER et al., 1998.

Geonemia - Oloartico.

Osservazioni ecologiche - In superficie colonizza fiumi, ruscelli, stagni e laghi, fino a circa 40 m di profondità, in acque dure. Durante i campionamenti sono stati rinvenuti solamente nicchi nelle posature della **Grotta di Trebiciano** (17VG) e della **Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko** (4737VG). In seguito al setaccio di sabbie prelevate in alcune zone del corso ipogeo del fiume, in entrambe le grotte, non è stato possibile trovare esemplari viventi. Non sono quindi disponibili ancora dati che confermino l'esistenza di popolazioni stigofile di questa specie. I nicchi rinvenuti nelle posature potrebbero anche avere origine superficiale ed essere successivamente fluitati dalla corrente lungo il corso ipogeo del fiume. Nelle posature è la specie di bivalve più abbondante.

Categoria biospeleologica – stigosseno.

53) *Pisidium casertanum* (Poli, 1791)

[Tav. 10.2]

? *Sphaerium rivicola*, STOSSICH, 1899: 50.

Pisidium fossarinum, STOSSICH, 1899: 51.

? *Sphaerium rivicola*, VALLE, 1911: 23 "(...)grotta di Trebiciano presso Trieste" [Grotta di Trebiciano, 17VG].

? *Sphaerium rivicola*, MÜLLER, 1926: 63 "(...)grotta di Trebiciano" [Grotta di Trebiciano, 17VG].

? *Sphaerium rivicola*, STOCH & DOLCE, 1984: 32 „(...)nella Caverna Lindner della Grotta di Trebiciano.“ [Grotta di Trebiciano, 17VG].

Pisidium sp., STOCH & DOLCE, 1994: 65 “Grotta di Trebiciano, 17VG” [Grotta di Trebiciano, 17VG].

Pisidium casertanum, COLLA, DE MATTIA, DOLCE & STOCH, 2000: 65 [Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko, 4737VG].

Materiali esaminati – **Grotta di Trebiciano**, 17VG, 18-3-2000 (numerose valve), 31-10-2000 (numerose valve); **Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko**, 4737VG, 25-3-2000 (numerose valve), 24-6-2000 (numerose valve).

Identificazione - Bivalve dulcicolo da piccole a molto piccole dimensioni, spesso e robusto; forma da ovale a subtriangolare, parte anteriore più lunga della posteriore; valve moderatamente convesse; placca della cerniera robusta, denti

cardinali lunghi e robusti; umboni larghi, non prominenti e rivolti all'indietro; superficie esterna con deboli strie disposte irregolarmente.

Bibliografia - ADAM, 1960; CASTAGNOLO & FRANCHINI, 1980; PIE-CHOCKI, 1989; FALKNER, 1990; BOLE, 1992; GLOER & MEIER-BROOK, 1994; GITTENBERGER *ET AL.*, 1998; TURNER et al., 1998.

Geonemia - cosmopolita.

Osservazioni ecologiche - In superficie è presente in una vasta gamma di ambienti: corsi d'acqua, torrenti, sorgenti e laghi. È quantitativamente la seconda specie di *Pisidium* per il Timavo sotterraneo. Come per *P. amnicum*, manca la conferma dell'esistenza di popolazioni stigofile causa il mancato rinvenimento di esemplari viventi lungo il corso ipogeo del fiume.

Categoria biospeleologica - stigosseno.

54) *Pisidium personatum* Malm, 1855
[Tav. 10.3; 10.4]

? *Sphaerium rivicola*, STOSSICH, 1899: 50.

? *Sphaerium rivicola*, VALLE, 1911: 23 "(...)grotta di Trebiciano presso Trieste" [Grotta di Trebiciano, 17VG].

? *Sphaerium rivicola*, MÜLLER, 1926: 63 "(...)grotta di Trebiciano" [Grotta di Trebiciano, 17VG].

? *Sphaerium rivicola*, STOCH & DOLCE, 1984: 32 „(...)nella Caverna Lindner della Grotta di Trebiciano.“ [Grotta di Trebiciano, 17VG].

Pisidium sp., STOCH & DOLCE, 1994: 65 "Grotta di Trebiciano, 17VG" [Grotta di Trebiciano, 17VG].

Pisidium personatum, COLLA, DE MATTIA, DOLCE & STOCH, 2000: 65 [Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko, 4737VG].

Materiali esaminati – **Grotta di Trebiciano**, 17VG, 18-3-2000 (3 valve), 31-10-2000 (2 valve); **Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko**, 4737VG, 25-3-2000 (7 valve), 24-6-2000 (6 valve).

Identificazione - Bivalve dulcicolo di piccole dimensioni; forma da ovale a bordi regolarmente arrotondati, parte anteriore più lunga della posteriore; valve moderatamente convesse; umboni non prominenti; placca della cerniera ben sviluppata; superficie esterna poco lucida finemente striata irregolarmente.

Bibliografia - ADAM, 1960; CASTAGNOLO & FRANCHINI, 1980; PIE-CHOCKI, 1989; BOLE, 1992; GLOER & MEIER-BROOK, 1994; GITTENBERGER et al., 1998; TURNER et al., 1998.

Geonemia - Euromediterranea, Nord Africa incluso.

Osservazioni ecologiche - La specie colonizza tutti gli ambienti acquidulci- coli, dai fiumi ai laghi, alle sorgenti. Rinvenuta esclusivamente nelle posature, in poche valve, è probabile una provenienza dal corso superiore del Timavo.

Categoria biospeleologica – stigosseno.

55) *Pisidium subtruncatum* Malm, 1855

[Tav. 10.5]

? *Sphaerium rivicola*, STOSSICH, 1899: 50.? *Sphaerium rivicola*, VALLE, 1911: 23 "(...)grotta di Trebiciano presso Trieste" [Grotta di Trebiciano, 17VG].? *Sphaerium rivicola*, MÜLLER, 1926: 63 "(...)grotta di Trebiciano" [Grotta di Trebiciano, 17VG].*Pisidium subtruncatum*, ALZONA, 1971: 239.? *Sphaerium rivicola*, STOCH & DOLCE, 1984: 32 „(...)nella Caverna Lindner della Grotta di Trebiciano.“ [Grotta di Trebiciano, 17VG].*Pisidium* sp., STOCH & DOLCE, 1994: 65 “Grotta di Trebiciano, 17VG” [Grotta di Trebiciano, 17VG].*Pisidium subtruncatum*, COLLA, DE MATTIA, DOLCE & STOCH, 2000: 65 [Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko, 4737VG].

Materiali esaminati – **Grotta di Trebiciano**, 17VG, 18-3-2000 (numerose valve), 31-10-2000 (numerose valve); **Grotta dell’Arco Naturale (Miskotova jama v Lokah)**, 168VG, 723SLO, 17-9-2000 (numerosi es); **Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko**, 4737VG, 25-3-2000 (numerose valve), 24-6-2000 (numerose valve).

Identificazione - Bivalve dulcicolo da piccole a molto piccole dimensioni; forma subtriangolare, parte anteriore sensibilmente più lunga della posteriore; valve moderatamente convesse; umboni prominenti; superficie esterna finemente striata.

Bibliografia - ADAM, 1960; CASTAGNOLO & FRANCHINI, 1980; PIECHOCKI, 1989; FALKNER, 1990; BOLE, 1992; GLOER & MEIER-BROOK, 1994; GITTEBERGER et al., 1998; TURNER et al., 1998.

Geonemia - oloartico.

Osservazioni ecologiche - Lungo il corso ipogeo del Timavo è stato rinvenuto esclusivamente nelle posature, in un discreto numero di nicchi, che comunque non confermano la presenza di esemplari viventi nel bacino del Timavo ipogeo. Numerosi esemplari viventi sono stati rinvenuti nelle pozze residue del torrente sotterraneo temporaneo della **Grotta dell’Arco Naturale** (168VG, 723SLO), in zona afotica. Gli esemplari sono stati osservati viventi, adagiati sul fondo delle pozze, prive di qualsiasi sedimento, sintopici con *Graziana pupula*.

Categoria biospeleologica – substigofilo.

7.1 - Segnalazioni storiche

Due specie di polmonati troglobi sono state più volte citate per cavità del Carso Triestino: *Zospeum lautum* (Frauenfeld, 1854) e *Spelaeodiscus hauffeni* (Schmidt, 1855). Le segnalazioni di questi due taxa risultano molto datate e le poche apparse recentemente riportano esclusivamente i dati storici non confermati (cfr. ALZONA, 1971; BOATO et al., 1987). Il presente studio è il primo tentativo di verifica dei dati bibliografici storici, ed i suoi risultati escludono (allo stato delle conoscenze) che queste due specie appartengano alla fauna italiana (BODON et al., 1995).

Classe Gastropoda**Famiglia Ellobiidae**Genere *Zospeum* Bourguignat, 185656) *Zospeum lautum* (Frauenfeld, 1854)

[Fig. 85; Tav. 10.6.]

Carychium lautum FRAUENFELD, 1854: 33.*Carychium lautum*, FREYER, 1855: 21.*Carychium lautum*, HAUFFEN, 1856b: 702 „Volzhja jama“ [? Grotta sul Monte Nanos, Slovenia].? *Zospeum lautum*, FRAUENFELD, 1856: 91 „Adelsberger Grotte“ [Grotte di Postumia (Jamski sistem Postojnska jama) 108VG, 747SLO].? *Zospeum lautum*, MARCHESETTI, 1890: 143 „Grotta dell’Orso di Gabrovizza“ [Grotta dell’Orso, 7VG].*Zospeum lautum*, HAMANN, 1896: 47.*Zospeum lautum*, PERKO, 1897b: 35 “(...)Grotta nell’Orto” [Grotta dell’ex Campo Profughi, 37VG].*Zospeum lautum*, VEIT, 1898: 22 “Pozzo Erebo (Prazna jama)” [Foiba di Opicina, 149VG].*Zospeum lautum*, STOSSICH, 1899: 41 “Nella grotta (...) di Prosecco, di Gabrovizza (...)” [?; (?) Grotta Ercole, 6VG].*Zospeum lautum*, BOATO, BODON, GIOVANNELLI & MILDNER, 1987: 439.

Identificazione - Polmonato terrestre di piccole dimensioni; nicchio ovoidale-fusiforme, sensibilmente ventroso; vitreo e traslucido (se fresco); giri convessi con fine striatura radiale e spirale; sutura profonda; stoma con lamella parietale superiore ed inferiore, dente peristomiale centrale, peristoma continuo, ingrossato e lievemente riflesso.

Bibliografia - FREYER, 1855; BOURGUIGNAT, 1856A; HAUFFEN, 1856B; BRUSINA, 1885; BOLE, 1974; BOLE, 1992; SLAPNIK, 1994.

Geonemia - endemico della Slovenia centro-meridionale.

Osservazioni tassonomiche - Sebbene convalidata da BOLE (1974) esclusivamente su base conchigliare, la validità di questo taxon deve ancora essere chiaramente dimostrata con ulteriori indagini tassonomiche. La morfologia del nicchio (Fig. 113) potrebbe far ricadere *Z. lautum* nel gruppo delle forme di *Z. spelaenum*. L’esame di materiale storico, determinato da Ljudevit Kuščer, conservati nelle Collezioni del Museo Civico di Storia Naturale di Trieste (Tav. 10.6) non ha fornito un contributo significativo alla risoluzione della questione sistematica.

Osservazioni ecologiche – Non è stato possibile verificare tutte le segnalazioni di *Z. lautum* per il Carso Triestino causa la mancanza di precise indicazioni sulla stazione di rinvenimento (cfr. STOSSICH, 1899) e/o dall’impossibilità d’accesso nelle cavità citate (cfr. MARCHESETTI, 1890 e PERKO, 1897b). Sia la **Grotta dell’ex Campo Profughi** (37VG) che la **Foiba di Opicina** (149VG) sono attualmente impraticabili causa la chiusura permanente degli accessi. Ad ogni modo, lo studio di un alto numero di cavità, distribuite uniformemente sul territorio, non ha consentito il rinvenimento di esemplari di *Zospeum* conchigliologicamente ascrivibili a *Z. lautum*, quindi risulta improbabile la sua presenza nel territorio. L’errata determinazione del materiale da parte degli autori storici, accompagnata

da una non chiara identità tassonomica della specie sono probabilmente responsabili del fatto che la specie di Frauenfeld sia stata citata più volte per la fauna del Carso Triestino (BODON et al., 1995).

Categoria biospeleologica - troglobio.

Famiglia Spelaeodiscidae

Genere *Spelaeodiscus* Brusina, 1866

57) *Spelaeodiscus hauffeni* (Schmidt, 1855)

[Figg. 86-87]

Helix hauffeni SCHMIDT, 1855: 3.

Patula hauffenii, STOSSICH, 1899: 22 “In una grotta presso Opcina fra il muschio”.

Patula Hauffenii, PERKO G. A., 1904: 80 „Caverna degli Orsi o del campo rosso presso Nabresina” [Grotta Pocala, 91VG].

Patula hauffenii, ANONIMO, 1905-1906: 66 “Voragine di Senadole” [Voragine di Senadole (Jama na Petniaku), 397VG, 952SLO]; “ (...)caverna degli Orsi (Podkala) presso Nabresina.” [Grotta Pocala, 91VG].

Patula hauffeni, MÜLLER, 1926: 63 “(...)caverne della Carniola”.

Spelaeodiscus hauffeni, ALZONA, 1971: 79 “Grotte del Carso”.

Spelaeodiscus hauffenii, BOATO, BODON, GIOVANNELLI & MILDNER, 1987: 458.

Identificazione - Polmonato terrestre di piccole/medie dimensioni, discoidale; 5-6 giri di spira regolari; superficie marcatamente costulata di colore bianco; stoma subcircolare; peristoma semplice.

Bibliografia - SCHMIDT, 1855; CROSSE, 1863; CLESSIN, 1887; BOLE, 1965b; GITTENBERGER, 1967a; GITTENBERGER, 1969; KERNEY, CAMERON & JUNGBLUTH, 1979; BOLE, 1992.

Geonemia - endemico della Slovenia centrale.

Osservazioni tassonomiche – Descrizioni della morfologia e dell’anatomia sono apparse più volte in bibliografia (Figg. 114 e 115).

Osservazioni ecologiche – La segnalazione di STOSSICH (1899) risulta poco attendibile dal fatto che, come sito di rinvenimento, l’autore indica i muschi presso l’entrata della cavità. Probabilmente Stossich rinvenne nicchi calcinati di *Discus rotundatus* (O. F. Müller, 1774), specie comune in Carso Triestino, che determinò erroneamente come *Spelaeodiscus hauffeni*. Più attendibili le segnalazioni per la **Grotta Pocala** (91VG) citate da PERKO (1904) e da una nota redazionale della rivista “Il Tourista”, redatta probabilmente dallo stesso Perko (ANONIMO, 1905-1906). In questa nota viene descritto l’aspetto del mollusco, mettendo in evidenza l’anoftalmia e la depigmentazione. Le approfondite ricerche condotte durante questo studio nella Grotta Pocala non hanno permesso il rinvenimento della specie. Questa cavità è stata in passato, e lo è attualmente, sede di scavi paleontologici ed archeologici. Probabilmente questo forte impatto antropico sulle condizioni ecologiche della grotta non sono state sopportate da *Spelaeodiscus hauffeni*, contrariamente a quanto esposto per *Z. spelaeum* (cfr. pag. 73), le quali hanno portato alla sua estinzione dal sito. L’attendibilità del dato riguardo la pre-

senza di questa specie in una unica cavità del Carso Triestino, è suffragata anche dal fatto che un fenomeno simile si riscontra anche per altri gruppi, come *Leptodirus hohenwarti* (Coleoptera) ed *Eupolybothrus obrovensis* (Chilopoda), pure presenti in Carso in singole stazioni.

Le ricerche condotte in tutte le altre cavità non hanno permesso il rinvenimento di *S. hauffeni*, che, allo stato delle conoscenze, è da considerarsi estraneo alla fauna italiana (BODON et al., 1995).

Categoria biospeleologica – troglobio.

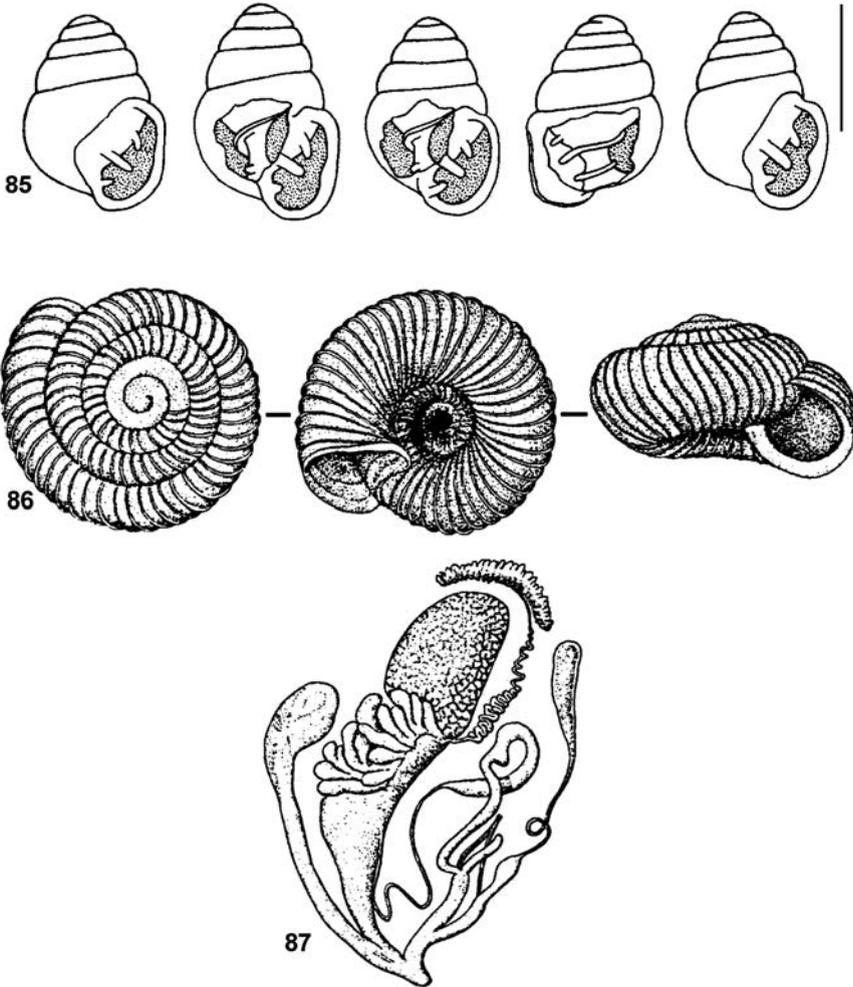
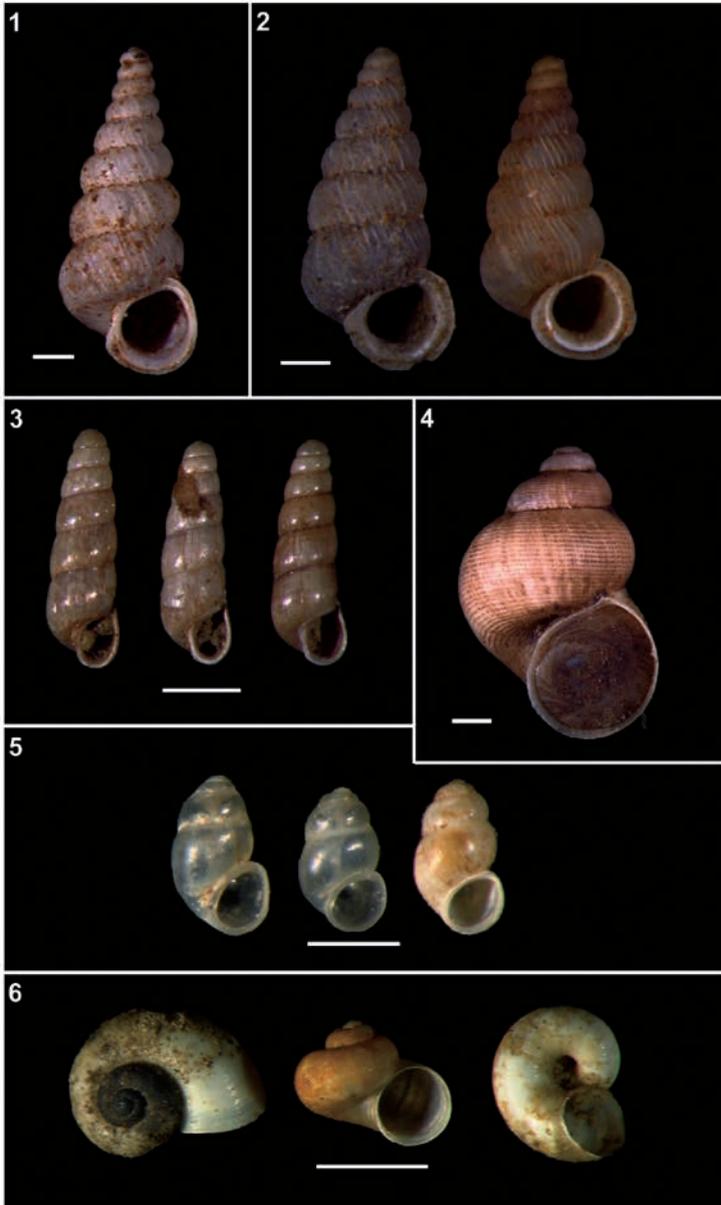


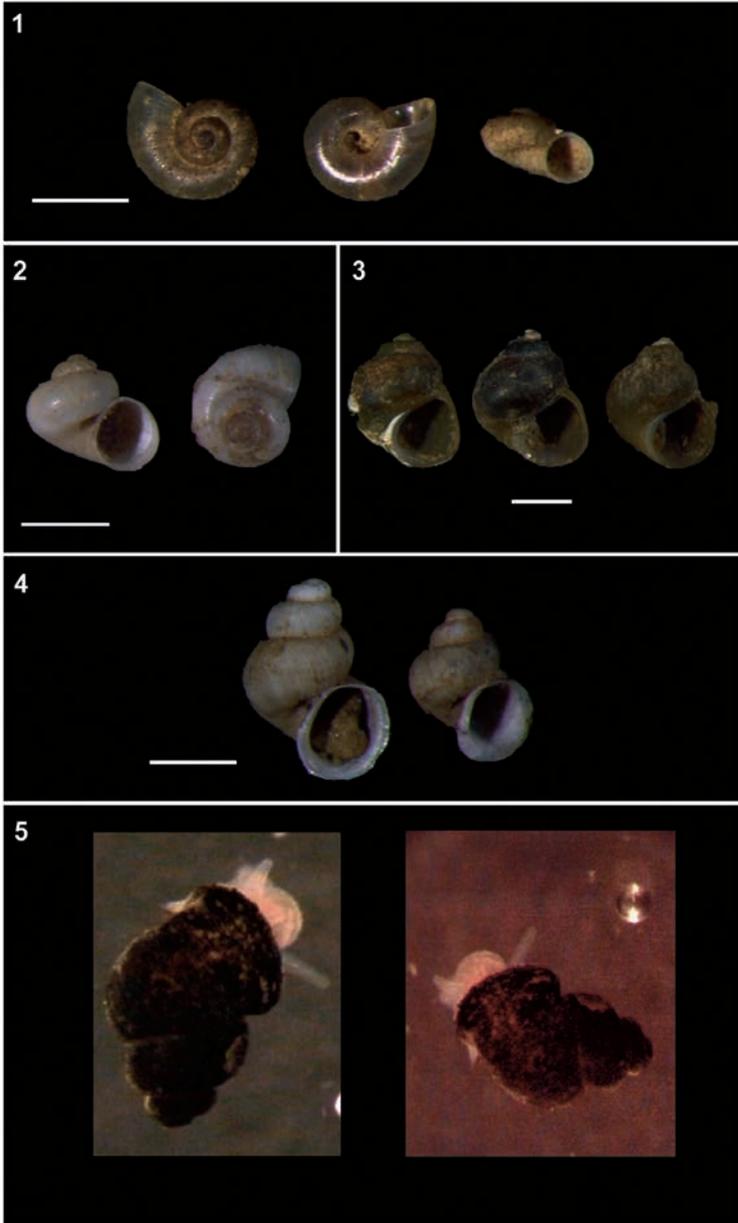
Fig. 85, *Zospeum lautum* (Frauenfeld, 1854). Jama pri Povodju (Slovenia). Nicchi (85) (da BOLE, 1974, modif.).
 Figg. 86-87, *Spelaodiscus hauffeni* (Schmidt, 1855). Jama Veliki kevdere pri Velike Lipljenie (Ljubljana, Slovenia). Nicchio (86), genitali distali completi (87) (da BOLE, 1965b, modificato).

TAV. 1

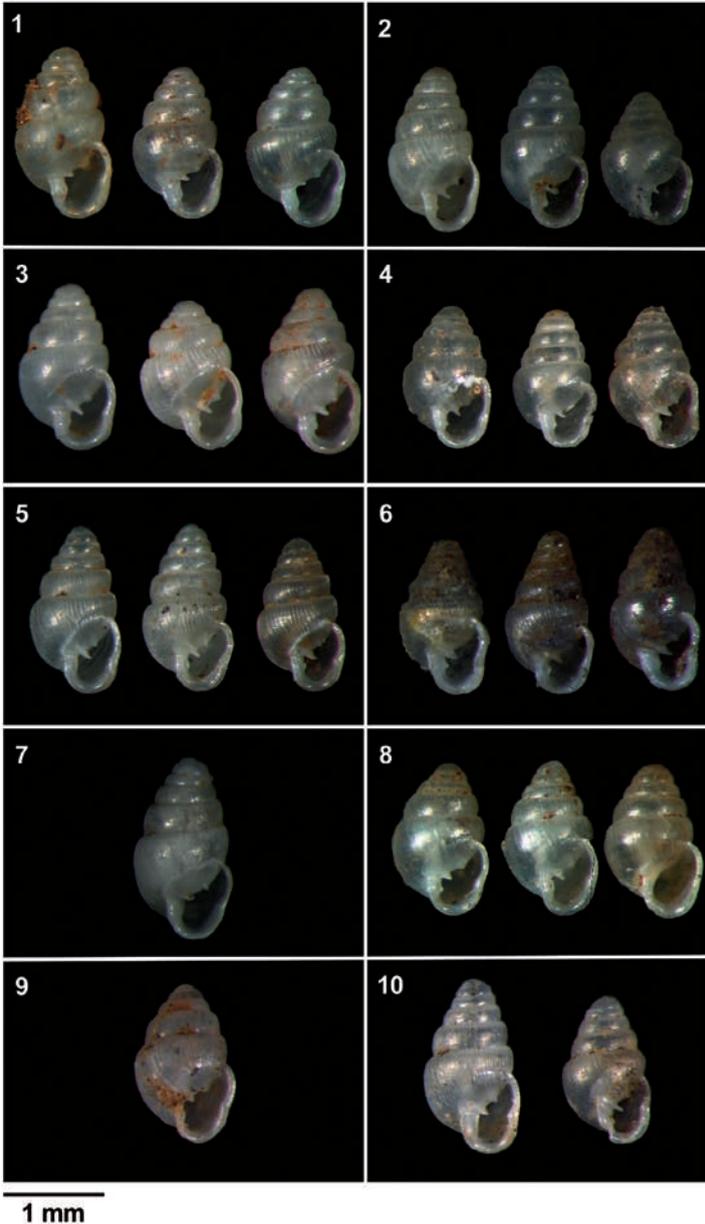


Tav. 1 – 1: *Cochlostoma tergestinum* (Westerlund, 1878); **Grotta della Neve**, 3468VG, 29-1-2000. 2: *Cochlostoma scalarinum* (Villa & Villa, 1841); **Grotta dell’Alce**, 68VG, 26-8-2000. 3: *Acicula lineolata banki* Boeters, Gittenberger & Subai, 1989; **Grotta dei Partigiani**, 3477VG, 3-3-2000. 4: *Pomatias elegans* (O. F. Müller, 1774); **Caverna Moser**, 1096VG, 14-1-2000. 5: *Graziana pupula* (Westerlund, 1886); **Grotta dell’Arco Naturale (Miskotova jama v Lokah)**, 168VG, 723SLO, 17-9-2000. 6: *Hauffenia subpiscinalis* (Kuščer, 1932); **Grotta di Trebiciano**, 17VG, 18-3-2000.

TAV. 2

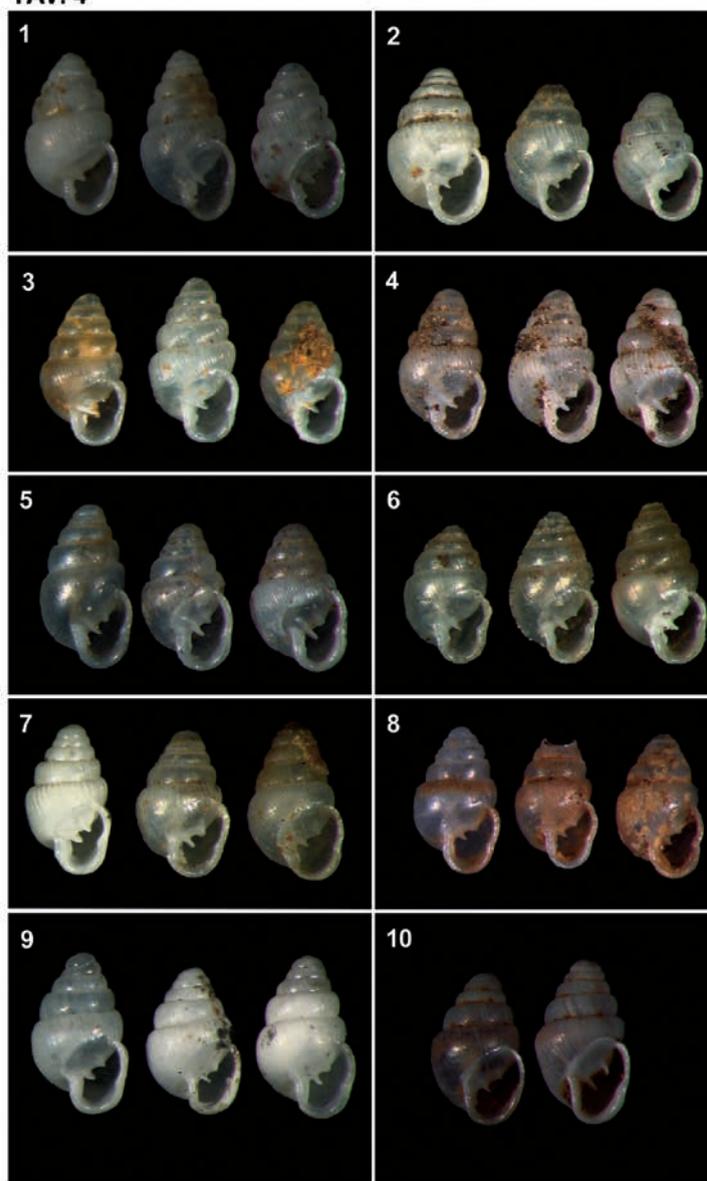


Tav. 2 – 1: *Hauffenia tellinii* (Pollonera, 1898); **Risorgive del Timavo**, 3919VG, 21-2-1999. 2: *Hauffenia subpiscinalis* (Kuščer, 1932); **Risorgive del Timavo**, 3919VG, 21-2-1999. 3: *Sadleriana fluminensis* (Küster, 1853); **Risorgive del Timavo**, 3919VG, 21-2-1999. 4: *Belgrandia stochi* (Bodon, Manganelli & Giusti, 1996); **Grotta di Trebiciano**, 17VG, 31-10-2000. 5: *Belgrandia stochi* (Bodon, Manganelli & Giusti, 1996); **Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko**, 4737VG, 24-6-2000.

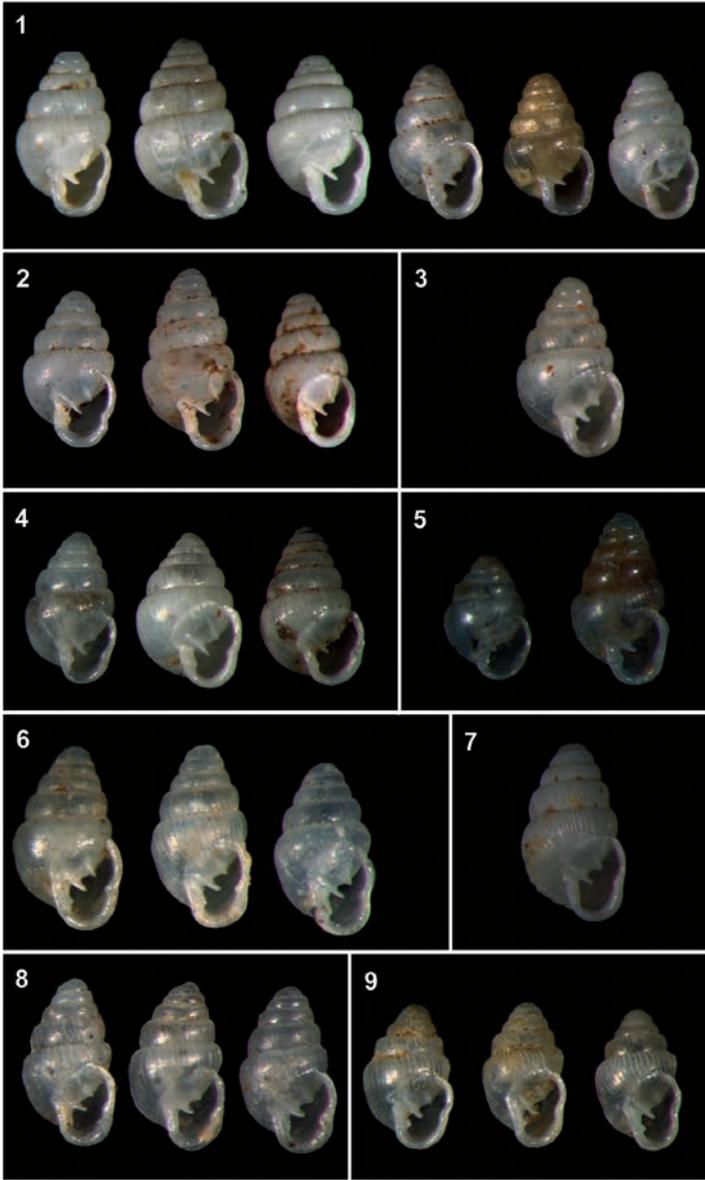
TAV. 3

Tav. 3 – *Zospeum spelaenum* (Rossmässler, 1839). 1: Grotta Romana di San Michele, 5331VG, 2-9-2000; 2: Grotta ad Est di San Martino del Carso, 4253VG, 2-9-2000; 3: Antro della Biscia Morta, 4266VG, 2-9-2000; 4: Abisso Bonetti, 765VG, 10-6-2000; 5: Grotta Valentina, 4237VG, 2-12-2000; 6: Grotta dei Cacciatori, 97VG, 21-4-2000; 7: Grotta Noè, 90VG, 5-12-1999; 8: Grotta delle Torri di Slivia, 39VG, 21-5-2000; 9: Abisso Martel, 144VG, 5-8-2000; 10: Grotta Pocala, 37VG, 16-12-1999.

TAV. 4

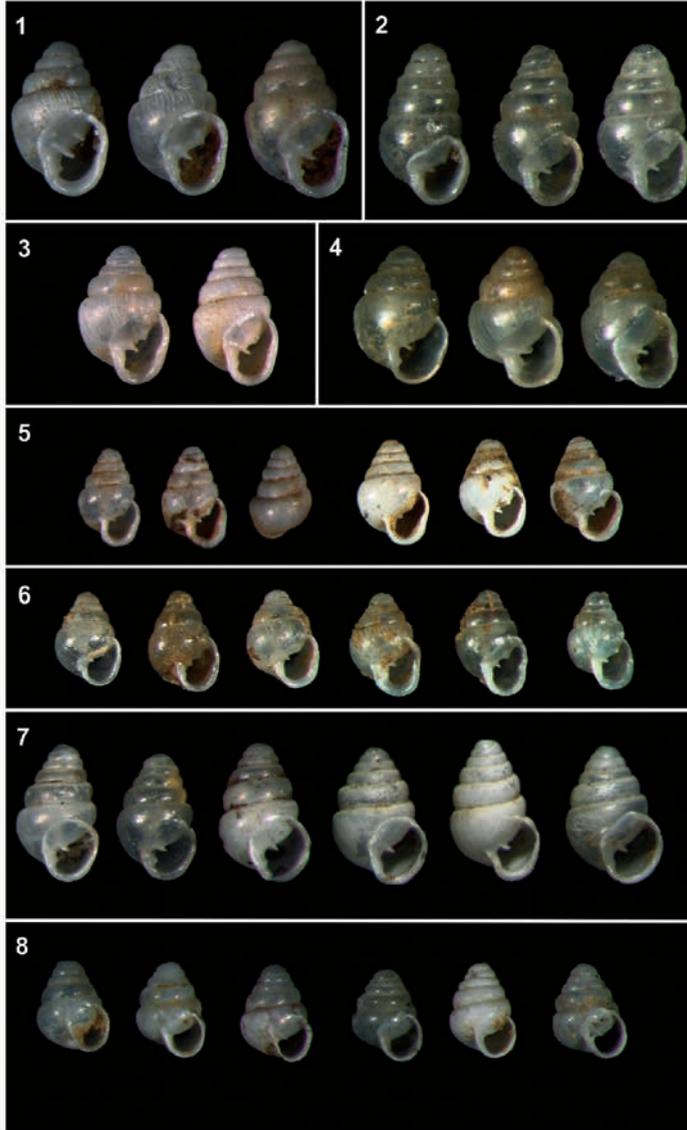


Tav. 4 – *Zospeum spelaicum* (Rossmässler, 1839). 1: Grotta dell'Acqua, 135VG, 14-1-2000; 2: Grotta di Ternovizza, 242VG, 4-12-1999; 3: Grotta delle Radici, 256VG, 14-1-2000; 4: Caverna Moser, 1096VG, 14-1-2000; 5: Grotta Nemez, 89VG, 8-1-2000; 6: Grotta Azzurra, 257VG, 22-9-1999; 7: Grotta dell'Alce, 62VG, 26-8-2000; 8: Grotta dell'Orso, 7VG, 23-9-1999; 9: Grotta Ercole o di Gabrovizza, 6VG, 6-11-1999; 10: Pozzo Rosiza, 2156VG, 11-11-2000.

TAV. 5**1 mm**

Tav. 5 – *Zospeum spelaum* (Rossmässler, 1839). 1: Grotta “12” di Padriciano, 12VG, 28-11-1999; 2: Grotta dei Partigiani, 3477VG, 3-3-2000; 3: Grotta Silvia Lauri, 4879VG, 5-2-2000; 4: Grotta Bac, 49VG, 16-3-2000; 5: Voragine di San Lorenzo, 294VG, 26-2-2000; 6: Grotta delle Gallerie, 420VG, 9-10-1999; 7: Grotta dei Pipistrelli della Rosandra, 2686VG, 9-10-1999; 8: Grotta di Crogole, 2716VG, 8-4-2000; 9: Grotta dell’Arco Naturale (Miskotova jama v Lokah), 168VG, 723SLO, 17-9-2000.

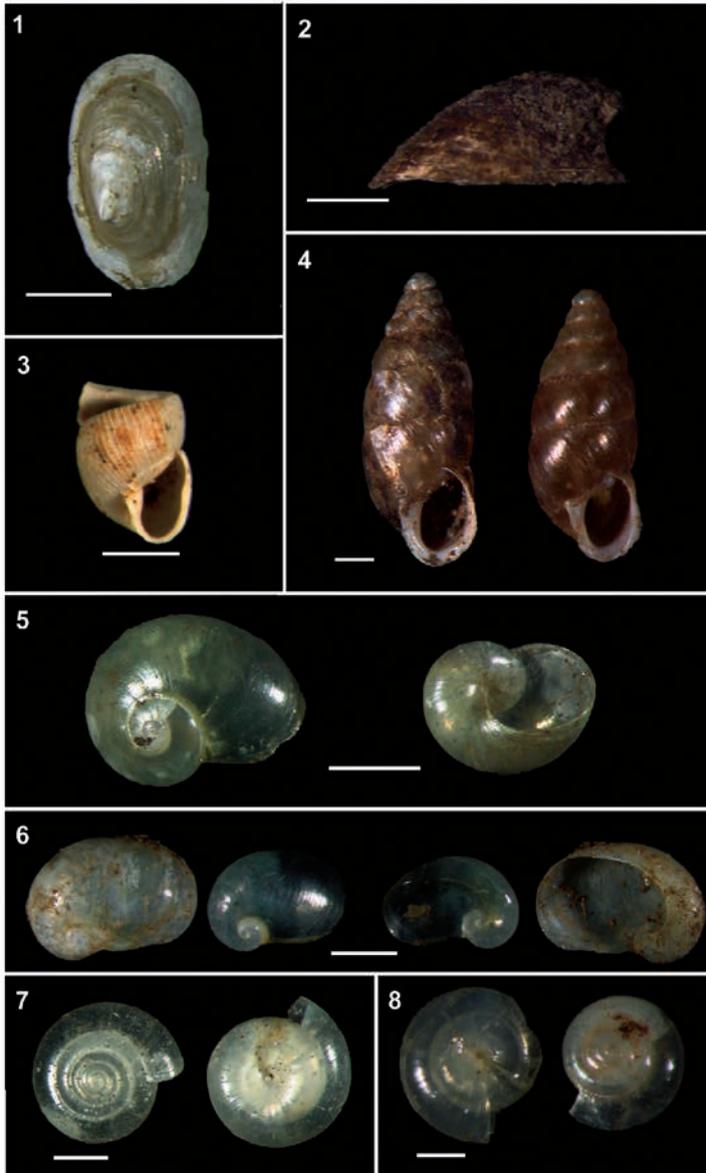
TAV. 6



1 mm

Tav. 6 – *Zospeum spelaum* (Rossmässler, 1839). 1: Voragine di Ocisla (Beško - Ocizeljski sistem), 170VG, 1003SLO, 17-9-2000; 2: Grotta di Gurian (Jama v Bukovniku), 319VG, 1382SLO; 15-7-2000; 3: Grotta Nuova di Villanova, 323Fr, 12-12-1999; 4: *Zospeum spelaum* "schmidti", esemplari raccolti da L. Kušcer nella "Pasica-Höhle", conservati al MCSNTS; 5: *Zospeum trebicianum* (Stossich, 1899); Grotta di Trebiciano, 17VG, 18-3-2000; 6: Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko, 4737VG, 25-3-2000; 7: *Zospeum kusceri* (Wagner, 1912); Grotta Bach (Stefakova pecina), 240VG, 1142SLO, 15-10-1999; 8: *Zospeum isselianum* Pollonera, 1887; Grotta Nuova di Villanova, 323Fr, 12-12-1999.

TAV. 7



Tav. 7 – 1: *Aceroloxus tetensi* (Kuščer, 1932); Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko, 4737VG, 25-3-2000. 2: *Ancylus fluviatilis* (O. F. Müller, 1774); Grotta di Trebiciano, 17VG, 18-3-2000. 3: *Agardhiella truncatella truncatella* (Pfeiffer, 1841); Grotta dei Partigiani, 3477VG, 3-3-2000. 4: *Ena obscura* (O. F. Müller, 1774); Caverna a Sud di Padriciano, 3680VG, 3-3-2000. 5: *Semilimacella carniolica* (Boettger, 1884); Grotta del Monte Querceto sull’Hermada, 4501VG, 16-3-2000. 6: *Vitrinobrachium breve* (Férussac, 1821); Grotta delle Torri di Slivia, 39VG, 21-5-2000 (6 n), 30-9-2001. 7: *Vitrea* cfr. *subrimata* (Reinhardt, 1871); Grotta dei Pipistrelli della Rosandra, 2686VG, 9-10-1999; 8: *Voragine* di San Lorenzo, 294VG, 26-2-2000.

TAV. 8



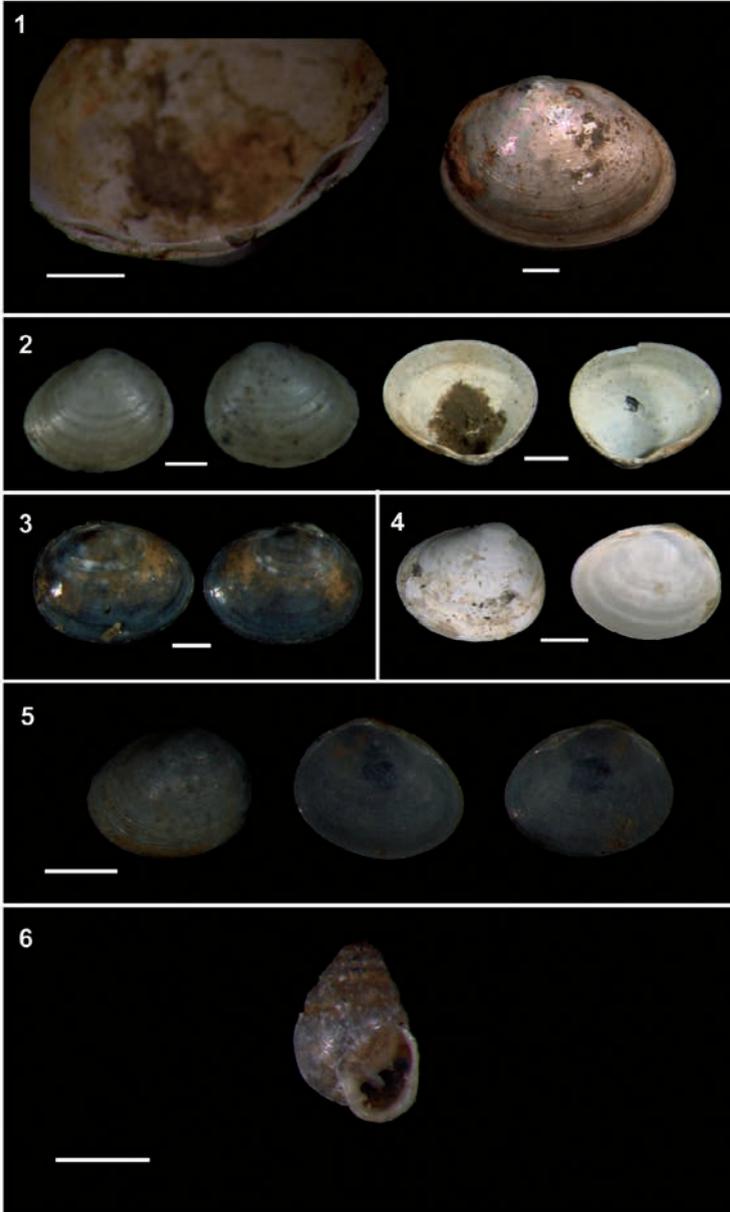
Tav. 8 – 1: *Aegopinella nitens* (Férussac, 1822); Grotta ad Est di S. Martino del Carso, 4253VG, 2-9-2000. 2: *Oxychilus draparnaudi* (Beck, 1837); Grotta Valentina, 4237VG, 2-12-2000; 3: Caverna a Sud di Padriciano, 3680VG, 3-3-2000. 4: *Oxychilus mortilleti* (Pfeiffer, 1859); Grotta Valentina, 4237VG, 2-12-2000. 5: *Tandonia* sp., limacella, Pozzo Ricovero presso Jamiano, 1074VG, 16-12-2000.

TAV. 9

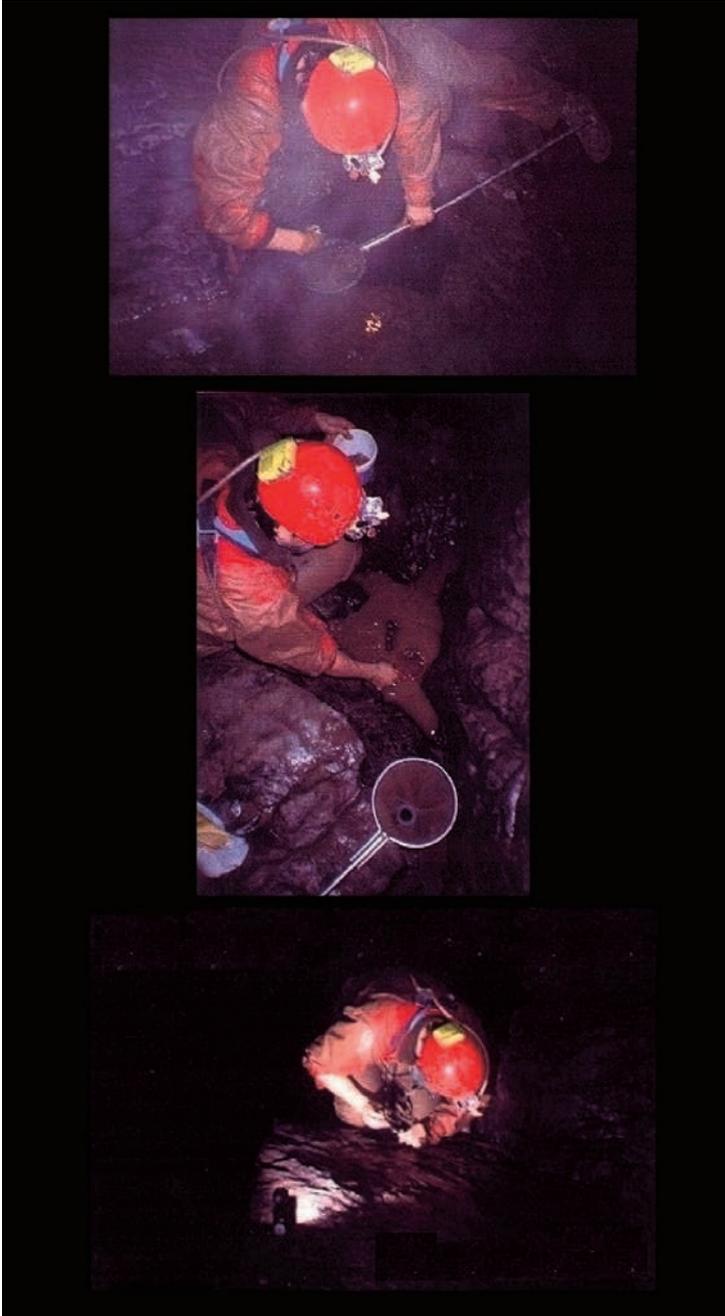


Tav. 9 – 1: *Limax* cfr. *bielzi* Siebert, 1873; limacelle, **Grotta dei Partigiani**, 3477VG, 3-3-2000. 2: *Cecilioides* (*Cecilioides*) *acicula* (O. F. Müller, 1774); **Grotta Gualtiero Savi**, 5730VG, 19-2-2000. 3: *Ruthenica filograna* (Rossmässler, 1836); **Abisso Bonetti**, 765VG, 10-6-2000. 4: *Petasina* (*Edentiella*) *leucozona* (Pfeiffer, 1828); **Grotta del Monte Querceto sull’Hermada**, 4501VG, 16-3-2000. 5: *Hygromia cinctella* (Draparnaud, 1801); **Abisso Bonetti**, 765VG, 10-6-2000. 6: *Monachoides incarnata* (O. F. Müller, 1774); **Grotta delle Torri di Slivia**, 39VG, 21-5-2000. 7: *Helicodonta obvolvata* (O. F. Müller, 1774); **Grotta dell’Acqua o di Boriano**, 135VG, 14-1-2000. 8: *Chilostoma* (*Kosicia*) *intermedia* (Férussac, 1821); **Grotta Noè**, 90VG, 15-4-2000.

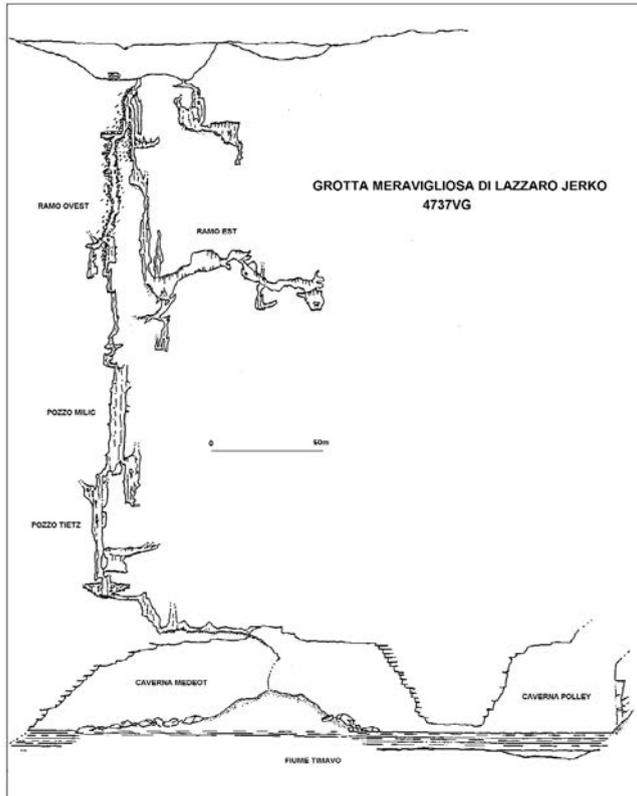
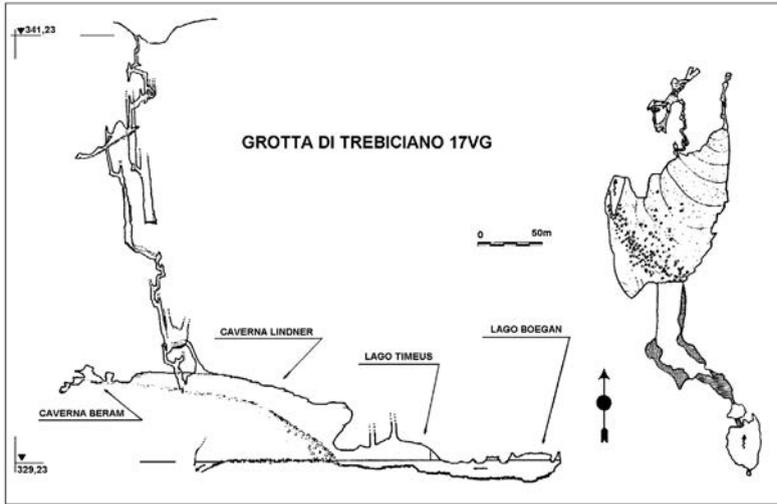
TAV. 10



Tav. 10 – 1: *Pisidium amnicum* (O. F. Müller, 1774); **Grotta di Trebiciano**, 17VG, 18-3-2000. 2: *Pisidium casertanum* (Poli, 1791); **Grotta di Trebiciano**, 17VG, 18-3-2000. 3: *Pisidium personatum* Malm, 1855; **Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko**, 4737VG, 25-3-2000. 4-5: *Pisidium subtruncatum* Malm, 1855; **Grotta dell'Arco Naturale (Miskotova jama v Lokah)**, 168VG, 723SLO, 17-9-2000. 6: *Zospeum lautum* (Frauenfeld, 1854); Esemplare raccolto da L. Kuščer nella "Görzhaher Grotte", conservati al MCSNTS.



Tav. 11 – Immagini dei campionamenti eseguiti nella **Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko**, 4737VG, 25-3-2000, nella Caverna Medeot a 290 m sotto il piano di campagna.



Tavv. 12-13 – Rilievi della Grotta di Trebiciano, 17VG e della Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko, 4737VG.

8. - Discussione

8.1 - Catalogo topografico delle specie

Le specie di molluschi raccolte nella cavità del Carso Triestino (e in alcune aree limitrofe) sono 55: 42 terrestri (76,3%) e 13 dulcicole (23,7%). In Tab. 3 viene fornita la lista topografica delle specie rinvenute per ogni cavità.

NUMERO	GROTTA	CATASTO	SPECIE
1	Grotta Romana di S. Michele del Carso	5331 VG	<i>Zospeum spelaeum</i> , <i>Arion subfuscus</i> , <i>Chilostoma lefeburianum</i>
2	Grotta ad Est di S. Martino del Carso (Grotta Due Piani)	4253 VG	<i>Pomatias elegans</i> , <i>Zospeum spelaeum</i> , <i>Aegopinella nitens</i> , <i>Limax</i> cfr. <i>bielzi</i> , <i>Poiretia cornea</i> , <i>Cochlodina costata curta</i> , <i>Hygromia cinctella</i>
3	Antro della Biscia Morta	4266 VG	<i>Zospeum spelaeum</i> , <i>Hygromia cinctella</i>
4	Abisso Samar di Ricky	5540 VG	<i>Deroceras klemmi</i>
5	Abisso Bonetti	765 VG	<i>Cochlostoma scalarinum</i> , <i>Zospeum spelaeum</i> , <i>Poiretia cornea</i> , <i>Cochlodina costata curta</i> , <i>Ruthenica filograna</i> , <i>Hygromia cinctella</i> , <i>Chilostoma lefeburianum</i>
6	Grotta presso Jamiano	221 VG	<i>Limax</i> cfr. <i>bielzi</i>
7	Pozzo Ricovero presso Jamiano	1074 VG	<i>Tandonia</i> sp., <i>Limax</i> cfr. <i>bielzi</i>
8	Grotta Andrea (presso il Lago di Doberdò)	4804 VG	<i>Hauffenia subpiscinalis</i> , <i>Limax</i> cfr. <i>bielzi</i> , <i>Chilostoma lefeburianum</i>
9	Caverna Vergine	1063 VG	<i>Chilostoma lefeburianum</i>
10	Risorgive del Timavo	3919 VG	<i>Hadziella</i> cfr. <i>ephippiostoma</i> , <i>Hauffenia subpiscinalis</i> , <i>Hauffenia tellinii</i> , <i>Sadleriana fluminensis</i> , <i>Belgrandia stochi</i> , <i>Acroloxus tetensi</i> , <i>Ancylus fluviatilis</i>
11	Grotta del Monte Querceto (Grotta sul Monte Hermada)	4501 VG	<i>Semilimacella carniolica</i> , <i>Vitrinobrachium breve</i> , <i>Vitrea</i> cfr. <i>subrimata</i> , <i>Aegopinella nitens</i> , <i>Oxychilus draparnaudi</i> , <i>Poiretia cornea</i> , <i>Petasina leucozona</i> , <i>Chilostoma lefeburianum</i>
12	Grotta Valentina (a sud del Monte Straza)	4237 VG	<i>Zospeum spelaeum</i> , <i>Oxychilus mortilleti</i> , <i>Oxychilus draparnaudi</i> , <i>Chilostoma lefeburianum</i>
13	Grotta dei Cacciatori	97VG	<i>Zospeum spelaeum</i> , <i>Vitrinobrachium breve</i> , <i>Chilostoma lefeburianum</i>
14	Grotta Federico Lindner	3988 VG	<i>Zospeum spelaeum</i>
15	Grotta Natale (Grotta a NE di Aurisina)	2743 VG	<i>Zospeum spelaeum</i>
16	Grotta delle Torri di Slivia	39 VG	<i>Zospeum spelaeum</i> , <i>Vitrinobrachium breve</i> , <i>Oxychilus draparnaudi</i> , <i>Hygromia cinctella</i> , <i>Cernuella neglecta</i> , <i>Monachoides incarnata</i> , <i>Cepaea nemoralis</i>
17	Caverna Pocala	91 VG	<i>Zospeum spelaeum</i> , <i>Vitrea</i> cfr. <i>subrimata</i> , <i>Oxychilus draparnaudi</i>
18	Grotta dell'Acqua (o dei Partigiani)	135 VG	<i>Pomatias elegans</i> , <i>Zospeum spelaeum</i> , <i>Monacha cartusiana</i> , <i>Helicodonta obvoluta</i>
19	Grotta Nemez	89 VG	<i>Zospeum spelaeum</i>
20	Grotta di Ternovizza	242 VG	<i>Zospeum spelaeum</i>
21	Grotta Noè	90 VG	<i>Zospeum spelaeum</i> , <i>Monachoides incarnata</i> , <i>Chilostoma intermedium</i> , <i>Chilostoma illyricum</i> , <i>Cepaea nemoralis</i>

NUMERO	GROTTA	CATASTO	SPECIE
22	Grotta della Radici	256 VG	<i>Pomatias elegans</i> , <i>Zospeum spelaeum</i>
23	Caverna Moser	1096 VG	<i>Pomatia elegans</i> , <i>Zospeum spelaeum</i> , <i>Oxychilus draparnaudi</i> , <i>Chilostoma lefeburianum</i>
24	Grotta Azzurra	257 VG	<i>Zospeum spelaeum</i> , <i>Oxychilus draparnaudi</i>
25	Grotta Cosmini	561 VG	In questa cavità non sono stati rinvenuti molluschi
26	Grotta dell'Alce	62 VG	<i>Cochlostoma scalarinum</i> , <i>Pomatias elegans</i> , <i>Zospeum spelaeum</i> , <i>Oxychilus draparnaudi</i> , <i>Limax</i> cfr. <i>bielzi</i> , <i>Testacella scutulum</i> , <i>Chilostoma illyricum</i> <i>illyricum</i> , <i>Chilostoma lefeburianum</i>
27	Grotta Verde	851 VG	<i>Zospeum spelaeum</i> , <i>Oxychilus draparnaudi</i> , <i>Cochlodina costata curta</i> , <i>Chilostoma illyricum</i> <i>illyricum</i>
28	Grotta dell'Orso	7 VG	<i>Zospeum spelaeum</i>
29	Pozzo Rosiza (Skarica)	2156 VG	<i>Zospeum spelaeum</i>
30	Grotta Ercole (o di Gabrovizza)	6 VG	<i>Zospeum spelaeum</i> , <i>Hygromia cinctella</i>
31	Abisso Martel	144 VG	<i>Zospeum spelaeum</i>
32	Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko	4737 VG	<i>Hauffenia subpiscinalis</i> , <i>Belgrandia stochi</i> , <i>Zospeum trebicianum</i> , <i>Acroloxus tetensi</i> , <i>Ancylus fluviatilis</i> , <i>Pisidium amnicum</i> , <i>Pisidium casertanum</i> , <i>Pisidium persontum</i> , <i>Pisidium subtruncatum</i>
33	Grotta dei Pisoliti	4203 VG	<i>Pomatias elegans</i> , <i>Zospeum spelaeum</i> , <i>Chilostoma illyricum</i> <i>illyricum</i>
34	Grotta di Trebiciano	17 VG	<i>Hauffenia subpiscinalis</i> , <i>Belgrandia stochi</i> , <i>Zospeum trebicianum</i> , <i>Acroloxus tetensi</i> , <i>Ancylus fluviatilis</i> , <i>Pisidium amnicum</i> , <i>Pisidium casertanum</i> , <i>Pisidium persontum</i> , <i>Pisidium subtruncatum</i>
35	Grotta del Monte dei Pini	2945 VG	In questa cavità non sono stati rinvenuti molluschi
36	Abisso di Gropada	54 VG	<i>Cochlostoma tergestinum</i> , <i>Granaria illyrica</i> , <i>Cochlodina costata curta</i> , <i>Ruthenica filograna</i> , <i>Chilostoma illyricum</i> <i>illyricum</i>
37	Caverna a Sud di Padriciano	3680 VG	<i>Cochlostoma tergestinum</i> , <i>Ena obscura</i> , <i>Oxychilus draparnaudi</i> , <i>Poiretia cornea</i> , <i>Hygromia cinctella</i>
38	Grotta di Padriciano	12 VG	<i>Zospeum spelaeum</i> , <i>Vitrinobrachium breve</i> , <i>Oxychilus draparnaudi</i>
39	Grotta dei Partigiani	3477VG	<i>Zospeum spelaeum</i> , <i>Acicula lineolata banki</i> , <i>Agardiella truncatella truncatella</i> , <i>Vitrea</i> cfr. <i>subrimata</i> , <i>Oxychilus draparnaudi</i> , <i>Limax</i> cfr. <i>bielzi</i> , <i>Poiretia cornea</i>
40	Grotta Silvia Lauri	4879 VG	<i>Zospeum spelaeum</i>
41	Grotta della Neve	3468 VG	<i>Cochlostoma tergestinum</i> , <i>Granaria illyrica</i> , <i>Limax</i> cfr. <i>bielzi</i> , <i>Chilostoma illyricum</i> <i>illyricum</i>
42	Grotta nel Bosco dei Pini	18 VG	<i>Deroceras klemmi</i>
43	Grotta Claudio Skilan	5720 VG	In questa cavità non sono stati rinvenuti molluschi
44	Grotta Bac	49 VG	<i>Zospeum spelaeum</i>
45	Voragine di San Lorenzo	294 VG	<i>Cochlostoma tergestinum</i> , <i>Pomatias elegans</i> , <i>Zospeum spelaeum</i> , <i>Vitrea</i> cfr. <i>subrimata</i>

NUMERO	GROTTA	CATASTO	SPECIE
46	Grotta di San Lorenzo	605 VG	In questa cavità non sono stati rinvenuti molluschi
47	Grotta delle Gallerie	420 VG	<i>Zospeum spelaeum</i>
48	Grotta Gualtiero Savi	5730 VG	<i>Ceciliolides acicula</i> , <i>Chilostoma illyricum illyricum</i>
49	Grotta dei Pipistrelli	2686 VG	<i>Zospeum spelaeum</i> , <i>Vitrea cfr. subrimata</i>
50	Fessura del Vento	4139 VG	In questa cavità non sono stati rinvenuti molluschi
51	Grotta di Crogole	2716 VG	<i>Zospeum spelaeum</i> , <i>Chilostoma illyricum illyricum</i>
52	Grotta di Gurian (Jama v Bukovniku)	319 VG (1382 SLO)	<i>Zospeum spelaeum</i>
53	Grotta Bach (Stefakova pecina)	240 VG (1142 SLO)	<i>Zospeum kusceri</i>
54	Caverna Ziatich (Jama v Zjatih)	378 VG (2708 SLO)	<i>Aegopis croaticus</i> , <i>Chilostoma illyricum illyricum</i>
55	Grotta dell'Arco Naturale (Miskotova jama v Lokah)	168 VG (723 SLO)	<i>Graziana pupula</i> , <i>Zospeum spelaeum</i> , <i>Aegopis verticillus</i> , <i>Monachoides incarnata</i> , <i>Chilostoma illyricum illyricum</i> , <i>Pisidium personatum</i>
56	Voragine di Ocisla (Beško - Ocizeljski sistem)	170 VG (1003 SLO)	<i>Cochlostoma tergestinum</i> , <i>Pomatias elegans</i> , <i>Iglica forumjuliana</i> , <i>Carychium tridentatum</i> , <i>Zospeum spelaeum</i> , <i>Pagodulina pagodula</i> , <i>Granaria illyrica</i> , <i>Aegopis verticillus</i> , <i>Oxychilus draparnaudi</i> , <i>Cochlodina laminata inaequalis</i> , <i>Cochlodina triloba</i> , <i>Monachoides incarnata</i> , <i>Helicodonta obvoluta</i> , <i>Chilostoma illyricum illyricum</i> , <i>Cepaea nemoralis</i> , <i>Helix pomatia</i>

Tab. 3 - Catalogo topografico delle specie

BOATO et al. (1987) citano per il Carso Triestino 137 specie terrestri; quindi poco meno di un terzo di queste (30,6%) sono state rinvenute nelle cavità carsiche. Ulteriori indagini in un maggior numero di cavità possono condurre ad un aumento di questa percentuale.

8.2 – Tassonomia

In seguito all'esame delle popolazioni sono stati ottenuti dei risultati di particolare interesse tassonomico, che richiederanno un approfondimento che sarà affrontato in pubblicazioni specializzate. Dalle prime osservazioni emergono alcune importanti novità sistematiche che contribuiscono al miglioramento delle conoscenze sulla malacofauna sotterranea delle aree carsiche dell'Italia nordorientale. Se si escludono sporadici contributi (GROSSU, 1972; BOATO et al., 1987) i pochi lavori sulla malacofauna carsica sono caratterizzati da un approccio tassonomico esclusivamente conchigliare (cfr. STOSSICH, 1899; WAGNER, 1932). Questo approccio non permette un'indagine biogeografica che possa dare risultati significativi, non garantendo l'attendibilità delle determinazioni, andando perciò ad inficiare lo spettro corologico del popolamento. L'utilizzo comparato dei caratteri conchigliari ed anatomici ha permesso, in particolar modo per gruppi di specie conchigliologicamente simili, di stilare una lista faunistica fondata su taxa per la maggior parte dei casi ben definiti.

Il rinvenimento di esemplari viventi di *Belgrandia stochi* ha permesso un'inquadramento generico basato su caratteri più significativi della morfologia del nicchio, con importanti risvolti circa la filogenesi. Considerando la corologia del genere, risulta oramai plausibile un'origine marina del gruppo. I progenitori, probabilmente presenti nelle vicine zone costiere, colonizzarono i nuovi ambienti fluviali tramite i reticoli idrografici che si andavano formando.

Per due specie di *Zospeum*: *Z. spelaenum* e *Z. trebicianum*, questo è il primo tentativo di analisi comparata dei caratteri morfologici ed anatomici fra popolazioni di diversa provenienza. La sistematica di questo genere è basata esclusivamente su caratteri conchigliari, che hanno contribuito, grazie all'estrema variabilità del nicchio, al fiorire di una ricca nomenclatura, spesso non giustificabile. L'indagine anatomica di più esemplari di diversa provenienza ha contribuito a rafforzare l'opinione che una suddivisione sottospecifica di *Zospeum spelaenum* sia alquanto aleatoria. La costanza delle caratteristiche anatomiche in esemplari di diversa provenienza (anche centinaia di km) dalla morfologia conchigliare sensibilmente differente contribuisce ad una visione "lumper" dell'argomento. *Z. trebicianum* presenta alcune differenze anatomiche rispetto al congenerico *Z. spelaenum* (zona d'attacco della bursa copulatrice e dimensioni della vescicola seminale). In luce di quanto esposto, piccole differenze anatomiche (sommate a quelle del nicchio) possono acquisire un peso tassonomico tale da giustificare la convalidazione del taxon di Stossich, ritenendolo bona specie e non sinonimo juniore di *Z. spelaenum*. Sono necessarie però ulteriori indagini su un numero maggiore di campioni, mantenendo omogeneità nelle metodologie "classiche" ed introducendo possibilmente nuovi approcci d'indagine possibilmente a livello molecolare.

Molti gruppi di molluschi terrestri mancano di revisioni svolte secondo criteri tassonomici moderni ed omogenei. L'inquadramento sistematico di alcune entità rinvenute in alcune cavità del Carso Triestino è risultato operazione non facile. Si è quindi preferito associare il nome specifico per confronto. In attesa di future opere di revisione, è stato necessario applicare tale principio agli esemplari di *Vitrea* e di *Limax*.

Una specie è da ritenersi nuova per la fauna italiana, e probabilmente nuova per la scienza: *Tandonia* sp. Appartiene al gruppo delle *Tandonia* illiriche, strettamente affine a *T. reuleauxi* e *T. cavicola*, dalle quali si discosta per alcune differenze dei genitali. Il corretto inquadramento sistematico di questa entità può notevolmente contribuire ad una miglior comprensione delle caratteristiche biogeografiche dell'area. L'indagine approfondita di questa entità viene rimandata ad altra sede.

8.3 – Biogeografia

Da un punto di vista biogeografico, la malacofauna sotterranea del Carso Triestino è di particolare interesse per ricostruire gli eventi di frammentazione dei massicci carsici, che a partire dall'epoca miocenica, hanno portato all'attuale conformazione del territorio.

L'analisi biogeografica viene condotta esclusivamente sui taxa sotterranei: troglobi e stigobi. Le altre categorie biospeleologiche non vengono incluse, vista che per una loro indagine biogeografica è richiesta un'approfondita conoscenza dell'intera malacofauna dell'altipiano carsico, che al momento è ancora carente.

Visto il basso numero delle entità sotterranee specializzate considerate ai fini dell'analisi biogeografica, risulta inutile l'elaborazione di un diagramma dello spettro corologico. L'esiguo numero di specie non è statisticamente rappresentativo, rendendolo scarsamente significativo.

Fra i taxa sotterranei, predomina la componente prealpina orientale, con areali che spesso includono la zona dinarica nordoccidentale (5 su 9). Altre quattro specie sono endemiti puntiformi, probabilmente in funzione a fenomeni di isolamento funzionale e geologico.

Lo schema riassuntivo di quanto esposto è in Tab. 4.

1	<i>Iglica forumjuliana</i>	stigobio	alpina sudorientale-dinarica. Endemica della Venezia Giulia, Istria e Quarnero settentrionale
2	<i>Hadziella</i> cfr. <i>ephippiostoma</i>	stigobio	endemica della Venezia Giulia e della Slovenia centrale
3	<i>Hauffenia subpiscinalis</i>	stigobio	alpina sudorientale-dinarica
4	<i>Hauffenia tellinii</i>	stigobio	alpino sudorientale
5	<i>Belgrandia stochi</i>	stigobio	endemica del corso ipogeo del Timavo
6	<i>Zospeum spelaeum</i>	troglobio	alpina sudorientale
7	<i>Zospeum trebicianum</i>	troglobio	endemica del Carso Triestino
8	<i>Zospeum kusceri</i>	troglobio	dinarica nordoccidentale
9	<i>Acroloxus tetensi</i>	stigobio	endemica delle acque sotterranee della Slovenia centrale (Pivka-Cerninsko polje-Ljublanica) e del corso ipogeo del Timavo

Tab. 4 – Areali di distribuzione dei taxa sotterranei del Carso Triestino

Di estremo interesse è il rinvenimento di *Hadziella* cfr. *ephippiostoma* ed *Acroloxus tetensi* nel corso ipogeo del Timavo. Ritenute esclusive dei bacini ipogei di Pivka-Cerninsko-Ljublanica polje della Slovenia centrale, la loro presenza nelle acque sotterranee Carso Triestino è stata confermata dai campionamenti svolti durante questo studio. Queste specie sono accomunate da areali di distribuzione simili (Fig. 88). Le popolazioni del Timavo ipogeo sono probabilmente comunità relitte, derivate dal paleoreticolo idrografico pliocenico di superficie. I fattori che hanno permesso la loro permanenza in questo sito non sono di facile inquadramento, imputabili forse a vicissitudini paleoidrografiche e geologiche ancora da chiarire. Lo iato che separa i due areali disgiunti è forse dovuto alla carenza di ricerche. Le conoscenze faunistiche dei bacini sotterranei posti fra questi sono ancora frammentarie e superficiali.

Hauffenia subpiscinalis ed *Hauffenia tellinii*, entrambe presenti nelle acque sotterranee del Timavo, presentano una marcata simpatria. L'areale della prima specie, che comprende il Friuli orientale, Venezia Giulia e Slovenia occidentale dall'Isonzo all'area di Lubiana, è leggermente meno esteso della seconda che oltre i territori citati è presente anche in alcune stazioni del Veneto orientale (Fig. 89). Il limite occidentale dell'areale di queste due specie varia in rapporto a vicissitudini paleo-geografiche non chiare.

La biogeografia di *Belgrandia stochi* è stata parzialmente discussa nella Parte Speciale di questo lavoro. Unico endemismo stigobio del Carso Triestino (Fig. 90 sinistra), non è da escludere che il suo areale possa essere ampliato in seguito a rinvenimenti in altri bacini sotterranei contermini, forse appartenenti al sistema

idrografico del Paleotimavo (Osopo?, Risano?). Considerato l'alto livello di specializzazione raggiunto (completa anoftalmia e totale depigmentazione dei tessuti) la specie è probabilmente di origine molto antica. La crisi del Messiniano può essere stata la spinta cladogenetica per *Belgrandia*, che ha colonizzato ambienti-rifugio sotterranei, e, con il successivo isolamento delle popolazioni hanno avuto inizio i processi di specializzazione e di speciazione.

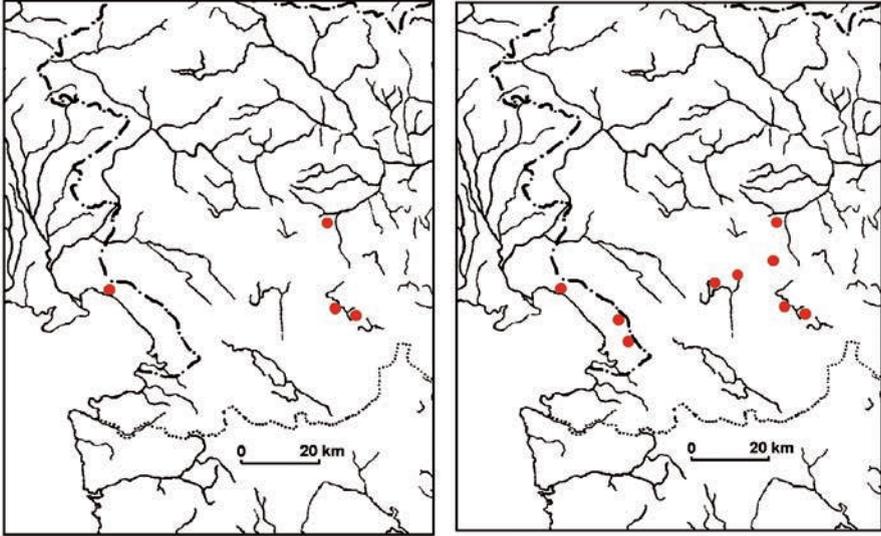


Fig. 88, Nella carta a sinistra sono raffigurate le stazioni di rinvenimento fin'ora note di *Hadziella* cfr. *ephippiostoma* Kuščer, 1932. A destra le stazioni di *Acroloxus tetensi* (Kuščer, 1923).

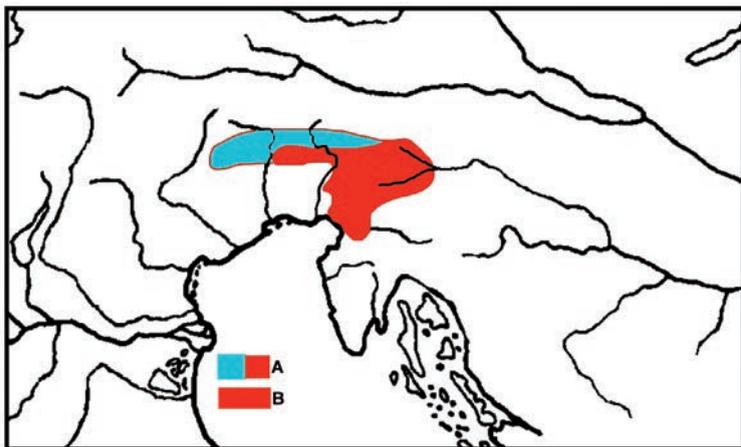


Fig. 89, A: areale di distribuzione di *Hauffenia tellinii* (Pollonera, 1898). B: areale di distribuzione di *Hauffenia sub-piscinalis* (Kuščer, 1932).

Zospeum trebicianum è da considerarsi, analogamente alla stigobia *B. stochi*, come unico endemismo troglobio del Carso Triestino (Fig. 90 destra). Fenomeni di endemismo puntiforme non sono rari in *Zospeum*.

Come esempio possono essere considerate altre tre specie. *Zospeum obesum* (Frauenfeld, 1854) e *Zospeum exiguum* Kuščer, 1932 sono endemici puntiformi di cavità distribuite in ristrette aree a sud-est di Lubiana in Slovenia (BOLE, 1974). Caso ancora più rappresentativo è *Zospeum pretneri* Bole, 1961, endemico di un'unica cavità della Lika (Croazia). L'areale di *Zospeum spelaeum* si estende

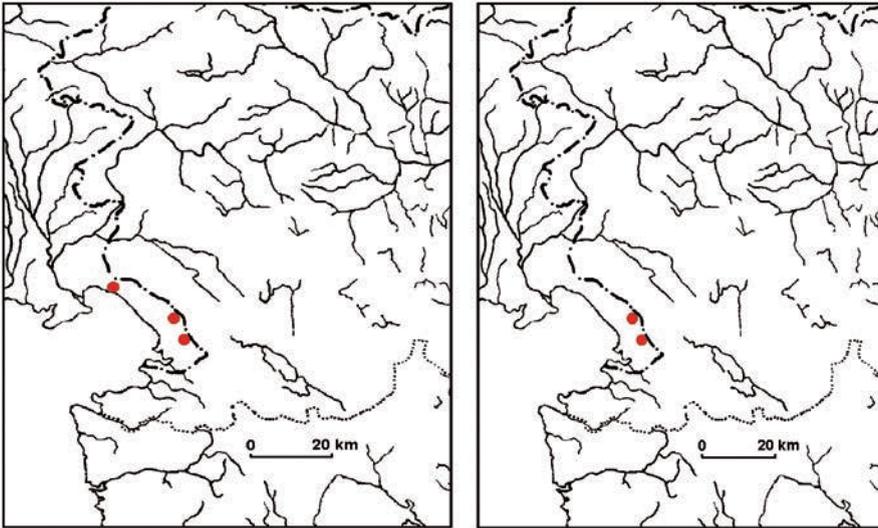


Fig. 90. Nella carta a sinistra sono raffigurate le stazioni di *Belgrandia stochi* (Bodon, Manganelli & Giusti, 1996). A destra le stazioni di *Zospeum trebicianum* (Stossich, 1899).

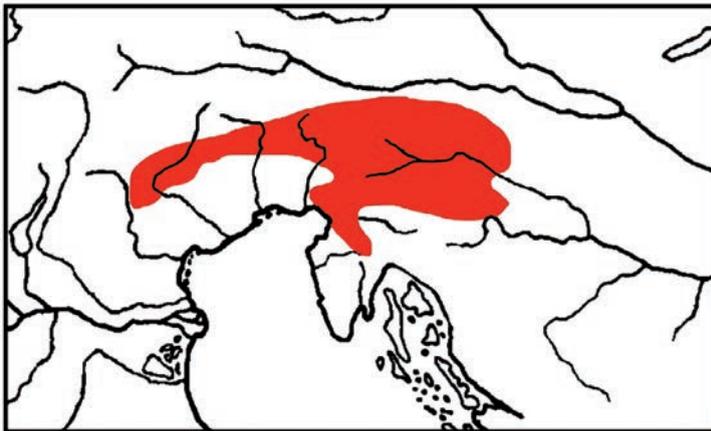


Fig. 91. Areale di distribuzione di *Zospeum spelaeum* (Rossmässler, 1839).

dalla sponda sinistra del fiume Brenta lungo tutte le Prealpi Venete orientali, Prealpi Carniche, Prealpi Giulie, Slovenia centroccidentale e Carso (Fig. 91). Questa specie presenta una distribuzione di probabile origine Terziaria, quando l'odierna fascia Prealpina orientale faceva parte di una regione omogenea, definibile come Paleodinarica nordoccidentale (VELKOVHR, 1974). La specie prende probabilmente origine da un progenitore epigeo, con ecologia simile alle odierne specie di *Carychium*, che colonizzano ambienti molto umidi e muscicoli, spesso in stretta prossimità di corsi d'acqua. Cambiamenti climatici, geologici e idrografici possono essere alla base della colonizzazione attiva dell'ambiente ipogeo. Non è comunque da escludere che gli antichi progenitori di *Zopseum* abbiano raggiunto il sottosuolo attraverso vere e proprie radiazioni adattative, atte ad occupare nicchie ecologiche ancora libere. Questo ultimo concetto toglie al dominio sotterraneo le caratteristiche di ambiente speciale ed ostile. La relativa uniformità geologica e climatica dei territori attualmente occupati dalla specie, intensamente interessati dai fenomeni carsici, ha permesso a *Zopseum spelaeum* di specializzarsi e diffondersi.

Uno schema dicotomico delle province carsiche è stato proposto da LATELLA & STOCH (2001). Le aree carsiche Alpina e Prealpine e Carsica dinarica (Carso Triestino e Slovenia centromeridionale), sebbene biogeograficamente distinte, mostrano una notevole affinità faunistica che fa supporre un'antica origine comune (Terziario) dei popolamenti sotterranei. Elementi in comune sono presenti in molti gruppi animali, come i carabidi trechini (*Orotrechus*, *Anophtalmus*), crostacei isopodi (*Monolistra*), anfipodi (*Niphargus*) e copepodi (*Lessinocamptus*). Comparando gli areali di distribuzione dei taxa sotterranei del Carso Triestino è possibile ricavare alcune interessanti osservazioni. I limiti occidentali degli areali non sono uguali, ma diversi bacini idrografici pongono limiti diversi per ogni taxon. Il fiume Brenta rappresenta il limite per *Zopseum spelaeum* ed *Hauffenia tellinii*; il fiume Piave per *Hauffenia subpiscinalis* ed *Iglica forumjuliana*; mentre *Hadziella ephippiostoma*, *Acroloxus tetensi*, *Belgrandia stochi* e *Zopseum trebicianum* non superano il fiume Isonzo. Queste diverse limitazioni nella parte occidentale degli areali devono essere messe in rapporto a vicissitudini paleoidrografiche ancora da analizzare.

I dati raccolti rendono possibile un primo confronto fra la fauna sotterranea del Carso Triestino e quella di due aree carsiche contermini: Prealpi Giulie e Slovenia centrale (BOATO et al., 1987; BODON & GIOVANNELLI, 1994; BODON et al., 1995; BOLE, 1965; BOLE, 1966, BOLE, 1966a; BOLE, 1970; BOLE, 1985; BOLE, 1992). In Tab. 5 sono riassunti i taxa sotterranei presenti nelle tre aree. Dall'analisi sono state escluse le specie ancora dubbie e/o ancora da definire.

Il Carso Triestino è il più povero di taxa sotterranei, contando 4 specie in meno delle Prealpi Giulie e ben 19 specie in meno della Slovenia centrale. L'alto numero di quest'ultima area è, in parte, attribuibile alla sua maggiore estensione ed al fatto che è stata quella meglio indagata. La sua biodiversità è inferiore solo a quella Dalmazia e dell'Erzegovina meridionale. Le Prealpi Giulie sono, in rapporto all'estensione, l'area con la più bassa biodiversità in taxa sotterranei. Questo è dovuto presumibilmente all'affetto depauperante delle glaciazioni quaternarie, che hanno interessato maggiormente quest'area rispetto le altre.

CARSO TRIESTINO	SLOVENIA CENTRALE	PREALPI GIULIE
<i>Iglica forumjuliana</i> (Pollonera, 1866)	<i>Iglica forumjuliana</i> (Pollonera, 1866)	<i>Iglica forumjuliana</i> (Pollonera, 1866)
<i>Graziana pupula</i> (Westerlund, 1886)	<i>Iglica hauffeni</i> (Brusina, 1885)	<i>Iglica hauffeni</i> (Brusina, 1885)
<i>Hadziella</i> cfr. <i>ephippiostoma</i> Kuščer, 1932	<i>Iglica luxurians</i> (Kuščer, 1932)	<i>Iglica tellinii</i> (Pollonera, 1887)
<i>Hauffenia subpiscinalis</i> (Kuščer, 1898)	<i>Iglica tellinii</i> (Pollonera, 1898)	<i>Graziana pupula</i> (Westerlund, 1886)
<i>Hauffenia tellinii</i> (Pollonera, 1898)	<i>Graziana pupula</i> (Westerlund, 1886)	<i>Hauffenia tellinii</i> (Pollonera, 1898)
<i>Belgrandia stochi</i> (Bodon et. al, 1996)	<i>Belgrandiella crucis</i> (Kuščer, 1928)	<i>Hauffenia subpiscinalis</i> (Kuščer, 1898)
<i>Zospeum spelaenum</i> (Rossmässler, 1839)	<i>Belgrandiella kusceri</i> (Wagner, 1914)	<i>Hadziella anti</i> Schütt, 1960
<i>Zospeum trebicianum</i> (Stossich, 1899)	<i>Belgrandiella robusta</i> (Radoman, 1973)	<i>Hadziella diminuta</i> Bole, 1961
<i>Acroloxus tetensi</i> (Kuščer, 1932)	<i>Belgrandiella schleschi</i> (Kuščer, 1932)	<i>Paladilhiopsis robiciana</i> (Clessin, 1882)
	<i>Belgrandiella substricta</i> (Kuščer, 1932)	<i>Paladilhiopsis virei</i> (Locard, 1903)
	<i>Belgrandiella superior</i> (Kuščer, 1932)	<i>Zospeum alpestre</i> (Freyer, 1855)
	<i>Paladilhiopsis robiciana</i> (Clessin, 1882)	<i>Zospeum isselianum</i> Pollonera, 1886
	<i>Hauffenia tellinii</i> (Pollonera, 1898)	<i>Zospeum spelaenum</i> (Rossmässler, 1839)
	<i>Hauffenia subpiscinalis</i> (Kuščer, 1898)	
	<i>Hauffenia subcarinata</i> Bole & Velkovrh, 1987	
	<i>Hadziella anti</i> Schütt, 1960	
	<i>Hadziella diminuta</i> Bole, 1961	
	<i>Hadziella ephippistoma</i> Kuščer, 1932	
	<i>Zospeum alpestre</i> (Freyer, 1855)	
	<i>Zospeum amoenum</i> (Frauenfeld, 1856)	
	<i>Zospeum exiguum</i> Kuščer, 1932	
	<i>Zospeum frauenfeldi</i> (Freyer, 1855)	
	<i>Zospeum isselianum</i> Pollonera, 1886	
	<i>Zospeum kusceri</i> A. J. Wagner, 1912	
	<i>Zospeum lautum</i> (Frauenfeld, 1854)	
	<i>Zospeum obesum</i> (Frauenfeld, 1854)	
	<i>Zospeum spelaenum</i> (Rossmässler, 1839)	
	<i>Acroloxus tetensi</i> (Kuščer, 1932)	
Totale: 9	Totale: 28	Totale: 13

Tab. 5 - Taxa sotterranei presenti nelle tre aree messe a confronto: Carso Triestino, Slovenia centrale e Prealpi Giulie.

Benchè il Carso Triestino abbia superficie inferiore (ed sia stato sensibilmente meno studiato), non è facile inquadrare i motivi che hanno condotto ad un numero così modesto di taxa sotterranei. Probabile causa sono stati fattori storici ecologici (siccità?) e biogeografici non ancora ben delineati.

8.4 – Ecologia

Lo studio ha permesso di delineare la distribuzione delle specie nelle categorie biospeleologiche in rapporto alle diverse morfologie ipogee. La presenza di fauna sotterranea specializzata non è influenzata dalle caratteristiche morfologiche della grotta. *Zospeum speleum*, uniformemente distribuito lungo tutto il territorio, è stato rinvenuto sia in piccole cavità a sviluppo prevalentemente orizzontale come la **Grotta delle Radici**, 256VG, la **Caverna Moser**, 1096VG e la **Grotta Romana di S. Michele**, 5331VG; sia alla base di profonde voragini e/o sensibilmente dentro il sistema sotterraneo, come la **Grotta “12” di Padriciano**, 12VG, la **Grotta Noè**, 90VG, l'**Abisso Martel**, 144VG e la **Voragine di San Lorenzo**, 294VG. Le caratteristiche ecologiche ed ambientali sono sensibilmente più variabili nella prima categoria di cavità, le quali più esposte alle fluttuazioni delle condizioni climatiche giornaliere e stagionali (si sono registrate anche variazioni in temperatura di oltre 5° C fra estate ed inverno). Nella seconda categoria, l'umidità relativa e la temperatura mantengono valori pressoché costanti durante tutto l'anno. Risulta evidente come *Zospeum speleum*, organismo completamente adattato alle stabili condizioni sotterranee, riesca a colonizzare ambienti dalle caratteristiche ecologiche anche sensibilmente variabili. Altro interessante esempio è la (presunta) capacità di *Zospeum trebicianum* di sopravvivere a temporanei periodi di immersione durante le piene del Timavo.

Ragioni ancora da chiarire determinano l'assenza di *Zospeum speleum* da 21 grotte indagate (37,5 % delle stazioni).

La fauna trogllossena mostra una sensibile variabilità nella composizione specifica. Alcuni elementi eurici (*Pomatias elegans* ed *Hygromia cincitella*) sono stati raccolti lungo tutto il territorio, mentre altre per altri i rinvenimenti in grotta sono concentrati in alcune aree del Carso Triestino. Entità rinvenute esclusivamente nella parte settentrionale sono *Aegopinella nitens*, *Chilostoma intermedium* e *Petasina leucozona*. Le popolazioni di queste tre specie tipicamente alpine potrebbero essere relitti rifugiatisi nei primi antri delle grotte (ed in alcune profonde doline; DE MATTIA, dati personali), più freschi ed umidi dell'ambiente esterno circostante. L'origine di queste popolazione potrebbe forse risalire ad antichi fenomeni di dealpinismo.

Fra le specie con abitudini subtroglofile troviamo *Chilostoma lefeburiatum*. Questa è distribuita esclusivamente nella parte settentrionale del Carso Triestino, concentrata nell'area isontina, dove è comune anche in ambiente epigeo. La stazione nota più a meridione è la **Grotta dell'Alce**, 62VG. Le esigenze ecologiche della specie (che non supera mai i 200 m di quota) vanno ad influenzare la sua distribuzione sul territorio e di conseguenza la sua presenza come trogllosseno nella cavità.

Chilostoma illyricum illyricum, altra entità con abitudini subtroglofile, in alcune aree è vicariante con *C. lefeburiatum*. Nella parte settentrionale del Carso Triesti-

no *C. illyricum illyricum* sembra essere segregato negli ambienti superficiali dall'azione competitiva di *C. lefeburianum*

In alcuni casi, la natura della vegetazione in prossimità dell'imboccatura della grotta può influenzare la composizione specifica della malacofauna troglössena. È il caso *Helicodonta obvoluta*, igromide comune su suoli acidificati di pinete a *Pinus nigra*. Le due cavità nelle quali questa specie è stata rinvenuta si aprono in zone con queste caratteristiche vegetazionali.

Come precedentemente stabilito, la morfologia delle parti iniziali delle grotte va notevolmente ad influenzare quali/quantitativamente le specie troglössene. In ampie voragini, come la **Grotta delle Torri di Slivia**, 39VG, la **Voragine di Ocisla (Beško - Ocizeljski sistem)**, 170VG, 1003SLO, e l'**Abisso Bonetti**, 765VG, sono state raccolte un alto numero di specie troglössene. Le condizioni ecologiche delle prime parti di queste cavità poco hanno a che vedere con il dominio ipogeo, assumendo invece caratteristiche di ambienti sciafili ad elevata umidità. Siti con queste caratteristiche, circondati da territori per molti mesi all'anno in deficit idrico, fungono da rifugio per numerose specie muscicole ed igrofile come *Carychium tridentatum*, *Oxychilus draparnaudi*, *Oxychilus mortilleti*, *Testacella scutulium*, *Limax* cfr. *bielzi*, *Chilostoma illyricum illyricum*, *Chilostoma lefeburianum* ed altre.

Cavità profonde e con accessi estremamente angusti (ad es. la **Grotta di San Lorenzo**, 605VG), o addirittura aperti artificialmente (**Abisso Samar di Ricky**, 5540VG) presentano una fauna di troglösseni povera di specie, se non priva del tutto. In alcune grotte con l'accesso angusto ma con sviluppo molto prossimo alla superficie (**Grotta dei Partigiani**, 3477VG, la **Caverna a Sud di Padriciano**, 3680VG e la **Grotta Valentina**, 4237VG) sono stati però raccolti un buon numero di troglösseni.

Risulta quindi evidente che la composizione malacofaunistica rinvenuta in una cavità viene influenzata da molti fattori, che spaziano da quelli ecologici, morfologici, biogeografici ed altri ancora.

8.5 - Timavo ipogeo

Lo studio dell'idrografia sotterranea del Timavo è argomento che impegna da 150 anni generazioni di ricercatori. Gli argomenti di maggior interesse, lontani ancora dall'essere chiariti, sono l'origine delle sue acque ed il percorso che queste compiono. Se è da tempo noto il fatto che le acque che si inabissano a San Canziano fuoriescono, dopo un percorso di circa 40 km, alle Risorgive di San Giovanni di Duino, la recente scoperta di un fiume sul fondo della **Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko** ha riaccessato l'interesse per l'argomento, rimettendo in discussione le teorie fin'ora elaborate circa la loro origine comprensiva.

Nei numerosi studi pubblicati, solo rarissime volte alla fauna del corso ipogeo del Timavo è stato riconosciuto l'importante contributo che lo studio di questa può dare nella risoluzione delle questioni trattanti l'idrologia delle acque carsiche sotterranee. Probabile causa è il fatto che dell'argomento si sono occupati prevalentemente geologi, speleologi ed ingegneri.

L'uso dei "traccianti" biologici, come chiave interpretativa idrologica, è apparso per la prima volta in un'opera di PERKO (1896). Questo autore notò, nell'**Abisso**

Martel (144VG), la presenza di sabbie fluviali e detriti vegetali nella parte più profonda della cavità. Rinvenne un esemplare di *Pterosticus fasciato-punctatus* (coleottero carabide), specie comune lungo gli argini del corso superiore del Timavo e sulle sabbie della **Grotta di Trebiciano (17VG)** e, nota importante, assente sul Carso Triestino. Le sue interessanti osservazioni circa la probabile presenza di un corso d'acqua sotterraneo (Timavo?) sotto la cavità vennero dimenticate o rifiutate da parte di molti speleologi. Recentemente, i dati di Perko sono stati confermati dal rinvenimento di sabbie fluviali con numerosi nicchi di *Marifugia cavatica* in alcuni siti della caverna principale, a circa 100 m sotto il piano di campagna (DE MATTIA, dati personali inediti). La presenza di *Marifugia* rende inconfutabile il fatto che sotto l'Abisso Martel scorra un fiume che probabilmente è il Timavo, o qualche suo ramo secondario.

L'analisi dei dati faunistici, ottenuti dai campionamenti svolti nelle due "finestre" del Carso Triestino (17VG; 4737VG) e alle Risorgive, ha fornito interessanti indizi circa la provenienza ed il percorso delle acque che scorrono nelle due grotte (COLLA et al., 2000). Questi dati sono stati integrati con elementi storici, come il periodo di forte inquinamento del fiume, che durante gli anni settanta aumentò progressivamente, alimentato da dagli scarichi industriali di Ilirska Bistrica (Slovenia). Imputabili di tale fenomeno furono la fabbrica di truciolati Lesonit e l'industria chimica T.O.K (Tovarna Organiških Kislin). L'inquinamento raggiunse livelli tali che, durante le piene del fiume sotterraneo, dagli sfiatatoi di superficie in Carso (come la **Grotta di Trebiciano**), assieme alle correnti d'aria uscirono esalazioni maleodoranti (HABIČ et al., 1990). L'inquinamento prodotto da questi scarichi venne paragonato, in base al COD, ad un apporto di sostanza organica pari ad una città di 500.000 abitanti. Le due industrie vennero chiuse nel 1990, e grazie alla grande capacità autodepurante dei corsi d'acqua, le condizioni ambientali attuali del fiume sono di discreta qualità. Nel presente studio, sono state utilizzate, come "traccianti" biologici, le specie stigobie e stigofile di molluschi. La Tab. 6 presenta uno schema riassuntivo della distribuzione delle specie nelle tre stazioni.

X =esemplari viventi X =nicchi nelle posature	Grotta di Trebiciano 17 VG	Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko 4737 VG	Risorgive del Timavo 3919 VG
<i>Belgrandia stochi</i>	X	X X	X
<i>Acroloxus tetensi</i>	X	X X	X
<i>Hauffenia subpiscinalis</i>	X X	X X	X
<i>Ancylus fluviatilis</i>	X X	X X	X X
<i>Hauffenia tellinii</i>	-	-	X X
<i>Hadziella</i> cfr <i>ephippiostoma</i>	-	-	X

Tab. 6 – Distribuzione delle specie nelle tre stazioni del Timavo.

Ricche popolazioni di *Hauffenia subpiscinalis* e *Ancylus fluviatilis* sono state individuate sia nella 17VG che nella 4737VG, mentre popolazioni di *Belgrandia stochi* e *Acroloxus tetensi* sono state rinvenute esclusivamente in quest'ultima (**Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko**). Nella **Grotta di Trebiciano**, i nicchi di *B. stochi* ed *A. tetensi* si trovano comunemente solo nelle posature. Vista l'assenza di

popolazioni, i nicchi devono provenire da tratti ipogei del Fiume superiori a Trebiciano. Sembra improbabile che *B. stochi* ed *A. tetensi* non abbiano mai colonizzato il corso del Timavo nella 17VG, e la mancanza di popolazioni in questa cavità è probabilmente dovuta proprio agli effetti dell'inquinamento durante gli anni settanta. La presenza di nicchi freschi (nicchi di *B. stochi* con tracce di parti molli) nelle posature della 17VG indica che a monte di questa stazione esistono ancora popolazioni che non ne hanno subito gli effetti. Queste vivono probabilmente in reticoli idrici sotterranei confluenti nel Timavo ipogeo fra San Canziano e Trebiciano. Le loro acque sono di provenienza non nota, ma probabilmente non dal bacino del Timavo superiore. L'esistenza di questi rami affluenti, non interessati dall'inquinamento, ha permesso la sopravvivenza di popolazioni di molluschi stigobi anche a monte di Trebiciano.

Contrariamente a *B. stochi* ed *A. tetensi*, *Hauffenia subpiscinalis* e *Ancylus fluviatilis* contano abbondanti popolazioni nella 17VG. Le ragioni della loro presenza vanno ricercate nella maggior capacità di sopportare l'inquinamento o ad un maggiore drift che assicura loro la capacità di ricolonizzare gli ambienti a valle. La prima ipotesi sembra però improbabile. Quindi, dopo l'estinzione dalla 17VG, il responsabile della loro ricomparsa a Trebiciano è probabilmente il drift. Quindi anche popolazioni di *H. subpiscinalis* e *A. fluviatilis* sono presenti a monte di Trebiciano in reticoli affluenti al Timavo, sintopiche con popolazioni di *B. stochi* ed *A. tetensi*. Questi rami affluenti ospitano popolazioni "serbatoio" che hanno garantito la ricolonizzazione dopo lo stress ambientale. Questo è probabilmente vero anche per altri gruppi che scomparvero da Trebiciano e che ora presentano nuovamente abbondanti popolazioni (*Troglocaris*, *Niphargus*, *Asellus*).

La presenza nella 4737VG di grosse popolazioni sintopiche di tutte le specie considerate fa supporre che queste non siano mai state interessate da fenomeni di inquinamento. Quindi è ragionevole supporre che le acque che scorrono sul fondo di questa cavità siano di provenienza estranea rispetto a San Canziano.

Quindi la distribuzione delle popolazioni nelle due cavità, in relazione agli effetti causati durante gli eventi di inquinamento, può fornire elementi utili per chiarire dei punti sull'idrografia del Timavo e delle acque carsiche sotterranee. La 17VG è posta probabilmente lungo l'asse principale del fiume sotterraneo e le sue acque sono per la maggior parte, (ma non esclusivamente?), provenienti da San Canziano. La presenza di nicchi fluitati freschi di *B. stochi* ed *A. tetensi* è un forte indizio che fra l'inghiottitoio di San Canziano e questa cavità ci siano degli affluenti con acque di provenienza diversa. Questo fatto, il più verosimile, appare anche in luce di osservazioni compiute durante i periodi di maggior stress ambientale. Questi hanno evidenziato la totale mancanza di fauna nella 17 VG. Erano scomparse anche le popolazioni di *Troglocaris anophthalmus* (Crustacea Decapoda) e di *Asellus cavernicolus* (Crustacea Isopoda), oggi estremamente abbondanti.

Simili conclusioni sull'idrografia del Timavo furono elaborate, in base ad indizi geologici, da BOEGAN (1938) e da MOSETTI et al. (1963).

In Fig. 92 viene presentato uno schema riassuntivo di quanto esposto. Nel caso, non ancora da escludere, che parte delle acque della Jerko provengano anche dal Timavo, queste sono da ritenersi quantitativamente molto modeste. Secondo questa ipotesi, gli inquinanti che sono giunti nella 4737VG sono stati sensibilmente diluiti dal massiccio apporto di acque provenienti da altri bacini.

Alle Risorgive, delle specie stigobie delle due stazioni superiori (17VG e 4737VG) sono stati rinvenuti esclusivamente nicchi fluitati. La presenza esclusiva in questa parte del corso del fiume di *H. tellinii* (specie iporreica comune lungo il corso dell'Isonzo) può essere indizio di come una parte delle acque che fuoriescono dalle risorgive possano provenire dal bacino isontino.

Tutte queste considerazioni, ottenute dallo studio della distribuzione delle popolazioni dei molluschi lungo il corso sotterraneo del fiume, utilizzando le specie come “traccianti” biologici, devono essere confutate da ulteriori studi faunistici, idrologici e geologici. Non sono quindi ancora chiaramente noti gli effetti che i fattori di degrado di origine antropica possono causare lungo periodi più lunghi. Risulta impossibile applicare un controllo sistematico sull'attività speleologica e sul comportamento degli speleologi. Quindi, una volta di più, la salvaguardia dell'ambiente è nelle mani del buon senso e dell'educazione dei fruitori degli ambienti ipogei.

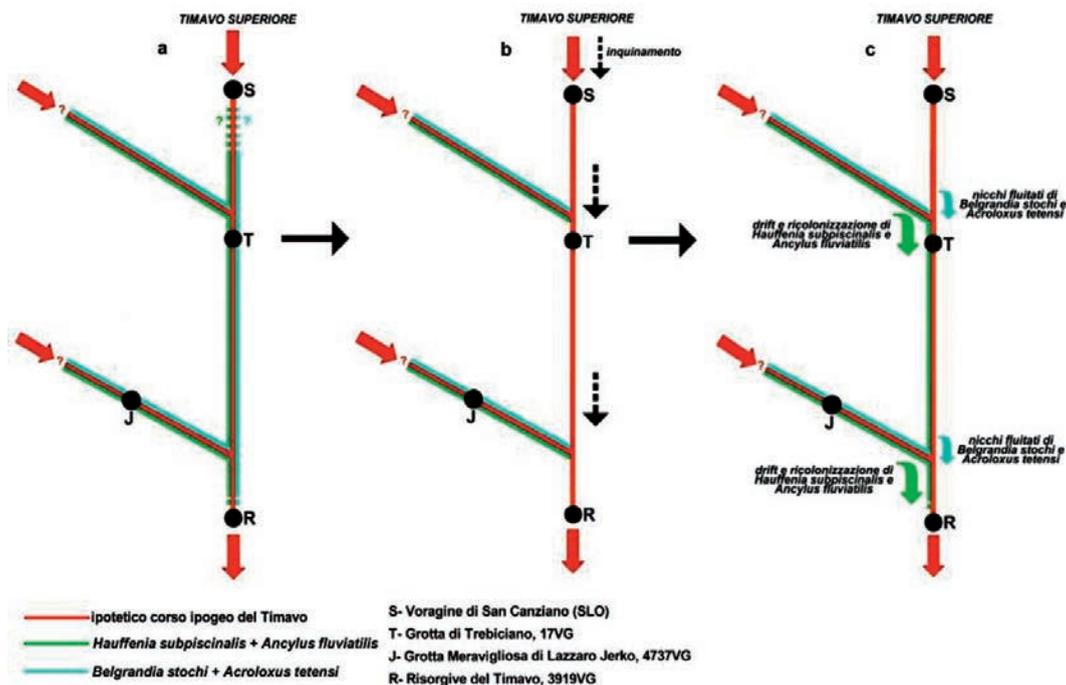


Fig. 92. Schema idrologico del Timavo sotterraneo dedotto in base ai dati faunistici. Situazione faunistica: a- pre-inquinamento; b- durante l'inquinamento; c- post-inquinamento.

9. - Conclusioni

Questo studio ha fornito una grande quantità di dati nuovi che hanno permesso di ottenere il primo inquadramento completo sulla malacofauna ipogea del Carso Triestino. Studi di sistematica, tassonomia, ecologia e biologia, concentrati su sin-

gole specie o su popolazioni, non avrebbero potuto essere correttamente interpretati, in mancanza di uno studio estensivo preliminare, atto a fornire un'inquadramento faunistico di tutta l'area. In questa sede sono state fornite osservazioni inedite su entità specializzate, anche se molto resta da chiarire. È stato fornito una riassunto sullo stato dell'arte, accompagnato da una lista bibliografica che comprende la maggior parte delle pubblicazioni che citano i molluschi sotterranei dell'area. Questo ha premesso di appurare che, nonostante l'importanza storica del Carso Triestino, le conoscenze della sua malacofauna (epi ed ipogea) sono ancora fortemente lacunose. Questo vuole essere un punto di partenza, un primo contributo estensivo, atto a fornire una base per altri studi sulla malacofauna sotterranea del Carso Triestino.

In fase di determinazione delle specie, caratteri "classici" come la morfologia del nicchio sono stati integrati da indagini anatomiche. Questo ha permesso il corretto inquadramento sovraspecifico di *Belgrandia stochi* (fin'ora sconosciuto), l'identificazione di specie mai segnalate per il territorio (*Oxychilus mortilleti*) e la discussione sulla posizione sistematica di alcune entità mai trattate o trattate solo marginalmente, su base esclusivamente conchigliare (*Zospeum spelaeum* e *Zospeum trebicianum*).

L'attività svolta sul campo ha permesso di compiere interessanti osservazioni sull'ecologia delle specie. Molti dei dati apparsi in letteratura a questo riguardo si sono dimostrati poco accurati, poco rappresentativi e risultato di osservazioni grossolane e superficiali.

L'indagine biogeografica dei taxa sotterranei ha dimostrato che il Carso Triestino è da considerarsi come parte integrante del grande dominio zoogeografico balcanico, ed in particolar modo vicino alle province dinarica ed illirica. Le specie che lo colonizzano hanno probabilmente subito un'espansione da Est verso Ovest.

L'attribuzione delle specie alle diverse categorie biospeleologiche non è sempre risultata facile e priva di riserve. In particolar modo per le entità troglifile e stigofile sono necessari ulteriori studi sulla loro ecologia e biologia, al fine di chiarire la reale natura e forza delle relazioni che li lega all'ambiente ipogeo.

Lo studio della malacofauna del Timavo sotterraneo, oltre ad aver fornito la prima check-list fondata su solide basi tassonomiche, ha permesso per la prima volta lo sviluppo di ipotesi sulla provenienza delle acque utilizzando i "traccianti" biologici. L'unico studio precedentemente svolto con simili traccianti (anguille), ha fornito dati parziali, dato che all'epoca la Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko era ancora sconosciuta. Questo nuovo approccio utilizzato per studio dell'idrologia sotterranea del Timavo, ha fornito interessanti indicazioni circa le reali relazioni che intercorrono fra San Canziano, le due "finestre" principali italiane e le Risorgive di San Giovanni di Duino. Lo schema di circolazione delle acque qui proposto ha la necessità di essere confermato da ulteriori indagini, sia biologiche, sia con l'ausilio di metodologie classiche come i traccianti chimici.

L'accurato confronto dei dati acquisiti in questa ricerca con i dati storici, ha permesso di chiarire lo status di alcune specie nei confronti della loro appartenenza alla fauna italiana. *Spelaodiscus hauffeni* e *Zospeum lautum*, più volte citate per il Carso Triestino italiano, sono da escludersi dalla fauna italiana.

RINGRAZIAMENTI

Molte persone mi hanno fornito un prezioso supporto nella stesura di questo lavoro. Ringrazio particolarmente il dr Sergio Dolce per avermi dato l'opportunità di fare la tesi di laurea su un argomento del quale sono da anni profondamente appassionato e per il suo continuo incoraggiamento. Lo ringrazio per avermi messo a disposizione materiali e strutture del Museo Civico di Storia Naturale di Trieste. Ringrazio il dr Marco Bodon di Genova ed il dr Fabio Stoch di Trieste per la loro assistenza ed i loro consigli e critiche. Un grazie agli amici Gianfranco Tomasin e Andrea Colla per il loro supporto, per il materiale fornitomi e il loro sostegno durante l'attività sul campo ed in laboratorio. Un particolare ringraziamento ad Ivano Niero di Spinea, compagno di decine di escursioni malacologiche in tutta Italia. Ringrazio la dr Silvia Battistella per la sua gentilezza e disponibilità. Per informazioni, materiali di confronto e bibliografia ringrazio sentitamente Tiziana Brazzatti (Trieste), Elena Gavetti (Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino), Andrzej Wiktor (Varsavia, Istituto di Zoologia della Accademia Polacca di Scienze), Nicola Bressi (Museo Civico di Storia Naturale di Trieste), Massimo Prodan (Trieste), Maria Manuela Giovannelli (Museo Friulano di Storia Naturale, Udine), Marco Restaino (Trieste), Marzio Fabbri (Trieste), Franco Gherlizza (Trieste), Enrico Lana (Torino), Hans Turner (Rovio, CH) e Gordana Jambresic (Museo Paleontologico di Zagabria, CRO). Un grazie a Chiara Parovel per il suo continuo supporto e Bruno Kupfersin per l'insostituibile assistenza nelle ricerche bibliografiche. Per il prezioso aiuto speleologico in alcune uscite ringrazio Edi Gergolet (Talpe del Carso, Doberdò del Lago), il Club Alpinistico Triestino, il Gruppo Grotte "Claudio Debeljak", il Gruppo Speleologico San Giusto e la Commissione Grotte "Eugenio Boegan".

BIBLIOGRAFIA

- ADAM W., 1960 - Faune de Belgique, Mollusques. Tome I: Mollusques terrestres et dulcicoles. Eds: Institut Royal des Sciences naturelles de Belgique. 402 pp.
- ALLEGRETTI C., 1965 - Molluschi cavernicoli: si? no? *Natura Bresciana*. 1: 55-73.
- ALTEA C. O. VAN REGTEREN, 1973 - Notes on land slugs, 20. On two species of *Deroceras* from Yugoslavia and Austria. *Basteria*. 37: 85-88.
- ALZONA C., 1971 - Malacofauna italyca, catalogo e bibliografia dei molluschi viventi, terrestri e d'acqua dolce. *Atti della Società italiana di Scienze naturali e del Museo civico di Storia naturale di Milano*. 433 pp.
- ANONIMO, 1905-1906 - La Voragine di Senadole presso Storje. *Il Tourista, Trieste*. 12-13 (1/4): 65-66.
- BAGGINI A., 1961 - Sulla distribuzione della fauna cavernicola italiana nelle categorie biospeleologiche Parte I. *Rassegna Speleologica Italiana*. 13 (1): 3-35.
- BAGLIANI F., COMAR M., GHERBAZ F. & NUSSDORFER G., 1998 - Manuale di rilievo ipogeo. (2^a ed.). Regione Autonoma Friuli Venezia-Giulia, Trieste. 232 pp.
- BANK R., 1985 - Verslag van een Verzamelreis in Nordoost-Italië. *De Kreukel*. 7: 57-78.
- BANK R. A., 1988 - Revision der nordostitalienischen Arten und Unterarten der Gattung *Cochlostoma* Jan, 1830 (Gastropoda Prosobranchia: Cyclophoridae). *Basteria*. 52 (4-6): 151-174.
- BANK R. A., MENKHORST H. P. M. G., 1992 - Revision der griechischen Arten der Gattung *Ena*, *Zebrina*, *Napaopsis* und *Turanena* (Gastropoda Pulmonata: Pupilloidea). Notizen zur Familie Enidae, 4. *Basteria*. 56 (4/6): 105-158.
- BANK R., GITTENBERGER E., 1985 - Notes on Azorean and European *Carychium* species (Gastropoda: Basommatophora: Ellobiidae). *Basteria*. 49: 85-100.
- BERGER L., 1963 - Polish species of Genus *Carychium* Muller (Gastropoda, Ellobiidae). - *Acta Zoologica Cracoviensia*. 8 (8): 311-325.
- BERINI G., 1826 - Indagine sullo stato del Timavo e sue adiacenze al principio dell'era cristiana. - Ed. Mattiuzzi, Udine. 65 pp.
- BERTARELLI L. V. & BOEGAN E., 1926 - Duemila grotte. TCI. 494 pp.
- BISHOP M. J., 1976 - I molluschi terrestri della provincia di Novara. - *Atti della Società italiana di Scienze naturali e del Museo civico di Storia naturale di Milano*. 117: 265-299.
- BLASIG A., 1910 - Troglubi. - *Alpi Giulie*. 15 (2): 34-42.
- BOATO A., BODON M., GIOVANNELLI M. M., MILDNER P., 1987 - Molluschi terrestri delle Alpi sudorientali. *Biogeographia*. 13: 429-528.
- BOATO A., BODON M., GIUSTI F., 1982 - Molluschi terrestri e d'acqua dolce delle Alpi Liguri. *Lavori della Società Italiana di Biogeografia*. 9 (Nuova Serie): 237-371.
- BODON M., CIANFANELLI S., 1996 - A new valvatoid-shelled stygobiont hydrobiid from Slovenia (Gastropoda Prosobranchia: Hydrobiidae). *Basteria*. 60 (1/3): 19-26.
- BODON M., GIOVANNELLI M. M., 1993 - Sulla presenza in Italia di *Istriana mirnae* Velkovrh, 1971 (Prosobranchia, Hydrobiidae). *Gortania*. 14: 195-206.
- BODON M., GIOVANNELLI M. M., 1994 - A new Hydrobiidae species of Subterranean waters of Friuli (NE, Italy)(Gastropoda Prosobranchia). *Basteria*. 58 (5/6): 233-244.

- BODON M., FAVILLI L., GIANNUZZI SAVELLI R., GIOVINE F., GIUSTI F., MANGANELLI G., MELONE G., OLIVERIO M., SABELLI B. & SPADA G., 1995 - Gastropoda Prosobranchia, Heterobranchia Heterostropha. In: Minelli A., Ruffo S. & La Posta S. (eds), Checklist delle specie della fauna italiana, 14. Calderini, Bologna.
- BODON M., FAVILLI L., GIUSTI F., MANGANELLI G., 1995 - Gastropoda Pulmonata. In: Minelli A., Ruffo S. & La Posta S. (eds), Checklist delle specie della fauna italiana, 14. Calderini, Bologna.
- BODON M., MANGANELLI G., GIUSTI F., 1996 - A new Hydrobiidae from subterranean waters of the Timavo river (Friuli- Venezia Julia) (Gastropoda: Prosobranchia). *Basteria*. 60 (1/3): 27-39.
- BODON M., MANGANELLI G. & GIUSTI F., in stampa - A survey of the European valvatiform hydrobiid genera with special reference to *Hauffenia* Pollonera, 1898 (Gastropoda, Hydrobiidae).
- BOEGAN E., 1897 - La Grotta di Corniale. *Alpi Giulie*. 2: 20-58.
- BOEGAN E., 1938 - Il Timavo. Studio sull'idrologia carsica sotterranea. *Memorie dell'Istituto italiano di Speleologia, Postumia-Trieste*. 251 pp.
- BOETERS H. D., 1970 - Die Gattung *Microna* Clessin, 1880. *Archiv für Molluskenkunde*. 100 (3/4): 113-145.
- BOETERS H. D., GITTEBERGER E., SUBAI P., 1989 - Die Aciculidae (Mollusca: Gastropoda Prosobranchia). *Zoologische Verhandlungen*. 252: 1-234.
- BOGON K., 1990 - Landschnecken, Biologie, Ökologie, Biotopschutz. Ed: Natur Verlag. 404 pp.
- BOLDORI L., 1938a - Ricerche in caverne italiane (V^a serie- 1936-1937). *Atti della Società italiana di Scienze naturali e del Museo civico di Storia naturale di Milano*. 77 (2): 152-158.
- BOLDORI L. 1938b - Ricerche in caverne italiane (IV^a serie- 1938-1939). *Atti della Società italiana di Scienze naturali e del Museo civico di Storia naturale di Milano*. 31: 114-122.
- BOLE J. 1961 - Nove hidrobiide (Gastropoda) iz podzemelskih voda zahodnega Balkana. *Biološki Vestnik*. 9: 59-69.
- BOLE J., 1965a - Rodova *Ancylus* in *Acroloxus* v podzemelskih vodah Jugoslavije. *Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti, Razprave*. 8: 155-175.
- BOLE J., 1965b - Die Vertreter der Gattung *Spelaeodiscus* Brusina 1866 (Gastropoda, Pulmonata) in Jugoslawien. *International Journal of Speleology*. 1 (3): 349-356.
- BOLE J., 1966a - Taksonomska, ekološka in zoogeografska problematika družine Hydrobiidae iz Porečja Ljubljanske. *Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti, Razprave*. 10 (4): 73-107.
- BOLE J., 1966b - Mehkužci in zoogeografski položaj Rakovega Škocjana. *Varstvo Narave*. 5: 129-137.
- BOLE J., 1967 - Polzi iz freatični voda Jugoslavije. *Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti, Razprave*. 10: 109-120.
- BOLE J., 1969 - Subspecifična diferenciacija polzev na otokih čereh ob zahodni obali Istre. *Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti, Razprave*. 12: 137-151.
- BOLE J. 1970 - Prispevek k poznavanju anatomije in taksonomije podzemelskih hidrobiid (Gastropoda, Prosobranchia). *Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti, Razprave*. 13: 85-108.
- BOLE J., 1972 - Taksonomija in zoogeografija rodu *Sadleriana* Clessin, 1890 (Gastropoda, Prosobranchia). *Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti, Razprave*. 15: 49-74.
- BOLE J., 1974 - Rod *Zospeum* Bourguignat 1856 (Gastropoda, Ellobiidae) v Jugoslaviji. *Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti, Razprave*. 17 (5): 249-291.
- BOLE J., 1979 - Mehkužci Cerknškega jezera in okolice. *Acta Carsologica*. 8: 3-36.
- BOLE J., 1983 - Rod *Aegopsis* Fitzinger 1830 (Gastropoda: Zonitidae) v severozahodni Jugoslaviji. *Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti, Razprave*. 24: 131-154.
- BOLE J., 1985 - Recentni podzemeljski polzi in razvoj nekaterih porečij na dinarskem Krasu. *Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti, Razprave*. 26: 315-328.
- BOLE J., 1989 - *Lanzaioopsis savinica* gen. n. sp. n. (Gastropoda, Belgrandiellidae), novi podzemeljski polž iz Savinjsken Doline (Savinjske Alpe). *Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti, Razprave*. 30 (2): 65-74.
- BOLE J., 1991 - Simpatičnost taksonov *Cochlodina costata* (C. Pfeiffer 1828) in *C. commutata* (Rossmässler 1836) (Gastropoda, Clausiliidae) in njun taksonomski položaj. *Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti, Razprave*. 32 (2): 75-88.
- BOLE J., 1991-1992 - Mehkužci Kraskega roba. *Proteus*. 54: 24-235.
- BOLE J., 1992 - The Red List of Terrestrial and Freshwater Mollusca in Slovenia. *Varstvo Narave*. 17: 183-189.
- BOLE J., 1993 - Podzemelskih polži iz družine Horatiidae (Gastropoda Prosobranchia) v Sloveniji in njihov taksonomski položaj. *Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti, Razprave*. 34 (1): 3-17.
- BOLE J., 1994 - Rod *Cochlostoma* (Gastropoda Prosobranchia) v Sloveniji. *Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti, Razprave*. 35 (1): 187-217.
- BOLE J., 1995 - Prispevek k poznavanju rodu *Pagodulina* Clessin, 1876 (Gastropoda, Pulmonata: Pagodulinidae) v Sloveniji in na zahodnem balkanskem polotoku. *Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti, Razprave*. 36/5: 91-106.
- BOLE J., & SLAPNIK R - 1997. Molluscs (Gastropoda: Prosobranchia, Pulmonata, Bivalvia) of the Kocevje and Ribnica region (Slovenia). *Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti, Razprave*. 38 (7): 137-163.
- BOLE J. & VELKOVRRH F., 1986 - Mollusca from continental subterranean aquatics habitats In: Stygofauna Mundi. Lazare Botosaneanu Eds. pp: 177-208.
- BOSCOLO L. F., 1968 - Ricerche faunistiche nel Covolo della Guerra (n° 127 V-Vi) Colli Berici. *Rassegna Speleologica Italiana*. 20 (3/4): 155-177.

- BOURGUIGNAT M. J. R., 1856a - Aménités Malacologiques. LI. Du genre *Zospeum*. *Revue et magasin de zoologie pure et appliquée*. 2^e ser., 8: 499-516.
- BOURGUIGNAT M. J. R., 1856b - Aménités Malacologiques. L. Du genre *Caecilianella*. *Revue et magasin de zoologie pure et appliquée*. 2^e ser., 8: 378-387.
- BRUMATI L., 1838 - Catalogo sistematico delle conchiglie terrestri e fluviali osservate nel territorio di Monfalcone. Tip. Paternolli, Gorizia. 56 pp.
- BRUSINA S., 1885 - Über die Mollusken-Fauna Österreich-Ungarns. *Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark*. 22: 29-56.
- CALAFATIA., 1912 - San Servolo. *Il Tourista, Trieste*. 15 (1/4): 3-53.
- CASTAGNOLO L., FRANCHINI D. & GIUSTI F., 1980 - Bivalvi in: Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. Consiglio Nazionale delle Ricerche. 10: 1-54.
- CENCICH M., 1899 - Caverna zospeum. *Il Tourista, Trieste*. 6: 93-94.
- CESARI P. & ORLANDINI M., 1982 - Nuovi reperti di *Cepaea nemoralis* (L.) nel Veneto e in Emilia Romagna. Considerazioni demoeologiche e microsistematiche (Gastropoda, Pulmonata). *Lavori Società Veneziana di Scienze naturali*. 7 (2): 125-226.
- CHAPPUIS P. A., 1927 - Die Tierwelt der uterirdischen Gewässern. Stuttgart.
- CLESSIN S., 1887. Die Mollusken-Fauna Oesterreich-Ungarn und Schweiz. Bauer e Raspe, Nürnberg. 858 pp.
- COEN G., MALARODA R. & PASA A., 1950 - Un pozzetto carsico nei pressi di Monrupino. *Bollettino della Società Adriatica di Scienze naturali, Trieste*. 45: 59-62.
- COLLA A., DE MATTIA W., DOLCE S. & STOCH F., 2000 - Prime indagini biospeleologiche nella Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko (4737 VG) (Carso Triestino, Italia). *Progressione*. 43: 62-67.
- COLOMBETTA G., 1996 - La vita sotterranea. L'ambiente biotico. In: La Grotta delle Torri di Slivia sul Carso triestino. Federazione Speleologica Triestina. 80 pp.
- CONCI C. 1951 - Contributo alla conoscenza della speleofauna della Venezia Tridentina. *Memorie Società Entomologica italiana*. 30: 5-76.
- CROSSE H., 1863 - Note sur l'*Helix hauffenii* des grottes de Carniole. *Journal de Conchilologie*. 11: 325-328.
- CUCCHI F., PIRINI RADRIZZANI C. & PUGLIESE N., (1989) - The carbonate stratigraphic sequence of the Karst of Trieste (Italy). *Memorie della Società Geologica Italiana*. 40, 1987, 35-44. In: Proc. of "Int. Symp. on "Evolution of the karstic carbonate platform", Trieste. 1st-6th June 1987.
- D'AMBROSI C., 1976 - Cenni sull'origine e lo sviluppo geologico e geomorfologico del Carso di Trieste e dell'Istria. Museo Civico di Storia naturale, Pro Natura Carsica, Trieste. 84 pp.
- EDLINGER C. & MILDNER P., 1979 - Monographie der in Kärnten lebenden Prosobranchiengattung *Cochlostoma. Carinthia II*. 169/89: 281-304.
- EHRMANN P., 1933. Mollusken (Weichtiere). In: Die Tierwelt Mitteleuropas, Verlag Quelle & Meier, Leipzig. 2 (1): 1-263.
- ERJAVEC F., 1877 - Die malacologischen Verhältnisse der gefürsteten Grafschaft Görz im österreichischen Küstenland. Jahresbericht Oberrealschule Görz, 88 pp.
- FALKNER G., 1990 - Weichtiere Europäische Meeres- und Binnenmollusken. Ed: Mosaik Verlag. 112-286.
- FORCART L., 1956 - Die Vitrinidae der Ostalpen. *Archiv für Molluskenkunde*. 85 (1/3): 1-14.
- FORCART L., 1957 - Taxonomische Revision paläarktischer Zonitinae, I. *Archiv für Molluskenkunde*. 86: 101-136.
- FORCART L., 1959 - Taxonomische Revision paläarktischer Zonitinae, II. Anatomisch untersuchte Arten des Genus *Aegopinella* Lindholm. *Archiv für Molluskenkunde*. 88 (1/3): 7-34.
- FORTI F., 1982 - Invito alla conoscenza del Carso triestino. Cenni sull'origine e sulla struttura dei fenomeni carsici. Edizioni Lint, Trieste. 166 pp.
- FORTI F. & FORTI F., 1994 - Situazione geologico-strutturale e geomorfologica-carsica dell'area in cui è compreso il "complesso ipogeo". In: La Grotta "Claudio Skilan" VG5720-RE5070. Prime indagini scientifiche sul complesso ipogeo. Gruppo Grotte Carlo Debeljak, Trieste. pp:9-16.
- FRAUENFELD G., 1854 - Analytische Zusammenstellung der *Carychium*-arten. In: Über einen bisher verkannten Laufkaefer, und einen neuen augenlosen Ruesselkaefer, ferner einige von Schmidt in Schischka neu entdeckte Hoehlentiere. *Verhandlungen des zoologisch-botanischen Vereins, Wien*. 4: 33-34.
- FRAUENFELD G., 1856 - Die Gattung *Carychium*. *Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften*. 19: 70-93
- FREYER C., 1855 - Neue entdeckte Conchylien. *Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften*. 15 (18): 17-24.
- GASPARO F., 1995 - La fauna delle grotte e delle acque carsiche sotterranee della Venezia Giulia, stato delle ricerche e check-list delle specie cavernicole. *Atti e Memorie della Commissione Grotte "E. Boegan"*. 32: 17-42.
- GASPARO F., 1998 - La fauna della grotta Gigante (Carso triestino), Italia. *Atti e Memorie della Commissione Grotte "E. Boegan"*. 35: 43-62.
- GERMAIN L., 1930 - Faune de France: Mollusques terrestres et fluviatiles, vol 1 & 2. Federation Francaise des Societies de Sciences Naturelles: Faune de France. 21: 478-893.
- GHERLIZZA F., 1999 - Articoli, note bibliografiche e segnalazioni sulla fauna ipogea riportati sulla rivista „Il Tourista“ del Club Touristi Triestini (1894-1913). Club Alpino Triestino, Gruppo Grotte, Trieste. 48 pp.

- GIROD A., 1965 - *Sadleriana fluminensis* (Küster) dans les environs de Milan. *Archiv für Molluskenkunde*. 94 (1/2): 61-63.
- GITTENBERGER E., 1967a - Beiträge zur Kenntniss der Molluskenfauna Österreichs. *Basteria*. 31 (4/5): 70-75.
- GITTENBERGER E., 1967b - *Cochlodina laminata* (Montagu) in ihrem südöstlichen Verbreitungsgebiet. *Archiv für Molluskenkunde*. 96 (1/2): 25-37.
- GITTENBERGER E., 1969 - Beiträge zur Kenntnis der Pupillacea I: die Spelaeodiscinae. *Zoologische Mededelingen*. 43 (22): 287-307.
- GITTENBERGER E., 1973 - Beiträge zur Kenntniss der Pupillacea III: Chondrinidae. *Zoologische Verhandlungen*. 127: 1-267.
- GITTENBERGER E., 1975 - Beiträge zur Kenntnis der Pupillacea VI: die Gattung *Agardhiella* in Jugoslawien. *Zoologische Mededelingen*. 48 (24): 279-289.
- GITTENBERGER E., 1976 - Vier wenig bekannte troglophile Schneckenarten aus Montenegro. *Zoologische Mededelingen*. 49 (21): 273-283.
- GITTENBERGER E., 1977 - *Acicula* (*A.*) *lineata* (Draparnaud) und *A.* (*A.*) *lineolata* (Pini) (Prosobranchia, Aciculidae, 3). *Zoologische Mededelingen*. 52 (19): 217-222.
- GITTENBERGER E., 1978 - Beiträge zur Kenntniss der Pupillacea VIII: einiges über Orculidae. *Zoologische Verhandlungen*. 163: 1-44.
- GITTENBERGER E., 1993 - A neotype for *Aegopinella nitidula* (Draparnaud, 1805) (Mollusca: Gastropoda Pulmonata: Zonitidae). *Zoologische Mededelingen*. 67: 331-334.
- GITTENBERGER E., JANSSEN A. W., KUIJPER W. J., MEIJER T., VAN DER VELDE G. & DE VRIES J. N., 1998 - De Nederlandse Zoetwatermollusken. Recente en fossiele weekdieren uit zoet et brak water. Nederlandse Fauna 2. Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, KNNV Uitgeverij European Invertebrate Survey, Nederland. 288 pp.
- GIUSTI F., 1968a - Notulae Malacologicae II: Il Genere *Oxychilus* nell'arcipelago toscano. *Atti della Società Toscana di Scienza naturali, Pisa*. 75, serie B: 218-243.
- GIUSTI F., 1968b - Notulae Malacologicae IV: L'isola di Montecristo e lo scoglio d'Affrica. *Atti della Società Toscana di Scienza naturali, Pisa*. 75, serie B: 239-254.
- GIUSTI F., 1970 - Notulae Malacologicae X: *Testacelloides* e *Testacella gestroi*, un buon sottogenere ed una buona specie della Sardegna. *Atti della Società Toscana di Scienza naturali, Pisa*. 77, serie B: 56-66.
- GIUSTI F., 1971a - Primo contributo alla revisione del genere *Cochlostoma* Jan e descrizione di *Toffoletta* n. gen. Notulae malacologicae XIII (Gastropoda Prosobranchia Cyclophoridae). *Atti della Società italiana di Scienze naturali e del Museo civico di Storia naturale di Milano*. 112 (3): 353-380.
- GIUSTI F., 1971b - I molluschi terrestri e di acqua dolce viventi sul massiccio dei Monti Reatini (Appennino centrale). Notulae Malacologicae XVI. *Lavori della Società italiana di Biogeografia*. NS, 2: 421-576.
- GIUSTI F., 1973 - I molluschi terrestri e salmastri delle isole Eolie Notulae Malacologicae XVIII. *Lavori della Società italiana di Biogeografia*. NS, 3: 113-306.
- GIUSTI F., 1975 - Prime indagini anatomiche sul genere *Zospeum* (Pulmonata, Basommatophora). Notulae malacologicae XXI. *Conchiglie, Milano*. 11 (3/4): 53-64.
- GIUSTI F., CASTAGNOLO L. & MANGANELLI G., 1985 - La fauna malacologica delle faggete italiane: brevi cenni di ecologia, elenco delle specie e chiavi per il riconoscimento dei generi e delle entità più comuni. *Bollettino Malacologico*. 21 (5/6): 69-144.
- GIUSTI F. & MANGANELLI G., 1992 - The problem of the species in malacology after clear evidence of the limits of morphological systematics. Proceedings of the Ninth International Malacological Congress, (Edinburgh, 1986). pp: 153-172.
- GIUSTI F. & MANGANELLI G., 1997 - How to distinguish *Oxychilus cellarius* (Muller, 1774) easily from *Oxychilus draparnaudi* (Beck, 1837) (Gastropoda, Stylommatophora, Zonitidae). *Basteria*. 61: 43-56.
- GIUSTI F., MANGANELLI G. & SCHEMBRI P.J., 1995 - The non-marine molluscs of the Maltese Islands. *Museo Regionale di Scienze naturali-Torino, Monografie*. 15: pp 607.
- GIUSTI F. & MAZZINI M., 1970 - I Molluschi delle Alpi Apuane Elenco delle specie viventi con descrizione di una nuova specie: *Vitrinobrachium baccettii* n. sp. Notulae Malacologicae XIV. *Lavori della Società italiana di Biogeografia*. NS, 1: 202-335.
- GIUSTI F. & PEZZOLI E., 1970 - Hydrobioidea, Pyrguloidea; in: Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. Consiglio Nazionale delle Ricerche. 8: 1-67.
- GIUSTI F. & PEZZOLI E., 1982 - Molluschi cavernicoli italiani (Notulae malacologicae XXVII). *Lavori della Società italiana di Biogeografia*. 7: 431-450.
- GIUSTI F., PEZZOLI E. & BODON M., 1981 - Notulae Malacologicae, XXVIII Primo contributo alla revisione del genere *Islamia* (Radoman, 1973) in Italia. *Lavori della Società Malacologica Italiana, Atti V° Convegno, Salice Terme 9-11 maggio 1981*. pp: 49-71.
- GLOER P. & MEIER-BROOK C., 1994 - Süßwassermollusken. *Deutscher Jugendbund fuer Naturbeobachtung*. 136 pp.
- GROSSU A. V., 1972 - Funf neue Arten der Gattung *Deroeras* von der Balkanhalbinsel in der Sammlung des Naturhistorischen Museum in Wien (Gastropoda, Limacidae). *Annalen Naturhistorische Museum, Wien*. 76: 639-648.

- GROSSU A. V., 1983 - Gastropoda Romaniae 4. Ordo Stylommatophora. Suprafam. Arionacea, Zonitacea, Ariophantacea si Helicacea. Editura Litera, Bucuresti. pp563.
- GROSSU A. V., 1987 - Gastropoda Romaniae 2. Subclasa Pulmonata. I. Ordo Basommatophora II. Stylommatophora Suprafamiliile: Succinacea, Cochliocopacea, Pupillacea. Editura Litera, Bucuresti. 443 pp.
- HAASE M., 1994 - Differentiation of selected species of *Belgrandiella* and the redefined genus *Graziana* (Gastropoda Hydrobiidae). *Zoological Journal Linnean Society*. 111: 219-246.
- HAASE M. & MILDNER P., 1996 - Hydrobiidae (Gastropoda, Prosobranchia) Kärntens: Zur Verbreitung der Gattung *Graziana*. *Carinthia II*. 186/106: 571-574.
- HABIČ P., KNEZ M., KOGOVIŠEK J., KRANJC A., MIHEVC A., SLABE T., ŠEBELA S. & ZUPAN N., 1990 - Škocjanske Jame speleological revue. *International Journal of Speleology, Trieste*. 18/1989 (1/2): 3-42.
- HAMANN O., 1896 - Europäische Höhlenfauna. Ed: H. Costenoble, Jena. pp: 44-53.
- HAUFFEN H., 1856a - Über zwei neue Höhlenschnecken. *Verhandlungen des zoologisch-botanischen Vereins, Wien*. 4: 465-466.
- HAUFFEN H., 1856b - Zwei neue Schnecken. *Verhandlungen des zoologisch-botanischen Vereins, Wien*. 6: 701-702.
- HAUFFEN H., 1856c - Ueber ein neues *Carychium*. *Verhandlungen des zoologisch-botanischen Vereins, Wien*. 6: 623-624.
- HAUFFEN H., 1858a - Beiträge zur Grottenkunde Krain's. Über *Carychium carinatum*. *Jahresheft des Vereines des krainischen Landes-Museum, Laibach*. 2: 96.
- HAUFFEN H., 1858b - Über *Valvata spelaea* und *Carychium bidentatum*. - *Jahresheft des Vereines des krainischen Landes-Museum, Laibach*. 2: 101-102.
- HAUFFEN H., 1858c - Über zwei neue Grotten-schnecken Krain's.. *Jahresheft des Vereines des krainischen Landes-Museum, Laibach*, 2: 94.
- HAUFFEN H., 1858d - Sistematisches Verzeichniss der Land und Süßwasser Conchilien Krain's. *Jahresheft des Vereines des krainischen Landes-Museum, Laibach*. 2: 19-39.
- HESSE P., 1933 - Zur Anatomie und Systematik der Familie Enidae. *Zeitschrift für Wissenschaftliche Zoologie. Abteilung B. Archiv für Naturgeschichte. Zeitschrift fuer Systematische Zoologie, Neue Folge*. 2: 145-224.
- HUDEC V., 1962 - *Oxychilus villae* (Strobel, 1863) v Rezervaci „Velkoveský Vrch“ u Neratovic. *Nový Druh Plze Pro ČSSR. Čas. Nar. Mus. Odd. Přírod*. 130: 140-150.
- HUSANU O., 1967 - Contributii la studiul gasteropodelor masivului Rarau. *Analele Stiintifice ale Universitatii "Al. I. Cuza"*. 13 (1):89-94.
- JAECKEL S. G., KLEMM W. & MEISE W., 1957 - Die Land und Süßwasser-mollusken der Nördlichen Balkanhalbinsel. *Abhandlungen und Berichte aus dem staatlichen Museum für Tierkunde, Dresden*. 23: 140-204.
- JAECKEL V. S., MEISE W., 1956 - Über Land- und Süßwasserschnecken Jugoslawien und Albanien. *Mittelteilung Hamburg Zoologische Institute*. 54: 21-32.
- KAUFEL F., 1928 - Beitrag zur Kenntnis der Verbreitung und Formenbildung der Clausiliiden in den Sudalpen. *Archiv für Molluskenkunde*. 60 (2): 69- 107.
- KERNEY M. P., CAMERON R. A. D. & JUNGBLUTH J. H., 1979 - Die landschnecken Nord- und Mitteleuropas. Ed: Paul Parey. 384 pp..
- KLIE W., 1930 - Über eine neue Art der Ostracodengattung *Sphaeromicola*. *Zoologischer Anzeiger*. 88 (9/10): 272-276.
- KOBELT W., 1902 - Cyclophoridae. Friedlaender und Sohn Verlag.
- KONVICZKA R., 1894-1895 - Grotta *Zospeum* presso Bač (Stefanova jama). *Il Tourista, Trieste*. 1-2 (4): 36.
- KUŠČER L., 1925 - Les mollusques cavernicoles au nord-ouest de la Yougoslavie et du territoire voisin. *Bull. Mus. Slov.* 4-6B: 39-49.
- KUŠČER L., 1932. Höhlen und Quellenschnecken aus dem Flussgebiet der Ljubljanka. *Archiv für Molluskenkunde*. 64: 48-62.
- LA GRECA M., 1962 - Tipi fondamentali di distribuzione geografica degli elementi della fauna italiana. *Archivio Botanico e Biogeografico italiano*. 38: 156-174.
- LATELLA L. & STOCH F., 2001 - Biospeleologia. In: Grotte e fenomeno carsico. Quaderni Habitat. Eds: Ministero dell' Ambiente e Museo Friulano di Storia naturale. pp: 53-130.
- LESSONA M. & POLLONERA C., 1884 - Monografia dei Limacidi italiani. *Memorie della Reale Accademia delle scienze di Torino*. 35: 49-128.
- LINDHOLM W. A., 1925 - Beitrag zur Systematik und Nomenklatur der Familie Enidae (Buliminidae). *Archiv für Molluskenkunde*. 57: 23-41.
- LUPU D., 1975 - Analyse zoogeographique des Limacidae et des Arionidae (Gastropoda-Pulmonata) de Roumanie. *Travaux du Museum d' Histoire Naturelle "Grigore Antipa"*. 16: 101-113.
- MANGANELLI G. & GIUSTI F., 1997 - *Helix draparnaudi* Beck, 1837 (currently *Oxychilus draparnaudi*; Mollusca, Gastropoda): proposed conservation of specific name. *Bulletin of Zoological Nomenclature*. 54 (3): 148-151.
- MANGANELLI G. & GIUSTI F., 1998 - *Oxychilus mortilleti* (Pfeiffer, 1859): a redescription (Pulmonata, Zonitidae). *Basteria*. 61: 123-143.
- MARCHESETTI C., 1890 - La Caverna di Gabrovizza presso Trieste. *Atti del Museo Civico di Storia naturale di Trieste*. 8: 143-184.

- MARINITSCH J., 1896 - La Kačna-Jama (Grouffe des Serpentes) en Istrie. *Mémoires de la Société de Spéléologie*. 1: 65-84.
- MEDEOT S. L., 1973 - Documenti inediti e biografie per una "Storia della speleologia" (Friuli-Venezia Giulia). *Mondo Sotterraneo, Udine*. 1972-1973: 101-141.
- MILDNER P., 1984 - Zur Molluskenfauna im "Eiskeller" der Matzen, Karawanken. *Carinthia II*. 174/94: 237-242.
- MILDNER P., 1997 - Die Turmdeckelschnecke *Cochlostoma (Turritus) tergestinum* (Westerlund, 1878) in Kärnten. *Carinthia II*. 187/107: 225-228.
- MOSETTI F., ERIKSSON E., BIDOVEC F., HODOŠČE K. & OSTANEL L., 1963 - Un nuovo contributo alla conoscenza dell'idrologia sotterranea del Timavo. *Tecnica Italiana, Trieste*. 28 (4): 157-171.
- MÜLLER G., 1926 - La fauna delle caverne. In: Bertarelli L. V. & Boegan E.: Duemila Grotte. Touring Club Italiano. pp: 47-74.
- MÜLLER G., 1930 - I Coleotteri cavernicoli italiani. Elenco geografico delle grotte con indicazione delle specie e varietà dei coleotteri cavernicoli finora trovati in Italia. *Le Grotte d'Italia, Trieste*. 4 (2): 65-85.
- NORDSIECK H., 1969 - Zur Anatomie und Systematik der Clausilien, V: Genitalsystem und Systematic des Genus *Cochlodina*. *Archiv für Molluskenkunde*. 99 (3/4): 107-132.
- PASCUTTO T., 2000 - Indagini biopeleologiche in cavità del Piemonte settentrionale Province di Biella, Vercelli e Torino (dal 1992 al 1997). Club Alpino Italiano, Sezione di Biella. 83 pp.
- PASCUTTO T. & GHIELMETTI E., 2000 - La Grotta di Bercovei. Comunità Montana Vallessessa. 55 pp.
- PERKO G. A., 1896 - Fovea Martel. *Il Tourista, Trieste*. 3 (6): 53; 3 (7): 60-63; 3 (8): 68-69.
- PERKO G. A., 1897a - La grotta Gigante. *Il Tourista, Trieste*. 4 (5): 35-38.
- PERKO G. A., 1897b - La grotta dell'Orto. *Il Tourista, Trieste*. 4 (6): 48.
- PERKO G. A., 1904a - Fovea Lanceresca (Lancereska jama) presso Markovsina. *Il Tourista, Trieste*. 11 (1/4): 59.
- PERKO G. A., 1904b - Caverna degli Orsi o del campo rosso presso Nabresina. *Il Tourista, Trieste*. 11 (1/4): 80.
- PERKO G. A., 1905 - Die Riesengrotte (Grotta Gigante) bei Triest-Opicina. *Österreichischen Touristen-Zeitung, Wien*. 25 (20): 250-252.
- PERKO G. A., 1906a - Die Riesengrotte bei Triest-Opicina. *Globus, Braunschweig*. 89 (10): 152-157.
- PERKO G. A., 1906b - [Beschreibung] in: Perko G.A., Mühlhofer F., Die Riesengrotte bei Triest in Wort und Bild. Buchdruckerei österrischen Lloyd, Triest. pp: 7-20.
- PERKO G. A., 1907 - Aus der Unterwelt des Karstes. Die Schründhöhle von Bresovizza, die Tropfsteinhöhle von Slivno und die Moserhöhle bei Nabresina. - *Globus, Braunschweig*. 92 (23): 359-365, (24): 377-383.
- PERKO G. A., 1908 - Die Riesengrotte bei Triest. *Das Wissen für Alle, Populär-wissenschaftliche Wochenschrift, Wien*. 44: 691-594, 45: 705-708, 46: 721-724.
- PERKO G. A., 1910 - Die Adelsberger Grotte in Wort und Bild. Adelsberg. pp: 78.
- PETRITSCH F. & PERKO G. A., 1894-1895 - La Grotta di Ternovizza. *Il Tourista, Trieste*. 1-2 (6): 60.
- PEZZOLI E., 1974 - Segnalazione del Genere *Hadziella* nelle prealpi orientali. *Natura (Atti Società italiana Scienze naturali del Museo Civico di Storia naturale di Milano)*. 63 (3/4): 219-224.
- PEZZOLI E., 1978 - Appunti sulla malacofauna ipogea italiana terrestre e dulciacquicola. *Natura bresciana (Atti del Museo Civico di Storia naturale di Brescia)*. 15: 202-216.
- PEZZOLI E., 1988 - I molluschi crenobionti e stigobionti presenti nell'Italia settentrionale (Emilia Romagna inclusa) Censimento delle stazioni ad oggi segnalate. *Monografie di Natura Bresciana*. 9: 7-151.
- PEZZOLI E., 1992 - Il genere *Zospeum* Bourguignat, 1856 in Italia (Gastropoda Pulmonata Basommatophora) Censimenti delle stazioni ad oggi segnalate. *Natura bresciana (Atti del Museo Civico di Storia naturale di Brescia)*. 27 (1990-1991): 123-169.
- PIECHOCKI A., 1989 - The Sphaeriidae of Poland (Bivalvia, Eulamellibranchia). *Annales Zoologici*. 42 (12): 249-320.
- PIERSANTI C., 1935 - Le forme più frequenti di restauro e di ricostruzione conchigliare della *Clausilia itala*. *Studi Trentini di Scienze naturali*. 16 (2-3): 206-212.
- PINTER L., 1972 - Die Gattung *Vitrea* Fitzinger 1833 in den Balkanländer (Gastropoda: Zonitidae). *Annales Zoologici*. 29 (8): 209-315.
- POLINSKI W., 1928 - Sur certains problèmes du développement morphologique et zoogéographique de la faune des Alpes et des Karpaten illustrés par l'étude détaillée des Hélicidés du groupe *Perforatella* auct. *Annales Muséi Zoologici Polonici*. 7: 137-229.
- POLLONERA C., 1866 - Note Malacologiche: I molluschi della Valle del Natisone; Monografia degli Sphyradium italiani. *Bollettino Società Malacologica Italiana*. 12: 1-14.
- POLLONERA C., 1888 - Di alcune Testacelle raccolte presso Torino. Appunti di Malacologia. I. *Bollettino di Zoologia ed Anatomia comparata della R. Università di Torino*. 3 (43): 1-11.
- POLLONERA C., 1889a - Note malacologiche. Un nuovo *Zospeum* italiano. Acme italiane del gruppo della costulatae. *Vitrina stabilei* e *V. Majori*. La *Xerophila maritima*. *Bollettino Società Malacologica Italiana*. 14: 50-64.
- POLLONERA C., 1889b - Osservazioni intorno ad alcune specie di *Testacella*. *Bollettino di Zoologia ed Anatomia comparata della R. Università di Torino*. 4 (57): 1-6.
- POLLONERA C., 1898 - Intorno ad alcune Conchiglie del Friuli. *Bollettino di Zoologia ed Anatomia comparata della R. Università di Torino*. 13 (334): 1-4.
- POLLONERA C., 1905 - *Zospeum* italiani. *Proteus, Rivista di Biologia Sotterranea, Bologna*. 3 (1): 2-4.

- PRADA T., 1852 - Catalogo dei gasteropodi terrestri della Valle dell'Isonzo, dell'Altopiano d'Adelsberg, del littorale di Trieste e dell'Istria. In: Memoria geologica sull'Istria del dott. Emilio Cornalia e Luigi Chiozza. *Giornale Istituto Lombardo, Milano*. 3: 46-51.
- RADICS P., 1861 - Adelsberg und seine Grotten. Trieste. 61 pp.
- RADOMAN P., 1965 - Das Genus *Sadleriana*. *Glaznik priir. Muz., Beograd*. 20(B): 121-126.
- RADOMAN P., 1978 - Neue Vertreter der Gruppe Hydrobioidea von der Balkanhalbinseln. *Archiv für Molluskenkunde*. 109 (1/3): 27-44.
- REISCHÜTZ P. L., 1978 - Bemerkungen zu *Deroceras klemmi* Grossu, 1972 (Moll., Gastropoda, Limacidae). *Mitteilungen der Abteilung für Zoologie und Botanik am Landesmuseum „Joanneum“, Graz*. 7 (1): 39-44.
- RIEDEL A., 1957 - Revision der Zonitiden Polens (Gastropoda). *Annales Zoologici*. 16 (23): 361-465.
- RIEDEL A., 1966 - Zonitidae (excl. Daudebaridiinae) der Kaukasusländer (Gastropoda). *Annales Zoologici*. 24 (1): 1-303.
- RIEDEL A., 1980 - Genera Zonitidarum. Diagnosen supraspezifischer Taxa der Familie Zonitidae (Gastropoda, Stylommatophora). Ed: W. Backhuys, Rotterdam. 187 pp.
- RIEDEL A., 1983 - Über die *Aegopinella*-Arten (Gastr. Zonitidae), aus Jugoslawien, Italien und Frankreich. *Annales Zoologici*. 37 (4/8): 235-258.
- RIEDEL A., 1992 - Fauna Graeciae V. The Zonitidae (sensu lato) (Gastropoda, Pulmonata) of Greece. Hellenic Zoological Society, Athens. 194 pp.
- ROSSMÄSSLER E. A., 1839 - Iconographie der Land-und Süßwassermollusken. Dresden und Leipzig, Wiesbaden. 9/10 (3/4): 1-46.
- SACCHI C. F., 1981 - Convergence du polymorphisme chez *Cepaea nemoralis* (L.) et *Monachoides inchoatus* (Mor.) (Gastropoda Pulmonata): parallélisme écologique ou minétisme imitatif?. *Atti della Società italiana di Scienze naturali e del Museo civico di Storia naturale di Milano*. 122 (3/4): 139-150.
- SCHILEYKO A.A., 2000 - Treatise on recent terrestrial Pulmonate Molluscs. 5. Clausiliidae, *Ruthenica*. supplement 2: 565-729.
- SCHINER J. R., 1853 - Ausflug in die Krainer Grotten. *Verhandlungen der zoologisch-botanischen Vereins, Wien*. 3: 151-154
- SCHMIDT A., 1857. Die kritischen Gruppen der Europäischen Clausilien. Hermann Costenoble ed., Leipzig. 63 pp.
- SCHMIDT F., 1855 - Beschreibung zweier neuer Höhlentiere eines Käfer und einer Schneke. *Verhandlungen des zoologisch-botanischen Vereins, Wien*. 5: 3-4.
- SCHÜTT H., 1975 - Die Formen der Gattung *Iglica* A.J. WAGNER. *Archiv für Molluskenkunde*. 106 (1/3): 1-14.
- SCHÜTT H., 1993 - Türkische Landschnecken. Verlag Christa Hemmen. 433 pp.
- SFREGOLA P., 1995 - Guida pratica die fenomeni carsici. Geologia del Carso Triestino. Gruppo Speleologico San Giusto. Edizioni Spring, Trieste. 111 pp.
- SIMROTH H., 1885 - Versuch einer Naturgeschichte der deutschen Nacktschnecken und ihrer europäischen Verwandten. *Zeitschrift für Wissenschaftliche Zoologie*. 42: 203-366.
- SKET B., 1993 - Cave fauna and speleobiology in Slovenia. *Naše Jame*. 35 (1): 35-42.
- SLAPNIK R., 1991 - Localities of *Carychium tridentatum* (Risso, 1826) and *C. minimum* O. F. Muller, 1774 in Slovenia and the distribution of *C. mariae* Paulucci, 1878 (Gastropoda, Carychiidae) in Yugoslavia. *Biološki Vestnik*. 39 (3): 45-62.
- SLAPNIK R., 1994 - Distribution of the Genus *Zospeum* Bourguignat 1856 (Gastropoda Pulminata Carychiidae) in isolated Karst in Eastern Slovenia. *Slovenska Akademia Znanosti in Umetnosti, Razprave*. 35 (5): 297-335.
- STAMMER H.J., 1932a - Die Fauna des Timavo. *Zoologische Jahrbücher Abtheilung für Systematik, Geographie und Biologie der Tiere*. 63: 521-656.
- STAMMER H.J., 1932b - Die Fauna des Timavo, ein Beitrag zur Kenntnis der Höhlen und des Brackwassers. *Archivio Zoologico Italiano*. 16: 509-525.
- STOCH F. & DOLCE S., 1984 - Gli animali delle grotte del Carso triestino. Invito allo studio della biospeleologia. Ed. LINT, Trieste. 135 pp.
- STOCH F. & DOLCE S., 1994 - Progetto Timavo: risultati delle indagini sulla fauna delle acque sotterranee. *Atti e Memorie della Commissione Grotte "E. Boegan"*. 31: 59-71.
- STOSSICH A., 1879 - Il Velebit. *Bollettino della Società Adriatica di Scienze naturali, Trieste*. 4: 5-25.
- STOSSICH A., 1879 - Il Carso Liburnico. *Bollettino della Società Adriatica di Scienze naturali, Trieste*. 5: 333-351.
- STOSSICH A., 1883 - I molluschi del Velebit. *Bollettino della Società Adriatica di Scienze naturali, Trieste*. 8: 132-140.
- STOSSICH A., 1895 - Molluschi osservati e raccolti fra le Alpi Venete. *Bollettino della Società Adriatica di Scienze naturali, Trieste*. 16: 197-211.
- STOSSICH A., 1899 - Contribuzione alla fauna malacologica terrestre e fluviale del territorio di Trieste ed in parte delle località contorni. *Bollettino della Società Adriatica di Scienze naturali, Trieste*. 19: 17-51.
- SUBAI P., 1977 - Über italienische *Acicula*-Arten. *Archiv für Molluskenkunde*. 108 (1/3): 37-43.
- SUBAI P., 1979 - Revision der lebenden Arten der Gattung *Poiretia* (Gastropoda Oleacinidae) *Archiv für Molluskenkunde*. 11 (4/6): 151-172.
- TREVISAN G., 1898 - La Caverna di Ponikve. Il Tourista, Trieste. 5: 47-48.
- VALLE A., 1911 - Note sulla fauna e flora della grotta di Trebiciano. - Alpi Giulie, 16 (1): 22-26.
- VANDEL A., 1970 - Biospeleologie. - Gauthier, Paris: 99-104.

- VEIT E., 1898 - Il pozzo Erebo (Prazna jama). *Il Tourista, Trieste*. 5 (3): 22.
- VELKOVVRH F., 1974 - Raszizjenost gastropodov po drobnih razpokah v krasu. *Nase Jame*. 6: 77-81.
- VERHOEFF K. W., 1929a - Arthropoden aus südostalpinen Höhlen, gesammelt von Karl Strasser in Triest. *Mitteilungen über Höhlen- und Karstforschung, Berlin*. 1929 (1): 14-35.
- VERHOEFF K. W., 1929b - Arthropoden aus südostalpinen Höhlen, gesammelt von Karl Strasser, 2. *Mitteilungen über Höhlen- und Karstforschung, Berlin*. 1929 (2): 41-55.
- VERHOEFF K. W., 1931 - Arthropoden aus südostalpinen Höhlen, gesammelt von Karl Strasser, 6. *Mitteilungen über Höhlen- und Karstforschung, Berlin*. 1931 (1): 14-30.
- VERHOEFF K. W., 1932 - Cavernicole Oniscoiden. 44. Isopoden-Aufsatz. *Mitteilungen über Höhlen- und Karstforschung, Berlin*. 1932 (1): 12-24.
- VIGNA TAGLIANTI A., AUDISIO P. A., BELFIORE C., BIONDI M., BOLOGNA M. A., CARPANETO G. M., DE BIASE A., DE FELICI S., PIATTELLA E., RACHELI T., ZAPPAROLI M & ZOIA S., 1993 - Riflessioni di gruppo sui corotipi fondamentali della fauna W-paleartica ed in particolare italiana. *Biogeographia. Lavori della Società italiana di Biogeografia*. NS,14: 159-179.
- WÄCHTLER W., 1929a - Zür lebenweise der *Caecilioides acicula* Müll. *Archiv für Molluskenkunde*. 61: 1-14.
- WÄCHTLER W., 1929b - Anatomie und Biologie der angelenosen Landlungschnecken *Caecilioides acicula* Müll. *Zeitschrift Morphologie Ökologie der Tiere*. 13: 359-462.
- WAGNER A.J., 1912 - Beschreibung neuer Land- und Süßwasserschnecken aus Südösterreich, Kroatien und Bosnien. *Verhandlungen der zoologisch-botanischen Vereins, Wien*. 62: 246-260.
- WAGNER A.J., 1914 - Höhlenschnecken aus Suddalmatien und der Hercegovina. *Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Wien*. 123 (1): 33-48.
- WAGNER A.J., 1915 - Beiträge zur Anatomie und Systematik der Stylommatophoren aus dem Gebiet der Monarchie und der agrenzenden Balkanländer. *Denkschriften der Akademie Wiessenschaften, Wien*. 91: 429-498.
- WAGNER H., 1932 - Su alcuni molluschi delle grotte di Postumia e di qualche altra località. *Le Grotte d'Italia*. 10: 22-24.
- WATSON H. & VERDCOURT B., 1952 - The two british species of *Carychium*, *Journal of Conchology*. 23 (9): 306-326.
- WELTER-SCHULTES F. W. & DHORA D., 1996 - List of species and atlas of the non-marine molluscs of Albania. *Schriften zur Malakozoologie*. 9:90-197.
- WIKTOR A., 1973 - Die Nacktschnecken Polens. Monografie Fauny Polski 1. *Polska Akademia Nauk*. 1: 1-178.
- WIKTOR A., 1989 - Limacoidea at Zonitoidea nuda (Gastropoda: Stylommatophora). *Fauna Poloniae, Warszawa*. 12: 1-208.
- WIKTOR A., 1983 - The slugs of Bulgaria (Arionidae, Milacidae, Limacidae, Agriolimacidae- Gastropoda, Stylommatophora). *Annales Zoologici*. 37 (3): 71-206
- WIKTOR A., 1996. The slugs of the former Yugoslavia (Gastropoda terrestria nuda- Arionidae, Milacidae, Limacidae, Agriolimacidae). *Annales Zoologici*. 46: 1-110.
- WIKTOR A., 2000 - Agriolimacidae (Gastropoda, Pulmonata)- systematic monograph. *Annales Zoologici*. 49 (3): 347-590.
- WOLF B., 1934. Animalium Cavernarum Catalogus, I. Junk Verlag fuer Naturwissenschaften. vol. 1: 1-108.
- ZILCH A., 1958 - Die Typen und Typoide der Natur-Museums Senckenberg: Mollusca, Cyclophoridae, Craspedopominae-Cochlostomatidae. *Archiv für Molluskenkunde*. 87 (1/3): 53-76.
- ZILCH A., 1979 - Die Typen und Typoide der Natur-Museums Senckenberg: Mollusca: Zonitacea: Vitrinidae. *Archiv für Molluskenkunde*. 110 (1/3): 81-101.

SU *PARABRAEUS TARSALIS* MÜLLER, 1944 (INSECTA, COLEOPTERA, HISTERIDAE)

ANDREA COLLA⁽¹⁾, YVES GOMY⁽²⁾, PIERPAOLO VIENNA⁽³⁾

⁽¹⁾ Museo Civico di Storia Naturale di Trieste, Piazza Hortis 4, 34123 Trieste - e-mail collaa@comune.trieste.it

⁽²⁾ 2 Boulevard Victor Hugo, F-58000 Nevers - e-mail halacritus@wanadoo.fr

⁽³⁾ Via J. Diedo 6/A, 30126 Venezia-Lido - e-mail p.vien@libero.it

Abstract - About *Parabraeus tarsalis* Müller, 1944 (Insecta, Coleoptera, Histeridae) - The systematical position of the genus *Parabraeus* Müller, 1944, is discussed after the study of *P. tarsalis* Müller, 1944, the only species till now attributed to it. The study reveals that *Parabraeus* Müller, 1944 = *Acritodes* Cooman, 1935, syn. nov., and that *P. tarsalis* Müller, 1944 = *Acritodes tarsalis* (Müller, 1944), comb. nov..

Key words: *Parabraeus tarsalis*, *Acritodes*, geographical distribution, systematics.

Riassunto breve - Su *Parabraeus tarsalis* Müller, 1944 (Insecta, Coleoptera, Histeridae) - Viene discussa la posizione sistematica del genere *Parabraeus* Müller, 1944, dopo l'esame di *P. tarsalis* Müller, 1944, unica specie ad esso finora ascritta. Lo studio rivela che *Parabraeus* Müller, 1944 = *Acritodes* Cooman, 1935, syn. nov., and that *P. tarsalis* Müller, 1944 = *Acritodes tarsalis* (Müller, 1944), comb. nov..

Parole chiave: *Parabraeus tarsalis*, *Acritodes*, geonemia, sistematica.

1. - Introduzione

Delle circa 3800¹ specie di Histeridae mondiali, circa 550 appartengono alla sottofamiglia Abraeinae², diffusa in tutto il mondo e comprendente specie perlopiù convesse e di piccole o piccolissime dimensioni. Esse vivono in genere sotto la corteccia degli alberi, nelle gallerie degli insetti xilofagi di cui predano le larve, ma anche nelle grotte, nei formicai e nei termitai.

A questa sottofamiglia appartiene anche *Parabraeus tarsalis*, entità descritta da Müller nel lontano 1944, ma a tutt'oggi poco nota sotto ogni punto di vista (morfologico, sistematico, eco-etologico, corologico ed iconografico). Nel presente lavoro gli AA. ne completano la descrizione per quanto riguarda alcuni caratteri di importanza sistematica (tarsi, visione ventrale, pubescenza, ecc.), corredando la discussione con l'iconografia relativa a questi ed al habitus. Sulla base di tali considerazioni ne viene affrontato l'inquadramento sistematico, accertandone l'appartenenza al genere *Acritodes* Cooman, 1935; si riassumono inoltre le restanti conoscenze sulla specie in questione.

2. - Materiale esaminato e metodi di studio

Sono stati visionati complessivamente 4 esemplari di *Parabraeus tarsalis* Müller, 1944, di cui:

¹ Mazur (2001:18) riporta il n° di 3793 specie.

² Come proposto da Slipinski et Mazur, 1999, la sottofamiglia Abraeinae viene qui considerata comprensiva anche delle tribù Bacaniini Kryzhanovskij et Reichardt, 1976 ed Anapleini Olexa, 1982.

3 conservati presso il Museo Civico di Storia Naturale di Trieste, nella scatola etichettata "Histeridae 2" (posiz. Fa 45) della Collezione Müller, di cui rappresentano la serie completa della specie;

1 conservato in collezione Gomy, Nevers (Francia).

Oltre allo stereomicroscopio ed al microscopio biologico, lo studio del materiale ha richiesto anche l'impiego del microscopio elettronico a scansione (S.E.M.) per evidenziare alcune ultrastrutture. Gli esemplari, quando necessario, sono stati ripreparati. In un caso si è provveduto ad effettuare l'estrazione dei genitali.

Questa la descrizione degli esemplari nello stato attuale (fig. 7):

1° - **Holotypus** ♀, preparato in visione dorsale, con le appendici bene in vista, danneggiato (mancante di parte del tarso posteriore sinistro, di tibia e tarso posteriori destra, nonché dei tarsomeri distali sia dei tarsi anteriori, sia del tarso medio destro), con i seguenti dati di cartellino: "*Parabraeus tarsalis*, det. J. Müller '47³/ Eritrea, Adi-Caiè, VII.1902, Dr. A. Andreini/177/TYPUS (figg. 1, 2; 8);

2° - Es. preparato in visione dorsale, con le zampe raccolte sotto il corpo ed immerse nella colla, con i seguenti dati di cartellino: Kenya, Nairobi/ Patrizi 945/ COTYPUS (fig. 3; 9)⁴;

3° - Es. ♂ preparato in visione ventrale, con appendici ben visibili, integro (privo solo di alcune unghie), con dati di cartellino in comune con l'esemplare precedente (montato sullo stesso spillo) (figg. 4, 5, 6; 9, 10). Nel corso di questo studio, dopo la realizzazione delle foto allo stereomicroscopio (figg. 4, 5, 6; 10), si è deciso di metallizzare questo esemplare, per evidenziarne alcuni dettagli anatomici con l'ausilio del microscopio elettronico a scansione (figg. 12 - 20);

4° - Es. ♂ perfettamente corrispondente alla descrizione, con i seguenti dati di cartellino: Côte d'Ivoire, Ayéremou 2, 27.XI.1996, termitière à *Macrotermes*, leg. C. Girard. Questo esemplare della collezione Gomy è stato impiegato essenzialmente per la realizzazione dei disegni dei genitali (fig. 21 a, b), evitando così di esporre un *Typus* ai rischi associati ad una estrazione.

3. - Considerazioni morfologiche

Nel descrivere *Parabraeus tarsalis*, MÜLLER (1944: 134) lamenta il fatto che le mutilazioni già presenti alle zampe posteriori dell'unico individuo allora disponibile non gli consentano la definizione della formula tarsale. È noto, infatti, come nella sistematica degli Abraeinae il numero degli articoli dei tarsi posteriori contribuisca all'immediata separazione di una delle tribù (gli Acritini) nelle quali la sottofamiglia è attualmente suddivisa.

Egli rimane comunque colpito dalla lunghezza del tarsomero prossimale, a proposito del quale scrive in una nota a piè pagina: "*A giudicare dallo sviluppo*

³ Curiosa è la discordanza tra questa data e quella di descrizione della specie. Con ogni probabilità Müller, nel riordinare la collezione, ha compilato un cartellino prestampato, con data posteriore.

⁴ Per la precisione si legge in realtà "COTYPTS" (fig. 9), che potrebbe anche intendersi come l'abbreviazione di "COTYP(US) TS (Trieste)", ma che a nostro giudizio è più plausibile interpretare come un semplice errore di stampa.

eccessivo del primo articolo, che è ben tre volte più lungo del secondo, si potrebbe forse dedurre che esso derivi dalla fusione di due articoli primitivi; però, ad onta di un accurato esame microscopico, non sono riuscito a rintracciare alcuna linea di demarcazione che indicasse l'avvenuta fusione".

Nella collezione Müller, accanto all'olotipo, indicato come "Typus", risultano conservati altri due esemplari, etichettati con la dicitura "Cotypus". Essendo la descrizione basata sull'unico esemplare sopra discusso, questi non possono essere considerati facenti parte della serie tipica, ma la collocazione e le analogie tra i cartellini fanno ritenere che siano stati così indicati dallo stesso Müller; con ogni probabilità era sua intenzione completare la descrizione della specie basandosi sull'esame dei tarsi di tali ulteriori individui.

Il riesame dei tre tarsi posteriori complessivamente osservabili, effettuato con migliori strumentazioni ottiche rispetto quelle impiegate da Müller, ci ha permesso di accertare l'effettiva presenza di soli 4 articoli. Pur concordando con Müller nel ritenere l'insolita lunghezza del primo tarsomero una conseguenza della fusione di due articoli primitivi, non possiamo che confermare l'assenza di qualsiasi linea di demarcazione, come dimostrato anche dalle immagini al S.E.M. (figg. 12-17). Anche un rilievo, al microscopio ottico apprezzabile solo a ingrandimenti superiori a 80 x e posto a metà della lunghezza del tarsomero (fig. 10, indicato dalla freccia), sembra corrispondere solo al punto di inserzione di una setola, evidenziato da una briciola adiacente (fig. 17, vedi freccia: la setola risulta però assente, probabilmente rotta). L'unica traccia dell'antica pentameria potrebbe essere rappresentata da un'interruzione delle setole del margine inferiore del tarsomero, posta quasi a delimitarne il terzo posteriore; essa appare a prima vista simile ad un artefatto, ma è simmetricamente presente in tutti i casi esaminati (figg. 13, 15).

Anche l'esame dei tarsi anteriori ha rivelato interessanti particolari, dimostrando per *Parabraeus* l'esistenza di un dimorfismo sessuale analogo a quello già noto per i Saprininae, ma mai descritto prima per gli Abraeinae (primi 3 tarsomeri anteriori del ♂ muniti di particolari setole appiattite e ialine, allargate a spatola verso l'estremità, che rendono il tarso vagamente simile a fusticino e fogliette di una briofita: fig. 19, vedi freccia). Ciò ha permesso di appurare facilmente il sesso di due individui, senza ricorrere in tutti i casi all'estrazione dell'edeago, evitando così il rischio di danni connesso a questa operazione in esemplari di così vecchia data di raccolta. Come già anticipato (§ 2), si è potuto dunque accertare che l'olotipo è una ♀, mentre è un ♂ l'esemplare del Kenya preparato capovolto. Nel restante es. della Collezione Müller il controllo dei tarsi richiederebbe la riparazione dell'esemplare.

A completamento dell'esame morfologico esterno dell'animale, particolare attenzione è stata posta al controllo di ulteriori caratteri significativi a livello sistematico (figg. 1-6). L'osservazione di tali caratteri ha rivelato, tra l'altro, l'esistenza di una carena delimitata da una seconda stria elitrare (verosimilmente la stria marginale) in prossimità di quella subomerale esterna; le due strie sono posteriormente convergenti e concorrono a disegnare una sorta di triangolo sul fianco dell'elitra, a livello mesotoracico (ben visibile nella fig. 6). Inoltre, con luce radente ed a forte ingrandimento, si osserva una pubescenza molto fine e corta, visibile in

particolare sulla testa ed ai lati del pronoto, ma di fatto presente su tutto il corpo (fig. 18).

L'abbondante iconografia riportata comprende anche i disegni dell'edeago (fig. 21 a, b).

4. - Considerazioni sistematiche

Nell'ambito della sottofamiglia *Abraeinae* *Parabraeus* presenta habitus e statura che a prima vista sembrerebbero avvicinarlo alla tribù *Abraeini*, caratteri associati però alla ridotta formula tarsale caratteristica degli *Acritini* (5-5-4, anziché 5-5-5). In assenza di dati certi sulla formula tarsale (§3) G. Müller non poteva pensare un solo istante che il suo *P. tarsalis* potesse appartenere al genere *Acritodes*, descritto nel 1935 da A. de Cooman per una specie asiatica. Tra l'altro, la finissima pubescenza che l'avrebbe potuto indirizzare in tal senso è di difficile osservazione, essendo visibile solo nelle condizioni di ingrandimento ed illuminazione già descritte nel paragrafo precedente. Tale pubescenza, pur confermando l'appartenenza a questo genere, non esclude la possibilità di scoperta di *Acritodes* non pelosi, come si riscontra anche negli *Abraeini* del gen. *Chaetabraeus*, comprendente sia entità pubescenti che glabre.

Dallo studio della forma tipica di *P. tarsalis* risulta dunque:

***Parabraeus* Müller, 1944 = *Acritodes* Cooman, 1935, syn. nov.** e di conseguenza:

***Parabraeus tarsalis* Müller, 1944 = *Acritodes tarsalis* (Müller, 1944), comb. nov.**

Rimane infine da verificare quale diffusione abbia nell'ambito degli *Abraeinae* il dimorfismo sessuale nei tarsi anteriori, finora dimostrato solo per *A. tarsalis*, ma che un attento riesame potrebbe forse rivelare anche in altri rappresentanti della sottofamiglia.

5. - Ulteriori citazioni

Poche sono le citazioni di questa specie successive alla sua descrizione e tutte, a quanto ci risulta, scritte da Théron (che ovviamente la menziona come *Parabraeus*). Questi, nonostante la grandissima conoscenza degli *Histeridae* africani, si esprime quasi sempre con molta prudenza sulla specie in esame:

Nel primo dei suoi lavori (THÉRON, 1956: 296), infatti, l'A. francese non è nemmeno sicuro dell'appartenenza al genere *Parabraeus* dell'unico esemplare che gli è passato sotto gli occhi proveniente dalla Namibia (località: Kaokoveld, Sanitatas, leg. Brinck e Rudbeck nel corso di una spedizione svedese del 1950-'51), che viene citato senza ulteriori chiarimenti come "*Abraeus* ou *Parabraeus* sp.?".

Nel 1959 (pag. 8) THÉRON, per quanto "*avec doute*", ascrive a *P. tarsalis* un individuo conservato nell'Istituto Parchi Nazionali del Congo Belga; egli precisa che l'esemplare in questione "*a perdu ses jambes postérieures*", ma risponde

ai requisiti generici, specialmente per la presenza sulle elitre di una stria subomere intera. Tale esemplare proviene dal Parc National de La Garamba.

Nel 1967 (pag. 273), a proposito di due esemplari provenienti dalla Repubblica del Congo (località: Bouenza, probabilmente da riferire a raccolte dell'Ungherese di Storia Naturale di Budapest), ancora una volta esprime dei dubbi, concludendo come segue: "*Je classe provisoirement ces deux spécimens sous le nom donné par G. Müller*".

Nel 1973 (pag. 877) THÉROND cita per il Ghana 38 esemplari provenienti da Mpressa e da Kwadaso (raccolti certamente nel corso della spedizione ungherese sopra menzionata), affermando che "*Ces exemplaires répondent parfaitement à la description*".

Infine, nel 1976 (pag. 107) la specie viene ancora citata per il Ghana (forse ancora facendo riferimento al materiale della spedizione ungherese).

Riprendendo quanto indicato da ThéronD, MAZUR nei suoi cataloghi cita la specie rispettivamente di Eritrea, Ghana, Zaire (1984:11) e di Eritrea, Ghana, Zaire, Transvaal (1997: 193).

6. - Considerazioni eco-etologiche

All'isteridologo francese che ne ha delineato la distribuzione geografica spetta anche il merito di aver fornito le prime informazioni eco-etologiche sulla specie: è infatti ancora THÉROND a riportare le condizioni di cattura di alcuni esemplari. Questi risultano rinvenuti su spighe fiorite di *Sporobolus pyramidalis* P. Beauv. (1959 l.c.: 8), una poacea di ambienti di savana, ma anche fra detriti galleggianti in ambienti palustri, (1967, l.c.: 273) oppure di notte, attirati dalla luce (1973, l. c.: 877).

Molto successivamente ricerche approfondite nei termitai abbandonati di *Macrotermes* in Costa d'Avorio e Guinea (GIRARD et LAMOTTE, 1990; KANAAR, 1992,1993) hanno mostrato la ricchezza isteridologica di questo biotopo tanto in Africa tropicale, quanto in Asia e le migliaia di microisteridi attualmente in studio comprendono già molte decine di specie inedite di *Acritodes* ed esemplari attribuibili ad *A. tarsalis* (Müller), come dimostrato nel caso dell'individuo della Costa d'Avorio.

Sembra dunque accertato che *A. tarsalis* (Müller) sia legato a questo habitat particolare, il che spiega la rarità di catture anteriori, più o meno accidentali (luci, trappole ad intercettazione, ecc.).

7. - Geonemia e considerazioni conclusive

Riassumendo i dati disponibili, le stazioni finora accertate per *A. tarsalis* (Müll.) risultano le seguenti (tra parentesi vengono riportate, per quanto possibile, denominazione aggiornata e posizione approssimativa delle località, ricavate rintracciando queste ultime sull'"Atlante Internazionale del T.C.I." del 1956 e confrontandone il nome con il corrispondente riportato da atlanti più moderni, come il "The Times Atlas of the World 2000"):

- 1.- Eritrea: Adi Caiè (Addi Caièh = Adi-Keyih, 14°50' N - 39°23' E, c.ca 80 km SE di Asmera);
 - 2.- Kenya: Nairobi;
 - 3.- Repubblica Democratica del Congo: Parc National de la Garamba (4°03' N - 29°27' E, presso il confine con il Sudan);
 - 4.- Ghana: Mpressa (= Mpraeso? 6°34' N - 0°44' O, c.ca 130 km NNE da Accra); Kwadaso (località non rintracciata);
 - 5.- Costa d'Avorio: Ayéremou 2.
 - 6.- Sudafrica: Transvaal.
- A queste vanno aggiunte ancora le due stazioni probabili, per le quali la determinazione degli esemplari è da confermare:
- 7.- Congo: Bouenza (4°11' S - 13°55' E, c.ca 140 km ENE da Kinshasa).
 - 8.- Namibia: Kaokoveld/Kaokoland (18°10' S - 12°44' E)/ Sanitatas;

Anche non considerando le due località incerte, la specie risulta comunque diffusa in buona parte dell'Africa sudsahariana. Tale distribuzione discontinua in un areale così ampio potrebbe essere dovuta solo all'insufficiente sviluppo delle ricerche, ma s'anche dovesse in futuro trovare conferma, non si tratterebbe di cosa eccezionale per il continente africano. In effetti situazioni di questo tipo sono ben note per altri gruppi zoologici e risultano spesso associate ad interi biotopi almeno localmente molto simili tra loro, se non addirittura analoghi sotto molteplici punti di vista (COE, SKINNER, 1993).

Non si può comunque escludere che in questo immenso areale alcune popolazioni di *A. tarsalis* (Müll.) siano rimaste separate così a lungo da essersi tra loro differenziate, ma lo scarso numero di esemplari disponibili per le singole stazioni (Ghana a parte) non ne consente per ora uno studio comparativo. D'altra parte, come si è visto, la scarsa descrizione e le incomplete conoscenze sulla morfologia di *A. tarsalis* (Müll.) rendevano finora problematica l'attribuzione di certi esemplari persino a livello specifico. A questo punto appare indispensabile un nuovo studio di tutti gli esemplari determinati da J. Théron. Inoltre, come già accennato al paragrafo precedente, una svolta può venire dallo studio tuttora in corso dei microsteridi raccolti nei termitai abbandonati, che potrebbe portare ad ampliare notevolmente le conoscenze sulla geonemia di *A. tarsalis* (Müll.).

Da parte nostra possiamo solo constatare la notevole somiglianza tra tutti gli esemplari visionati, con la sola eccezione di lievi differenze, a prima vista attribuibili a dimorfismo sessuale o rientranti nel campo della variabilità individuale (statura, grado di fusione nel tarsomero, setole dei tarsi anteriori, diversa evidenza della linea subomerale esterna, ecc).

RINGRAZIAMENTI

Gli AA. desiderano ringraziare il direttore del Museo Civico di Storia Naturale di Trieste, dr. S. Dolce, ed il conservatore zoologo dello stesso museo, dr. Nicola Bressi, per la disponibilità delle attrezzature e delle collezioni museali. Un ringraziamento va anche al dr. Michele Codogno, del dipartimento di Biologia dell'Università di Trieste, per le notizie di carattere botanico, nonché al Sig. C. Ubaldini, tecnico di microscopia elettronica alla Fondazione Callerio presso l'Università di Trieste, per l'aiuto nella realizzazione delle foto al S.E.M.. Si ringraziano inoltre il sig. G. Tomasini di Gradisca (GO), il dr. F. Stoch ed il dr. F. Gasparo di Trieste per la lettura critica del lavoro ed i preziosi suggerimenti.

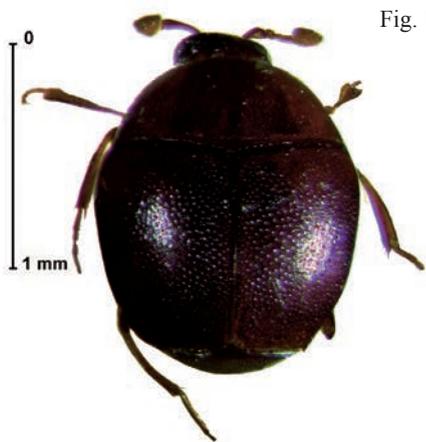


Fig. 1

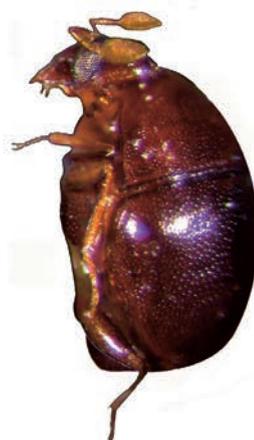


Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4



Fig. 5



Fig. 6



Fig. 7



Fig. 8



Fig. 9

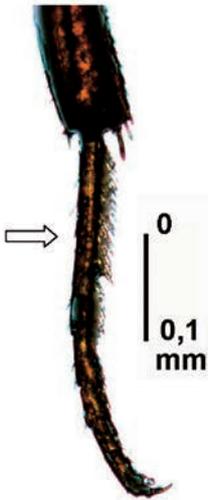


Fig. 10

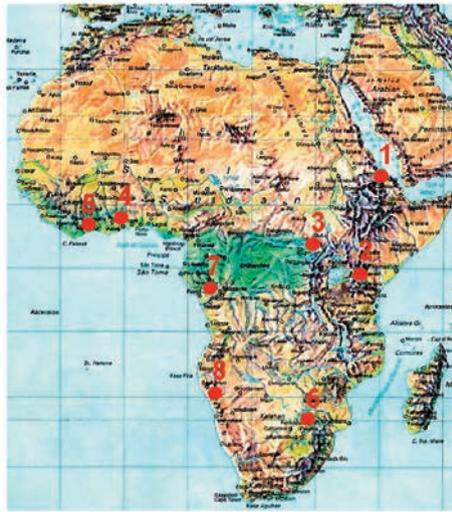


Fig. 11

Figg. 1-11, *Acritodes tarsalis* (Müller, 1944) (Coleoptera, Histeridae): Esemplici della Collez. Müller (Museo Civico di Storia Naturale di Trieste), particolari e cartellini degli stessi, distribuzione della specie:

- 1, 1° es. (Holotypus ♀, leg. Andreini), in visione dorsale.
- 2, Id., in visione laterale sinistra.
- 3, 2° es. (leg. Patrizi), in visione dorsale.
- 4, 3° es (♂, leg. Patrizi), in visione frontale.
- 5, Id., in visione ventrale, prima della metallizzazione per l'osservazione al S.E.M..
- 6, Id., in visione latero-posteriore.
- 7, I 3 esemplari della Collezione Müller, visione d'insieme.
- 8, 1° es. (Holotypus), cartellini riscontrati.
- 9, 2° e 3° es., cartellini (in comune).
- 10, 3° esemplare, tarso posteriore sinistro in visione laterale esterna, come si presenta al microscopio ottico. Per maggior dettaglio si vedano le immagini al S.E.M. (foto 16 e 17).
- 11, Distribuzione geografica (la numerazione coincide con quella impiegata nel § 7).

Foto: Archivio MCSN-TS (stereomicroscopio Leica MZ 12.5, con fotocamera digitale JVC GC-X1E).

Fig. 12



Fig. 13

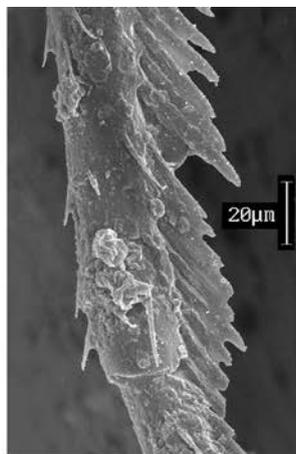


Fig. 14

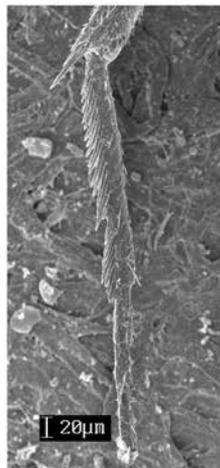


Fig. 15

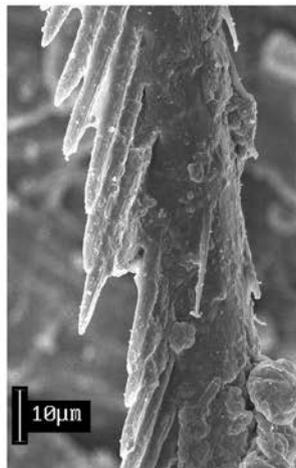


Fig. 16

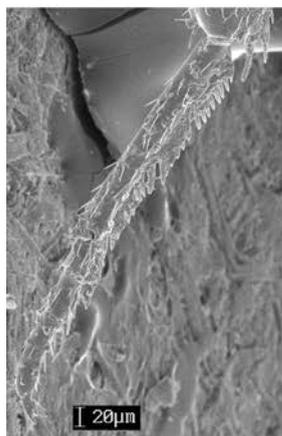


Fig. 17

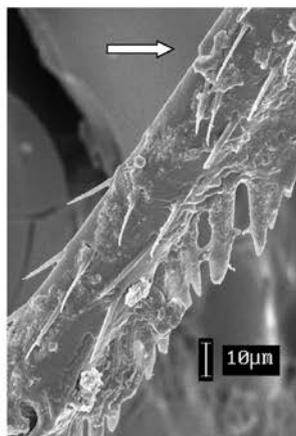


Fig. 18

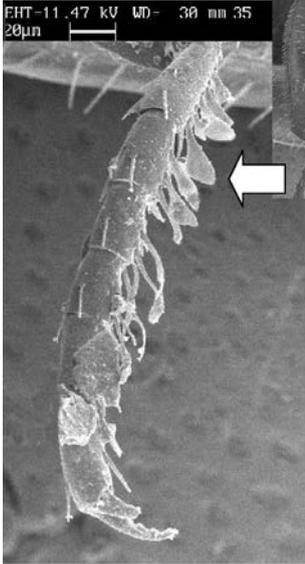
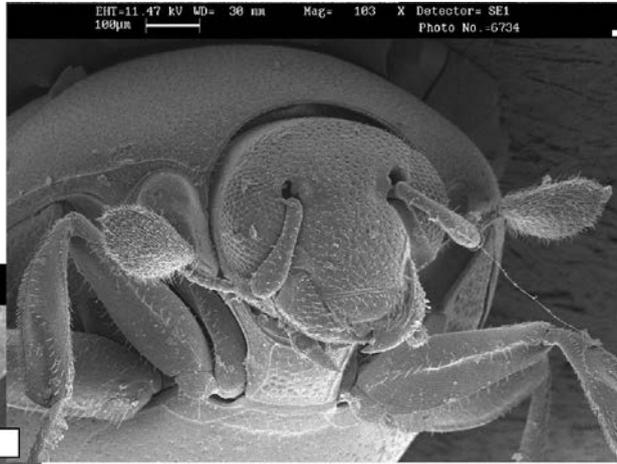


Fig. 19

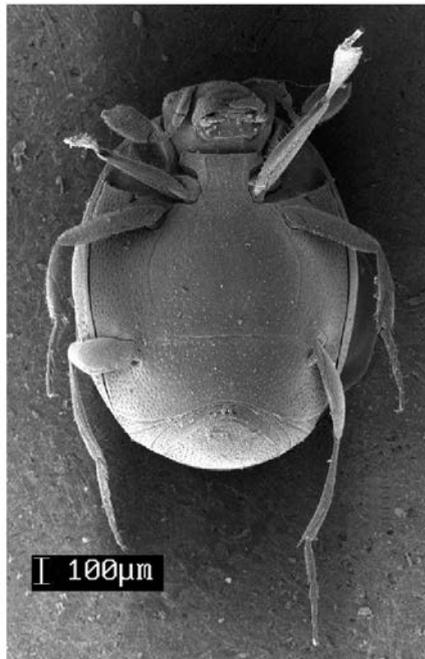


Fig. 20

Figg. 12-20, *Acritodes tarsalis* (Müller, 1944) (Coleoptera, Histeridae): 3° esemplare ("Cotyplus" ♂, leg. Patrizi) e dettagli anatomici al microscopio elettronico a scansione (S.E.M.):

Figg. 12-13, Tarso posteriore destro dello stesso, in visione ventro-laterale esterna e particolare dello stesso;

Figg. 14-15, Tarso posteriore sinistro, in visione ventro-laterale esterna e particolare dello stesso;

Figg. 16-17, Id., in visione laterale esterna e particolare dello stesso;

Fig. 18, Visione antero-ventrale obliqua dell'esemplare;

Fig. 19, Tarso anteriore destro, con le setole a spatola caratteristiche del ♂;

Fig. 20, L'esemplare dopo la metallizzazione, in visione ventrale;

Foto: Archivio M.C.S.N.-TS (S.E.M. della Fondazione Callerio presso l'Università di Trieste).

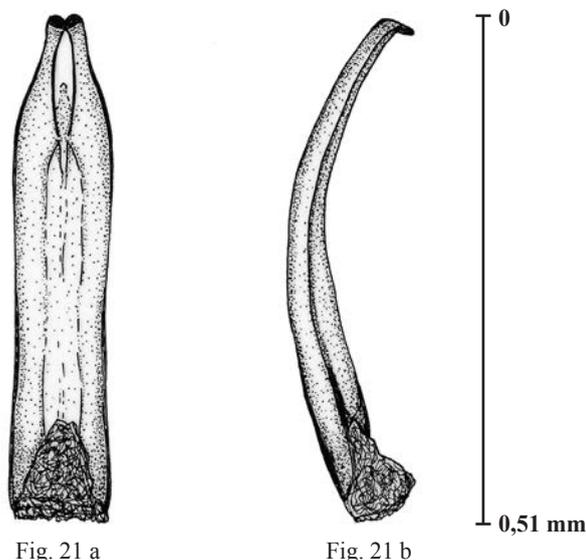


Fig. 21 a-b, *Acritodes tarsalis* (Müller 1944) (Coleoptera, Histeridae): edeago di un ♂ della Costa d'Avorio, Ayéremou 2, 27.XI.1996, leg. C. Girard, in visione convenzionalmente dorsale (21 a) e laterale (21 b) (disegno: Yves Gomy).

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 1999 - 'The Times' Comprehensive Atlas of the World 2000 Millennium edition - Comprehensive ed. 10th ed. 911. Times Books Group Ltd.
- BERTARELLI L. V., MARINELLI O., CORBELLINI P., CASTIGLIONI M., PASQUETTI M., 1956 - Atlante Internazionale del Touring Club Italiano. T.C.I., Milano.
- COE M.J., SKINNER J.D., 1993 - Connections, disjunctions and endemism in the eastern and southern African mammal faunas - *Trans Roy. Soc. S. Afr.* 48 (2): 233-255.
- GIRARD C., LAMOTTE M., 1990 - L'entomofaune des termitières mortes de *Macrotermes* : les traits généraux du peuplement. *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 115 (4) : 355-366.
- KANAAR P., 1992 - L'entomofaune des termitières mortes de *Macrotermes* - Les coléoptères Histeridae I. *Revue française d'Entomologie*, 14 (2) : 83-95.
- KANAAR P., 1993 - L'entomofaune des termitières mortes de *Macrotermes* - Les coléoptères Histeridae II. *Revue française d'Entomologie*, 15 (1) : 31-48.
- MAZUR S., 1984 - A world catalogue of Histeridae. *Pol. Pismo Ent.* 54 (3-4) : 1-376.
- MAZUR S., 1997 - A world catalogue of the Histeridae (Coleoptera: Histeroidea), *Genus Int. Journ. Invertebrate Taxonomy*. Suppl., 1-373.
- MAZUR S., 2001 - Review of the Histeridae (Coleoptera) of Mexico. *Dugesiana*. 8 (2): 17-66.
- MÜLLER G., 1944 - Nuovi Coleotteri dell'Africa Orientale. *Atti Mus. Civ. St. Nat., Trieste*. 15 (7): 131-145.
- SLIPINSKI S.A. & MAZUR S., 1999 - *Epuraeosoma*, a new genus of Histerinae and phylogeny of the family Histeridae (Coleoptera, Histeroidea). *Annales Zoologici, Warszawa*. 49 (3): 209-230.
- THÉRON J., 1956 - Coleoptera Histeridae. *South African Animal Life*. 3: 295-303.
- THÉRON J., 1959 - Histeridae (Coleoptera Staphylinoidea). *Inst. Des Parcs Nat. Du Congo Belge*: 3-39.
- THÉRON J., 1967 - The Scientific Results of the Hungarian Soil Zoological Expedition to the Brazzaville-Congo. 26. Espèces de la famille Histeridae (Coleoptera). *Opusc. Zool., Budapest*. 7 (2): 271-291.
- THÉRON J., 1973 - Contribution à la connaissance des Histeridae du Ghana (Coleoptera). *Bull. De l'I.F.A.N.* 35, ser. A (4): 874-908.
- THÉRON J., 1976 - Contribution à la connaissance des Histerides du Ghana. *Folia Entom. Hungarica*. 29 (1): 107-113.

MOLECULAR PHYLOGENETIC RELATIONSHIPS OF ROMANIAN CAVE *LEPTODIRINAE* (COLEOPTERA: *CHOLEVIDAE*)

RUXANDRA BUCUR⁽¹⁾, JOACHIM KOSUCH⁽²⁾ AND ALFRED SEITZ⁽²⁾

⁽¹⁾Speleological Institute "Emil Racovitza", Clinicilor Street 5, POBox 58,
400 006 Cluj-Napoca, Romania email:ruxib@excite.com

⁽²⁾Institut für Zoologie, Universität Mainz, Saarstraße 21, D-55099 Mainz, Germany

Abstract - Molecular phylogenetic relationships of romanian cave *Leptodirinae* (Coleoptera: *Cholevidae*) -

Phylogenetic relationships among species of cave-dwelling beetles of Leptodirinae subfamily (beetle group including many troglolithic representatives) were assessed using sequences from the mitochondrial ND1 (369bp) and 16S (691) genes. *Drimeotus* phyletic lineage is endemic for the Apuseni Mountains, one of the most important biospeleological provinces in Romania. Up to now, three genera are attributed to this lineage: *Pholeuon*, *Drimeotus* and *Protopholeuon*. *Pholeuon* genus is divided in two subgenera - *Pholeuon* (s. str.) and *P. (Parapholeuon)* -, while *Drimeotus* comprises 5 subgenera, three of which are the subject of the present study: *Drimeotus* (s. str.), *D. (Bihorites)* and subgenus *D. (Fericus)*. Apart from the last one, that is monospecific, the other subgenera are represented by several species/subspecies.

According to this study, all representatives of *Drimeotus* phyletic lineage have to be considered as a monophylum. A special interest was given to the genetic differentiation among various taxonomic categories (populations, species, subgenera, genera). Contrasting results with the present classification of the lineage were obtained in inter-generic comparisons; distances among some of the subgenera included in distinct genera were demonstrated to be closer than to congeneric representatives. *Drimeotus* (s. str.) and *Pholeuon* (s. str.), on one side, and *P. angustiventre* + *P. moczaryi* and *D. (Bihorites)*, on the other side, were sister groups both in NJ and MP phylogenetic trees. Their deep splitting relationship is not completely solved in our analysis, what is shown by low bootstrap values associated with similar genetic distances, indicating a rather star-like radiation of taxa in *Drimeotus* lineage. Two morphologically defined species of *Pholeuon* (*Ph. (s. str.) knirschi* and *Ph. (s. str.) proserpinae*) were shown poorly differentiated, at similar levels as those identified for populations of *Ph. (s. str.) leptoderum* and *Ph. (s. str.) angusticolle*. An attempt for calibration of a molecular clock reveals the dating of the splits of *Drimeotus* phyletic lineage in the late Miocene.

Key words: *Leptodirinae*, beetles, cave fauna, mitochondrial DNA sequence, Romania, phylogeny.

Riassunto breve – Le relazioni filogenetiche tra specie di coleotteri cavernicoli della sottofamiglia Leptodirinae (gruppo di coleotteri comprendente in prevalenza rappresentanti troglolobi) sono state valutate utilizzando sequenze dai geni mitocondriali ND1 (369bp) e 16S (691bp). La linea filetica di *Drimeotus* è strettamente endemica dei Monti Apuseni, una delle più importanti province biospeleologiche della Romania. Tre generi sono finora attribuiti a questa linea: *Pholeuon*, *Drimeotus* e *Protopholeuon*. Il genere *Pholeuon* è diviso in due sottogeneri - *Pholeuon* (s. str.) e *P. (Parapholeuon)* - mentre *Drimeotus* comprende 5 sottogeneri, tre dei quali sono oggetto del presente studio: *Drimeotus* (s. str.), *D. (Bihorites)* ed il subgenere *D. (Fericus)*. A parte l'ultimo, che è monospecifico, gli altri sottogeneri sono rappresentati da molte specie/sottospecie.

In base al presente studio, tutti i rappresentanti della linea filetica di *Drimeotus* vanno considerati un monophylum. Uno speciale interesse è stato dato alla differenziazione genetica tra varie categorie tassonomiche (popolazioni, specie, genere e sottogenere). Risultati contrastanti con la classificazione attuale della linea filetica sono state ottenute dai confronti inter-generici, dove le distanze tra alcuni dei sottogeneri inclusi in generi distinti sono state dimostrate essere minori che tra rappresentanti congeneri. *Drimeotus* (s. str.) e *Pholeuon* (s. str.), da un lato, e *P. angustiventre* + *P. moczaryi* e *D. (Bihorites)*, dall'altro, sono risultati sister groups negli alberi filogenetici sia NJ che MP. La loro profonda separazione non è completamente risolta nella nostra analisi, il che è mostrato da bassi valori di bootstrap associati a distanze genetiche simili, indicanti piuttosto una radiazione a stella dei taxa nella linea filetica di *Drimeotus*. Due specie morfologicamente definite di *Pholeuon* (*Ph. (s. str.) knirschi* e *Ph. (s. str.) proserpinae*) sono risultate scarsamente differenziate, a livelli simili a quelli identificati per popolazioni di *Ph. (s. str.) leptoderum* e *Ph. (s. str.) angusticolle*. Un tentativo per la taratura di un orologio molecolare rivela la datazione delle separazioni della linea filetica di *Drimeotus* nel tardo Miocene.

Parole chiave: *Leptodirinae*, coleotteri, fauna cavernicola, sequenza di DNA mitocondriale, Romania, filogenesi.

1. - Introduction

By far the most abundant subterranean terrestrial fauna group of the Apuseni Mountains are the arthropods (especially cave beetles). Of these, the most representative (approximately 61%) faunal elements are members of the Leptodirinae subfamily (Coleoptera, Cholevidae), or Cholevinae subfamily (Coleoptera, Leiodidae), after PERREAU (2000).

Subterranean arthropods have been the object of various genetic studies (CACCONI 1985, COBOLLI SBORDONI et al., 1997). The majority of these studies dealt with the use of genetic markers for studying similar populations from France, Italy, and the USA. Until now, speleal terrestrial fauna from Romania has not been the object of such studies. The aim of the present work consists of the introduction of genetic characters in the study of cave-dwelling populations of Leptodirinae from the Apuseni Mountains - one of the most important biospeleological provinces in Romania.

Analyzing populations with accentuated genetic structuring offers great potential to understand the evolutionary role that spatial and ecological factors play in their distribution models. For this reason, choosing characters with genetic transmission proved very effective for studying the structure of geographically isolated populations, for estimating the level of gene flow, and its interpretation in the context of present or past geographic barriers.

Several aspects concerning cave beetle populations were studied on the basis of the information provided by the variation of molecular data sets. One of the approaches consisted of clarifying the systematics of this group by providing supplementary/complementary information to the classical taxonomy, information based on the analysis of morphological characters. In order to elaborate scenarios to explain the colonization and speciation process in the underground environment, we used the degree of genetic divergence identified between different taxonomic categories, as well as the genetic structure of the populations.

The work represents a national première in the biospeleological field, being the first approach that uses modern methods of molecular biology to study the phylogenetic relationships of Romanian cave *Leptodirinae* not with italic characters.

The Apuseni Mountains (Romania) represent one of the most important biospeleological provinces in Romania. Cave beetles included in the Leptodirinae subfamily are strictly endemic for this geographic unit. The two main genera colonizing caves of the Apuseni Mountains – *Pholeuon* and *Drimeotus* – manifest different degrees of adaptation to the underground environment. The first genus is strictly adapted to cave life, presenting the so-called pholeuonoid morphology represented by elongated type, appendages and antennae. The second genus presents the other morphological type of Leptodirinae – bathyscioid –, characterised by a rather rounded body form and shorter appendages and antennae. Representatives of the *Drimeotus* genus are not strictly adapted to cave environment, including both endogean and cavernicolous species. As JEANNEL mentioned (1924), there are frequent situations in which representatives of different genera of Leptodirinae – generally one exhibiting the bathyscioid type and the other the pholeuonoid type – occur sympatrically in the same cave. It is

considered that species of *Pholeuon* genus were the first cave colonizers, thus reaching a higher degree of specialization and adaptation to the underground environment; further, *Drimeotus* species colonized the yet unoccupied underground spaces. The total absence of *Pholeuon* species in the mesosoid shallow substratum is the most important argument supporting this hypothesis (JUBERTHIE et al. 1981). Another important aspect is that, in almost all cases of sympatry in caves, the effective population size of *Pholeuon* species far exceeds that of *Drimeotus*.

Present state of knowledge

Genetic markers used for describing populations of cave-dwelling arthropods were, in most cases, allozymes and, to a much lesser extent, the mitochondrial DNA.

Similar studies dealt especially with inferring the genetic structuring of underground populations and with identifying the internal or external factors modelling it. GIUSEFFI et al. (1978) analysed the degree of genetic similarity between populations of the trechid beetle *Neaphaenops tellkampfi*. They observed an increase in inter-population divergence. This observation, however, was not in accordance with previous studies, indicating that the level of genetic variability is lower in cave dwelling species compared with their epigeal relatives (CACCONI 1985).

DELAY et al. (1980) analysed the allozymic variation for twelve loci of 600 specimens of *Speonomus delarouzei*, representing 8 populations from southern France. To explain their results, the authors discussed the factors that can influence the genetic differentiation of the populations by limiting inter-population gene exchange. Potentially, these are: the hydrographic network, the climatic characteristics of the area, soil, vegetation, and the insular character by which the limestone massifs differ from other lithographic types of relief.

Twelve populations of *Speonomus hydrophilus* and *S. zophosinus* were analyzed by means of allozyme electrophoresis (CROUAEU-ROY 1986a), revealing a significant deficit of heterozygosity from that enforced by the Hardy - Weinberg equilibrium. The author explained this result by the reproductive strategy of the species (inbreeding), correlated with their limited dispersal capacity.

The analysis of four populations of *S. hydrophilus* for 17 allozymic loci (CROUAEU-ROY 1986b) showed a pronounced differentiation of geographically close populations, which can be explained by a low level of gene flow, rather than by decreased population effective or inter-population selection. The same result was obtained by investigating the intra- and inter-population genetic variability of *S. zophosinus* (CROUAEU-ROY 1989).

The first study of molecular biogeography on cave-dwelling Leptodirinae, based on DNA sequences of the mitochondrial cytochrome oxidase I gene (COI), was undertaken by CACCONI and SBORDONI (2001). The authors analyzed the phylogenetic relationships between two species assemblages occurring both in Sardinia and Corsica – *Patriziella* and *Ovobathysciola*. In addition, they calibrated the absolute rate of the COI gene evolution based on the geological history of the mentioned geographic region.

Due to the heterogeneity of the results cited above, concerning the genetic structure of cave-dwelling beetle populations, we are unable to elaborate a unique pattern to explain the genetic variation of the populations. Presently, we can state that this structure is under the influence of complex and variable factors, the action of which is directly manifested at the population level.

Origin and systematics of Leptodirinae beetles from Romania

Most of the troglobitic and edaphobitic fauna in Romania has its origin at the beginning of Palaeogene in very old phyletic lineages of Gondwanian and Angarian spread across Mesogeida. Mesogeida represented a vast Mediterranean continent that emerged at the beginning of the Tertiary and comprised the Tirenida, northern Aegea, and the Caucasus (DECU and NEGREA 1969). Starting with the mesogeidian lineages, the colonization of the northern territories took place in different geological periods, across the northern Aegea (more precisely, the Dinarian region) and the Bohemian Massif, both representing important dispersal centres.

Palaeogeographic data are essential for setting the barriers that dictated the actual zoogeographic distribution of Romanian cave beetles. For their distribution, four such barriers played a special role: the rivers of Danube, Olt and Mures, and the Timis – Cerna passage. The emergence of the Tortonian Sea during the Miocene transgression resulted in the differentiation of the five biospeleological provinces that currently divide Romanian territory (DECU and NEGREA 1967).

These provinces are (fig. 1):

- I. The province of eastern and southern Carpathians up to the Olt River;
- II. The province of southern Carpathians between Olt and Timis – Cerna passage;
- III. The province of western Carpathians, south of the Mures River;
- IV. The province of the western Carpathians, north of the Mures River (Apuseni Mountains);
- V. Dobrogea.

The characteristic faunal element of all regions is the beetles group with an occurrence of approximately 61% (DECU 1984).

The Apuseni Mountains, the fourth province, are the richest in troglobitic fauna. Three genera of Leptodirinae populate the caves of this region: *Protopholeuon* JEANNEL 1923, *Pholeuon* HAMPE 1856, and *Drimeotus* MILLER 1856. JEANNEL (1930) proposed the most plausible scenario for explaining the origin of Leptodirinae beetles. More recently, modern authors (DECU 1963; DECU and NEGREA 1969; DECU and ILIFFE 1984) discussed additional critical considerations on the origin of *Leptodirinae*. Presently, it is acknowledged that subterranean species of *Drimeotus* phyletic series differentiated from north-aegean lineages; the expansion northward of these lineages probably took place at the end of Oligocene and the beginning of Miocene. In that period, the calcareous massif of Tisa, a bridge between the western Carpathians and the Dinarian Alps, occupied the place of the actual Panonic plain. By passing this bridge, the ancestors of present Leptodirinae could



Fig. 1, Map of Romania, illustrating the delimitation of the five biospeleological provinces (explanation in text). For the present study, taxa were sampled from region IV – the Apuseni Mountains (after DECU and ILLIFFE modified).

reach the Apuseni Mountains without crossing the Banat, a fact that also explains why each of the two regions is populated by strictly endemic forms.

To conclude, the present distribution of the troglotic fauna in the five biospeleological provinces is the consequence of multiple factors. The palaeogeographic and palaeoclimatic conditions characteristic for Romania could partially explain the present distribution of endemic cave-dwelling beetles. Another aspect relates to the reduced dispersal capacity of the phyletic lineages from which the actual species developed, as well as the biotic interactions between them.

Systematics of beetles from Leptodirinae subfamily

REITTER (1885, 1908) and GANGLBAUER (1899) undertook the first studies concerning the systematics of Leptodirinae. They analysed characters of external morphology by considering that different species form phyletic series with an increasing degree of specialization to the underground environment.

Their system of classification was criticized by JEANNEL (1910, 1911, 1914, 1924) who sustained the idea of a polyphyletic origin of Leptodirinae. Thus, he established a new system of classification, the main element of which is represented by *phyletic series*. JEANNEL (1924) defined the phyletic series as “small groups of archaic genera having different evolutionary stages, but with a common origin”.

The number of described species continuously increased. Consequently, a new distribution of the genera was necessary (JEANNEL 1955). The most recent revisions of the Leptodirinae subfamily were operated by LANEYRIE (1967), based exclusively on the chitin pieces of the internal bag of the aedeagus and PERREAU (2000).

The generally accepted classification is that of JEANNEL (1924). All the beetle species included in the present study belong to the Leptodirinae subfamily (order Coleoptera, suborder Staphylinoidea, family Cholevidae). The subfamily is divided in two tribes: Bathysciae (JEANNEL 1914) and Antroherpona (JEANNEL 1914).

The Bathysciae tribe comprises three distinct groups: Euryscapa, Theleomorpha, and Brachyscapa. The group of Brachyscapa has two divisions, IV and V; the *Drimeotus* phyletic series, to which all the cave beetles from Apuseni Mountains belong, is included in division IV. *Drimeotus* phyletic series is divided in two genera – *Drimeotus* and *Pholeuon* – both endemic for Apuseni Mountains. The *Drimeotus* genus includes five subgenera of which three are represented in the present study. The *Pholeuon* genus is divided in two subgenera: *Pholeuon* (s. str.), endemic for Bihorului Mountains, and *P.* (*Parapholeuon*), endemic for Padurea Craiului Mountains.

A revision of the *Drimeotus* (s. str.) subgenus was undertaken recently (MOLDOVAN 2000), based on the morphology of the male copulatory organ and its internal structures. Moreover, systematic revision of taxa from the *P.* (*Parapholeuon*) subgenus were carried out through specific methods of numerical taxonomy (RACOVITZA, 1995, 1996, 1998-1999, 1999).

Distribution of Leptodirinae (Cholevinae) in the Apuseni Mountains

The biospeleological province of the Apuseni Mountains is subdivided into five zones, the most important of which are the Bihor Mountains (zone 20) and the Padurea Craiului Mountains (zone 22). Distribution of cave Leptodirinae in the two regions is illustrated in fig. 2.

Protopholeuon is a monospecific genus, includes only *P. hungaricum* (CISKI 1904) known from Lucia Cave.

Pholeuon genus includes strictly troglobitic forms and is divided in two subgenera: *Pholeuon* (s. str.) and *Pholeuon* (*Parapholeuon*) (GANGLBAUER 1857). The first subgenus is represented by four species in the Bihorului Mountains:

- *Ph.* (s. str.) *angusticolle* (HAMPE 1856) located in the superior basin of Somesul Cald River;
- *Ph.* (s. str.) *knirschi* (BREIT 1911), the biogeographic area covering the entire central zone of the massif;
- *Ph.* (s. str.) *leptoderum* (FRIVALDSZKY 1857) distributed in the Crisul Negru Basin;
- *Ph.* (s. str.) *proserpinae* (KNIRSCH 1913) populating caves localized in the Ariesul Mare Basin.

The fifth species, *Ph.* (s. str.) *comani* (IENISTEA 1955) was described from a cave in the Codru-Moma Mountains (zone 21).

- Three strictly troglobitic species have been described in the second subgenus:
- *P. moczaryi* (CSIKI 1911) colonizing caves from the Crisul Repede basin;

- *P. angustiventre* (RACOVITZA 1996) described from Ponoras cave;
- *P. gracile* (FRIVALDSZKY 1861) distributed in the Crisului Negru basin. This species is divided in three subspecies:
 - *P. g. gracile* (FRIVALDSZKY 1861) described from Cugliis cave (superior basin of the Vida Valley);
 - *P. g. bokorianum* (CSIKI 1911) described from the middle and inferior basin of the Vida Valley;
 - *P. g. chappuisi* (JEANNEL 1930) located in the Sohodol-Rosia basin.

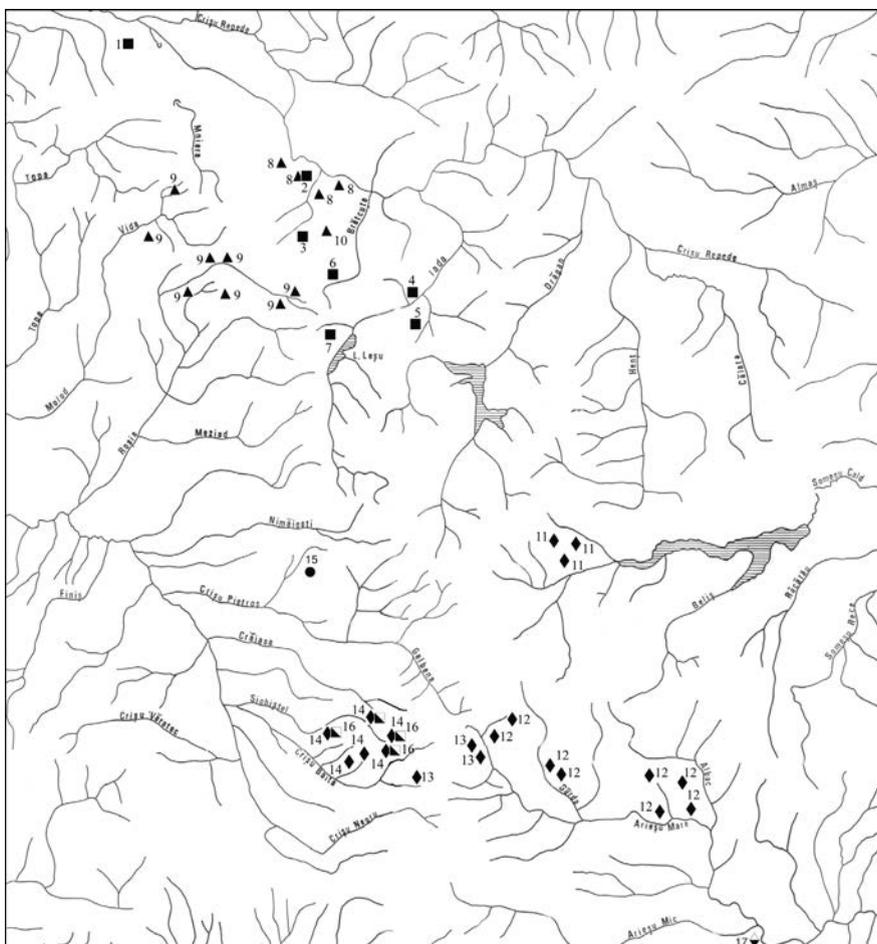


Fig. 2. Geographic distribution of the analyzed species described to date in *Drimeotus* phyletic series. 1 – *D. kovacsi*; 2 – *D. entzi*; 3 – *D. chyzeri*; 4 – *D. horvathi*; 5 – *D. puscaruii*; 6 – *D. racovitai*; 7 – *D. viehmannii*; 8 – *P. moczaryi*; 9 – *P. gracile*; 10 – *P. angustiventre*; 11 – *Ph. (s. str.) angusticolle*; 12 – *Ph. (s. str.) proserpinae*; 13 – *Ph. (s. str.) knirschi*; 14 – *Ph. (s. str.) leptoderum*; 15 – *Fericeus kraatzii*; 16 – *Bihorites mihoki*; 17 – *Protophloeon hungaricum*.

In the present study, *Drimeotus* is represented by only three of the known subgenera:

- *Drimeotus* (s. str.) – all the cavernicolous forms of this subgenus populating caves of the Padurea Craiului Mountains are included;
- *Drimeotus* (*Bihorites*) (JEANNEL 1923) including endogean and cavernicolous species from the Bihor Mountains;
- *Drimeotus* (*Fericeus*) – monospecific subgenus represented by *D. (Fericeus) kraatzi* (FRIVALDSZKY 1857) from Ferice Cave (Crisul Pietros Basin).

Mitochondrial genome

The mitochondrial DNA represents a cytoplasmic genic system that is well characterized at the molecular level. Its special features facilitate applications in studies concerning population structure and gene flow, hybridization, biogeography, and the reconstruction of phylogenetic relationships. The possibility of providing evidence of the divergence of DNA sequences at different taxonomic levels – individuals, populations, species, and supra-specific taxa – revolutionized systematics and evolutionary biology. Complete sequencing of homologous DNA fragments is a direct and powerful method for obtaining information on the degree of genetic divergence.

Due to the maternal inheritance and the relative rapid evolution of the mitochondrial DNA sequences, this particular molecule is applicable in studies concerning the maternal gene flow, the history of species (including those with hybrid origin), and the dynamics of hybrid zones. In addition, its intra- and inter-population variation provides an optimal indicator for determining both the structure of populations and the models of intra-specific geographic variation. One of the most relevant applications of the mtDNA sequences is estimating the phylogenetic relationships between taxa. To date, of all methods used in molecular phylogenetics, DNA sequencing is the only one that can be applied at all taxonomic levels. This has the following explanation: different regions of the mtDNA present distinct evolutionary rates; therefore, enabling one to choose that particular gene fragment in which the genetic variability best suits the estimation of phylogenetic relationships at a certain taxonomic level.

2. - Materials and methods

Sampling

The great majority of the material used in this study was personally collected during various field trips; however, colleagues kindly offered some of their samples. The collection of samples at the institute proved to be inappropriate for genetic studies – due to degenerating phenomena over time of the genetic material; fresh material had to be collected in order to assure the success of the DNA amplification. The identification of the collected material was done in accordance with previous systematic studies undertaken on fauna collected in all caves (JEANNEL 1911, 1924; RACOVITZA 1995, 1999; MOLDOVAN 2000). A

total of 51 populations (four of which represent the outgroup populations) from 46 caves were analysed. There are, however, situations where representatives of the two genera occur in one and the same cave, as initially evidenced in the Apuseni Mountains by JEANNEL (1923). The beetles were preserved in ethanol 96°.

The following list illustrates the number and the taxonomic status of the sampled specimens (in cases where no specification have been made, samples from one single population – cave – were included in the study):

Genus *Pholeuon*:

Subgenus *Pholeuon* (s. str.):

- Ph.* (s. str.) *angusticolle arpadi* CS.
- Ph.* (s. str.) *angusticolle* ssp. – 2 populations
- Ph.* (s. str.) *knirschi brevicule* JEANN. – 2 populations
- Ph.* (s. str.) *knirschi elemeri* CS.
- Ph.* (s. str.) *leptoderum leptoderum* FRIV.
- Ph.* (s. str.) *leptoderum* ssp. – 2 populations
- Ph.* (s. str.) *leptoderum biroi* CS.
- Ph.* (s. str.) *leptoderum hazayi* FRIV. – 2 populations
- Ph.* (s. str.) *leptoderum winkleri* JEANN.
- Ph.* (s. str.) *proserpinae proserpinae* KN.
- Ph.* (s. str.) *proserpinae brachynotos* JEANN. – 3 populations
- Ph.* (s. str.) *proserpinae glaciale* JEANN. – 2 populations
- Ph.* (s. str.) *proserpinae intermitens* KN. – 2 populations

Subgenus *Ph.* (*Parapholeuon*):

- Ph.* (*Paraph.*) *angustiventre* RACOVITA
- Ph.* (*Paraph.*) *gracile gracile* FRIV.
- Ph.* (*Paraph.*) *gracile chappuisi* JEANN. – 7 populations
- Ph.* (*Paraph.*) *gracile bokorianum* CS. – 3 populations

Genus *Drimeotus*:

Subgenus *Drimeotus* (s. str.):

- Drimeotus* (s. str.) *chyzeri* BIR.
- Drimeotus* (s. str.) *entzi* BIR.
- Drimeotus* (s. str.) *horvathi* BIR.
- Drimeotus* (s. str.) *kovacsi* MILL.
- Drimeotus* (s. str.) *puscariui* JEANN.
- Drimeotus* (s. str.) *racovitai* n.sp.
- Drimeotus* (s. str.) *viehmanni* IEN.

Subgenus *D.* (*Bihorites*):

- D.* (*Bihorites*) *mihoki* CS. – 4 populations
- D.* (*Bihorites*) *laevimarginatus* ssp.

Subgenus *D.* (*Fericeus*)

- D.* (*Fericeus*) *kraatzi* – monospecific genus.

Outgroup taxa

As outgroup taxa, in relation to which the phylogenetic relationships between representatives of the phyletic series *Drimeotus* have been estimated, we have chosen two species. The first is the troglophile beetle *Choleva glauca* (Cholevinae subfamily); the second, *Sophrochaeta oltenica*, belongs to the phyletic series *Sophrochaeta* (Leptodirinae subfamily).

Karyotyping

The karyotypic profile was inferred for two troglobiotic Leptodirinae species included in two genera, with a different degree of adaptation to the underground environment: *Pholeuon* (s. str.) *knirschi* and *Drimeotus* (s. str.) *viehmanni*. Microscopic preparations were relied on to analyse the karyotype of the two species and to emphasize the differences between them. Preparation procedures followed the method described by SAHARA et al. (1999). The preparations were then stained with orcein-lactic solution or with the fluorescent dye DAPI.

DNA Extraction

Total genomic DNA was extracted from conserved specimens by using either the *High pure PCR Template Preparation Kit* from Boehringer Mannheim or the method described by ZHANG and HEWITT (1998). For accuracy in the results, we included in the analysis two specimens from each sample.

DNA Amplification and Purification

After extraction, two mitochondrial gene coding fragments were amplified by means of PCR: one fragment of the gene coding for the subunit 1 of the NADH-dehydrogenase and another for the small ribosomal subunit, 16S.

For the ND1 fragment the following primers were used: 5'- CGA CCT CGA TCT TGA ATT AA - 3' and 5' - TCG TAA GAA ATT ATT TGA GC - 3' (HEDIN 1997). In cases where the amplification with the second primer was not successful, it was necessary to design a more specific one having the following sequence: 5' - ATT AGA ATT AGA AGA CAA CAA G - 3'.

The primers used for the amplification of the 16S fragment were: 16SA (light chain) 5' - CGC CTG TTT ATC AAA AAC AT - 3' (PALUMBI 1991) and 5' - CCG GTT TGA ACT CAA ATC ATG T - 3' (the primer LR-J-12887 modified after SIMON et al. 1994). In the case of ND1, a third primer was constructed, based on the comparisons with the obtained sequences: 5' - CCG ATT TAA ACT CAG ATC ATG T - 3'.

PCR cycling procedure was as follows: initial denaturation step: 60s at 94°C, for the 34 cycles: denaturation for 30 seconds at 94°C, primer annealing for 30 seconds at 47°C, extension for 90 seconds at 72°C. In order to estimate the length of the amplified fragments, PCR products were run in a 1.4% agarose gel together with a molecular weight ladder. Therefore, we estimated a length of 600 base pairs (bp) for the ND1 fragment and 500bp for the 16S fragment.

The PCR products were tested for purity (the amplification of additional fragments than those for which the primers were designed), concentration (the intensity of the bands), and length (by using the molecular weight ladder) by running them in 1,4% agarose gel.

PCR products were purified using *High Pure PCR Product Purification Kit* (Boehringer, Mannheim).

Sequencing reaction

The dye terminator cycle sequencing reaction was performed in both directions with *ABI PRISM BigDye Terminator Cycle Sequencing Ready Reaction Mix* (Perkin-Elmer) and electrophoresed on ABI 377 automatic sequencer (Perkin-Elmer). Sequences from specimens of the same species were identical. Performing multiple manual alignments of the homologous sequences using the Sequence Navigator (Applied Biosystems) allowed the lengths of the ND1 and 16S fragments to be determined at 369bp and 691bp respectively.

Molecular data analysis

DNA sequence analysis

By inferring the genetic distances between sequences of the two data sets, three aspects were of interest:

- assessing the degree of divergence at different levels of hierarchical taxonomy (from population to inter-generic level);
- comparing the two data sets (16S and ND1) and their phylogenetic signal;
- estimating the saturation with substitutions of the two gene fragments.

The number and distribution of base substitutions, as well as the genetic distances, were calculated with MEGA version 2.0 (KUMAR et al. 2001). The composition of nucleotide bases and the transitions were examined. The transversion ratio was slightly different for the two gene fragments. Multiple plots of transitions vs. transversion numbers were prepared to determine if the two gene fragments were subject to saturation with substitutions. Thus, the value of the ti/tv ratio is a reflection of the degree of saturation with substitutions, which in turn, gives an indication of alternative weighting strategies that could be applied on the data set. One of these strategies refers to the removal or downweighting of “saturated” character variation. An example is the analysis of third-codon position in protein coding genes or the hyper-variable regions in rRNA genes.

For the ND1 fragment, the plots were differentiated depending on the codon position (first, second or third position of the codons). Generally, the third position of the codons is the first that becomes saturated with substitutions.

Another approach consisted in determining if a hierarchic accumulation of substitutions could be identified for the two gene fragments by plotting the ti/tv ratio against the genetic distances between taxa from various taxonomic levels. Comparisons were made at intra – and inter-specific, intra – and inter-generic levels, and between the ingroup and the outgroup taxa. The tested hypothesis was if the ti/tv ratio was decreasing by advancing in the taxonomic hierarchy and if this decrease was the result of the number of transversions increasing with time. The level of variation of the nucleotide base sequences both for 16S and for ND1 gene fragments, from populational to inter-generic level was also determined.

Prior to applying different methods for estimating the phylogenetic relationships, a hierarchical likelihood ratio test was performed for testing the goodness-of-fit of nested substitution models. To accomplish this, the sequence data of the 16S+ND1 fragment was analysed using the program MODELTEST

(POSADA and CRANDALL 1998), which enables the comparison of 56 different models of DNA substitution. Parameter estimates and likelihood values were obtained for each of the 56 models using PAUP* version 4b8. The obtained likelihood values were then analysed with MODELTEST to determine which of the models best fit our data.

Using either of the two approaches for analysing the phylogenetic signal of different gene fragments – individual analysis and combined analysis – is quite controversial. Therefore, our work determines whether the two gene fragments can be submitted to a combined analysis by performing the partition homogeneity test (FARRIS et al. 1995) as implemented in PAUP*, version 4b8 (SWOFFORD 2001). Each of the two approaches has its supporters. KLUGE (1989) suggested that the phylogenetic analysis should always be performed by using all available data (the so-called “total evidence approach”). As an argument for this, HILLIS (1987) mentioned that multiple distinct data, with different evolutionary rates, could positively interact for solving different levels of the phylogenetic tree. The apparent incongruence of the characters can be produced from multiple causes. These include: insufficient differentiation of the characters (BROWER and DESALLE 1998; MARDULYN and WHITFIELD 1999); the tendency to converge in the evolution of nucleotide base sequences, and the generation in excess of multiple substitutions (FELSENSTEIN 1978; BAKER and DESALLE 1997); and the inadequate designation of homologous regions of fragments with variable lengths (GIRIBET and WHEELER 1999). Opposed to this approach is the individual analysis of different data sets, proposed by MIYAMOTO and FITCH (1995). They argued that by using this method, important information could be gained, that otherwise would remain inaccessible when *a priori* combining the data.

Different methods for estimating the phylogenetic relationships were carried out with PAUP* and MEGA version 2.0. The optimality criteria of maximum parsimony (MP) were applied (FARRIS 1970), by considering gaps as the fifth character. Heuristic searches were conducted in our study with initial trees obtained by stepwise addition and branch swapping algorithms, using the TBR (tree-bisection-reconnection) routine implemented in PAUP. Only minimal-length trees were retained and zero-length branches were collapsed. Trees were calculated for each of the two gene fragments, as well as for the entire fragment. Only searches by unweighted parsimony were carried out.

The neighbor-joining (NJ) (SAITOU and NEI 1987) and maximum-likelihood (ML) (FELSENSTEIN 1981) trees were calculated by treating gaps as missing data. The NJ method was conducted under the model selected by MODELTEST as best fitting the data sets, with base frequencies and gamma distribution parameter for site heterogeneity estimated from the data set.

Finally, the ML trees were obtained with heuristic settings (as in MP) using the substitution model proposed by MODELTEST for the data set.

Following HEDGES (1992), two thousand bootstrap replicates (FELSENSTEIN 1985) were run for all phylogenetic approaches except for ML due to computational constraints.

3. - Results and discussions

Cytogenetics

The cytogenetic analysis of the microscopic preparations obtained in the mitotic metaphase of the two cave species, *Ph.* (s. str.) *knirschi* and *D.* (s. str.) *viehmanni*, revealed the same diploid chromosome number in both cases: $2n = 24$. Due to the much reduced size of the chromosomes - a characteristic for beetles - it was not possible to arrange the chromosomes in pairs, in order to build the karyotype. Representatives of two other cave-dwelling beetle genera collected in caves from France (*Speonomus* and *Troglocharinus*) present the same number of chromosomes (DURAND and JUBERTHIE-JUPEAU 1980; ALEGRE and ESCOLA 1983, respectively).

These results suggest a great uniformity of the karyotype in different genera of the Leptodirinae subfamily (BUZILA and MAREC 2000). It is important to mention that this was the very first genetic approach on cave-dwelling beetles from Romania.

DNA-amplification

For all samples (including the outgroup samples) the amplification was successful for both gene fragments, especially after using the specific primers designed for the two genes. For the ND1 and 16S gene the estimated length was approximately 500bp and 600bp, respectively.

Sequences alignment

The clustal function of the Sequence Navigator software was used to perform multiple alignments of sequences of the two gene fragments.

For the ND1 gene, successfully aligned was a 590bp fragment from all samples. Transforming these sequences in the respective amino-acid sequences (a function of the PAUP software) indicated that only 366bp actually belong to the ND1 gene, representing 122 aminoacids. The alignment of the ingroup taxa with one of the outgroups (*Sophrochaeta oltenica*) necessitated the introduction of three gaps in the 50-52 positions of the alignment. Thus, the total length of the ND1 fragments amplified in the present study is 369bp. The length of the ND1 gene in *Anopheles gambiae* is 945bp (BEARD et al. 1993), in *Drosophila yakuba* of 324 aminoacids (CLARY and WOLSTENHOLME 1985), and in *Apis mellifera*, 305 aminoacids (CROZIER and CROZIER 1993).

In the case of the 16S sequences, 470bp were aligned from all the samples. Since 221bp from the ND1 amplification product belong to the 16S gene and the two genes present a successive position in the mitochondrial genome (separated by a short sequence coding for $rRNA^{Leu}$), the total length of the sequenced 16S fragments was 691bp; this includes the gaps introduced with the alignment of the ingroup taxa sequences with the outgroup sequences.

Nucleotide base composition

In our study the 16S fragment shows an accentuated incidence of adenine (A) and thymine (T) bases were found – 77% of all bases – over guanine (G) and cytosine (C), compatible to other studies of insects (CLARY and

WOLSTENHOLME 1985; XIONG 1993; WHITFIELD and CAMERON 1998; GOMEZ-ZURITA et al. 2000; GOMEZ-ZURITA et al. 1999). The results are in partial accordance with the degree of phylogenetic divergence between taxa. GARIN et al. (1999) reported an average A+T content of 76% for 30 taxa of the *Chrysolina* genus. For taxa included in the study, no correlation could be established between the position of taxa in the taxonomic hierarchy and the proportion of A+T nucleotidic bases. Representatives of the two genera of Leptodirinae present similar values of A+T.

Of all the 691bp, 56 are variable (8.2%); from these, 39 sites are parsimonious informative – over 2/3 of all variable sites (fig. 3a).

Genic marker	A%	C%	G%	T%	Total sites	Variable sites	Informative sites
16S	36,8	8,1	14,8	40,2	678,6	56	39

Fig. 3a

First position				Second position				Third position			
A	T	C	G	A	T	C	G	A	T	C	G
33,7	39,3	8,2	18,9	16,5	54,1	13,1	16,4	35,1	50,6	1,2	13,1

Fig. 3b

Fig. 3. Percent of variable and informative sites, and base composition for 16S of all species sampled (a) and for ND1 (b).

For the ND1 gene, the two obtained sequences of each taxon were identical.

As in the case of the 16S gene, the proportion of A+T bases for the ND1 gene (76.4%), exceeded that of G+C (23.6%). Therefore, the two fragments present a similar content of the two bases. This result is in accordance with similar studies realized with mitochondrial protein coding genes (SOTA and VOGLER 2001; SZYMURA et al. 1996).

Eighty-six of the sites were variable (23.7%), which represents a four time higher proportion of variable sites compared to the 16S gene. Sixty-five of these sites (75%) are parsimony-informative (fig. 3b).

In the protein coding genes, the proportion of the four types of nucleotide bases differs for the three positions of the codon. The high proportion of A+T is mainly due to their accentuated predominance, especially in the third position of the codon (where they can reach values up to 90%). For example, by analysing a 400bp fragment of the COI gene in 37 beetle species, HOWLAND and HEWITT (1995) established an 85% proportion of A+T, while that of the third position of the codon was 98%. Fig. 6 lists the composition of nucleotide bases of the three positions of the codons in ND1. The highest proportion of thymine is in the second position of the codon for the cytochrome b gene (IRWIN et al. 1991). However, the overall content of A+T has the highest value in the third position of the codons (85.7%, compared with 73% and 70.6% for the first and the second position, respectively). In the third position the proportion of cytosine is extremely low.

Ti/tv ratio was estimated by pairwise comparisons of nucleotide substitutions for all sequences, uncorrected according with various models for the evolution of nucleotide sequences (we excluded the sequences originating from the outgroup

taxa). As a general premise, a lower ti/tv ratio in the comparisons between the higher levels of taxonomic organizations was expected. The lower ti/tv ratio was due to the gradual increase in the number of transversions and a decrease in the transitions. A low ti/tv ratio suggests saturation with transitions of the substitutions; detecting this phenomenon allows to give different weighting for the two types of substitutions.

Concerning the substitution pattern for the 16S gene, 53.84% were transitions and 46.15% transversions, so the two types of substitutions occur with a nearly similar rate. The average ti/tv ratio value of 1.1 is similar to that obtained by MARDULYN et al. (1997) in the analysis of a 485bp of the 16S gene from representatives of the *Gonioctena* genus (Coleoptera, Chrysomelidae) and that indicated by GARIN (1.02) in the study previously cited.

Of all transitions, 28.57% were T+C, while 71.42% were A+G. The number of transitions affecting purines exceeds those affecting pyrimidines, similar observation to that mentioned by TAMURA and NEI (1993). Of all transversions 66.66% are T+A and 33.33% are T+G, which is in accordance with the results obtained by other authors (FANG et al. 1993).

The ratio in which the two types of substitutions occur in an evolutionary lineage can vary between taxa. Pairs of species with a relatively recent divergence time present a higher frequency of transitions compared with species phylogenetically more differentiated. Since *multiple substitutions* can occur in some of the sites (SIMON et al. 1994), an accumulation of transversions will take place simultaneously with the apparent decrease in the number of transitions. The graphic representation of the number of transitions plotted against the divergence time between taxa illustrates its exponential decrease to a constant value of 35-45% (HOLMQUIST 1983; AQUADRO et al. 1984; MIYAMOTO et al. 1990; BECKENBACH 1993).

Fig. 4 shows the distribution of transitions plotted against that of transversions – for the 16S fragment – in comparison with all taxonomic categories are also included in the present analysis. A very slight predominance of the number of transitions can be observed. However, no evidence can be shown for saturation phenomenon with transitions of the total substitutions (manifested by the decrease in their number as the number of transversions increases). The graph has many superimposed points because a lot of comparisons present identical values of transitions and transversions.

For the ND1 fragment, values differ compared with the 16S gene. In the ND1 fragment, the proportion of transitions was 68.18%, that of transversions 31.81%. The ratio ti/tv (uncorrected according to different models of evolution of nucleotide sequences for all analyzed taxa) had a value of 2.0. This value is close to that found in other mitochondrial protein-coding genes. CACCONI and SBORDONI (2001) identified a ti/tv value of 2.96 for the *Ovobathysciola-Patriziella* lineage, and of 2.81 for the *Speonomus* lineage, for a 1407bp length fragment of the COI gene. JUAN et al. (1996) obtained a ti/tv value of 2.8 for a 438bp fragment of the COI gene, from 17 species of tenebrionid beetles of the *Hegeter* genus.

In the case of the 16S gene, transitions of type A+G occur with a higher frequency compared with T+C (73.33% and 26.66%, respectively). The situation

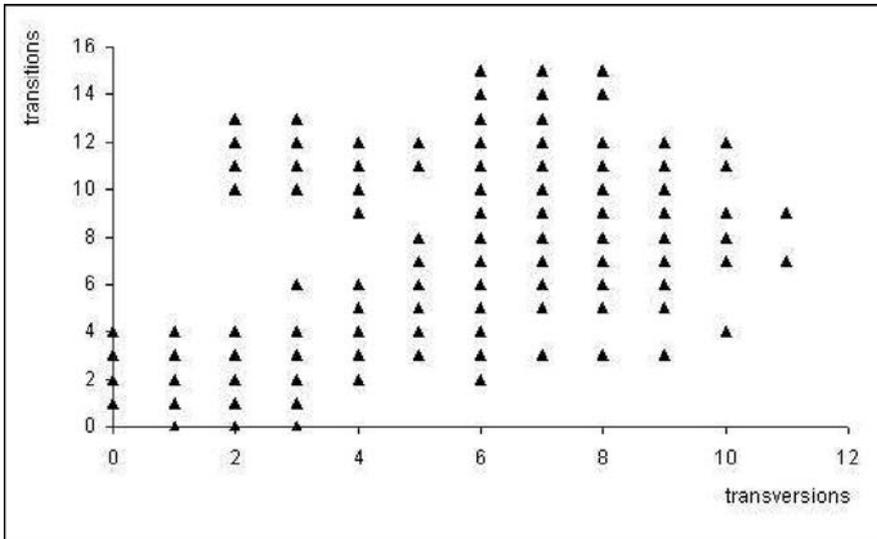


Fig. 4. Plotted number of transitions against number of transversions for the *Drimeotus* phyletic lineage 16S gene. These plots consider all possible pairwise comparisons among the individual 16S haplotypes.

is different for transversions, these occur in close proportions ($T+A = 42.85\%$, $T+G = 57.14\%$).

The graphic distribution of the number of transitions plotted against that of transversions for the ND1 gene is presented in fig. 5. Slight phenomena of substitutions saturation with transitions could be identified (frequently observed in protein-coding genes – BROWER 1994b). In our study, the saturation could be identified at values of transversions higher than 7, when the number of transitions decreases. Identifying the saturation phenomena of the substitutions allows us to choose various strategies in order to undertake an accurate phylogenetic analysis. One of these strategies excludes the sites that are subject to saturation from the analysis. When the phylogenetic relationships between divergent taxa are to be established, the results of the analysis can be further improved by assigning a lower phylogenetic weight to the third position of the codons (when protein-coding genes are studied). Another strategy refers to different “weighting” of transitions over transversions, by assigning different values to the ti/tv ratio (FUNK et al. 1995).

The number of transitions and transversions was plotted separately for the three positions of the codons in order to accurately identify the saturation with substitutions. The two types of substitutions had the lowest values in the second position of the codons. In the first position, their proportion is higher; still, there were no signs of saturation. Finally, the saturation phenomena were identified in the third position (fig. 6).

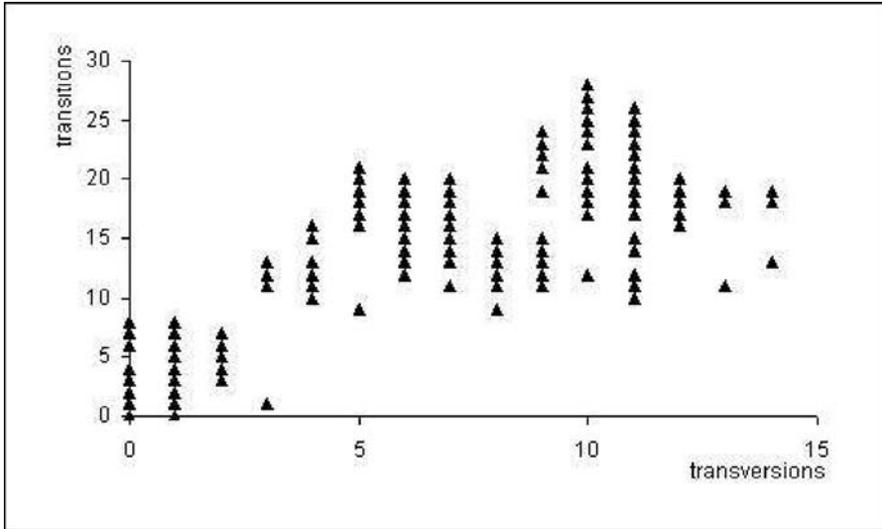


Fig. 5. Plotted number of transitions against number of transversions for the *Drimeotus* phyletic lineage ND1 gene. These plots consider all possible pairwise comparisons among the individual ND1 haplotypes.

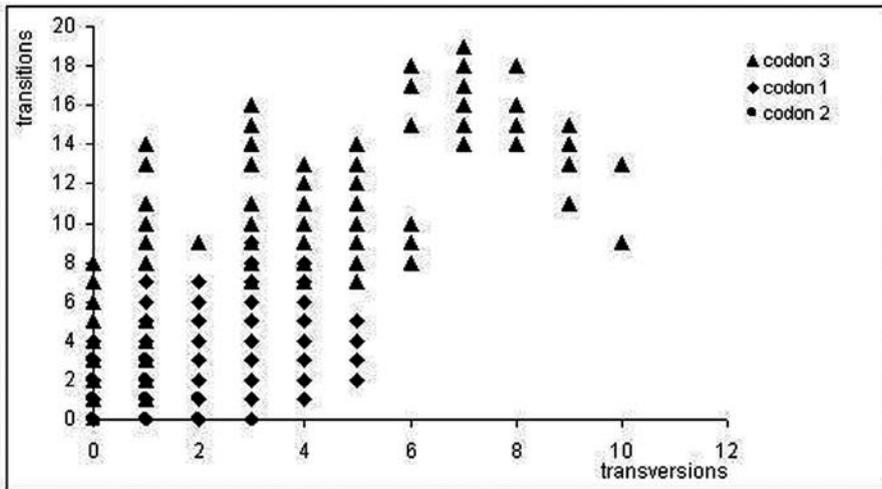


Fig. 6. Observed number of transitions plotted against number of transversions for the *Drimeotus* phyletic lineage ND1 gene separately for each of the three codon positions.

Another frequently used approach for detecting the saturation with substitutions is plotting the ti/tv ratio against the genetic distance between taxa. The ti/tv ratio was calculated by applying the Tamura-Nei (TAMURA and NEI 1993) model for nucleotide substitutions. The values obtained were not different from the uncorrected values of genetic distances between the sequences.

Hierarchical accumulation of substitutions

An illustration of the two types of substitutions at different taxonomic levels reveals different patterns of distribution. A tendency exists: as the divergence level between taxa increases, so does the number of transversions and in some cases equal or even exceed that of transitions.

For the 16S gene, intra-specific comparisons among representatives of the *Parapholeuon* subgenus indicate a relatively high ti/tv ratio (average value 1.75) at low uncorrected genetic distances ($D = 0.002-0.005$). At inter-specific levels the ratio decreases (to 0.94) with increasing genetic distances ($D = 0.011-0.026$). Intra-generic comparisons, between taxa of the *Parapholeuon* subgenus and those of the *Pholeuon* (s. str.) subgenus, show a decrease of the ti/tv ratio as the genetic distance between taxa increases (data not shown).

Concerning the *Drimeotus* genus, two types of comparisons were examined: interspecific (for *Drimeotus* (s. str.) subgenus) and intra-generic (among all three subgenera of the genus). In the inter-specific comparison, the results indicated the highest value of ti/tv ratio and the lowest genetic distance (1.8 and 0.002-0.009, respectively). In the intra-generic comparisons, the lowest genetic distance could be identified between *Drimeotus* (s. str.) – *D. (Fericeus)* (ti/tv 1.8; $D = 0.008-0.014$). In the other two comparisons a higher genetic differentiation (*Drimeotus* (s. str.) – *D. (Bihorites)* $D = 0.022-0.033$; *D. (Bihorites)* – *D. (Fericeus)* = 0.027-0.028) was evident (data not shown). However, in all three cases the ti/tv ratio was similar.

For the ND1 gene, a general increase of genetic distances and higher values of the ti/tv ratio were observed, when compared with similar cases of the 16S gene. Overall, for the protein-coding gene, the decrease of ti/tv ratio with the advance in the taxonomic hierarchy was more pronounced than in the previous case. For example, in inter-specific comparisons of the *Drimeotus* (s. str.) subgenus, genetic distances of 0.004-0.021 were associated with an average ti/tv ratio of 2.8. The intra-generic comparisons were very relevant. The lowest genetic diversity was identified for the *Drimeotus* (s. str.) – *D. (Fericeus)* (0.051-0.060), as well as the highest average ti/tv = 3.2. *D. (Fericeus)* and *D. (Bihorites)* were separated by a distance of 0.077, ti/tv being 2.3. Finally, the highest divergence and the lowest ti/tv ratio were between *Drimeotus* (s. str.) and *D. (Bihorites)* (0.083-0.088 and 1.3, respectively). In comparisons between all ingroup and outgroup taxa, genetic distances of 0.254-0.365 were associated with an average ti/tv of 0.6.

Variation of nucleotide sequences

The degree of variation of the nucleotide sequences for the two genes was expressed by the genetic distances for all pairwise comparisons between the analyzed taxa (corrected according to the Tamura-Nei model). This is a variant of

the HKY85 model (HASEGAWA et al. 1985), taking in consideration both the fact that transitions and transversions occur at different rates and allowing the nucleotide base frequencies to vary. It is well documented that in the mitochondrial genome in insects there is a strong bias for A+T nucleotides.

Taxonomic categories	Genetic distances D
<i>Ph. (P.) gracile chappuisi</i> populations	0.002 – 0.005
<i>Ph. (Paraph.) moczaryi</i> populations	0.002 – 0.005
<i>Ph. (Paraph.) moczaryi</i> – <i>Ph. (Paraph.) gracile</i>	0.018 – 0.025
<i>Ph. (Paraph.) angustiventre</i> – <i>Ph. (Paraph.) gracile</i>	0.022 – 0.026
<i>Ph. (Paraph.) angustiventre</i> – <i>Ph. (Paraph.) moczaryi</i>	0.011 – 0.012
<i>Ph. (s. str.) leptoderum</i> subspecies	0.002 – 0.005
<i>Pholeuon</i> (s. str.) species	0.002 – 0.011
<i>Ph. (Paraph.)</i> – <i>Pholeuon</i> (s. str.)	0.015 – 0.026

Fig. 7, Uncorrected genetic distances (%) of 16S gene for different taxonomic levels of comparison in *Pholeuon* (s. str.) genus: intra-specific, inter-specific and intra-generic comparisons.

Fig. 7 presents the level of sequence divergence for the 16S gene for taxa included in the *Pholeuon* genus. Hierarchical taxonomic levels are characterized by various degrees of genetic divergence. At the intra-specific level the two subgenera of the genus present equivalent limits of variation. Contrary to this situation is that of the inter-specific comparisons, the genetic variability being more pronounced between species of *Parapholeuon*, than between those of the *Pholeuon* (s. str.) subgenus. As shown, in some cases the genetic distances between the three species of *Parapholeuon* reach values comparable to those identified between the two subgenera, while the variation between species of *Pholeuon* (s. str.) is reduced.

The inter-specific genetic distances for the *Drimeotus* (s. str.) subgenus are similar to those identified between species of the *Pholeuon* (s. str.). The minimum and maximum limit of differentiation for the three subgenera of *Drimeotus* is 0.008 and 0.033, respectively. It is important to mention that, at least for the taxa included in the present study, *Drimeotus* genus manifests higher amplitude of genetic variation compared to *Pholeuon*. The intra-generic distances for the *Pholeuon* genus comprise between 0.015-0.026.

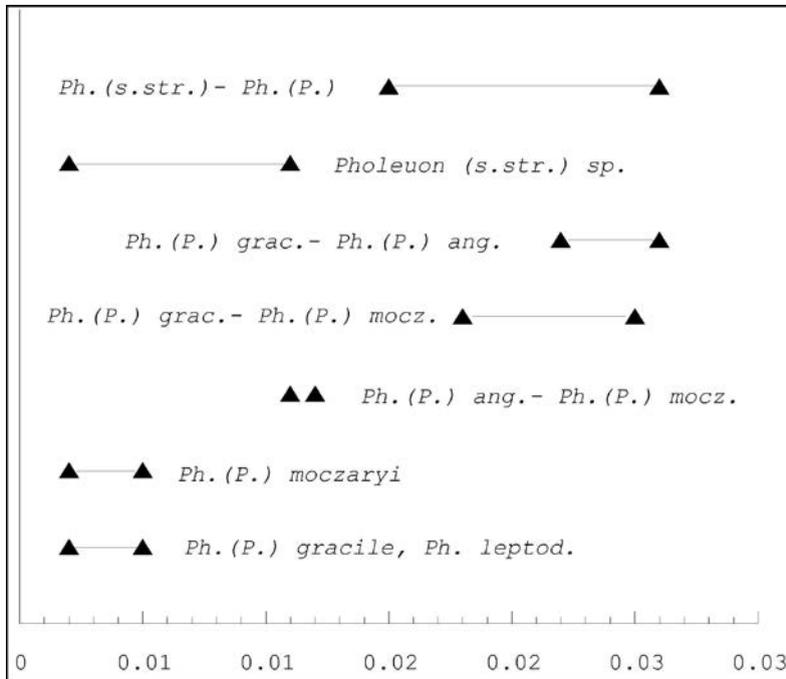
The genetic distances for the ND1 gene are presented in figure 8a for the *Pholeuon* genus and in figure 8b for *Drimeotus* genus. Both intra-specific and inter-specific genetic distances in the *Pholeuon* (s. str.) and the *Drimeotus* (s. str.) subgenera are slightly higher compared with those found for 16S gene. Overall, the genetic divergence for the ND1 gene present significant higher values compared with the 16S gene. Although the level of genetic divergence is expected to increase with the hierarchic level of taxa, it is important to examine the distances that separate the three species of *Parapholeuon* ($D = 0.063-0.091$). Distances between *Parapholeuon gracile* - *Parapholeuon moczaryi* and *Parapholeuon gracile* - *Parapholeuon angustiventre* are in the same range as intra-generic distances (0.067-0.157) (fig. 9). Distances between representatives of the three subgenera of *Drimeotus* are in the range between 0.051 and 0.088.

Fig. 8a

Taxonomic categories	Genetic distances
<i>Ph. (Paraph.) moczaryi</i> populations	0.003
<i>Ph. (Paraph.) moczaryi</i> – <i>Ph. (Paraph.) gracile</i>	0.087 – 0.091
<i>Ph. (Paraph.) angustiventre</i> – <i>Ph. (Paraph.) gracile</i>	0.077
<i>Ph. (Paraph.) angustiventre</i> – <i>Ph. (Paraph.) moczaryi</i>	0.063 – 0.066
<i>Ph. (s. str.) leptoderum</i> subspecies	0.003 – 0.014
<i>Pholeuon (s. str.)</i> species	0.007 – 0.033
<i>Ph. (Paraph.)</i> – <i>Pholeuon (s. str.)</i>	0.067 – 0.157

Fig. 8b

Taxonomic categories	Genetic distances
<i>Drimeotus (s. str.)</i> species	0.004 – 0.021
<i>Drimeotus (s. str.)</i> – <i>D. (Fericus)</i>	0.051 – 0.060
<i>Drimeotus (s. str.)</i> – <i>D. (Bihorites)</i>	0.083 – 0.088
<i>D. (Fericus)</i> – <i>D. (Bihorites)</i>	0.077

Fig. 8, Genetic distances (uncorrected) of the ND1 data set: a. *Pholeuon* genus; b. *Drimeotus* genus.Fig. 9, Graphic representation of genetic distances of intra-specific, inter-specific and intra-generic distances of *Pholeuon* genus for ND1 data set. Distances between species of *Parapholeuon* subgenus reach in some cases values similar to the intra-generic comparisons.

Concerning inter-generic distances (fig. 10) the most important aspect consists in the fact that in some of the comparisons, the limits that define genetic differentiation at this level are similar – in some cases even lower – to those identified for intra-generic comparisons. Similar results were revealed by CACCONE and SBORDONI (2001), by calculating the genetic distances between species of two genera of Leptodirinae from Sardinia – *Patriziella* and *Ovobathysciola*. One of the *Ovobathysciola* species proved to be genetically closer to the *Patriziella* species, than to congeneric ones.

Distances between ingroup and outgroup taxa are in the range 0.254-0.365.

Taxonomic categories	Genetic distances
<i>Ph. (Paraph.) – Drimeotus (s. str.)</i>	0.068 – 0.131
<i>Ph. (Paraph.) – D. (Fericeus)</i>	0.063 – 0.139
<i>Ph. (Paraph.) – D. (Bihorites)</i>	0.073 – 0.087
<i>Pholeuon (s. str.) – Drimeotus (s. str.)</i>	0.067 – 0.105
<i>Pholeuon (s. str.) – D. (Fericeus)</i>	0.052 – 0.072
<i>Pholeuon (s. str.) – D. (Bihorites)</i>	0.085 – 0.103
<i>Protopholeuon – Pholeuon</i>	0.080 – 0.101
<i>Protopholeuon – Drimeotus</i>	0.118 – 0.123
<i>Drimeotus</i> phyletic lineage – <i>Sophrachaeta oltenica</i>	0.289 – 0.333
<i>Drimeotus</i> phyletic lineage – <i>Choleva glauca</i>	0.254 – 0.365

Fig. 10. Inter-generic distances of the ND1 gene show that situations occur in which intra-generic distances reach values as high as inter-generic distances.

Genetic differentiation of *Pholeuon (s. str.)* species

In order to establish the limits of genetic differentiation of the *Pholeuon (s. str.)* species, our study used a 500bp fragment of the ND1 gene, because protein-coding genes present a higher variability and, thus, can be used for inferring phylogenetic relationships both in intra- and in inter-specific level. Four of the five species of the *Pholeuon (s. str.)* were included in the present study - *Ph. (s. str.) angusticolle*, *Ph. (s. str.) knirschi*, *Ph. (s. str.) leptoderum*, and *Ph. (s. str.) proserpinae* – each represented by several populations/subspecies.

Fig. 11 illustrates the level of differentiation for all taxa of the subgenus according to the classical taxonomy based on morphological characters established by JEANNEL (1929).

The degree of genetic variability is proportional with the hierarchic position of taxa. Therefore, the intra-specific variability, in most cases, is lower than the inter-specific one. A contradictory situation was identified in the comparison of two species: the *Ph. (s. str.) knirschi* and the *Ph. (s. str.) proserpinae*. Some of the inter-specific comparisons proved to be similar to intra-specific distances. This result was in accordance with that obtained in studies of numerical taxonomy undertaken on populations of the two species (RACOVITZA, personal communication). Thus, the validity of the two species, as described by JEANNEL (1929), is questionable both by means of numerical taxonomy and molecular systematics.

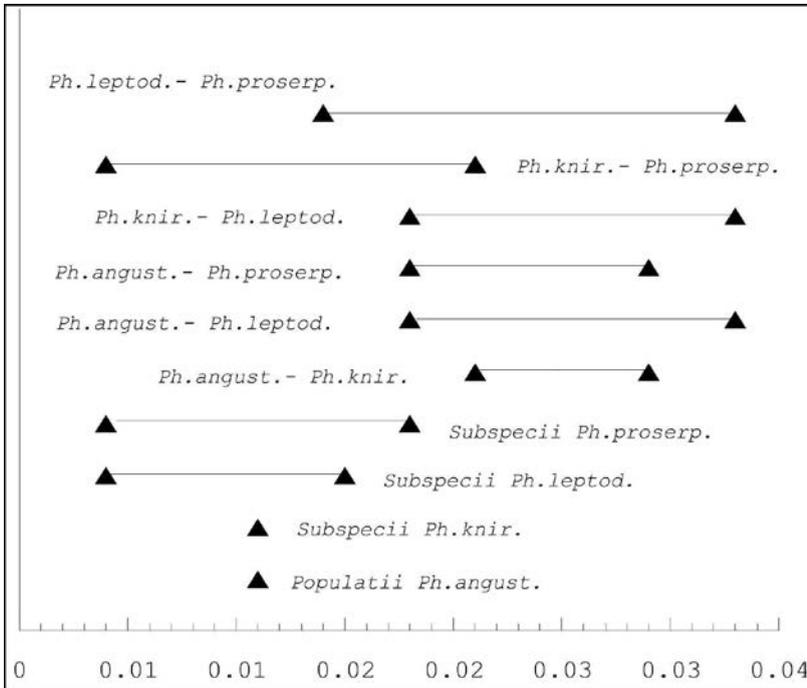


Fig. 11. Intra- and interspecific genetic distances of *Pholeuon* (s. str.) subgenus for ND1 gene fragment. *Ph.* (s. str.) *knirschi* and *Ph.* (s. str.) *proserpinae* are separated by distances close to those observed between subspecies the other two described species of the subgenus.

Phylogenetic analysis

The result of the partition homogeneity test showed that the two data sets are suitable for submitting them to a combined analysis (homogeneity not rejected; $P=0.18$).

Combined analysis (16S+ND1)

The Tamura and Nei (1993) substitution model (TrN+I+G-model) was selected for the combined 16S+ND1 data set ($-\ln L = 3823.7427$), with the proportion of invariable sites ($I=0.5263$) and the gamma distribution shape parameter ($\alpha = 0.5311$) estimated from the data. Also, the empirical base frequencies (A: 0.3397; C: 0.0608; G: 0.1418; T: 0.4577) and substitution rates ($\text{rate}_{[A-G]}=6.7607$; $\text{rate}_{[C-T]}=9.2312$, all other rates=1.0) were estimated from the data set. These parameters were further used for ML analysis.

The NJ tree was constructed using the parameters from MODELTEST for the 16S+ND1 fragment. In the heuristic MP analysis, the 324 most parsimonious trees were retained, the score of the best tree(s) found was 554 (CI = 0.749, RI = 0.828). These two approaches revealed the same topology of the trees (MP tree shown in fig. 12).

On the contrary, by applying the ML approach, a very different topology was identified, with concern of the grouping of the main clades. In all approaches,

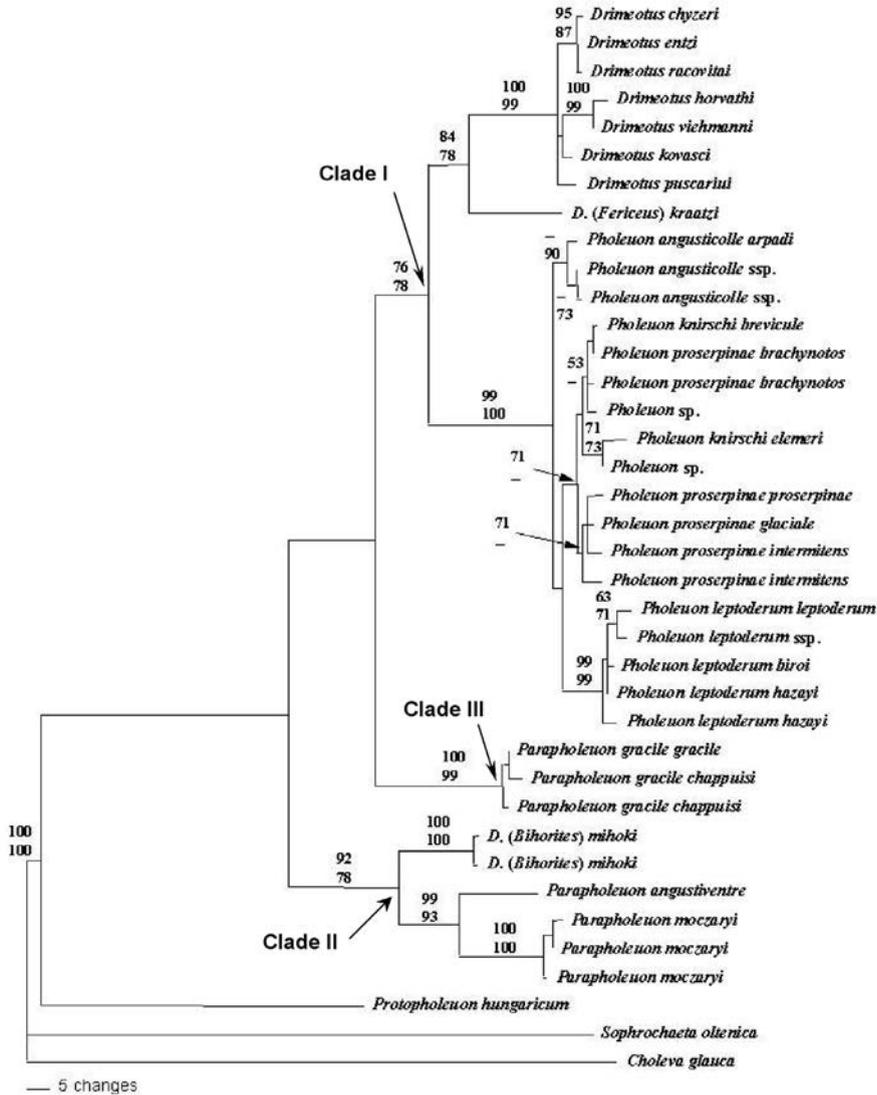


Fig. 12. Most parsimonious tree depicting phylogenetic relationships of *Drimeotus* phyletic lineage. Numbers above branches are bootstrap values corresponding to NJ (upper value of each doublet of numbers) and MP (lowest value of each doublet of numbers) phylogenetic analyses. Only values above 50% are shown.

representatives of the phyletic series *Drimeotus* formed a monophyletic group; in NJ and MP trees the respective node was supported by maximum bootstraps (100%). Applying the NJ and MP methods for the reconstruction of phylogenetic relationships identified three main clades. In both approaches, the first clade comprised two subgroups, one including all sequences of *Drimeotus* (s. str.) and that of *D. (Fericeus)* (bootstrap support for NJ and MP were 84% and 78%,

respectively), while the second clusters all sequences of the *Pholeuon* (s. str.) (99 and 100% for NJ and MP analyses) (clade I). The phylogenetic node for this first clade is supported by moderate bootstrap values (76 and 78%, for the NJ and MP analysis, respectively). In the second clade, *D. (Bihorites)* was a sister group of the group that consisted of *Parapholeuon angustiventre* and *Parapholeuon moczaryi* (bootstrap support 92% and 78%, for NJ and MP, respectively) (clade II). In the NJ approach, *Protopholeuon hungaricum* attaches to this second clade, while in the MP method it has a basal position in the tree (the bootstrap support was, in both cases, below 50%). The third clade identified in the 16S+ND1 tree was that represented by *Parapholeuon gracile* (three haplotypes were identified) (clade III). The position of clades II and III in the phylogenetic tree differs with the method used for reconstructing the phylogenetic relationships. Thus, in the NJ tree, clades I and II build a single cluster, while clade III has a basal position in the phylogenetic tree. In contrast, in the MP tree, groups I and III were sister groups, while clade II had a basal position in the tree. These two topologies were not strongly supported, so the interpretation of any of these configurations should be treated with caution.

In the first clade, the monophyly of the *Drimeotus* (s. str.) and *D. (Fericeus)* was supported with moderate bootstraps (84% and 78% for NJ and MP, respectively), while that of the *Drimeotus* (s. str.) species was strongly supported (100% and 99%). Concerning the inter-specific relationships of *Drimeotus* (s. str.), the topologies identified in the NJ and MP trees received, except for two nodes, a poor bootstrap support. Both trees supported the grouping of the *D. (s. str.) chyzeri*, *D. (s. str.) entzi*, and *D. (s. str.) racovitai* (95 and 87%). In addition, a strong support received the clade consisting of the *D. (s. str.) horvathi* and the *D. (s. str.) viehmanni* (100 and 99%). Due to low bootstrap support and of their different position in the NJ and MP tree, the exact status of the *D. (s. str.) puscariui* and the *D. (s. str.) kovacsi* is uncertain. The results are in partial accordance with the biogeographic distribution of the species (especially referring to clades receiving a strong support). Difficulties in analyzing the results are due to the fact that no cladistic analysis have been undertaken to date at the subgenus level based on the morphology of male genital apparatus – an important criteria for delimitation and describing the species. Based on the last criteria, six groups have been delimited, including all described species of the subgenus (MOLDOVAN 2000):

1. *D. puscariui*, *D. viehmanni*, *D. horvathi*;
2. *D. racovitai*, *D. bokori*, *D. gracilis* ;
3. *D. entzi*, *D. chyzeri*;
4. *D. kovacsi*, *D. osoiensis* ;
5. *D. breiti* ;
6. *D. octaviani*.

The underlined taxa are those included also in our study. As observed, our results are in partial agreement with this classification. In order to attempt to the elucidation of inter-specific phylogenetic relationships, the importance of including the remaining species of the subgenus in future research was highlighted.

The *Pholeuon* (s. str.) taxa form a monophylum inside clade **I**, receiving a strong support, as mentioned above; this is subdivided in three subgroups. In the MP tree, the group including the three haplotypes of the *Ph.* (s. str.) *angusticolle* has a basal position (bootstrap support of 90%). The second subgroup, comprising all haplotypes of the *Ph.* (s. str.) *leptoderum*, was supported (both in the NJ and MP tree) by bootstraps of 99%. Since the evidence of genetic variability was insufficient, intra-specific relationships could not be clearly resolved (the five haplotypes were separated by 1 to 6 mutational steps of 1060bp). Finally, in the third clade all taxa of the *Ph.* (s.str.) *knirschi* and the *Ph.* (s. str.) *proserpinae* are included in either approach, the respective node did not receive statistic support (below 50%). Although this result does not reflect sufficient phylogenetic resolution and the monophyly of haplotypes of the two species could not have been unambiguously proven, it rises a question concerning the real taxonomic status of the two species – are they indeed distinct species? This is also supported by partial results of numerical taxonomy undertaken on species of the *Pholeuon* (s. str.) (RACOVITA, pers. comm.). They suggest closer relationships between the *Ph.* (s. str.) *knirschi* and the *Ph.* (s. str.) *proserpinae* than between them and the other two species of the subgenus. Another criteria called into question is the actual classification of the *Pholeuon* (s. str.) subgenus as established by Jeannel (1924) provided by the phylogeographic profile of the subgenus (described in the following section).

The node clustering two (of the three) species of *Parapholeuon* and *Drimeotus* (*Bihorites*) received a moderate (MP tree) to strong statistic support (NJ tree) (clade **II**). Although, to date no cladistic analyzes concerning cave beetles from Romania have been undertaken (especially at the genus level), this result contradicts our expectation - that of monophyly of subgenera of the genera of cave Leptodirinae in the Apuseni Mountains (*Pholeuon* and *Drimeotus*). Inside this group, the three haplotypes of *P. moczaryi* are monophyletic (maximum bootstraps). A strong support received their grouping with *P. angustiventre* (99% and 93%, NJ and MP trees). This result is in good accordance with the morphology of the male copulatory organ: that of *P. angustiventre* is of the same type as that described for *P. moczaryi* (RACOVITZA 1996).

The third clade exclusively comprises the three haplotypes identified for *P. gracile*. As previously mentioned, the position of this clade varies with different methods used. The different topologies obtained have a weak bootstrap support. In the ML tree, clades **II** and **III** were sister groups with one related to the other and with the *Pholeuon* (s. str.), while the clade grouping representatives of the *Drimeotus* (s. str.) had a basal position in the tree. Most of the bootstrap values were below 50% (tree not shown).

16S

MODELTEST proposed a transversional substitution model (TVM+I+G) as best fitting the 16S data (-lnL = 1939.5531), with a proportion of invariable sites of I = 0.5238 and a gamma distribution shape parameter of 0.5593. Empirical base frequencies (A: 0.3772, C: 0.0723, G: 0.1355, T: 0.4150) and substitution rates (rate_[A-C] = 0.0464, rate_[A-G] = 2.9589, rate_[A-T] = 0.9523, rate_[C-T] = 2.9589, all other rates = 1.0) were used for further analyses.

The ML and NJ trees of the 16S data set had the same topology as the ML tree for 16S+ND1 dataset, except the position of *P. gracile* which had a basal position in the NJ tree. The MP analysis identified two most parsimonious trees, the score of the trees being 247 (CI = 0.818, RI = 0.798) with the same topology as the MP tree in the combined analysis. The only difference is the position of *P. gracile*, having a basal position in the 16S maximum parsimony tree. For all three methods of phylogenetic reconstruction, the bootstrap test revealed low values. The only exception is that represented by the node that supports the monophyly of *Drimeotus* phyletic series.

ND1

For the ND1 data set, MODELTEST also selected the Tamura and Nei substitution model (TrN+I+G) as best fitting the data (-lnL = 1738.5052). The proportion of invariable sites (I = 0.4619), the gamma distribution shape parameter ($\alpha = 1.1776$), empirical base frequencies (A: 0.2844, C: 0.0593, G: 0.1529, T: 0.5035), and substitution rates ($\text{rate}_{[A-G]}=9.0174$, $\text{rate}_{[C-T]}=12.0059$, all other rates = 1.0) were estimated from the data.

Topologies of ML and NJ trees were similar to those obtained for the 16S data set. The MP analysis resulted in 141 most parsimonious trees, with a length of 388 (CI = 0.742, RI = 0.762). The result corroborated with those highlighted in the MP tree of the combined data set. High bootstraps characterized only several phylogenetic nodes: that defining the monophyly of *Drimeotus* phyletic series, the node grouping all representatives of the *Pholeuon* (s. str.), and the *Drimeotus* (s. str.) and that clustering the haplotypes of the *Ph.* (s. str.) *leptoderum*.

4. – Conclusions

Remarkable advances have been achieved in the last decades in insect molecular systematics, resulting in the accumulation of large amounts of DNA sequence data. This concerns both the number of taxa and that of markers used for studying various aspects: species phylogeny, biogeography, organismal evolution (CATERINO et al. 2000). Concerning cave fauna, molecular methods found a larger applicability especially on aquatic groups (KOENEMANN and HOLSINGER, 2001; ENGLISCH and KOENEMANN, 2001), compared with terrestrial organisms. Except previous studies - analysing cave populations with allozyme electrophoresis technique - the first study investigating molecular DNA divergence in cave beetles of Leptodirinae subfamily has been recently undertaken on representatives of two genera inhabiting caves in Corsica and Sardinia – *Patriziella* and *Ovobathysciola* (CACCONI and SBORDONI 2001). This also represents the first attempt of calibrating the molecular clock in insects based on the variability of COI mitochondrial gene, correlated with the geological events that separated the Sardinia-Corsica micro-plate from the continent.

The molecular phylogeny of cave Leptodirinae from Romania, inferred from mitochondrial 16S and ND1 data sets, is for the first time approached in the present study. By including the most representative, strictly endemic taxonomic categories of Leptodirinae for the geographic unit of Apuseni Mountains, the main

aim was to clarify the phylogenetic relationships of the phyletic series *Drimeotus*. Thus, the analysed data set provide an independent framework for evaluating, in a modern approach, previous taxonomic hypotheses and results that were based on characters of external morphology, male genitalia, cuticular hydrocarbon composition (MOLDOVAN et al. 1996), sexual behaviour (MOLDOVAN 1997, 1998) and numerical taxonomy methods.

Two molecular data sets were used in the study, in order to compare the results provided both by the separate analysis and by applying the “total evidence approach”. Congruent results provided by different sets of data are a reflection of the accuracy of the analysis, although mitochondrial DNA is considered a single evolutionary unit.

The phylogenetic complexity of *Drimeotus* phyletic series was investigated by analysing the majority of the species described for the two genera. In order to test the specific diversity of *Pholeuon* genus, all species (except *Ph. (s. str.) comani*) described to date of *Pholeuon* (s.str.) and *P. (Parapholeuon)* subgenera were included. Specimens from various taxonomic levels have been subject to molecular analysis, from populational to inter-generic level. Of all subgenera described for *Drimeotus* genus, *Drimeotus* (s. str.) was taxonomically the best represented. Although taxa sampled for this pilot study did not cover the entire biogeographic distribution of the phyletic series, molecular phylogeny of some major taxonomic categories – subspecies, species, subgenera, genera – has been inferred. Taking all this in consideration, we consider the present study a basis for further molecular phylogenetic and phylogeographic works on cave dwelling beetles from Romania. Considering this study as a starting point, future sampling over the distribution range of the phyletic series *Drimeotus* could provide additional aspects concerning its phylogeny, dispersal and colonization history. The importance of results provided by the molecular approach of phylogenetic relationships among representatives of *Drimeotus* lineage is enhanced by the absence of any data defining the relationships, based on any other types of characters. The studies undertaken to date referred exclusively to taxa of just one of the subgenera. No inter-generic approaches have been yet considered to date; as a consequence, we have to rely only on the molecular data set.

Two species from different genera of Romanian cave Leptodirinae – *Pholeuon* (s. str.) *knirschi* and *Drimeotus* (s. str.) *viehmanni* – have been cytogenetically investigated. The small size of chromosomes – a special characteristic of chromosomes in beetles – prevented the construction of the karyotype; it was just possible to count the chromosomes. The two species proved to have the same diploid number of chromosomes ($2n = 24$), and identical with other genera of the same subfamily colonizing caves in France (DELAY 1980, ALEGRE and ESCOLA 1983). This is an indication that the process of speciation in *Leptodirinae* subfamily did not result in changes of chromosome number. Future cytogenetic investigations could provide deeper insights in the nature of karyotypic changes accompanying the process of speciation in cave beetles.

For an accurate estimate of phyletic relationships, several aspects have been considered for the analysis of the two data sets, that could determine selection of alternative analyses strategies; these are: nucleotide base composition,

identification of a base substitution pattern in various taxonomic categories, the degree of genetic differentiation from population to inter-generic level.

An accentuated bias toward A+T bases have been identified in the mitochondrial gene fragments, fact that is in accordance with similar studies in insects. The average content in A+T was very similar for 16S (77%) and ND1 (76.4%). By plotting the number of transitions over that of transversions, no saturation with substitutions could be identified for 16S. A very slight saturation phenomenon could be detected in the third position of the codons in ND1, fact frequently cited for mitochondrial protein-coding genes, because of the occurrence of non-synonymous substitutions.

The ti/tv ratio also gives an estimate of saturation with substitutions. As the genetic distance between taxa increases, the decrease of ti/tv ratio is expected. Although the genetic distances between taxa were clearly lower for 16S compared with ND1 gene, in most cases a decrease of ti/tv ratio could be identified with advancing in the taxonomic hierarchy.

Patterns of genetic divergence

Genetic divergence for all taxonomic groups included in the study has been established, in order to highlight the pattern of genetic diversification in *Drimeotus* phyletic lineage. Several aspects revealed by this analysis need to be pointed out. For both 16S and ND1 data sets, very low inter-populational divergence could be revealed for species of *Parapholeuon* and *Pholeuon* (s. str.), of just 1%. In addition, several situations occurred in which sequences from different caves of specimens included in the same species, proved to be identical, especially for *Parapholeuon* populations. No other report of genetic divergence at inter-populational level of cave Leptodirinae have been reported to date. By using the same genetic marker – ND1 - HEDIN (1997) evidenced a difference of up to 5% between haplotypes of the cave spider *Nesticus holsingeri*, identified in three caves. A divergence of up to 5.1% was identified between haplotypes of *Neochlamisus gibossus* leaf beetles (FUNK 1999), and of 4.4% between populations of *Prodontria capito* (EMERSON and WALLIS 1995). In the light of these comparisons, our results could have several explanations: populations have been just recently separated so that not enough time elapsed for their genetic differentiation; the gene flow taking place between caves, through the cracks and voids of the mesosoid shallow substratum (JUBERTHIE 1988) favours the genetic homogenisation of cave populations.

Inter-specific genetic distances are in similar ranges for *Drimeotus* (s. str.) and *Pholeuon* (s. str.) subgenera. For the ND1 data set 1 to 6 substitutions separated species of *Drimeotus* (s. str.) and 1 to 9 mutational steps separated species of *Pholeuon* (s. str.). A very different situation was evidenced in inter-specific comparisons of *Parapholeuon* subgenus, were distances reached values as high as those identified for the inter-genetic comparisons (fig. 10 for 16S data set and fig. 11a for ND1 data set). Of all three species, *P. moczaryi* and *P. angustiventre* were genetically the closest (18 substitutions), fact that is in agreement with the morphology of the male genitalia, on one side, and with the numerical taxonomy analyses, on the other side (RACOVITZA 1996). The construction of a network including all individual haplotypes identified in the taxa

sampled in this study indicated that *P. gracile* had a basal position, being the first that split from a common ancestor of the *Drimeotus* phyletic lineage (data not shown).

Overall, intra-generic comparisons indicated that subgenera of *Pholeuon* genus are separated by higher genetic differentiation (7-13%, for ND1 gene) compared with those between subgenera of *Drimeotus* (s. str.) (6-7%). In what the subgenera of *Drimeotus* genus concerns, the lowest genetic distances are between *Drimeotus* (s. str.) and *D. (Fericeus)*, which is also in agreement with their biogeographic distribution.

A higher taxonomic level was also investigated for establishing a pattern of differentiation – the inter-generic level. All possible comparisons between subgenera of the two genera have been inferred (fig. 10).

The very unexpected result consisted in identifying inter-generic distances that were similar to those specific for intra-generic distances, especially for *Pholeuon* genus (the genetic divergence of *Drimeotus* (s. str.) subgenus being more reduced). This finding was also retrieved in the topology of the phylogenetic trees. This result is in strong accordance with those reported by CACCONE and SBORDONI (2001) in a similar study on cave Leptodirinae from Sardinia. In this case, one of the species, *Ovobathysciola grafittii*, is closer to two *Patriziella* species, *P. sardoa*, and *P. nurgica*, than it is to its congeneric species. The morphological biogeographic situation of the two Sardinian genera resembles those of *Drimeotus* and *Pholeuon*: they have different degrees of adaptation to the underground environment (one is the bathyscioid morphological type and the other the pholeunoid type), and they occur sympatrically. SBORDONI et al. (1982) indicate 34 cases of sympatry between representatives of different genera of the same phyletic lineage only in Italy. Similar genetic distances identified between subgenera included in different genera would suggest a star-like radiation of the subgenera from a common ancestor, without their clear phylogenetic delimitation. This finding, together with the results of CACCONE and SBORDONI, would call into question the real taxonomic status of some taxa included in different genera strictly on the basis of morphological characters; we refer especially to higher levels relationships, between different genera. Still, future phylogenetic analyses are needed, based on additional mitochondrial or nuclear genetic markers and including a larger spectrum of taxa, in order to increase the accuracy of phylogenetic relationship estimates.

Genetic differentiation of Pholeuon (s. str.) species

The four *Pholeuon* (s. str.) species included in this study have been subject to a detailed analyses concerning the genetic distance separating them. All of these species were represented by several subspecies/populations. Different approaches used for the reconstruction of phylogenetic relationships identified three subgroups in the clade clustering all haplotypes of *Pholeuon* (s.str.): the first groups all haplotypes of *Ph. (s. str.) angusticolle* (bootstrap 90%), the second clusters all haplotypes of *Ph. (s. str.) leptoderum* (bootstrap 99%), and the third represented by all haplotypes of *Ph. (s. str.) proserpinae* and *Ph. (s. str.) knirschi* (with a bootstrap support of 71% in the NJ analysis). Another important aspect consisted in the fact that inter-specific distances between the two last mentioned species are

in similar ranges with those revealed between populations of *Ph.* (s. str.) *angusticolle* and *Ph.* (s. str.) *knirschi*. Although genetic differentiation of *Pholeuon* (s. str.) taxa is rather low, given the comparisons undertaken, and also considering the partial results of numerical taxonomy analysis of *Pholeuon* (s. str.) subgenus (RACOVITZA, pers. comm.), the taxonomy of the subgenus is uncertain.

New insight in the systematics of Drimeotus phyletic lineage

The separate analysis of the two data sets provided lower phylogenetic support compared with the combined analysis for elucidating the relationships at the inter-generic level. Two of three methods for reconstructing the relationships in the *Drimeotus* phyletic series (NJ, MP) resulted in the same tree topology for all data sets (16S, ND1, 16S+ND1). As a general tendency, congruence could be established between the topologies of NJ and MP trees – with very few exceptions – while the ML topology differed.

The topology of the phylogenetic tree is also a reflection of the issues discussed above, concerning the genetic delimitation of various taxonomic categories, reflected especially in inter-generic relationships. The most unexpected result was represented by the fact that subgenera included in different genera cluster to form a monophylum in the phylogenetic tree, results supported by significant bootstrap values. Two are the cases describing this situation: one is the cluster built by *Drimeotus* (s. str.) and *Pholeuon* (s. str.) (values of bootstrap of 76% and 78%, for NJ and MP tree, respectively), while the other is represented by the monophylum ((*D. (Bihorites)* (*P. angustiventre* + *P. moczaryi*)) (bootstrap values of 92% and 78%). Thus, species of *Parapholeuon* and subgenera of *Drimeotus* are paraphyletic. The position of *Protopholeuon hungaricum* and *P. gracile* in the phylogenetic trees is uncertain, as the bootstrap values of the respective nodes in different topologies are statistically not assured. Anyway, the monophyly of *Drimeotus* phyletic lineage received a maximum bootstrap support.

Molecular evolutionary rates

The calibrating of molecular rates for Sardinian species of *Patriziella* and *Ovobathysciola* has been applied in the present study in order to tentatively date the splits of Romanian cave Leptodirinae. Although these estimates should be very cautiously interpreted, several arguments for using this approach have been considered. First of all, both Sardinian and Romanian species are included in the Leptodirinae subfamily of strictly cave-dwelling beetles. Second, the mentioned genera have similar degree of adaptation to the underground environment, while the ecological conditions met in caves are rather stable, so we assumed that their inhabitants could evolve with a constant rate. Third, no other attempt for estimating the molecular rates of COI in insects has been undertaken to date.

For timing the splits at the most important nodes in the phylogenetic tree, we considered the maximum genetic distances (ti+tv) in all pair-wise comparisons between taxa included in the respective group, corrected according to the Tamura-Nei model and a gamma shape parameter distribution of 0.212. Results thus obtained are presented in figure 13. Our dating and interpretation of these splits will be treated with caution unless we find a possibility to calibrate the molecular

clock upon geological events in Romania itself or can link the calibration of CACCONE and SBORDONI (2001) directly to our data set.

All ingroup taxa belonging to the *Drimeotus* phyletic lineage probably diverged between 7.7-5.3 mya, in the period of late Miocene-early Pliocene. The divergence between taxa of ((*Pholeuon* subgenus) (*Drimeotus* subgenus)) clade occurred between 5.3-2.4 mya, whereas that of ((*P. moczaryi* – *P. angustiventre*) *D. (Bihorites)*) clade dates back between 4.4-2.8 mya. The (*P. moczaryi* – *P. angustiventre*) split occurred more recently (3.6-2.2mya), while the divergence between species of *Pholeuon* (s. str) and *Drimeotus* (s. str.) subgenera probably took place at the end of Pliocene and during the Pleistocene events.

Groups of taxa	Timing of splits (mya.)
<i>Drimeotus</i> phyletic lineage	7.7 – 5.37
(<i>P. moczaryi</i> – <i>P. angustiventre</i>)	3.66 – 2.25
((<i>P. moczaryi</i> – <i>P. angustiventre</i>) <i>D. (Bihorites)</i>)	4.41 – 2.83
((<i>P. gracile</i> (<i>Pholeuon</i>) (<i>Drimeotus</i>))	5.08 – 3.66
((<i>Pholeuon</i> subgenus) (<i>Drimeotus</i> subgenus))	5.29 – 3.45
((<i>Drimeotus</i> subgenus) (<i>Fericeus</i> subgenus))	3.16 – 1.83
(species of <i>Drimeotus</i> subgenus)	1.20 – 0.54
(species of <i>Pholeuon</i> subgenus)	1.95 – 0.91

Fig. 13, Table illustrating the estimated times of splits in *Drimeotus* phyletic lineage, after the calibrating of molecular clock of CACCONE and SBORDONI (2001).

The endemic distribution of cave fauna from Apuseni Mountains is explained by the palaeogeographic situation of Romania beginning with Tertiary, when the important palaeogeographic barriers for delimitation of specific biospeleological zones formed. The edaphobiotic and troglobiotic lineages of Romania derived from old lineages of Gondwanian and Angarian origin, established in some important dispersal centres in Northern Egeida (Dinaric and Bohemian regions) at the beginning of Paleogene. The migration of the lineages of origin for troglobiotic forms toward Apuseni Mountains we suppose to have taken place at the end of Oligocene – beginning of Miocene. The Apuseni Mountains representing the northern limit of distribution of underground fauna in general (DECU and NEGREA 1969). Our dating suggests that splits of *Drimeotus* phyletic lineage started during Miocene period. After the arrival of the ancestor lineages in the Apuseni Mountains, splits of older taxa included in this lineage occurred in similar periods, fact suggested by the star-like radiation pattern. The splitting continued during Quaternary climatic events (the most recent splits – of *Drimeotus* (s. str.) and *Pholeuon* (s. str.) subgenera).

5. - Future directions

The Leptodirinae subfamily contains the highest number of genera and species described so far, a majority of species being restricted to caves. It is considered one of the largest radiations of cave-adapted beetles. Phylogeny of the subfamily has been subject to several classifications, trying to reconstruct its

evolutionary history. Partial in-congruency between different systems of classification, and the main results of the present study (calling in question the actual taxonomy of *Drimeotus* lineage) are the main reasons for further attempting to establish a molecular phylogeny between the main phyletic lineages, as additional data sets to morphological characters.

ACKNOWLEDGMENTS

R.B. would like to acknowledge the help of Joe Kearns (Pennsylvania State University) who kindly reviewed the English version. Special thanks are accorded to Gheorghe Racovitza for his generous supervision during all these years. R.B. is also very grateful to dr. Oana Moldovan for providing some valuable samples included in this study.

BIBLIOGRAPHY

- ALEGRE, C., ESCOLA, O. (1983) – Étude cytogenétique de cinq espèces de *Troglocharinus* et de *Speonomus delarouzei* (Col. Catopidae). *Mém. Biospéol.*, X: 363-367.
- AQUADRO, C.F., KAPLAN, N., RISKO, K.J. (1984) – An analysis of the dynamics of mammalian mitochondrial DNA sequence evolution. *Mol. Biol. Evol.* 1: 423-434.
- BAKER, R.H., DESALLE, R. (1997) – Multiple sources of character information and the phylogeny of Hawaiian *Drosophilids*. *Syst. Biol.* 46: 654-673.
- BEARD, C.B., MILLS HAMM, D., COLLINS, F.H. (1993) – The mitochondrial genome of the mosquito *Anopheles gambiae*: DNA sequence, genome organization, and comparisons with mitochondrial sequences of other insects. *Insect Molecular Biology* 2(2): 103-124.
- BECKENBACH, A.T., WEI, Y.W., LIU, H. (1993) – Relationships in the *Drosophila obscura* species group, inferred from mitochondrial cytochrome oxidase II sequences. *Mol. Biol. Evol.* 10: 619-634.
- BROWER, A.V.Z. (1994a) – Phylogeny of *Heliconius* butterflies inferred from mitochondrial DNA sequences (Lepidoptera: Nymphalidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 3(2): 159-174.
- BROWER, A.Z.V. (1994b) – Rapid morphological radiation and convergence among races of the butterfly *Heliconius erato* inferred from patterns of mitochondrial DNA evolution. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 91: 6491-6495.
- BROWER, A.V.Z., DESALLE, R. (1998) – Patterns of mitochondrial versus nuclear DNA sequence divergence among nymphalid butterflies: The utility of wingless as a source of characters of phylogenetic inference. *Insect Mol. Biol.* 7: 73-82.
- BUZILA, R., MAREC, F. (2000) – Conservative chromosome number in the *Cholevidae* family of cave beetles. *Mém. Biospéol.* XXVII: 21-23.
- CACCONI, A. (1985) – Gene flow in cave arthropods: a qualitative and quantitative approach. *Evolution* 39(6): 1223-1235.
- CACCONI, A., SBORDONI, V. (2001) – Molecular biogeography of cave life: a study using mitochondrial DNA from *Bathysciinae* beetles. *Evolution* 55(1): 122-130.
- CATERINO, M.S., CHO, S., SPERLING, F.A.H. (2000) – The current status of molecular systematics: a thriving tower of Babel. *Ann. Rev. Entomol.* 45: 1-54.
- CLARY, D.O., WOLSTENHOLME, D.R. (1985) – The ribosomal RNA genes of *Drosophila* mitochondrial DNA. *Nucleic Acids Res.* 13: 4029-4045.
- COBOLLI SBORDONI, M., KETMAIER, V., DE MATTHAEIS, E., TAITI, S. (1997) – Biochemical systematics and evolutionary relationships in the *Trichoniscus pusillus* complex (Crustacea, Isopoda, Oniscoidea). *Heredity* 79: 463-472.
- CROUAU-ROY, B. (1986a) – Genetic divergence between populations of closely related troglobitic beetle species (*Speonomus: Bathysciinae*, Coleoptera). *Genetica* 68: 97-103.
- CROUAU-ROY, B. (1986b) – Population studies on Pyrenean troglobitic beetles: local genetic differentiation and microgeographic variations in natural populations. *Biochemical Systematics and Ecology* 14(5): 521-526.
- CROUAU-ROY, B. (1989) – Genetic population structure in a troglobitic beetle (*Speonomus zophosinus*). *Genetica* 78: 13-20.
- CROZIER, R.H., CROZIER, Y.C. (1993) – The mitochondrial genome of the honeybee *Apis mellifera*: complete sequence and genome organization. *Genetics*, 133: 97-117.
- DECU, V.Gh. (1963) – Originea și răspândirea coleoptelor troglobii Bathysciinae (Catopidae) și Trechinae (Trechinae) din pesterile României, în concepția lui Jeannel. *Lucrările Institutului de Speologie "Emil Racovitza" 1-2: 437-460.*

- DECU, V.Gh. (1967) – Nouveaux Coléoptères cavernicoles des Carpates Occidentales (Monts du Banat et Poiana Ruscai) et des Carpates Méridionales (Monts Capatânei). *Annales de Spéléologie* 22 (2): 433-453.
- DECU, V.Gh., NEGREA, S. (1969) – Aperçu zoogéographique sur la faune cavernicole terrestre de Roumanie. *Acta Zoologica Cracoviensia* XIV: 471-544.
- DECU, V., ILLIFFE, T.M. (1984) – A review of the terrestrial cavernicolous fauna of Romania. *The NSS Bulletin* 45: 86-97.
- DELAY, B., SBORDONI, V., COBOLLI-SBORDONI, M., DE MATTHAEIS, E. (1980) – Divergences genetique entre les populations de *Speonomus delarouzei* du Massif du Canigou (Coleoptera, Bathysciinae). *Mém. Biospéol.* 7: 235-247.
- DURAND, J., JUBERTHIE-JUPEAU, L. (1980) – Etude cytogenétique de deux especes de *Speonomus* (Coleopteres, Bathysciinae). *Mém. Biospéol.* 7: 267-271.
- EMERSON, B.C., WALLIS, G.P. (1995) – Phylogenetic relationships of the Prodintria (Coleoptera, Scarabeidae, Subfamily Melolonthinae), derived from sequence variation in the mitochondrial cytochrome oxidase II gene. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 4 (4): 433-447.
- ENGLISCH, U., KOENEMANN, S. (2001) – Preliminary phylogenetic analysis of selected subterranean amphipod crustaceans, using small subunit rDNA gene sequences. *Organisms, Diversity and Evolution* 1: 139-145.
- FANG, Q., BLACK IV, W.C., BLOCKER, H.D., WHITCOMB, R.F. (1993) – A phylogeny of New World *Deltocephalus* - like leafhopper genera based on mitochondrial 16S ribosomal DNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 2 (2): 119-131.
- FARRIS, J.S. (1970) – Methods for computing Wagner trees. *Syst. Zool.* 18: 374-385.
- FARRIS, J.S., KÄLLERSJÖ, M., KLUGE, A.G., BULT, C. (1995) – Testing significance of incongruence. *Cladistics* 10: 315-319.
- FELSENSTEIN, J. (1978) – Cases in which parsimony or compatibility methods will be positively misleading. *Syst. Zool.* 27: 401-410.
- FELSENSTEIN, J. (1981) – Evolutionary trees from DNA sequences: a maximum likelihood approach. *J. Mol. Evol.* 17: 368-376.
- FELSENSTEIN, J. (1985) – Confidence limits on phylogenies: an approach using the bootstrap. *Evolution* 39: 783-791.
- FUNK, D.J., FUTUYAMA, D.J., ORTI, G., MEYER, A. (1995) – Mitochondrial DNA Sequences and Multiple Data Sets: A Phylogenetic Study of Phytophagous Beetles (Chrysomelidae: *Ophraella*). *Mol. Biol. Evol.* 12(4): 627-640.
- FUNK, D.J. (1999) – Molecular systematics of cytochrome oxidase I and 16S from *Neochlamisus* leaf beetles and the importance of sampling. *Mol. Evol. Biol.* 16 (1): 67-82.
- GANGLBAUER, L. (1899) – Die Käfer von Mitteleuropa. III. Tri. *Leptodirini*. Wien, C. Gerolds Sohn: 76-112.
- GARIN, C.F., JUAN, C.J., PETITPIERRE, E. (1999) – Mitochondrial DNA Phylogeny and the Evolution of Host-Plant Use in Palearctic *Chrysolina* (Coleoptera, Chrysomelidae) Leaf Beetles. *J. Mol. Evol.* 48: 435-444.
- GIRIBET, G., WHEELER, W.C. (1999) – On gaps. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 13 (1): 132-143.
- GIUSEFFI, S., KANE, T.C., DUGGLEBY, W.F. (1978) – Genetic variability in the Kentucky cave beetle *Neaphaenops tellkampfi* (Coleoptera: Carabidae). *Evolution* 32 (3): 679-681.
- GOMEZ-ZURITA, J., GARIN, C.F., PETITPIERRE, E. (1999) – Mitochondrial 16SrDNA sequences and their use as phylogenetic markers in leaf-beetles with special reference to the subfamily Chrysomelinae. *Advances in Chrysomelidae Biology* 1: 25-38.
- GOMEZ-ZURITA, J., JUAN, C., PETITPIERRE, E. (2000) – The evolutionary history of the Genus *Timarcha* (Coleoptera, Chrysomelidae) inferred from mitochondrial COII gene and partial 16S rDNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 14(2): 304-317.
- HASEGAWA, M., KISHINO, H., YANO, T. (1985) – Dating the human-ape split by a molecular clock of mitochondrial DNA. *J. Mol. Evol.* 22: 160-174.
- HEDGES, S.B. (1992) – The number of replications needed for accurate estimation of the bootstrap P value in phylogenetic studies. *Mol. Biol. Evol.* 9: 366-369.
- HEDIN, M.C. (1997) – Speciation history in a diverse clade of habitat-specialized spiders (Araneae: Nesticidae: *Nesticus*): inferences from geographic-based sampling. *Evolution* 51 (6): 1929-1945.
- HEDIN, M.C. (1997) – Molecular phylogenetics at the population/species interface in cave spiders of the Southern Appalachians (Araneae: Nesticidae: *Nesticus*). *Mol. Biol. Evol.* 14 (3): 309-324.
- HILLIS, D.M. (1987) – Molecular versus morphological approaches to systematics. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 18: 23-42.
- HOLMQUIST, R. (1983) – Transitions and transversions in evolutionary descent: an approach to understanding. *J. Mol. Evol.* 19: 134-144.
- HOWLAND, D.E., HEWITT, G.M. (1995) – Phylogeny of the Coleoptera based on mitochondrial cytochrome oxidase I sequence data. *Insect Molecular Biology* 4(3): 203-215.
- IRWIN, D.M., KOCHER, T.D., WILSON, A.C. (1991) – Evolution of the cytochrome b gene of mammals. *J. Mol. Evol.* 32: 128-144.
- JEANNEL, R. (1910) – Essai d'une nouvelle classification des Silphides cavernicoles. *Arch. Zool. Exp. et gen.* V: 1-48.
- JEANNEL, R. (1911) – Revision des *Bathysciinae*. Morphologie, distribution géographique, systématique. *Arch. Zool. Exp. et gen.* VII: 1-641.

- JEANNEL R. (1914) – Sur la systématique des *Bathysciinae*. Les séries phylétiques des Cavernicoles. *Arch. Zool. Exp. et gen.* 54: 57-78.
- JEANNEL, R. (1923) – Etude préliminaire des Coléoptères aveugles du Bihor. *Bull.Soc. Sc. Cluj I*: 411-472.
- JEANNEL, R. (1924) – Monographie des Bathysciinae. *Arch. Zool. exp. gen.* 63 (1): 1-436.
- JEANNEL, R., RACOVITZA, E.G. (1929) – Énumération des grottes visitées, 1918-1927 (7^e série). *Arch. Zool. exp. gen.* 68(2): 293-608.
- JEANNEL, R. (1955) – L'édéage. Initiation aux recherches sur la systématique des Coléoptères. *Publ. Mus. Hist. Nat.* 16.
- JUAN, C., OROMI, P., HEWITT, G.M. (1995) – Mitochondrial DNA phylogeny and sequential colonization of Canary Islands by darkling beetles of the genus *Pimelia* (Tenebrionidae). *Proc. R. Soc. Lond. B* 261: 173-180.
- JUAN, C., OROMI, P., HEWITT, G.M. (1996) – Phylogeny of the genus *Hegeter* (Tenebrionidae, Coleoptera) and its colonization of the Canary Islands deduced from cytochrome oxidase I mitochondrial DNA sequences. *Heredity* 76: 392-403.
- JUBERTHIE, C., DELAY, B., DECU, V., RACOVITZA, GH. (1981) – Premières données sur la faune des microespaces du milieu souterrain superficiel de Roumanie. *Trav. Inst. Speol. "Emile Racovitza"*, XX: 103-111.
- JUBERTHIE, C. (1988) – Palaeoenvironment and speciation in the cave beetle complex *Speonomus delarouzei* (Coleoptera, Bathysciinae). *Int. J. Speleol.* 17: 31-50.
- KLUGE, A.G. (1989) – A concern for evidence and a phylogenetic hypothesis of relationships among *Epicrates* (Boidae, Serpentes). *Syst. Zool.* 38: 7-25.
- KOENEMANN, S., HOLSINGER, J.R. 2001 – The application of molecular and morphological data to the phylogenetic reconstruction of the subterranean amphipod genus *Bacetrurus* (Crangonyctidae). *Polish Archives of Hydrobiology* 47 (3-4): 401-412.
- KUMAR, S., TAMURA, K., JAKOBSEN, I.B., NEI, M. (2001) – MEGA2: Molecular Evolutionary Genetics Analysis software, Arizona State University, Tempe, Arizona, USA.
- LANEYRIE, R. (1967) – Nouvelle classification des *Bathysciinae* (Coléoptères, Catopidae). *Ann. Speleol.*, XXII (3): 585-645.
- MARDULYN, P., MILINKOVITCH, M.C., PASTEELS, J.M. (1997) – Phylogenetic analysis of DNA and allozyme data suggest that *Gonioctena* leaf beetles (Coleoptera, Chrysomelidae) experienced convergent evolution in their history of host-plant shifts. *Syst. Biol.* 46(4): 722-747.
- MARDULYN, P., WHITFIELD, J.B. (1999) – Phylogenetic signal in the COI, 16S and 28S genes for inferring relationships among genera of microgastrinae (Hymenoptera; Braconidae): Evidence of a high diversification rate in this group of parasitoids. *Mol. Phylogenet. Evol.* 12: 282-294.
- MIYAMOTO, M.M., KRAUS, F., RYDER, O.A. (1990) – Phylogeny and evolution of antlered deer determined from mitochondrial DNA sequences. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 87: 6127-6131.
- MIYAMOTO, M.M., FITCH, W.M. (1995) – Testing species phylogenies and phylogenetic methods with congruence. *Syst. Biol.* 44: 64-76.
- MOLDOVAN, O., ALVES, H., JALLON, J.-M. (1996) – Données préliminaires sur les hydrocarbures cuticulaires chez quelques espèces de *Drimeotus* s. str. (Coleoptera, Leptodirinae). *Trav. Inst. Spéol. „E. Racovitza”* XXXV: 109-117.
- MOLDOVAN, O. (1997) – Reconnaissance des sexes et isolement reproductif chez les Coléoptères Bathysciinae souterraines: approche taxonomique, biochimique et expérimentale. Ph. D. Thesis, Université „Paul Sabatier”, Toulouse, France.
- MOLDOVAN, O. (1998) – Reconnaissance des sexes chez les Coléoptères Bathysciinae souterraines: I. Approche expérimentale. *Mém. Biospeol.* 25: 87-107.
- MOLDOVAN, O. (2000) – Révision de *Drimeotus* s.s. Miller, 1856 (Coleoptera, Cholevidae, Leptodirinae) de Transylvanie (Roumanie) avec description de deux nouvelles espèces et clé de détermination des taxa. *Zoosystema* 22(1): 139-152.
- PALUMBI, S., MARTIN, A., ROMANO, S., McMILLAN, W.O., STICE, L., GRABOWSKI, G. (1991) – The simple fool's guide to PCR. Version 2. Honolulu, Hawaii.
- PERREAU, M. (2000) – Catalogue des Coléoptères Leiodidae Cholevidae et Platypyllinae. *Mémoires de la SEF*, 4: 1-460.
- POSADA, D., CRANDALL, K.A. (1998) – MODELTEST : testing the model of DNA substitution. *Bioinformatics*, 14: 817-818.
- PRÜSER, F., MOSSAKOWSKI, D. (1998) – Low substitution rates in mitochondrial DNA in Mediterranean carabid beetles. *Insect Molecular Biology* 7(2): 121-128.
- RACOVITZA, GH. (1995) – Révision systématique des Leptodirinae souterrains des Monts Apuseni. I. Variabilité individuelle et valeur taxonomique des caractères morphologiques dans la série phylétique *Drimeotus* (Coleoptera, Leptodirinae). *Trav. Inst. Speol. "Emile Racovitza"*, XXXIV: 103-129.
- RACOVITZA, GH. (1996) – Révision systématique des Leptodirinae souterrains des Monts Apuseni. II. Le sous-gener *Parapholeon* GANGLB. du bassin de Crisul Repede (Monts Padurea Craiului). *Trav. Inst. Speol. "Emile Racovitza"*, XXXV: 71-108.

- RACOVITZA, GH. (1998-1999) – Revision systematique des Leptodirinae souterrains des Monts Apuseni. II. Le sous-genre *Parapholeuon* GANGLB. du bassin de Crisul Negru (Monts Padurea Craiului). *Trav. Inst. Speol. "Emile Racovitza"*, XXXVII-XXXVIII: 175-216.
- RACOVITZA, GH. (1999) – Etude taxonomique quantitative du sous-genre *Parapholeuon* GANGLBAUER 1887 (Coleoptera:Cholevidae:Leptodirinae = Bathysciinae). *Entomol. rom.* 3: 79-117.
- REITTER, E. (1885) – Bestimmungstabellen der europäischen Coleopteren. XII. Necrophaga. *Verh. Natf. Ver. Brünn* XXIII: 1-122.
- REITTER, E. (1908) – Dichotomische Übersicht der blinden Silphiden Gattungen. *Wiener ent. Ztg.* XXVII: 103-118.
- SAHARA, K., MAREC, F., TROUT, W. (1999) – TTAGG telomere repeats in chromosomes of some insects and other arthropods. *Chromosome Res.* 7: 449-460.
- SAITOU, N., NEI, M. (1987) – The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. *Mol. Biol. Evol.* 4: 406-425.
- SBORDONI, V., RAMPINI, M., COBOLLI-SBORDONI, M. (1982) – Coleotteri Catopidi cavernicoli italiani. *Lavori della Societa Italiana di Biogeografia* 7: 253-336.
- SIMON, C., FRATI, F., BECKENBACH, A., CRESPI, B., LIU, H., FLOOK, P.(1994) – Evolution, weighting, and phylogenetic utility of mitochondrial gene sequences and a compilation of conserved polymerase chain reaction primers. *Annals of the Entomological Society of America* 87 (6): 651-701.
- SOTA, T., VOGLER, A.P. (2001) – Incongruence of mitochondrial and nuclear gene trees in the carabid beetles *Ohomopterus*. *Syst. Biol.* 50(1): 39-59.
- SWOFFORD, D.L. (2001) – *PAUP**: Phylogenetic Analysis Using Parsimony and Other Methods, Version 4.0b8a. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- SZYMURA, J.M., LUNT, D.H., HEWITT, G.M. (1996) – The sequence and structure of the meadow grasshopper (*Chorthippus parallelus*) mitochondrial srRNA, ND2, COI, COII, ATPase8 and 9 tRNA genes. *Insect Molecular Biology* 5(2): 127-139.
- TAMURA, K., NEI, M. (1993) – Estimation of the number of nucleotide substitutions in the control region of mitochondrial DNA in humans and chimpanzee. *Mol. Biol. Evol.* 10: 512-526.
- WHITFIELD, J.B., CAMERON, S.A. (1998) – Hierarchical analysis of variation in the mitochondrial 16S rRNA gene among hymenoptera. *Mol. Biol. Evol.* 15 (12): 1728-1743.
- ZHANG, X., HEWITT, G.M. (1998) – Isolation of DNA from preserved specimens.in: *Molecular Tools for Screening Biodiversity*: 41-45 (KARP, A., ISAAC, P.G., INGRAM, D.S., ed.). Chapman & Hall, London.
- XIONG, B., KOCHER, T.D. (1993) – Phylogeny of sibling species of *Simulium venustum* and *S.verecundum* (Diptera: Simuliidae) based on sequences of the mitochondrial large subunit rRNA gene. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 2(4): 293-303.

**SISTEMATIC AND DISTRIBUTION OF XYLOCOPINI
(HYMENOPTERA: APIDAE: XYLOCOPINAE):
NEW AND RARE RECORDS FOR AFRICA
(PART III) AND DESCRIPTION OF TWO NEW TAXA**

SALVATORE VICIDOMINI

Via Velardi 10 84014 Nocera Inferiore (SA, Italia) xylocopa@iol.it

Abstract - Sistematic and distribution of Xylocopini (Hymenoptera: Apidae: Xylocopinae): new and rare records for Africa (Part III) and description of two new taxa. - In this contribute the African distribution of 26 *Xylocopa* species have been updated, particularly for Guinea Bissau with 7 new records. Two new taxa are described: *X. nigrita vertexalbula* (Guinea Bissau); *Xylocopa capitata kahuzibiegensis* (Zaire) are described.

Key words: *Xylocopa nigrita vertexalbula*, *Xylocopa capitata kahuzibiegensis*, Xylocopini, Apidae, Africa.

Riassunto breve - In questo contributo viene aggiornato l'areale di distribuzione di 26 specie di Xylocopini in Africa ed in particolare per il Guinea Bissau, con 7 nuove segnalazioni. Vengono poi descritte due nuove sottospecie: *X. nigrita vertexalbula* (Guinea Bissau); *Xylocopa capitata kahuzibiegensis* (Zaire).

Parole chiave: *Xylocopa nigrita vertexalbula*, *Xylocopa capitata kahuzibiegensis*, Xylocopini, Apidae, Africa.

1. - Introduzione

Gli Xylocopini (Xylocopinae), una delle numerose tribù appartenenti alla famiglia Apidae (Hymenoptera), sono suddivisi in tre generi: *Xylocopa* Latreille, 1802; *Lestis* Lepeletier & Serville, 1828; *Proxylocopa* Hedicke, 1938 (VICIDOMINI, 1997). Presentano la massima varietà tassonomica nella regione Afrotropicale (= Etiopica) (HURD & MOURE, 1963; MICHENER, 1979) ma ciò nonostante le conoscenze su distribuzione e sistematica della maggior parte delle specie sono note molto frammentariamente e solo recentemente è stata effettuata una rassegna bibliografica su distribuzione, nomenclatura e sistematica delle specie afrotropicali (EARDLEY, 1983, 1987). Questo contributo fa parte di un progetto che ha l'obiettivo di incrementare i dati sistematici, morfologici e zoogeografici sulle specie di tale tribù, utilizzando la notevole mole di materiale contenuta nei musei italiani ed esteri (VICIDOMINI, 1998, 1999, 2000). Oggetto specifico di questo contributo è quello di documentare una serie di nuove segnalazioni Afrotropicali, di eseguire una rassegna degli Xylocopini della Guinea Bissau e di descrivere due nuove sottospecie, fornendo anche la chiave dicotomica per il gruppo *Afroxylocopa*.

2. - Metodi

Vengono riportati tutti gli esemplari visionati appartenenti alla specie oggetto della segnalazione; per ognuno verranno citati i dati di cartellino, la collezione di appartenenza, il determinatore. Il materiale visionato è conservato nei seguenti istituti: Biologia Animale, Catania (IBAC); Biologia Evolutiva, Bologna (IBEB);

Entomologia Agraria e Bachicoltura, Milano (IEABM); Entomologia e Zoologia Agraria, Portici (IEZAP); Nazionale di Entomologia, Roma (I.N.E.); Servizio Fitosanitario Regione Piemonte, Torino (SFRP); nei seguenti musei civici di storia naturale: Carmagnola (MCSNC), Ferrara (MCSNF), G. Doria, Genova (MCSNDG), Milano (MCSNM), Trieste (MCSNT); e nel Museo Zoologico La Specola, Firenze (MZF).

I due esemplari di *X. (Afroxylocopa) nigrita* subsp. n. sono attualmente conservati presso in MCSNM e sono stati esaminati nel 1998, mentre quello di *X. (Acroxylocopa) capitata* subsp. nov. è conservato nel MZF. Sono stati rilevati una serie di caratteri e misure generali al fine di meglio descrivere l'aspetto, la colorazione, la taglia globale dell'esemplare ed i rapporti di dimensione tra i vari tagmata, seguendo le metodiche di HURD & MOURE (1963), EARDLEY (1983) e MICKLEY (1994) e che vengono di seguito elencati e descritti; i caratteri quantitativi sono stati misurati con oculare micrometrico, vengono espressi in mm e sono approssimati a 0.05 mm (Tab. 1A, 1B). Vengono riportate anche informazioni relative allo stato di conservazione.

Pattern di colorazione — È stato rilevato il pattern di colorazione del tegumento e della pubescenza sui tre tagmata, descrivendo anche le lievi variazioni tra le diverse regioni e somiti costituenti i tre tagmata. Viene rilevata anche la presenza/assenza della tasca contenete acari sul I metasomite (= acarinario).

Misure generali — LT lunghezza totale, misurata tra i due estremi oro-aborale del corpo; LC lunghezza del capo, misurata tra il vertice ed il labbro superiore; LMES lunghezza del mesosoma, misurato dal margine anteriore del protorace fino al margine posteriore del propodeo; LMET lunghezza del metasoma, misurato dal margine anteriore del primo somite fino al margine posteriore dell'ultimo somite; LgC larghezza massima del capo, misurata tra le genae; LgMES larghezza del mesosoma tegulae incluse; DISTG minima distanza tra tegulae (=larghezza del mesosoma tegulae escluse); LMEST lunghezza del mesotorace, misurata antero-posteriormente; LMET lunghezza del metatorace misurato antero-posteriormente; LMETS e LgMETS lunghezza (anteroposteriormente lungo la linea mediana) e larghezza (rilevata nel punto medio tra i lati del somite metasomale) dei somiti metasomali I-VI; LTEG lunghezza della tegula, misurata anteroposteriormente; TEG-PBP distanza tra il margine ventrale della tegula e l'inizio della fascia di peli bianchi (misura rilevata ad ali spiegate); LAA ed LAP lunghezza ali anteriore e posteriore.

Capo: antenne — Per quanto riguarda il capo sono state rilevate misure aggiuntive molto utili ai fini sistematici le quali sono elencate e descritte di seguito (HURD & MOURE, 1963; EARDLEY, 1983; MICKLEY, 1994). LSc lunghezza dello scapo; LgSc(1/2) spessore dello scapo, misurato nel punto medio; LgSc(apx) spessore dello scapo, misurato all'apice distale dalla sua base; lunghezza pedicello (PDL) x spessore pedicello (PDLg); FI lunghezza del primo flagellomero; FII-IV lunghezza dei flagellomeri 2-4; FV-X lunghezza dei flagellomeri 5-10; F-XI lunghezza del flagellomero 11 (solo maschio); FMED lunghezza media dei flagellomeri successivi al I; LgFI(b) e LgFI(apx) spessore del flagellomero 1, misurato alla base ed all'apice; PD+F lunghezza complessiva pedicello+flagello; DT diametro torulo; T-T distanza minima tra i due toruli; T-OC distanza minima tra torulo ed occhio composto; T-LS distanza minima tra torulo e labbro superiore; T-OVP e T-

OVIP distanza minima tra torulo ed ocello visivo pari ed impari.

CARATTERI	FEMMINA	MASCHIO
LT (LMES) (LMET)	32.05 (8.55) (17.9)	29.2 (10.65) (16.4)
LMEST (LMETT)	6.5 (2.1)	6.5 (2.0)
LC (LgC)	8.3 (9.0)	6.0 (7.3)
LgMES (DISTG)	12.0 (8.0)	11.25 (7.8)
LMETS (LgmETS) I; II	3.5 (12.1); 4.3 (13.4)	2.5 (12.4); 4.2 (14.0)
LMETS (LgmETS) III; IV	2.6 (12.5); 2.9 (10.7)	3.4 (12.7); 3.0 (11.1)
LMETS (LgmETS) V; VI	3.0 (8.7); 3.2 (4.4)	3.2 (9.3); 3.1 (6.5)
acarinario (TEG-PBP)	presente (1.8)	assente (-)
LTEG (LAA) (LAP)	2.5 (27.2) (16.6)	3.1 (26.2) (17.4)
LSc (PDLxPDLg)	3.8 (0.35x0.4)	2.8 (0.3x0.35)
LgSc(1/2) [LgSc(apx)]	0.35 (0.55)	0.4 (0.45)
FI (FII-IV) (FV-X) (F-XI) [FMED]	1.2 (1.5) (3.35) (0.539)	1.05 (1.4) (3.0) (0.7) (0.51)
LgFI(b) [LgFI(apx)] (PD+F)	0.3 (0.4) (6.40)	0.25 (0.35) (6.45)
DT (T-T) (T-OC)	0.65 (1.4) (1.4)	0.6 (0.6) (0.8)
T-LS (T-OVP) (T-OVIP)	3.4 (1.1) (1.1)	3.3 (0.85) (0.7)
OC-OC (OC: LxLg)	5.2; 5.8; 5.55 (4.7x2.1)	3.8; 4.2; 3.9 (4.4x2.45)
OVP-OC (OVIP-OC)	1.7 (2.3)	0.9 (1.15)
DOVP (DOVIP) [DOVIP(t)]	0.45 (0.5) (0.45)	0.55 (0.50) (0.50)
OVP-OVP (OVP-OVIP)	0.8 (0.3)	0.70 (0.20)
OVP-MPC (OVIP-MPC)	2.0 (2.2)	0.8 (1.0)
OC(apx)-MPC	1.7	1.5
LM (LRima)	3.8 (1.9)	2.9 (2.1)
LgM(b) [LgM(1/2)]	1.5 (1.1)	1.1 (0.7)
BM-BM (LGAL)	5.3 (4.6)	4.2 (4.0)
LCL (LgCL) (LCLxLgCL)	2.4 (5.0) (12.0)	2.2 (2.8) (6.16)
LSSCL (SSCL-T) (SSCL-OVIP)	2.5 (0.9) (2.2)	1.5 (0.8) (1.9)
SE [BM-OC(BM)]	4.9 (1.2)	2.5 (0.2)
BASIT-A (BASIT-M) (BASIT-P)	6.3; 8.6; 9.7	8.0; 10.0; 10.5
TIB-A (TIB-M) (TIB-P)	5.0; 4.5; 5.8	5.0; 5.4; 9.0
LPBT (LgPBT)	3.3 (< TIB-P)	4.5 (< TIB-P)

Tabella 1A. - Dati biometrici sui due esemplari di *X. nigrita* subsp. n. *vertexalbula*.

Capo: occhi composti ed ocelli visivi — OC-OC distanza minima tra gli occhi composti misurata rispettivamente all'altezza degli apici, all'altezza dei toruli ed all'altezza delle basi mandibolari; OVP-OC distanza minima tra l'ocello pari e l'apice dell'occhio composto; OVIP-OC distanza minima tra l'ocello impari e l'apice dell'occhio composto; OC (LxLg) lunghezza x larghezza massime dell'occhio composto; DOVP, DOVIP e DOVIP(t) diametro ocello pari, impari ed impari misurato trasversalmente; OVP-OVP distanza minima tra gli ocelli visivi pari; OVP-OVIP distanza minima tra l'ocello visivo pari ed impari; OVP-MPC distanza minima tra l'ocello visivo pari ed il margine posteriore capo; OVIP-MPC distanza minima tra l'ocello visivo impari ed il margine posteriore capo; OC(apx)-MPC distanza minima tra l'apice dell'occhio composto ed il margine posteriore del capo.

LT	LC	LgC	LAA	LAP	LTG	DISTG	LMES	LMET	LgMES	LgMETII	LSc	LgSc(1/2)	
24.9	7.2	8.2	23.5	17.8	2.4	7.3	8.4	12.2	10.7	11.0	3.2	0.35	
LgSc(<i>apx</i>)	Pd(L)	Pd(Lg)	Pd	FI	FII-IV	FV-X	FI/FII-IV	PD+F	FMED	DT	T-T	T-LS	
0.40	0.35	0.35	0.122	1.15	1.3	2.6	0.885	5.4	0.433	0.5	1.4	3.1	
T-OC	T-OVP	LCF	OC-OC	OC(L)	OC(Lg)	OC	OC-OVP	OC-OVIP	OC-MPC	OC-MPC/FI			
1.4	1.4	1.1	4.15;5.0;4.6	5.1	2.4	12.24	1.05	2.1	1.2	1.043			
OVP	OVIP	OVIP(t)	OVP-OVP	OVP-OVIP	OVP-OVP/ /OVP-OC	OVP-MPC	LM	LgM(1/2)	LgM(base)	BM-BM	L Rima	L GAL	
0.4	0.5	0.5	1.1	0.4	1.048	1.5	2.9	1.0	1.5	5.0	2.1	5.2	
L CL	Lg CL	LCLx LgCL	CL (ArSup) L	CL (ArSup) Lg	CL (ArSup)	SSCL-OVP	SSCL-T	SE	L PBT	Lg PBT	Lg TIB-P	AR. APIC.	L DEN
2.2	4.2	9.24	1.0	1.55	1.55	2.5	0.8	4.1	2.9	0.6	1.7	0.6	0.25
TAR-A	TAR-M	TAR-P	BASIT-A	BASIT-M	BASIT-P	TIB-A	TIB-M	TIB-P	SP-TIB (A) (M) (P)				
2.2	3.0	2.3	4.3	5.8	6.3	4.5	4.5	5.1	1;1;1				

Tabella 1B. - Dati biometrici della femmina di *X. capitata* subsp. n. *kahuzibiegensis*.

Capo: appendici boccali e clipeo — LM lunghezza della mandibola; LgM(b) e LgM(1/2) spessore della mandibola alla base ed al punto medio; LRima lunghezza della rima sulla superficie esterna della mandibola; BM-BM distanza tra le basi mandibolari, misurata all'altezza del punto medio della base stessa; L_{GAL} lunghezza della galea, misurata dalla base fino all'apice; LCL lunghezza clipeo, misurata tra la sutura superiore ed il labbro superiore; LgCL larghezza massima clipeo, misurato tra gli apici inferiori dei due bracci suturali laterali del clipeo; LCLxLgCL area del clipeo; LSSCL lunghezza della sutura superiore del clipeo; SSCL-T SSCL-OVIP distanza minima tra la sutura superiore del clipeo e rispettivamente il torolo e l'ocello visivo impari; SE lunghezza della sutura epistomale; BM-OC(BM) minima distanza base mandibolare-occhio composto omolaterale. Zampe — BASIT-A, -M, -P lunghezza del basitarso+tarso anteriore mediano e posteriore; TIB-A, -M, -P lunghezza della tibia anteriore mediana e posteriore; LPBT lunghezza del piatto basitibiale; LgPBT larghezza del piatto basitibiale relativamente alla larghezza della tibia posteriore corrispondente.

Per la descrizione della subspecie nuova di *X. capitata* sono stati rilevati i seguenti caratteri aggiuntivi. Presenza-assenza di: ornamenti tegumentari peri-ocellari; carena su sterno metasomale; proiezioni tegumentarie sull'apice del metasoma e relativa lunghezza; denticoli piatto pigidiale. Posizione carena frontale relativamente al margine superiore clipeo e ocello visivo impari. Forma margine occipitale superiore del capo. Forma e lunghezza (= LCF) della carena frontale. Forma depressioni posteriori agli ocelli visivi pari. CL(*ArSup.*) lunghezza (tra l'apice della carena frontale ed il margine superiore del clipeo = sutura subantennale = CL(*ArSup.*)L) x larghezza (tra i due bracci suturali subantennali, dai toruli verso il margine superiore clipeo = CL(*ArSup.*)Lg) dell'area superiore al clipeo; suture clipearie (superiore, laterali) ed epistomale sollevate od in piano col tegumento circostante. Area sovra-clipeo sollevata o meno. Lunghezza tarso (TAR-) anteriore

mediano e posteriore (A, -M, -P); SP-TIB, numero di proiezioni tegumentarie sull'apice esterno distale delle tre tibie; LgTIB larghezza tibia posteriore rilevata al livello del punto medio del piatto basitibiale; LDEN lunghezza del dente tegumentario maggiore dell'apice del piatto basitibiale; ARAPIC diametro dell'area glabra apicale sulla tibia posteriore. Descrizione delle eventuali modificazioni delle zampe posteriori.

3. – Materiale

Xylocopa (Afroxycopa) nigrita (Fabricius, 1775)

Congo: 1F+3M, Fernando Vaz, IX-X 1902, Fea L. leg., T.C. Maa det. 1968 (MCSNDG). - 1F, Niarim Mossendjo, V 4 1976, Dr. Onore leg., P.D. Hurd det. 1978 (SFRT).

Xylocopa (Apoxylocopa) lugubris Gerstaecker, 1857

Somalia: 1F, Bari Karkar, Galgala Oasis (49°03'E - 11°N), 14 X 1973, S. Vicidomini det., 1998 (MZF).

Xylocopa (Ctenoxylocopa) gribodoi Magretti, 1892

Congo: 1F, Pounga, VI 21 1976, Dr. Onore leg., P.D. Hurd det. 1978 (SFRT).

Xylocopa (Ctenoxylocopa) ustulata Smith, 1854

Erytrea: 1F, Keren, II 1903, Andreini A. (G. Pagliano, 1982 det come *X. hottentota*) (SFRP).

Xylocopa (Koptortosoma) africana (Fabricius, 1781)

Sao Thomè & Principe, Isola Sao Thomè (MCSNDG): 1M, Vista Alegre (200-300 m), IX-X 1900, Fea L. leg., T.C. Maa det. 1968, Paratipo. - 1M, Agua Ize (400-700 m), I 1901, Fea L. leg., T.C. Maa det. 1968. - 1F, Agua Ize (400-700 m), XI 1900, Fea L. leg., T.C. Maa det. 1968. - 1F, Agua Ize (400-700 m), XI 1900, Fea L. leg., T.C. Maa det. 1968, Paratipo.

Xylocopa (Koptortosoma) albiceps Fabricius, 1804

Congo: 1F, Fernandez Vaz, IX-X 1902, Fea L. leg., T.C. Maa det. 1968 (MCSNDG). - 1F, Mossendjo, 27 III 1976, Dr. Onore leg., G. Pagliano det (MCSNC). - 1F, KM Rouge, VI 1978, Dr. Onore leg., G. Pagliano det (MCSNC). - 2F, Voka Par Boka, I 1973, Onore G. leg (MZF). - 1F, Niari, Mossendjo, V 18 1976, Onore G. leg (MZF). - 1F, Mossendjo, 23 III 1976, Dr. Onore leg., S. Vicidomini det. 1997 (MCSNF). - 1F, Kintele, II 20 1977, Dr. Onore leg., Hurd det. 1978 (SFRT). - 1F, Kintele, VI 1978, Dr. Onore leg., G. Pagliano det. 1978 (SFRT). - 1F, Niari, Mossendjo, III 27 1976, Dr. Onore leg., G. Pagliano det. 1978 (SFRT).

Costa d'Avorio: 2F, Colameri leg., S. Vicidomini det., 1997 (IEABM).

Xylocopa (Koptortosoma) apicalis Smith, 1854

Arcipelago Capo Verde, San Thiago (MCSNDG): 1M, Praia, III 1898, Fea L. leg., P.D. Hurd det. 1976. - 1F, Orgao Grandes, IV 1898, Fea L. leg., P.D. Hurd det. 1976. - 1M, Orgoos Grandis, V 1898, Fea L. leg., S. Vicidomini det. 1998

Xylocopa (Koptortosoma) caffra (Linnè, 1767)

Angola: 2M, G. Gribodo coll., T.C. Maa det., 1968 (MCSNDG).

Xylocopa (Koptortosoma) caffra (Linnè, 1767) var. *mossambica* Gribodo, 1894

Congo: 1F (senza dati), S. Vicidomini det. (IEAP).

Namibia: 1F, Damaraland, Spitzkoppe (17 KM Usakos; 21.59S 15.35E), 5 VII 1975, R. Watmough leg. (su *Nonechma* sp.), S. Vicidomini det., 1997 (MCSNF).

Xylocopa (Koptortosoma) calens Lepeletier, 1841

Kenya: 13 esemplari, Kenya W, Kisii, Coll. Bruno Bonelli (Cavalese) (com. pers.).

Xylocopa (Koptortosoma) citrina Friese, 1909

Guinea Francese: 3M, Guinea Marittima, Conakri, 1912, H. Friese det., 1913 (IE-ZAP).

Xylocopa (Koptortosoma) flavicollis (Degeer, 1778) var. *albertii* Vicidomini, 2000

Somalia: 1F, Hiraan, Belet Uen, IV 1936 C. Lomi leg., S. Vicidomini det., 1998 (MCSNT).

Xylocopa (Koptortosoma) gabonica (Gribodo, 1894)

Nigeria: 1M, Benue, Benue River, G. Gribodo coll., T.C. Maa det., 1968 (MCSNDG).

Xylocopa (Koptortosoma) imitator Smith, 1854

Congo: 5F, Fernand Vaz, IX-X 1902, Fea L. leg., T.C. Maa det. 1968 (MCSNDG).

- 1F, Yakuluku river (Alta Valle), IV 1927, Patrizi leg., T.C. Maa det. 1968 (MCSNDG). - 1F, Cuvette, Kelle, I 2 1976, Dr. Onore leg., G. Pagliano det 1978 (SFRT).

Xylocopa (Koptortosoma) lateritia Smith, 1854

Camerun: 1M, (regione meridionale), Ambam Ntem, 25 III 1990, M. Marini leg., S. Vicidomini det., 1998 (IBEB).

Somalia: 1F, Sar Uanle, 28 X 1971, S. Vicidomini det., 1998 (MZF). - 1F, Afgoi, VIII 1937, Nicotra leg., S. Vicidomini Det., 1998 (I.N.E.).

X. (Koptortosoma) lepeletieri Enderlein, 1903

Congo: 1M, Route Dumord, KM 50, 16 V 1976, Onore leg. (Coll. G. Pagliano), S. Vicidomini det. 1997 (MCSNF).

X. (Koptortosoma) modesta Smith, 1854

Congo: 1M, Mah, 29 X 1976, Onore leg., S. Vicidomini det. 1997 (MCSNF). - 1F, Kintele, 7 IV 1977, Onore leg., S. Vicidomini det. 1997 (MCSNF).

Xylocopa (Koptortosoma) olivacea (Fabricius, 1778)

Arcipelago Capo Verde (MCSNDG): 1F, André leg., T.C. Maa det. 1968. - 1F, Brava (0-300 m), VIII 1898, Fea L. leg., S. Vicidomini det. 1998. - 1M, Brava, IX 1898, Fea L. leg., T.C. Maa det. 1968. - 1F, Brava (0-300 m), VII 1898, Fea L. leg., T.C. Maa det. 1968. - 1M, Fogo, San Filipppe, VI-VII 1898, Fea L. leg., T.C. Maa det. 1968. - 5M, San Thiago, Orgoos Grandis, IV 1898, Fea L. leg., T.C. Maa det. 1968. - 1M, San Thiago, Orgoos Grandis, V 1898, Fea L. leg., T.C. Maa det. 1968. - 1M, San Thiago, Orgoos Grandis, III 1898, Fea L. leg., T.C. Maa det. 1968. - 1F, San Thiago, Orgoos Grandis, III 1898, Fea L. leg., T.C. Maa det. 1968. - 5F, San Thiago, Orgoos Grandis, IV 1898, Fea L. leg., T.C. Maa det. 1968. - 2F, San Thiago, Orgoos Grandis, V 1898, Fea L. leg., T.C. Maa det. 1968. - 5F, San Thiago, Orgoos Grandis, IV 1898, Fea L. leg., S. Vicidomini det. 1998. - 6F, San Thiago, Praia, III 1898, Fea L. leg., S. Vicidomini det. 1998. - 1F, Isola San Vincenzo, Mindello, II 2 1909, Andreini leg., S. Vicidomini det. 1998.

Arcipelago Mascarene: 1F, Isola Mauritzius, Gribodo G. leg., T.C. Maa det. 1968 (MCSNDG).

Somalia: 7F, Somalia Italiana Meridionale, V. Duca Abruzzi, 1929, Missione Entomologica Paoli, T.C. Maa det., 1968 (MCSNDG).

Xylocopa (Koptortosoma) scioensis Gribodo, 1884

Sudan: 5F+3M, Sudan Centrale, Wad Medani (Rive Nilo Azzurro) (300 m), 1-20 II 1988, M. Marini leg., S. Vicidomini det., 1998 (IBEB).

Xylocopa (Koptortosoma) senior Vachal, 1899

Congo: Pk 45, Dr. Onorè G. leg., S. Vicidomini det. 1998 (MCSNM) (8M+2F, I 1979. - 4F, I 3 1979). - 1F, KM Rouge, VI 1978, Dr. Onore Leg., G. Pagliano det. (MCSNC). - 1F+1M, Voka Par Boko, VI 1973, Dr. Onore Leg., G. Pagliano det. (MCSNC). - 6F, Mah, XI 1 1976, Dr. Onore leg., G. Pagliano det. 1983 (SFRT). - 2F, Mah, X 29 1976, Dr. Onore leg., G. Pagliano det. 1983 (SFRT). - 1M, Voka Par Boko, I 8 1976, Dr. Onore leg., G. Pagliano det. 1983 (SFRT).

Namibia: 3F, Hoba, 4 V 1988, Motta & Nobile V. leg., S. Vicidomini det., 2000 (IBAC).

Xylocopa (Mesotrichia) combusta Smith, 1854

Congo: 1F, Kintele, II 1978, Dr. Onore leg., G. Pagliano det. 1978 (SFRT).

Xylocopa (Mesotrichia) mixta Radoszkowski, 1881

Congo: 1F (senza dati), S. Vicidomini det. (IEAP).

Xylocopa (Mesotrichia) torrida CLX (Westwood, 1838)

Congo: 1M, Fernando Vaz, IX-X 1902, Fea L. leg., T.C. Maa det. 1968 (MCSNDG). - 1F+1M, Pk 45, I 3 1979, Onorè G. leg., S. Vicidomini det. 1998 (MCSNM). - 1F, Rintele, 2 III 1977, Dr. Onore Leg., G. Pagliano det. (MCSNC). - 1F, Pk 45, I 3 1979, Onorè G. leg., S. Vicidomini det. 1998 (MCSNM).

Malawi: 1F, Lago Malawi, S. Vicidomini det., 1998 (MCSNDG).

Xylocopa (Nodula) hottentotta Smith, 1854

Sudan: 1F, Nubia, Metomme (riva sinistra del Nilo), 24 III 1883, P. Magretti coll., T.C. Maa det., 1968 (MCSNDG).

Xylocopa (Oxyxylocopa) varipes Smith, 1854

Congo: 1M, Voka Par Boko, I 1975, Dr. Onore leg., P.D. Hurd det. 1984 (SFRT).

Xylocopa (Xenoxylocopa) inconstans Smith, 1874

Togo: 1F, Plateaux, Aniè, II 1989.

XYLOCOPINI DEL GUINEA BISSAU

Il Guinea Bissau (ex Guinea portoghese) attualmente secondo la rassegna di Eardley (1987) non annovera alcuna segnalazione di Xylocopini. Questo stato è sito sulla costa nord-ovest dell'Africa e confina col Senegal a nord e con la Guinea a sud-est. È molto probabile quindi che le specie presenti in tutti e due gli stati limitrofi siano presenti anche in Guinea Bissau, il quale evidentemente è stato poco o per nulla campionato/visitato da spedizioni entomologiche. Segue il materiale relativo le nuove segnalazioni.

Xylocopa (Afroxylocopa) nigrita (Fabricius, 1775)

2F, Bolama (regione Bolama), VI-XII 1899, Fea L. leg., T.C. Maa det. 1968. - 1F, Arcipelago Bijagos (regione Bolama), Isola Bubaque, X 1956, Benassi leg., S. Vicidomini det. (MCSNM).

Xylocopa (Afroxylocopa) nigrita (Fabricius, 1775) subsp. n. *vertexalbula*
1F+1M, Arcipelago Bijagos (regione Bolama), Isola Bissagos, Benassi leg., S. Vicidomini det. (Holotypi) (MCSNM).

Xylocopa (Ctenoxylocopa) ustulata Smith, 1854
1M, Bafatà (regione Befatà), IX 1952, Benassi leg., S. Vicidomini det. (MCSNM).

Xylocopa (Koptortosoma) africana (Fabricius, 1781)
2M, Arcipelago Bijagos (regione Bolama), Isola Bubaque, VIII 1956, Benassi leg. S. Vicidomini det. (MCSNM). - 2M, Rio Cassini, XII 1899, Fea L. leg., T.C. Maa det. 1968 (MCSNDG). - 2M, Bolama (regione Bolama), VI-XII 1899, Fea L. leg., T.C. Maa det. 1968 (MCSNDG).

Xylocopa (Koptortosoma) calens Lepeletier, 1841
2F, Bolama (regione Bolama), VI-XII 1899, Fea L. leg., T.C. Maa 1968 (MCSNDG). - 2F, XII-III 1898-99, Fea L. leg., T.C. Maa 1968 (MCSNDG).

Xylocopa (Koptortosoma) imitator Smith, 1854
1F, Arcipelago Bijagos (regione Bolama), Isola Bubaque, IV 1957, Benassi leg., S. Vicidomini det. (MCSNM). - 12F, Bolama (regione Bolama), VI-XII 1899, Fea L. leg., T.C. Maa det. 1968 (MCSNDG).

Xylocopa (Koptortosoma) olivacea (Fabricius, 1778)
2M, XII-III 1898-99, Fea L. leg., T.C. Maa det. 1968 (MCSNDG). - 10F, XII-III 1898-99, Fea L. leg., T.C. Maa 1968 (MCSNDG). - 1M, Bafatà (regione Befatà), IX 1952, Benassi leg., S. Vicidomini det. (MCSNM). - 1F, Bissau (regione Bissau), XII-III 1898-1899, Fea L. leg., S. Vicidomini det. 1998 (INE). - 2M+15F, Bolama (regione Bolama), VI-XII 1899, Fea L. leg., T.C. Maa 1968 (MCSNDG).

Xylocopa (Mesotrichia) mixta Radoszkowski, 1881
1M+2F, XII-III 1898-99, Fea L. leg., T.C. Maa det. 1968 (MCSNDG). - 1F, Bissau (regione Bissau), XII-III 1898, Fea L. leg., S. Vicidomini det. 1998 (MCSNDG).

Xylocopa (Mesotrichia) torrida CLX (Westwood, 1838)
1F, Arcipelago Bijagos (regione Bolama), Isola Bubaque, VIII 1956, Benassi leg., S. Vicidomini det. (MCSNM). - 1F, Arcipelago Bijagos (regione Bolama), Isola Bubaque, VI, Benassi leg., S. Vicidomini det. (MCSNM).

XYLOCOPA (AFROXYLOCOPA) NIGRITA (FABRICIUS, 1775)
subsp. n. *vertexalbula*

Guinea Port. (= Guinea Bissau), *Is. Bissagos* (Arcipelago Bijagos), *Benassi*.

Holotypus in Museo Scienze Naturali, Milano

Numero esemplari 2: 1 femmina + 1 maschio

Femmina — Capo: Tegumento nero. Regione posta tra il labbro superiore e la tangente superiore della coppia di ocelli pari, riccamente coperta da lunghi peli bianco-crema. Mandibole glabre e con rarissime punteggiature; bidentate (dente esterno > dente interno), con un lieve dente sito sul margine interno, posizionato sul 1/3 distale dalla base mandibolare. Rima mandibolare esterna situata abbondantemente sotto la linea mediana longitudinale della mandibola stessa e che parte dalla base e termina all'inizio dell'ultimo 1/3; bordo superiore angolato e non lineare; area compresa tra occhio composto e base mandibolare glabra e lucida. Ge-

nae in visione laterale, nere e coperte di pelo solo sul bordo posteriore; i peli sono molto simili a quelli coprenti la regione facciale. Regione apicale delle genae con rade ma evidenti punteggiature e glabre; limite inferiore delle genae color mogano chiaro. Genae in visione ventrale, ampiamente ricoperte di peli lunghi e bianco-crema. Metà prossimale alla base e margine posteriore longitudinale delle galee, nere; metà distale dalla base e margine anteriore longitudinale color mogano chiaro chiazate con evidenti macchie nere; galee complessivamente larghe, corte e non acuminate. Vertice scomponibile in due aree concentriche: a) area esterna con rarissimi peli bianchi; b) interna, con un cospicuo ciuffo di peli bianchi. Regione occipitale del capo dotata di una fila di peli neri. Diametro toruli antennali maggiore diametro ocelli visivi. Distanza tra i toruli uguale alla distanza tra torulo ed occhio composto omolaterale. Torulo leggermente più vicino alla sutura superiore del clipeo che all'ocello impari. Scapo antennale nero eccetto l'apice di color mogano chiaro; pedicello nero nella metà prossimale allo scapo e mogano chiaro nella metà distale. Flagellomero I nero con punta mogano chiaro; flagellomero II-X neri dorsalmente e mogano-rossastri ventralmente; apice ultimo flagellomero mogano e lievemente appiattito. Flagellomero I troncoconico ed inferiore alla lunghezza complessiva dei flagellomeri II-IV; flagello lineare Margine interno orbite lievemente concavo; ocelli neri, sferici e quasi identici; distanza tra ocello pari e occhio composto omolaterale maggiore della distanza sia tra ocello paritorulo che tra gli ocelli pari, ma inferiore alla distanza tra ocello pari-margine posteriore capo. Clipeo piatto con lieve carena mediana. Lunghezza del clipeo pari a circa 1/2 della sua larghezza. L'apice dello scapo sorpassa l'apice degli occhi composti. Vertice superiore all'apice degli occhi composti. Massima distanza interorbitale al livello mediano; asse minore orbitale meno che 1/2 dell'asse maggiore. Mesosoma: Tegumento mesosoma nero; noto con peli neri; disco centrale glabro; 1/3 superiore pleure nere; tegulae glabre, lucide e nere; area pleurica circumteglulae nera; restante parte delle pleure e sterno intero ricoperto di peli bianchi. Tegumento dorsale delle zampe anteriori nero; tegumento ventrale di femori e tibie mogano, mentre basitarsi rossastro vivo. Peli lato dorsale basitarsi bianchi e formanti una frangia diretta posteriormente; peli sui tarsomeri nero-rossastri, diretti posteriormente. Lato dorsale tibie con peli bianchi formanti la continuazione della frangia tarso-basitarso; ventre tibie glabro. Margine esterno femori dotato di un ciuffo di peli bianchi situati in posizione prossimale all'articolazione trocaterica. Tegumento zampe mediane e posteriori nero dorsalmente e mogano scuro ventralmente. I peli sul lato dorsale non formanti frange e di colore nero; peli sul lato ventrale più chiari su tibie e femori e rameici sui basitarsi, particolarmente evidenti sui basitarsi posteriori. Ciuffi di peli bianchi presenti anche sull'intera superficie ventrale delle coxe. Apice esterno distale delle tibie dotato di sperone tegumentario. Piatto basitibiale dotato di apice bifido ed asimmetrico, con il dente anteriore sito inferiormente rispetto al dente posteriore ed inoltre di taglia maggiore; il piatto basitibiale è rivestito di peli ed ha uno spessore inferiore a quello della tibia posteriore; la sua lunghezza invece è maggiore della metà della tibia. Tegumento di metatorace+propodeo e del I metasomite (lato frontale al propodeo) rossastro e quasi glabro; triangolo assente. Ali anteriori e posteriori molto infusate; riflessi iridescenti predominanti verde chiaro; lievissimi riflessi rosei, particolarmente visibili sul margine posteriore apicale ed al centro dell'ala stessa (luce bian-

ca artificiale diretta). Sotto la luce naturale diretta la brillantezza del verde viene esaltata. Metasoma: Tegumento nero dorsalmente e più chiaro ventralmente, con delle evidenti fasce mogano trasversali; i graduli laterali sono di color mogano. Il noto del I metasomite è coperto uniformemente da peli neri, bassi e radi. I metasomiti II-V presentano 3 fasce longitudinali: a) una centrale, che si restringe progressivamente dal II al V, priva di peli e con punteggiature diradate; b) una intermedia caratterizzata da piccolissimi e diradati peli bianchi frammisti a peli neri; c) una fascia esterna, che si estende lateralmente, e che presenta ciuffi contigui di peli bianco-crema. Il V metasomite presenta solo peli neri nella fascia intermedia. Il VI metasomite presenta un ciuffo di peli bianco-crema in posizione latero-apicale, al quale segue una frangia di peli neri e bassi; appena visibili senza lente sono presenti anche peli rameici nell'area peripigidiale. Dorsalmente e ventralmente il VI metasomite è uniformemente coperto da peli corti, radi e neri. Il ventre dei metasomiti II-V è coperto invece di peli neri, corti e radi solo sul margine posteriore. Piatto pigidiale dotato della sola spina centrale; carena ventrale del metasoma molto evidente.

Maschio — Taglia complessiva inferiore a quella della femmina. Capo: Tegumento riccamente coperto da peli lunghi e di color giallo-rossastri. Scapo dorsalmente marrone scuro-nerastro; apice (lato dorsale e ventrale) color mogano; intera superficie ventrale crema. Pedicello color mogano; flagellomero I nella metà prossimale al flagello (lato dorsale) colorato come lo scapo (lato dorsale); nella metà distale (lato dorsale) è invece marrone chiaro; l'intero lato ventrale è crema, più scuro vicino al pedicello. Dorso flagellomeri II-XI marrone chiaro, mentre il ventre è crema più scuro. Flagellomero I troncoconico e di lunghezza inferiore alla somma dei flagellomeri II-IV; flagello lineare. L'apice dello scapo sorpassa l'apice degli occhi composti. Labbro superiore, clipeo, area sovraclipeare, aree paroculari color crema. Mandibole bidentate, nere, quasi interamente lucida, con alla base una macchia triangolare crema; margine inferiore visibilmente concavo verso il basso e con dente esterno molto maggiore di quello interno. Galee marrone scuro con numerose macchie scure circolari. Rima mandibolare esterna molto vicina al margine inferiore della mandibola e lunga quasi quanto la stessa. Area tra la bese mandibolare e l'occhio composto omolaterale lucida e marrone. Margine interno orbitale lievemente concavo; massima distanza orbitale al livello mediano; asse minore dell'orbita maggiore al 50% dell'asse maggiore. Ocelli visivi sferici, quasi identici, neri e con diametro inferiore a quello dei toruli; distanza tra toruli inferiore alla distanza torulo-occhio composto omolaterale. Distanza ocello pari apice occhio composto omolaterale maggiore della distanza tra gli ocelli pari e tra ocello pari e margine posteriore capo. Torulo più vicino all'ocello impari che alla sutura superiore del clipeo. Clipeo quasi rettangolare e circa piatto. Vertice monoplanare con gli apici degli occhi composti. Mesosoma: Tegumento nero e coperto uniformemente da peli tranne che una barra centrale estesa tra il metatorace ed il pronoto. I peli, folti, hanno una colorazione giallo-scuro su pleure e sterno e giallo-scuro rossastri sul noto. Tegumento postscutello ed epinoto color rosso mattone e coperto da peluria più diradata. Tegulae mogano e coperte di peli tranne che nella zona centro-posteriore che è glabra e con rare punteggiature. Ali trasparenti con venature marroni e riflessi dorati. Tegumento zampe marrone scuro-nerastre, coperte da fitti peli giallo scuro-rossastri. Lato interno basitarsi posteriori glabro e

lucidi. Piatto basitibiale di forma triangolare, allungato e coperto di peli, con apice semplice ed acuminato; l'apice è situato circa a metà tibia e lo spessore è inferiore a quello della tibia. Il margine posteriore è sollevato e glabro, visibile tra la peluria. Il piatto basitibiale è collocato all'interno di una striscia rossa di peli lunga quanto la tibia ma spessa quanto il piatto basitibiale. Il lato esterno dell'apice delle tibie è dotato di uno sperone tegumentario. Metasoma: Peluria uniforme giallo-rossastra e rada; tale peluria diviene molto folta e lunga al livello dei tre metasomiti terminali ove si forma un ciuffo molto consistente di peli rossi. Sui lati di ogni metasomite vi sono ciuffi di peli giallo-rossastri lunghi. Il noto dei metasomiti I-III sono caratterizzati da una larga fascia anteriore color crema scura e una stretta fascia posteriore color marrone; nei metasomiti IV-VII invece il tegumento è interamente marrone. È presente una carena ventrale ben sviluppata. L'apice dell'ultimo metasomite è dotato di tre rilievi tegumentari diretti posteriormente: 2 situati lateralmente; 1 situato medialmente.

XYLOCOPA (ACROXYLOCOPA) CAPITATA SMITH, 1854
subsp. n. *kahuzibiegensis*

Zaire, Parco Kahuzi-Biega, sponda occidentale Lago Kivu, VIII 1984, L. Bartolozzi leg.

*Holotypus in Museo Zoologico La Specola Università di Firenze
Spedizione entomologica 1984.*

Numero esemplari: 1 femmina

Aspetto decisamente robusto. Tegumento interamente nero. Peli nero-brunastri. Peli capo molto diradati ed uniformemente distribuiti; genae glabre. Peli mesosoma ugualmente diradati e più folti su pleure e sterno; disco notale glabro sferico e punteggiato. Peli metasoma corti e diradati; frangia di peli peripigidiali corti, rameici e larga 1.1 mm. Corpo leggermente più lungo dell'ala anteriore. Mesosoma evidentemente più largo che lungo; metasoma in visione dorsale leggermente allungato antero-posteriormente (LMET/LGMET = 1.11). Linea occipitale marcatamente curvata verso il protorace. Vertice superiore apici occhi composti. Ali molto infusate, con riflessi viola-rosei sull'intera superficie; sul 1/3 distale ben visibili riflessi iridescenti verde-blu. Tegulae nere, totalmente visibili ed uniformemente punteggiate da rari punti; bordo antero-laterale sollevato. Acarinario assente. Proiezioni tegumentarie ultimo metasomite assenti. Propodeo presente, nero, liscio, di dimensioni molto limitate, con area triangolare ben differenziata ma di dimensioni molto ridotte e dotata di margini latero-ventrali molto curvi. Ventre metasoma debolmente carenato. Piatto pigidiale con 1 denticolo laterale per lato.

Mandibole tridentate, molto robuste, con diametro nel punto medio pari al 66.7% del diametro alla base. Rima posizionata sul 1/3 inferiore della mandibola e lunga il 72.4% della mandibola stessa. Mandibole con margine inferiore dritto e margine superiore dotato di dente supplementare. Dente esterno (= inferiore) maggiore di quelli interni. Apice distale dalla base sia di mandibole che di ali anteriori molto usurate. Area malare nerastra e grande. Galee di forma tozza.

Clipeo monoplanare e non carenato medialmente; area superiore al clipeo lievemente sollevata e non carenata. Suture clipeari non sollevate; sutura epistomale visibilmente sollevata. Clipeo largo circa il doppio rispetto alla sua lunghezza

(1.91 volte) mentre l'area superiore 1.55 volte. Suture subantennali più corte dalla distanza tra i toruli (rapporto 0.714). Distanza tra apice inferiore braccio laterale suturale del clipeo ed occhio composto omolaterale, rilevabile. Distanza tra toruli, uguale sia alla distanza torulo-ocello pari che alla distanza torulo-OC ma sensibilmente maggiore rispetto la distanza tra ocelli pari. Torulo più vicino alla sutura superiore del clipeo che all'ocello pari. Carena frontale corniforme, visibilmente sollevata dal tegumento circostante ma non acuminate; apice più vicino all'ocello impari che alla sutura superiore del clipeo. Ocelli normali, marroni e sferici; ocello pari lievemente più piccolo di quello impari. Ocelli pari preceduti da due tubercoli tegumentari di taglia poco inferiore agli ocelli stessi; inferiormente a detti tubercoli si differenziano due avvallamenti tegumentari in corrispondenza dei toruli. Depressioni (conche) posteriori agli OVP a forma di mezzaluna, internamente lisce, e con asse max maggiore rispetto al diametro dell'OVP. Ocello pari lievemente più distante dall'ocello pari controlaterale rispetto all'occhio composto (rapporto 1.05). Distanza T-OVIP maggiore della distanza SSCL-T. Distanza tra le orbite massima a livello dei toruli e minima a livello del vertice (tipo faccia EF2 secondo HURD & MOURE, 1963); maggiore differenza interorbitale rilevabile tra i livelli vertice e toruli. Asse max occhio composto più che doppio rispetto asse min. Margine interno orbite occhi composti concavo. Distanza apice occhio composto e margine posteriore capo (= occipitale) misurabile (1.2 mm) e lievemente maggiore di FI. Distanza apicale tra le orbite maggiore di Sc (rapporto 1.297). Apice scapo sorpassante apice OC. Antenne nere; flagello unilineare; lunghezza flagellomero I lievemente inferiore rispetto ai flagellomeri II-IV (rapporto 0.885).

Lato esterno distale di tibie anteriori, mediane e posteriori dotato di sperone tegumentario acuminato, evidente, e diretto posteriormente; sulle tibie posteriori però lo sperone emerge da una cresta tegumentaria. Tarso mediano sensibilmente più lungo degli altri due, che sono circa uguali. I basitarsi aumentano sensibilmente ed omogeneamente dagli anteriori ai posteriori, di circa 2.0 mm. Tibia anteriore di lunghezza uguale alla mediana ma sensibilmente inferiore a quella della tibia posteriore. Piatto basitibiale sollevato sulla tibia posteriore, molto evidente e con corpo centrale ricoperto di peli e ruvido; bordo anteriore poco definito, bordo posteriore ben sollevato e con evidente fila di dentelli tegumentari. Apice sollevato, bifido ed asimmetrico, con dente maggiore posto antero-inferiormente. Larghezza inferiore al 50% della larghezza della tibia posteriore; apice distale terminante ben oltre la metà della tibia stessa (LPBT/TIB-P 0.569); area apicale glabra ben differenziata (0.6 mm).

<i>CARATTERI:</i>	<i>X. C. CAPITATA</i>	<i>X. C. KAHUZIBIEGENSIS</i>
Riflessi iridescenti 1/3 distale ali anteriori:	rosei-viola	verde-blu
Lunghezza area malare:	2.00(FMED)	1.27(FMED)
OVP-OVP:	< OVP-OC	≥ OVP-OC

4. – Discussione

Confrontando il materiale su elencato con la distribuzione nota di queste specie si possono eseguire una serie di considerazioni (EARDLEY, 1983, 1987, PAULY, 1998; VICIDOMINI, 1998).

Specie con estensioni importanti del precedente areale. - *X. gribodoi* è una specie nota solo da 4 stati contigui della costa orientale (Etiopia, Somalia, Kenya, Tanzania) pertanto l'esemplare del Congo è eccezionale in quanto allarga anche alla fascia costiera occidentale la sua presenza; del resto determinatore e raccogliatore sono di assoluta attendibilità pertanto è auspicabile un incremento dei dati faunistici per Congo e Zaire al fine di stabilirne il nuovo areale. *X. citrina* è conosciuta solo per la fascia costiera occidentale (Togo e Zaire), pertanto se ne conclude che la segnalazione della Guinea Francese estende sensibilmente a nord-ovest il suo areale; sarebbe opportuno un approfondimento delle conoscenze sulla sua effettiva distribuzione tra il Tropico del Cancro e l'Equatore al fine di meglio valutare tale segnalazione come occasionale o meno. *X. lateritia* è tipica dei paesi della costa sudorientale (Kenya-Mozambico) ma presente anche in Zaire per cui le nuove segnalazioni (Somalia e Camerun meridionale) rappresenterebbe l'estremo nord-orientale e nord-occidentale del suo areale. *X. senior* è stata segnalata in tutta l'Africa meridionale ma per la Namibia solo 4 segnalazioni erano note (EARDLEY, 1983), pertanto con Hoba se ne aggiunge una quinta; molta importanza ha invece la segnalazione relativa al Congo in quanto il suo precedente limite nord-occidentale era rappresentato dallo Zaire. Per *X. mixta* vedi discussione relativa al Guinea Bissau. *X. lepeletieri* ha un areale molto frammentario essendo segnalata in 4 aree: Guinea+Liberia, Cameroon, Zaire+Ruanda+Uganda, e Mozambico; la segnalazione del Congo quindi cuce la seconda e la terza area di distribuzione, rimanendo da chiarire la distribuzione tra la nuova area centrale e le due periferiche.

Specie con semplice completamento del precedente areale. - *X. nigrita*, *X. africana*, *X. albiceps*, *X. imitator*, *X. modesta*, *X. combusta*, *X. varipes*, *X. inconspans*, sono specie tipicamente presenti negli stati costieri occidentali e le nuove segnalazioni riportate riempiono dei vuoti nei loro areali noti. *X. lugubris* (specie altamente variabile morfo-cromaticamente e bisognosa di revisione: HURD & MOURE, 1963; EARDLEY, 1983, 1987) ha un areale che si estende su gran parte degli stati africani a sud dell'equatore (ovest: Camerun, Angola, Namibia; est: Etiopia, Tanzania, Mozambico, Zambia, Zimbabwe) oltre che in Botswana e Sudafrica; tale areale presenta quindi due ampie interruzioni (stati compresi tra Camerun ed Etiopia, Zaire incluso; Kenya+Somalia) pertanto la segnalazione somala colma in parte una delle due interruzioni e rende probabile la presenza anche in Zaire e Kenya. Per *X. ustulata* la nuova segnalazione completa il suo areale noto finora (corno d'Africa: Sudan, Somalia, Etiopia). *X. caffra* è una delle specie africane a più ampia distribuzione ed è presente soprattutto negli stati centro-orientali a sud dell'equatore; è presente con due varietà cromatiche: var. *caffra* con bande gialle; var. *mossambica* con bande bianche (EARDLEY, 1983); a sud dell'Equatore l'unica vasta regione priva di segnalazioni è proprio quella su riportata, ovvero Angola+Namibia; mentre il suo limite nord-occidentale noto è rappresentato da Repubblica Centrafricana e Cameroon, per cui la segnalazione del Congo riempie un vuoto geografico altrimenti non spiegabile. Interessante è notare che EARDLEY (1987) cita anche la Guinea, distante almeno 2000 Km dal limite nord-occidentale della specie; pertanto se tale segnalazione è corretta è molto probabile che sia distribuita anche negli stati compresi tra Nigeria e Guinea stessa. *X. calens* ha un areale che si estende sull'Africa centro-meridionale; nel "corno d'Africa" è

presente in Etiopia ed a sud in Tanzania+Mozambico; pertanto la nuova segnalazione rappresenta un semplice riempimento dell'areale noto; è probabile inoltre che tale specie sia presente anche in Somalia. *X. flavicollis* è largamente diffusa in tutta l'Africa centro-meridionale e nel "corno d'Africa" mancava solo per la Somalia ove è stata segnalata con la var. *albertii*, recentemente istituita (vedi: VICIDOMINI, 2000). *X. gabonica* era conosciuta occorrere in due aree separate della costa occidentale: Sierra Leone+Liberia e Camerun+Gabon+Zaire; con la Nigeria viene così parzialmente colmato l'intervallo geografico, rendendo plausibile la presenza di tale specie anche negli altri paesi costieri compresi tra Nigeria e Liberia. *X. olivacea* è una specie dallo status tassonomico alquanto discusso, facendo parte di un largo numero di specie molto simili (EARDLEY, 1983, 1987); come *X. flavicollis* è presente dal Senegal fino allo Zaire mentre negli stati orientali è segnalata in Etiopia, Tanzania, Mozambico, Malawi e Madagascar; pertanto anche in questo caso le segnalazioni di Somalia, isole Capo Verde e Mauritius rappresentano un riempimento dell'areale noto; da ciò risulta inoltre molto probabile la sua presenza anche in Kenya, data la sua posizione intermedia tra Etiopia-Somalia a nord e Tanzania a sud. *X. torrida* è una specie ad amplissima distribuzione e la segnalazione di Congo e Malawi rappresentano un semplice riempimento del suo areale noto. In *X. scioensis* e *X. hottentotta* la segnalazione sudanese completa il loro precedente limite settentrionale (rispettivamente: Nigeria, Chad, Etiopia e Somalia; Senegal, Nigeria, Etiopia e Somalia).

Xylocopini del Guinea Bissau. - Il Guinea Bissau è stato visitato da due sole spedizioni entomologiche italiane; la prima sul finire del 1800 durante la quale Leonardo Fea, ricercatore del Museo di Genova, campionò numerosi esemplari di Xylocopini della regione costiera a nord del Golfo di Guinea; la seconda invece, molto più recente, degli anni '50 raccolti da Benassi. Sono presenti 8 specie + 1 nuova subspecie, riunite in 4 subgenera (*Afroxylocopa*, *Ctenoxylocopa*, *Koptortosoma*, *Mesotrichia*). Escludendo gli esemplari che non recano sui cartellini originali la località esatta di cattura e i due maschi di Rio Cassini (torrente non identificato), tutti gli esemplari sono stati campionati dalle regioni Befatà, Bissau e soprattutto nella regione costiera-insulare di Bolama. Per quanto riguarda *X. nigrita* subsp. n. *vertexalbula* si rimanda sotto nel testo per una discussione più dettagliata. Considerando la posizione geografica del Guinea Bissau, interna al Senegal+Guinea, è molto plausibile ritenere che le specie di Xylocopini segnalate per ambedue gli Stati limitrofi congiuntamente siano anche presenti in Guinea Bissau ed in base alla rassegna di EARDLEY (1987) sono *X. africana*, *X. calens*, *X. olivacea* proprio 3 delle 8 specie segnalate nei materiali; pertanto per queste tre specie si tratta di semplice riempimento di un areale già noto. Del resto lo stesso ragionamento può essere esteso anche per *X. nigrita*, *X. ustulata*, *X. imitator*, *X. torrida*, le quali sono già note per numerosi stati della regione costiera a nord del Golfo di Guinea; per esse però l'areale subisce una lieve estensione verso nord in quanto proprio il Guinea Bissau rappresenta il limite settentrionale noto per gli areali di distribuzione delle 4 specie. Discorso a parte merita *X. mixta*, specie tipicamente subequatoriale con limite settentrionale rappresentato da Zaire+Tanzania; pertanto la segnalazione del Congo rappresenta un piccola estensione nord-occidentale ma quella del Guinea Bissau allargherebbe l'attuale areale noto di ben

3200 Km circa a nord-ovest. Pertanto questa nuova segnalazione necessita di approfondimenti sia relativamente alla eventuale conferma sulla presenza di *X. mixta* nel Guinea Bissau, che alla eventuale presenza negli altri stati costieri posti tra Guinea Bissau e Congo; sarebbe opportuno inoltre rivalutare le segnalazioni nigeriane di *X. (Mesotrichia) flavorufa* (DeGeer, 1778) con la quale potrebbe essere stata grossolanamente confusa (vedi: EARDLEY, 1987). Gli stati della regione costiera a nord del golfo di Guinea quindi sono tra i meno noti per quanto riguarda l'apidofauna Xylocopini.

X. (Afroxycopa) nigrita subsp. n. *vertexalbula*. - La migliore descrizione strutturale di *X. nigrita* viene data da EARDLEY (1983) il quale include all'interno di detta specie tre forme interpretate da LEVEQUE (1933) come nuovi taxa: *X. nigripars*, *X. obscurior*, *X. perobscura*. Tali diverse forme, ora intraspecifiche di *X. nigrita*, si distinguono fondamentalmente in base alla diversa disposizione della pubescenza bianca su metasoma, capo e zampe. I caratteri strutturali della *vertexalbula* sono in accordo con quelli riportati da Eardley (1983) per ambedue i sessi. Visibili differenze invece sussistono nel pattern di colorazione. In base alla posizione della pubescenza bianca sul corpo delle femmine delle tre forme e della forma tipica *nigrita*, si evince quanto segue (LEVEQUE, 1933; EARDLEY, 1983):

- a) le genae sono ricoperte di pubescenza bianca solo sul margine ventrale in accordo con la varietà *perobscura*;
- b) le zampe anteriori sul lato dorsale mostrano una pubescenza bianca in accordo con le varietà *perobscura* e tipica;
- c) le ali sono molto scure e dotate soprattutto di riflessi iridescenti verdi quindi molto simili a quelli della varietà tipica;
- d) il metasoma presenta una disposizione della pubescenza bianca sul dorso riconducibile alla var. *perobscura* lievemente in eccesso ma inferiore ad 1/3 della superficie totale di ogni noto dei metasomiti II-V;
- e) in nessuna varietà è presente pubescenza bianca sul vertice;
- f) la mandibola è simile a quella della varietà tipica di taglia grossa (*sensu* LEVEQUE, 1933).

Per il maschio la differenza in questo caso è presente al livello della colorazione del metasoma. In *vertexalbula* infatti il maschio presenta il noto dei metasomiti I-III suddiviso in una larga fascia anteriore color crema scura e da una stretta fascia posteriore color marrone, mentre nei metasomiti IV-VII il tegumento è interamente marrone; nella varietà tipica *nigrita* invece il tegumento è giallo-rossastro (Eardley, 1983). La *vertexalbula* potrebbe quindi rappresentare una forma insulare (Isola Bissagos) ed intermedia alle varietà tipica e *perobscura*, al primo gradino di differenziazione. La coppia *vertexalbula* è molto interessante anche dal punto di vista geografico in quanto EARDLEY (1987) non cita la Guinea Bissau tra gli stati in cui è presente *X. nigrita*; questa segnalazione quindi rappresenta la più settentrionale tra i paesi occidentali dell'Africa in cui è distribuita *X. nigrita*. Sarebbe opportuno incrementare i dati morfosistematici e biochimici delle diverse forme e specie del subgenere *Afroxycopa* al fine di definire il loro status sistematico.

Chiave dicotomica per le varietà/specie del gruppo X. nigrita. - È possibile quindi tracciare una nuova chiave di determinazione delle diverse varietà e specie del gruppo *X. nigrita* utilizzando quella già impostata da LEVEQUE (1933):

A: la pubescenza bianca del noto metasomale si estende almeno per 1/3 della superficie dei metasomiti II, III, IV, V — 2

B: la pubescenza bianca del noto metasomale si estende per meno di 1/3 della superficie dei metasomiti II, III, IV, V, accumulata soprattutto lateralmente — 4

2a: la linea di congiunzione antero-posteriore delle aree di pubescenza bianca sul noto del metasoma è lineare — 3

2b: la linea di congiunzione antero-posteriore delle aree di pubescenza bianca sul noto del metasoma è a zig-zag — *X. oudemansi* Leveque 1933

3a: metasomite I con acarinario — *X. nigrita* var. tipica (Fabricius, 1775)

3b: metasomite I privo di acarinario — *X. asacula* Leveque 1933

4a: pubescenza bianca del capo estesa fino agli ocelli pari — 5

4b: pubescenza del capo tra toruli e ocelli costituita da una mistura di peli neri/marroni e bianchi; genae nere; zampe anteriori con pubescenza bianca solo limitatamente alle tibie ed in bassissima quantità — *X. obscurior* Leveque 1933

5a: genae con pubescenza bianca — 6

5b: genae con pubescenza nera — *X. nigripars* Leveque 1933

6a: vertice con pubescenza nera — *X. perobscura* Leveque 1933

6b: vertice con pubescenza bianca — *X. vertexalbula*.

Xylocopa (Acroxylocopa) capitata subsp. nov. *kahuzibiegensis*. - *X. capitata*, unica specie del subgenere *Acroxylocopa* Hurd & Moure 1963, in base alla rassegna tassonomica compiuta da EARDLEY (1983, 1987) è distribuita solo in Sudafrica e sembra essere endemica della Provincia del Capo. Pertanto l'esemplare di Kahuzi-Biega amplia notevolmente a nord l'areale di distribuzione della specie e quindi del subgenere. Inoltre la segnalazione di *X. capitata* riportata da VACHAL (1899) in Botswana e classificata come dubbia da EARDLEY (1987: 15) dovrebbe essere riconsiderata alla luce dei risultati presentati. Comparando le descrizioni riportate in HURD & MOURE (1963) ed EARDLEY (1983) per la femmina della sottospecie tipica (Provincia del Capo) con le caratteristiche sopra descritte per la femmina della nuova sottospecie *X. c. kahuzibiegensis* (Zaire) si ottengono tre tratti differenzianti riassunti di seguito.

CARATTERI:	<i>X. C. CAPITATA</i>	<i>X. C. KAHUZIBIEGENSIS</i>
Riflessi iridescenti 1/3 distale ali anteriori:	rosei-viola	verde-blu
Lunghezza area malare:	2.00(FMED)	1.27(FMED)
OVP-OVP:	< OVP-OC	≥ OVP-OC

Dalla descrizione di EARDLEY (1983) si evince che *X. c. capitata* possiede il triangolo propodeale ben differenziato ma di limitate dimensioni, carattere confermato in pieno anche per la sottospecie *X. c. kahuzibiegensis*; nella descrizione di HURD & MOURE (1963) invece tale carattere viene riportato come assente. Pertanto sia la descrizione della nuova sottospecie, sia la notevole estensione geografica di conseguenza subita dall'areale del subgenere *Acroxylocopa*, che le discordanze bibliografiche sul propodeo, determinano la necessità di una revisione definitiva di tale gruppo di *Xylocopini*. L'aspetto visibilmente usurato degli apici sia delle mandibole che delle ali anteriori lascia supporre che la femmina sia stata catturata in corso avanzato, od addirittura terminale, di nidificazione (cfr.: CAMILLO & GAROFALO, 1989), periodo che quindi dovrebbe corrispondere al bimestre luglio-agosto.

RINGRAZIAMENTI

Questo lavoro non sarebbe stato possibile senza la preziosa collaborazione del Dr. Giorgio Alberti (ex-Conservatore del Civico Museo di Storia Naturale di Trieste), della Dr. S. Wittmann e del Dr. L. Bartolozzi (Mus. "La Specola", Firenze), e di Padre B. Bonelli (Cavalese: TN) per aver gentilmente concesso materiale ed informazioni.

BIBLIOGRAFIA

- CAMILLO E. E GAROFALO C.A., 1989. Social organization in reactivated nests of three species of *Xylocopa* (Hymenoptera, Anthophoridae) in Southeastern Brasil. *Ins. Soc.*, 36(2): 92-105.
- LE VEQUE N., 1933 - New species of african carpenter bees closely related to *Mesotrichia (Koptorthosoma) nigrita* Fabricius. - *Rev. Zool. Bot. Afr.*, 23(2): 158-167.
- EARDELY C.D., 1983 - A taxonomic revision of the genus *Xylocopa* Latreille (Hymenoptera: Anthophoridae) in southern Africa. - *Entomol. Mem. Dept. Agric. Wat. Suppl. Rep. South Afr.*, 58: III+1-67.
- EARDELY C.D., 1987 - Catalogue of Apoidea (Hymenoptera) in Africa south of the Sahara Part I: The genus *Xylocopa* Latreille (Anthophoridae) - *Entomol. Mem. Dept. Agric. Wat. Suppl. Rep. South Afr.*, N.° 70: III+1-20.
- HURD P.D., MOURE J.S., 1963 - A classification of the large carpenter bees (Xylocopini) (Hym.: Apoidea) - *Univ. California Publ. Entomol.*, 29: 1-365.
- MICHENER C.D., 1979 - Biogeography of the bees - *Ann. Missouri Bot. Garden*, 66(3): 277-347.
- MINCKLEY R.L., 1998. A cladistic analysis and classification of the subgenera and genera of the large carpenter bees, tribe Xylocopini (Hymenoptera: Apidae). - *Sci. Pap. Nat. Hist. Mus. Univ. Kansas*, 9: 1-47.
- PAULY A., 1998 - Hymenoptera Apoidea du Gabon. - *Ann. Sci. Zool., Mus. R. Afr. Centr., Tervuren*, 282: 1-121.
- VACHAL J., 1899 - Essai d'une revision synoptique des especes europeennes et africaines du G. *Xylocopa* Latr. (Hym.). - *Misc. Entomol. Rev. Int. Entomol.*, 7: 89-112; 145-160.
- VICIDOMINI S., 1997 - World bibliography on Xylocopini tribe (Insecta: Hymenoptera: Apoidea: Apidae: Xylocopinae): *Xylocopa* Latreille, 1802; *Lestis* Lepeletier & Serville, 1828; *Proxylocopa* Hedicke, 1938. - *La Nuova Legatoria*, Cava De' Tirreni (SA). 141 pp.
- VICIDOMINI S., 1998 - Sistematica e distribuzione degli Xylocopini (Insecta: Hymenoptera: Apidae: Xylocopinae): nuove e rare segnalazioni per l'Africa. II. - *Atti Mus. Civ. Sto. Nat. Morbegno (Natur. Valtellinese)*, 9: 73-76.
- VICIDOMINI S., 1999 - Sistematica e distribuzione degli Xylocopini (Hymenoptera: Apidae: Xylocopinae): rare segnalazioni per il Sudafrica. - *Pag. Mus. Ornitol. Sci. Nat., Ravenna*, 24(1/2): 103-106.
- VICIDOMINI S., 2000 - Sistematica e distribuzione degli Xylocopini (Hymenoptera: Apidae: Xylocopinae): descrizione di *Xylocopa (Koptortosoma) flavicollis* (Degeer, 1778) var. n. *albertii*. - *Atti Mus. Civ. Sto. Nat. Trieste*, 48: 163-171.

Contributo breve

Atti Mus. Civ. Stor. Nat., Trieste	50	287-301	31.12.2003	ISSN: 0365-1576
------------------------------------	----	---------	------------	-----------------

I FITO – ZOOCECIDI DELL'AREA DI MUGGIA E DEI LAGHETTI DELLE NOGHERE (FRIULI-VENEZIA GIULIA, ITALIA) I – CONTRIBUTO

ETTORE TOMASI

Museo Civico di Storia Naturale di Trieste,
Piazza A. Hortis 4, I-34123 Trieste, Italia

Abstrac – Gall-making organisms in the area of Muggia and the Noghère lakes (Muggia, Trieste, North Eastern Italy) – The author reports the results, archived between 1985 and 2000, of the researches concerning the gall-making organisms in the area of Muggia and the Noghère lakes (Muggia, Trieste, North Easter Italy). 150 species have been identified, subdivided as follows: Alphaprotobacteria Rhizobiaceae (1), Gammaproteobacteria Pseudomonadaceae (1), Gammaproteobacteria Xanthomonadaceae (1), Oomycetes Albuginaceae (1), Ascomycota Rhytismataceae (3), Ascomycota Taphrinaceae (4), Incerta sedis (2), Basidiomycota Coleosporiaceae (1), Basidiomycota Melampsoraceae (2), Basidiomycota Phragmidaceae (2), Basidiomycota Pucciniaceae (6), Basidiomycota Pucciniastraceae (1), Basidiomycota Ustilaginaceae (1), Angiospermae Loranthaceae (1), Acari Phytoptidae (2), Acari Eriophyidae (35), Homoptera Aphalaridae (1), Homoptera Psyllidae (1), Homoptera Calophyidae (5), Homoptera Triozidae (2), Homoptera Adelgidae (1), Homoptera Phylloxeridae (1), Homoptera Aphididae (19), Coleoptera Curculionidae (1), Diptera Cecidomyiidae (35), Diptera Tephritidae (1), Diptera Anthomyiidae (1), Lepidoptera Tortricidae (1), Hymenoptera Tenthredinidae (2), Hymenoptera Cynipidae (15).

Key words: Gall-making organisms, Muggia-Noghère, TSM Trieste.

Riassunto breve – L'autore riporta i risultati delle ricerche, effettuate tra il 1985 e il 2000 e non ancora concluse, inerenti i fito – zoocecidi dell'area di Muggia e dei laghetti delle Noghère (Muggia, Trieste, Nordorientale Italia). Sono state identificate 150 specie, così suddivise: Alphaprotobacteria Rhizobiaceae (1), Gammaproteobacteria Pseudomonadaceae (1), Gammaproteobacteria Xanthomonadaceae (1), Oomycetes Albuginaceae (1), Ascomycota Rhytismataceae (3), Ascomycota Taphrinaceae (4), Incerta sedis (2), Basidiomycota Coleosporiaceae (1), Basidiomycota Melampsoraceae (2), Basidiomycota Phragmidaceae (2), Basidiomycota Pucciniaceae (6), Basidiomycota Pucciniastraceae (1), Basidiomycota Ustilaginaceae (1), Angiospermae Loranthaceae (1), Acari Phytoptidae (2), Acari Eriophyidae (35), Homoptera Aphalaridae (1), Homoptera Psyllidae (1), Homoptera Calophyidae (5), Homoptera Triozidae (2), Homoptera Adelgidae (1), Homoptera Phylloxeridae (1), Homoptera Aphididae (19), Coleoptera Curculionidae (1), Diptera Cecidomyiidae (35), Diptera Tephritidae (1), Diptera Anthomyiidae (1), Lepidoptera Tortricidae (1), Hymenoptera Tenthredinidae (2), Hymenoptera Cynipidae (15).

Parole chiave: Fito-Zoocecidi, Muggia-Noghère, TSM Trieste.

1. - Premessa

L'area esaminata riguarda l'intero territorio del Comune di Muggia (Trieste), che si estende tra la città di Trieste, l'altopiano carsico e il confine sloveno.

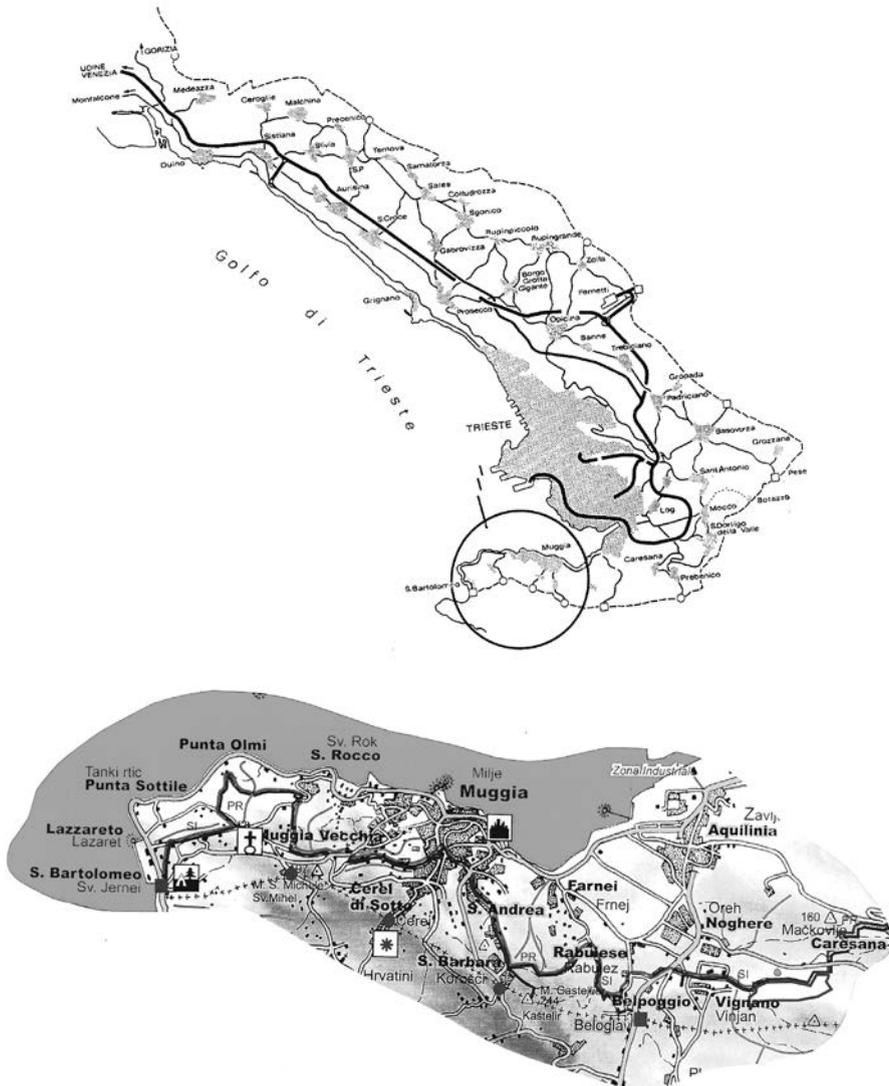
In seguito ai vari contributi inerenti la conoscenza e la distribuzione degli agenti cecidologici nel Friuli-Venezia Giulia di GRÄFFE (1905), di TOMASI (1996, 2002a, b e c, 2003a, b e c) e TOMASI e DE LILLO (2002), riguardanti i Fitoceccidi e gli Zooceccidi raccolti tra il 1985 e il 2000 (440 specie), un'ulteriore indagine nell'area di Muggia e dei Laghetti delle Noghère (Muggia, Trieste, NE-Italia), consente di ampliare ulteriormente le acquisizioni cecidologiche.

Il notevole materiale raccolto, è stato inserito nella Cecidoteca e registrato nella banca dati costituita nel 1985, presso il Museo Civico di Storia Naturale di Trieste. Nella presente memoria si riportano i dati sui fito-zoocecidi raccolti in questa parte del Friuli-Venezia Giulia.

2. - Descrizione dell'area esaminata

L'area dell'indagine cecidologica comprende l'intero territorio del Comune di Muggia, nel quale sono presenti i Laghetti delle Noghère e le alture del settore nordoccidentale di quanto ri-

mane del territorio istriano in Italia (Istria grigia), costituito dai monti S. Michele (m 197), Zuccherino (m 158), Castelliere (m 24), Vignano (m 176) e d'Oro Belvedere (m 160). La superficie interessata è di 13,66 Km², interamente costituita da formazioni del Flysch eocenico con alternanza di marne e arenarie (ONOFRI, 1982; CALLIGARIS et al., 1999), in cui la vegetazione e la flora presentano alcune varietà, rispetto al vicino territorio carsico di costituzione carbonatica. Le aree urbane, le colture ed i settori industrializzati occupano la maggior parte del territorio, mentre limitate superfici periferiche presentano aspetti prossimi al naturale, da tempo abbandonati. Particolarmente interessanti i pascoli e la boscaglia carsica del Monte d'Oro Belvedere, l'area umida dei Laghetti delle Noghere e quello del querceto della rovere di Bosco Vignano.



(Per gentile concessione della Tamari Montagna Edizioni, Padova)

Il paesaggio generale quindi, tipico della costa istriana su Flysch, è caratterizzato da una successione di colline la cui trama urbanistica le coinvolge pressochè interamente con centri abitati, strade e casolari agricoli sparsi. Proprio nell'ambito di questi ultimi, insediati nelle parti più elevate del rilievo, sono diffusi gli appezzamenti dedicati alla tradizionale coltura della vite con la presenza di una vegetazione tipica del Flysch.

Per quanto riguarda la vegetazione spontanea, sicuramente l'area di Ronch (Punta Sottile-S. Bartolomeo), di 450 ettari d'estensione e quale ex proprietà di Lodovico Salvatore d'Asburgo-Lorena arciduca d'Austria (FAROLFI, 1972-73; TOMASI, 1991), rappresenta l'area più vasta non urbanizzata e nella quale una boscaglia carsica a carpino nero e roverella con elementi mediterranei, si alterna a praterie ruderali debolmente nitrofile su Flysch (POLDINI, 1989).

Numerosi i valloni torrentizi, in cui trovano rifugio modesti boschetti e cespugli spontanei (i rii Ronchi, della Luna, Riostorto, Pisciolon, del Bosco, Fugnan, Barbara, Farnei e Rabuiese), a fianco di alcuni dei quali sono utilizzati piccoli appezzamenti destinati a modeste coltivazioni orticole.

Nell'ambito del Comune di Muggia l'ambiente naturale più interessante rimane la Valle del rio Osopo (o Valle delle Noghere Alte), che assieme ai monti d'Oro Belvedere e Vignano e l'area umida dei Laghetti delle Noghere, rappresenta un *unicum* di straordinario valore naturalistico nell'ambito più ampio della Provincia di Trieste. Sulla destra idrografica del rio Osopo si delineano le alture del Monte d'Oro Belvedere, il cui lato nord presenta vasti pascoli a dantonina maggiore (*Dantonio-Scorzoneretum*), dei quali fruisce una modesta attività zootecnica locale; mentre il versante meridionale è diffusamente ricoperto da boscaglia carsica a carpino nero e roverella su Flysch (*Ostryo-Quercetum pubescentis hieracetosum racemosi*), al cui interno ospita alcuni settori a pinete d'impianto a pino nero (*Pinus nigra*). Sulla sinistra idrografica invece, si eleva il M. Vignano, che segna pure il confine di Stato con la Slovenia, il cui versante settentrionale ospita il Bosco omonimo, uno splendido esempio di querceto della rovere (*Seslerio autumnalis-Quercetum petraea*), mantenuto integro da vincoli di proprietà. Tra le due alture, nel vasto fondovalle, si apre l'area umida che ospita il corso del rio Osopo ed i laghetti delle Noghere, con la tipica vegetazione ripariale, i cariceti, i canneti e quella natante.

Assai limitati i settori interessati da pinete d'impianto a pino nero (*Pinus nigra*), circoscritti al colle di S. Floriano (ex Forti Olmi) e alle falde del già citato Monte d'Oro Belvedere.

3. - Materiali e metodi

Tra la primavera del 1985 e l'autunno del 2000, sono state realizzate numerose escursioni, articolate nelle varie stagioni, durante le quali si sono potute svolgere osservazioni, catture a vista e raccolte di campioni d'erbario. In questo contributo è stato possibile esaminare le galle prodotte da batteri, epifite, funghi, nematodi, acari e insetti, che hanno trovato ospitalità nella vegetazione caratteristica dell'area in esame.

Per quanto riguarda la determinazione dei cecidogeni in prima istanza, ci si è attenuti alle opere di HOUARD (1908, 1909 e 1913) e di BUHR (1964-1965), aggiornando la nomenclatura con i lavori di GARRITY et al. (2001), HAWKSWORTH et al. (1995), AMRINE e STASNY (1994) e AA. VV. (1995) inerente la Checklist delle specie della Fauna italiana; mentre per la determinazione e l'elencazione delle piante ospiti si sono seguiti i lavori di PIGNATTI (1997) e di POLDINI et al. (2002).

Per quanto riguarda le galle di difficile determinazione, si è ricorso all'allevamento o alla coltura del galligeno, attraverso il quale si è accertata la reale identità della galla stessa. Per le specie critiche invece ci si è rivolti ai rispettivi specialisti, elencati nei ringraziamenti.

Per un quadro generale, si rimanda al lavoro di TOMASI (1996).

4. - Risultati

Il presente lavoro, che non può considerarsi esaurito in quanto la ricca flora nemorale d'alcuni settori marginali e di quella degli ambienti umidi non è stata ancora sufficientemente esami-

nata, ha consentito la stesura di un primo elenco degli agenti cecidogeni e delle relative piante ospiti.

In questo primo contributo sono state censite 150 specie galligene distribuite su 70 piante ospiti, che costituiscono i principali rappresentanti della vegetazione dell'area in esame.

BATTERI	Alphaproteobacteria Rhizobiaceae	
	<i>Agrobacterium tumefaciens</i> (E.F.Smith et Tows.) Conn	<i>Quercus pubescens</i> Willd.
	Gammaproteobacteria Pseudomonadaceae	
	<i>Pseudomonas savastanoi</i> (E. F. Smith) Stevens f. sp. <i>neri</i> (C. O. Smith) Dowson	<i>Nerium oleander</i> L.
	Gammaproteobacteria Xanthomonadaceae	
	<i>Aplanobacter populi</i> Ridé	<i>Populus nigra</i> L.
FITOCECIDI	Oomycetes Albuginaceae	
	<i>Albugo candida</i> (Pers.) Ktze.	<i>Brassica rapa</i> L.
	Ascomycota Rhytismataceae	
	<i>Rhytisma acerinum</i> (Pers. Ex St. Amans) Fr.	<i>Acer campestre</i> L.
	<i>Rhytisma pseudoplatani</i> (DC.) Müll.	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.
	<i>Rhytisma salicinum</i> (Pers.) Fr.	<i>Salix caprea</i> L.
	Ascomycota Taphrinaceae	
	<i>Taphrina carpini</i> (Rostr.) Johans	<i>Carpinus betulus</i> L.
	<i>Taphrina cerasi</i> (Fckl.) Sadeb.	<i>Prunus avium</i> L.
	<i>Taphrina deformans</i> (Berk.) Tul.	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch
	<i>Taphrina pruni</i> Tul.	<i>Prunus domestica</i> L.
	Incerta sedis	
	<i>Aecidium euphorbiae</i> Gmel.	<i>Euphorbia verrucosa</i> L.
<i>Aecidium ficariae</i> Pers.	<i>Ranunculus ficaria</i> L. subsp. <i>bulbifer</i> Lambinon	
Basidiomycota Coleosporiaceae		
<i>Gymnosporangium tremelloides</i> (A. Br.) Hartig	<i>Sorbus torminalis</i> (L.) Crantz	
Basidiomycota Melampsoraceae		
<i>Melampsora euonymi - caprearum</i> Kleb.	<i>Euonymus europaea</i> L.	
<i>Melampsora rostrupii</i> Wagner, 1896	<i>Mercurialis annua</i> L.	
Basidiomycota Phragmidiaceae		
<i>Phragmidium bulbosum</i> (Strauss.) Schldl.	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	
<i>Phragmidium subcorticium</i> (Schr.) Wint.	<i>Rosa canina</i> L.	
Basidiomycota Pucciniaceae		
<i>Puccinia agropyri</i> Ell. et Ev.	<i>Clematis recta</i> L.	
<i>Puccinia malvacearum</i> Montagne	<i>Malva neglecta</i> Wallr.	
<i>Puccinia porri</i> (Sow.) Wint.	<i>Allium scorodoprasum</i> L. s.l.	
<i>Puccinia primulae</i> (DC.) Suby	<i>Primula vulgaris</i> Huds.	
<i>Puccinia symphyti - bromorum</i> Fr. Müller	<i>Pulmonaria officinalis</i> L.	
<i>Puccinia violae</i> (Schum.) DC.	<i>Viola hirta</i> L.	

Basidiomycota Puccinistraceae*Melampsorella dieteliana* Sydow, 1903*Polypodium vulgare* L.**Basidiomycota Ustilaginaceae***Ustilago zaeae* (Beckmann) Ung.*Zea mais* L.**Angiospermae Loranthaceae***Loranthus europaeus* Jacq.*Quercus petraea* Liebl.ZOOCECIDI **Acari Phytoptidae***Phytoptus avellanae* Nalepa 1889*Corylus avellana* L.*Phytoptus tetratrichus* (Nalepa, 1891)*Tilia cordata* Mill.**Acari Eriophyidae***Acalitus brevitarsus* (Fockeu, 1890)*Alnus glutinosa* (L.) Gaetn.*Aceria campestricola* (Frauenfeld, 1865)*Ulmus minor* Mill.*Aceria cephalonea* (Nalepa, 1922)*Acer campestre* L.*Aceria dispar* (Nalepa, 1891)*Populus tremula* L.*Aceria erinea* (Nalepa, 1891)*Juglans regia* L.*Aceria fraxinivora* (Nalepa, 1909)*Fraxinus ornus* L.*Aceria geranii* (Canestrini, 1891)*Geranium sanguineum* L.*Aceria ilicis* (Canestrini, 1891)*Quercus ilex* L.*Aceria lateannulata* (Schulze, 1918)*Tilia cordata* Mill.*Aceria macrochela* (Nalepa, 1891)*Acer campestre* L.*Aceria nalepai* (Fockeu, 1890)*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.*Aceria pistaciae* (Nalepa, 1899)*Pistacia terebinthus* L.*Aceria populi* (Nalepa, 1890)*Populus nigra* L.*Aceria salviae* (Nalepa, 1891)*Salvia pratensis* L.*Aceria sheldoni* Ewing, 1937*Citrus limonum* Risso*Aceria silvicola* (Canestrini, 1892)*Rubus ulmifolius* Schott*Aceria spartii* (Canestrini, 1893)*Spartium junceum* L.*Aceria stefanii* (Nalepa, 1898)*Pistacia terebinthus* L.*Aceria tristriata* (Nalepa, 1890)*Juglans regia* L.*Aculus allotrichus* (Nalepa, 1894)*Robinia pseudacacia* L.*Aculus anthobius* (Nalepa, 1892)*Galium verum* L.*Aculus epiphyllus* (Nalepa, 1890)*Fraxinus ornus* L.*Aculus fockeui* (Nalepa e Trouessart, 1891)*Prunus mahaleb* L.*Aculus hippocastani* (Fockeu, 1890)*Aesculus hippocastanum* L.*Aculus magnirostris* (Nalepa, 1892)*Salix purpurea* L.*Aculus tetanothrix* (Nalepa, 1889)*Salix purpurea* L.*Cecidophyes lauri* Nuzzaci & Vovlas, 1977*Laurus nobilis* L.*Cecidophyopsis malpighianus*

(G. Can. e Massal., 1893)

Laurus nobilis L.*Colomerus vitis* (Pagenstecher, 1857)*Vitis vinifera* L.*Eptrimerus trilobus* (Nalepa, 1891)*Sambucus nigra* L.*Eriophyes exilis* (Nalepa, 1892)*Tilia cordata* Mill.*Eriophyes similis* (Nalepa, 1890)*Prunus spinosa* L.*Phyllocoptes populi* (Nalepa, 1890)*Populus nigra* L.*Stenacis euonymi* (Frauenfeld, 1865)*Euonymus europaea* L.*Stenacis triradiatus* (Nalepa, 1892)*Salix purpurea* L.**Homoptera Aphalaridae***Camarotoscena speciosa* (Flor, 1861)*Populus nigra* L.

Homoptera Psyllidae*Psyllopsis fraxini* (Linneo, 1758)*Fraxinus ornus* L.**Homoptera Calophyidae***Asphagidella buxi* (Linneo, 1758)*Cacopsylla crataegi* (Schrank, 1801)*Cacopsylla melanoneura* Förster, 1848*Cacopsylla pruni* (Scopoli, 1763)*Calophya rhois* Löw, 1879*Buxus sempervirens* L.*Crataegus monogyna* Jacq.*Crataegus monogyna* Jacq.*Prunus avium* L.*Cotinus coggygria* Scop.**Homoptera Trioizidae***Lauritrioza alacris* (Flor, 1861)*Spanioza galii* (Förster, 1848)*Laurus nobilis* L.*Gallium aparine* L.**Homoptera Adelgidae***Sacchiphantes abieti* (Linneo, 1758)*Picea abies* (L.) Karsten**Homoptera Phylloxeridae***Viteus vitifoliae* (Fitch, 1855)*Vitis vinifera* L.**Homoptera Aphididae***Aphis euonymi* Fabricius, 1775*Aphis umbrella* (Börner, 1950)*Aulacorthum solani* (Kaltenbach, 1843)*Dysaphis crataegi* (Kaltenbach, 1843)*Eriosoma (Schizoneura) lanuginosum*
(Hartig, 1839)*Eriosoma (Schizoneura) ulmi* (Linneo, 1758)*Forda formicaria* Heyden, 1837*Forda marginata* Koch, 1857*Geoica utricularia* (Passerini, 1856)*Myzus lythri* (Schrank, 1801)*Pemphigus populinigrae* (Schrank, 1801)*Pemphigus immunis* Buckton, 1896*Pemphigus spyrothecae* Passerini, 1856*Pemphigus (Pemphiginus) vesicarius*
Passerini, 1861*Roepkea phlomicola marchali* Börner, 1931*Tetraneura (Tetraneurella) akinire* Sasaki, 1904*Tetraneura caeruleascens* (Passerini, 1856)*Tetraneura ulmi* (Linneo, 1758)*Thecabius affinis* (Kaltenbach, 1843)*Euonymus europaea* L.*Malva sylvestris* L.*Mercurialis perennis* L.*Crataegus monogyna* Jacq.*Ulmus minor* Mill.*Ulmus minor* Mill.*Pistacia terebinthus* L.*Pistacia terebinthus* L.*Pistacia terebinthus* L.*Prunus mahaleb* L.*Populus nigra* L.*Populus nigra* L.*Populus nigra* L.*Populus nigra* L.*Prunus mahaleb* L.*Ulmus minor* Mill.*Ulmus minor* Mill.*Ulmus minor* Mill.*Populus nigra* L.**Coleoptera Curculionidae***Braconyx pineti* (Paykull, 1792)*Pinus nigra* J. F. Arnold**Diptera Cecidomyiidae***Contarinia anthobia* (Löw, 1877)*Contarinia baeri* (Prell, 1931)*Contarinia coryli* (Kaltenbach, 1859)*Contarinia loti* (De Geer, 1778)*Contarinia subulifex* Kieffer, 1897*Contarinia tiliarum* (Kieffer, 1890)*Craneiobia corni* (Giraud, 1863)*Dasineura albipennis* (Löw, 1850)*Crataegus monogyna* Jacq.*Pinus nigra* J. F. Arnold*Corylus avellana* L.*Coronilla coronata* L.*Quercus cerris* L.*Tilia cordata* Mill.*Cornus mas* L.*Salix cinerea* L.

- Dasineura crataegi* Winnertz, 1853
Dasineura fraxini (Brems, 1847)
Dasineura iteobia (Kieffer, 1890)
Dasineura merginemorquens (Brems, 1847)
Dasineura oleae Löw, 1885
Dasineura rosaria (Löw, 1850)
Dasineura subpatula (Brems, 1847)
Dasineura terminalis (Löw, 1850)
Dasineura tiliae (Schrank, 1803)
Dasineura urticae (Perris, 1840)
Didymomyia tiliacea (Brems, 1847)
Goecrypta galii (H. Löw, 1850)
Harmandia globuli (Rübsaamen, 1889)
Iteomyia caprae (Winnertz, 1853)
Janetia cerris (Kollar, 1850)
Janetia homocera (Löw, 1877)
Kiefferia pericarpicola (Brems, 1847)
Lasioptera calamagrostidis
Rübsaamen, 1893
Lasioptera rubi (Schrank, 1803)
Macrodiplosis dryobia (Löw, 1877)
Macrodiplosis volvens (Kieffer, 1897)
Monarthropalpus flavus (Schrank, 1776)
Oligotrophus juniperinus (Linneo, 1788)
Oligotrophus panteli (Kieffer, 1898)
Thecodiplosis brachyntera (Schwägrichen, 1835)
Wachtliella rosarum (Hardy, 1850)
Zygiobia carpinii (F. Löw, 1874)
- Diptera Tephritidae**
Myopites inulaedysentericae Blot, 1827
- Diptera Anthomyiidae**
Chirosia betuleti (Ringdahl, 1935)
- Lepidoptera Tortricidae**
Rhyacionia buoliana
(Denis & Schiffermüller, 1775)
- Hymenoptera Tenthredinidae**
Pontania vesicator (Brems, 1849)
Pontania viminalis (Linneo, 1758)
- Hymenoptera Cynipidae**
Andricus curvator Hartig, 1840
Andricus kollari (Hartig, 1843)
Andricus lignicola (Hartig, 1840)
Andricus quercusramuli (Linneo, 1761)
Andricus quercustozae (Bosc, 1792)
Andricus solitarius (Foscolombe, 1832)
Biorhiza pallida (Olivier, 1791)
Cynips quercusfolii Linneo, 1758
Diastrophus rubi (Bauché, 1834)
Diplolepis rosae (Linneo, 1758)
Liposthenes glechomae (Linneo, 1758)
- Crataegus monogyna* Jacq.
Fraxinus ornus L.
Salix cinerea L.
Salix viminalis L.
Olea europaea L.
Salix purpurea L.
Euphorbia verrucosa L.
Salix purpurea L.
Tilia cordata Mill.
Urtica dioica L.
Tilia cordata Mill.
Galium verum L.
Populus tremula L.
Salix viminalis L.
Quercus cerris L.
Quercus cerris L.
Daucus carota L. s.l.
Calamagrostis arundinacea
(L.) Roth
Rubus ulmifolius Schott
Quercus pubescens Willd.
Quercus pubescens Willd.
Buxus sempervirens L.
Juniperus communis L.
Juniperus communis L.
Pinus nigra J. F. Arnold
Rosa canina L.
Carpinus betulus L.
- Pulicaria dysenterica* (L.) Bernh.
- Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn
- Pinus nigra* J. F. Arnold
- Salix purpurea* L.
Salix purpurea L.
- Quercus petraea* Liebl.
Quercus petraea Liebl.
Quercus petraea Liebl.
Quercus pubescens Willd.
Quercus pubescens Willd.
Quercus petraea Liebl.
Quercus pubescens Willd.
Quercus pubescens Willd.
Rubus ulmifolius Schott
Rosa canina L.
Glechoma hederacea L.

<i>Neuroterus lanuginosus</i> Giraud, 1859	<i>Quercus petraea</i> Liebl.
<i>Neuroterus numismalis</i> (Geoffroy, 1785)	<i>Quercus petraea</i> Liebl.
<i>Neuroterus quercusbaccarum</i> (Linneo, 1758)	<i>Quercus petraea</i> Liebel.
<i>Synophrus politus</i> Hartig, 1843	<i>Quercus cerris</i> L.

Nell'elenco successivo si riportano in ordine sistematico (PIGNATTI, 1997), le 70 piante ospiti ed i relativi 150 cecidogeni.

PTERIDOPHYTA

POLYPODIACEAE

<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	<i>Chirosia betuleti</i> (Ringdahl, 1935)
<i>Polypodium vulgare</i> L.	<i>Melampsorella dieteliana</i> Sydow, 1903

GYMNOSPERMAE

PINACEAE

<i>Picea abies</i> (L.) Karsten	<i>Sacchiphantes abietis</i> (Linneo, 1758)
<i>Pinus nigra</i> J. F. Arnold	<i>Brachonyx pineti</i> (Paykull, 1792)
	<i>Contarinia baeri</i> (Prell, 1931)
	<i>Rhyacionia buoliana</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)
	<i>Thecodiplosis brachyntera</i> (Schwäggrichen, 1835)

CUPRESSACEAE

<i>Juniperus communis</i> L.	<i>Oligotrophus juniperinus</i> (Linneo, 1788)
	<i>Oligotrophus panteli</i> Kieffer, 1898

ANGIOSPERMAE DICOTYLEDONES

SALICACEAE

<i>Salix cinerea</i> L.	<i>Dasineura albipennis</i> (Löw, 1850)
	<i>Dasineura iteobia</i> (Kieffer, 1890)
<i>Salix caprea</i> L.	<i>Rhytisma salicinum</i> (Pers.) Fr.
<i>Salix viminalis</i> L.	<i>Dasineura marginemtorquens</i> (Bremi, 1847)
	<i>Iteomyia caprae</i> (Winnertz, 1853)
<i>Salix purpurea</i> L.	<i>Aculus magnirostris</i> (Nalepa, 1892)
	<i>Aculus tetanothrix</i> (Nalepa, 1889)
	<i>Dasineura rosaria</i> (H. Löw, 1850)
	<i>Dasineura terminalis</i> (H. Löw, 1850)
	<i>Pontania vesicator</i> (Bremi, 1849)
	<i>Pontania viminalis</i> (Linneo, 1758)
	<i>Stenacis triradiatus</i> (Nalepa, 1892)
<i>Populus tremula</i> L.	<i>Aceria dispar</i> (Nalepa, 1891)
	<i>Harmandia globuli</i> (Rübsaamen, 1889)
<i>Populus nigra</i> L.	<i>Pemphigus (Pemphiginus) vesicarius</i> Passerini, 1861
	<i>Aceria populi</i> (Nalepa, 1890)
	<i>Aplanobacter populi</i> Ridé
	<i>Camarotoscena speciosa</i> (Flor, 1861)
	<i>Pemphigus immunis</i> Buckton, 1896
	<i>Pemphigus populinigrae</i> (Schränk, 1801)
	<i>Pemphigus spyrothecae</i> Passerini, 1856
	<i>Phyllocoptes populi</i> Nalepa, 1890
	<i>Thecabius affinis</i> (Kaltenbach, 1843)

JUGLANDACEAE

<i>Juglans regia</i> L.	<i>Aceria erinea</i> (Nalepa, 1891)
	<i>Aceria tristriata</i> (Nalepa, 1890)

BETULACEAE

- Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. *Acalitus brevitarsus* (Fockeu, 1890)
Aceria nalepai (Fockeu, 1890)

CORYLACEAE

- Carpinus betulus* L. *Taphrina carpini* (Rostr.) Johans.
Zygiobia carpini (F. Löw, 1874)
Corylus avellana L. *Contarinia coryli* (Kaltenbach, 1859)
Phytoptus avellanae Nalepa, 1889

FAGACEAE

- Quercus ilex* L. *Aceria ilicis* (Canestrini, 1891)
Quercus cerris L. *Contarinia subulifex* Kieffer, 1897
Janetia cerris (Kollar, 1850)
Janetia homocera (F. Löw, 1877)
Synophrus politus Hartig, 1843
Andricus curvator Hartig, 1840
Andricus kollari (Hartig, 1843)
Andricus lignicola (Hartig, 1840)
Andricus solitarius (Fonscolombe, 1832)
Neuroterus lanuginosus Giraud, 1859
Neuroterus numismalis (Geoffroy, 1785)
Neuroterus quercusbaccarum (Linneo, 1758)
Loranthus europaeus Jacq.
Quercus petraea Liebl. *Agrobacterium tumefacens* (E. F. Smith et Tow.) Conn.
Andricus quercusramuli (Linneo, 1781)
Andricus quercustozae (Bosc, 1792)
Biorhiza pallida (Olivier, 1791)
Cynips quercusfolii Linneo, 1758
Macrodiplosis dryobia (F. Löw, 1877)
Macrodiplosis volvens Kieffer, 1895

ULMACEAE

- Ulmus minor* Mill. *Aceria campestricola* (Frauenfeld, 1865)
Eriosoma (Schizoneura) lanuginosum (Hartig, 1839)
Eriosoma (Schizoneura) ulmi (Linneo, 1758)
Tetraneura (Tetraneurella) akinire Sasaki, 1904
Tetraneura caerulescens (Passerini, 1856)
Tetraneura ulmi (Linneo, 1758)

URTICACEAE

- Urtica dioica* L. *Dasineura urticae* (Perris, 1840)

RANUNCULACEAE

- Clematis recta* L. *Puccinia agropyri* Ell. ed Ev., 1892
Ranunculus ficaria L. subsp. *Aecidium ficariae* Pers.
bulbifer Lambinon

LAURACEAE

- Laurus nobilis* L. *Cecidophyes lauri* Nuzzaci & Vovlas, 1977
Cecidophyopsis malpighianus (G. Can. e Mass., 1893)
Lauritrioza alacris (Flor, 1861)

CRUCIFERAE

- Brassica rapa* L. *Albugo candida* (Pers.) Ktze.

ROSACEAE*Rubus ulmifolius* Schott*Aceria silvicola* (Canestrini, 1892)*Diastrophus rubi* (Bouché, 1834)*Phragmidium bulbosum* (Strauss) Schldl.*Lasioptera rubi* (Schrank, 1803)*Rosa canina* L.*Diptolepis rosae* (Linneo, 1758)*Phragmidium subcorticium* (Schr.) Wint.*Wachtliella rosarum* (Hardy, 1850)*Sorbus torminalis* (L.) Crantz*Gymnosporangium tremelloides* (A.Br.) Hartig*Crataegus monogyna* Jacq.*Cacopsylla melanoneura* Förster, 1848*Dasineura crataegi* Winnertz, 1853*Dysaphis crataegi* (Kaltenbach, 1843)*Cacopsylla crataegi* (Schrank, 1801)*Contarinia anthobia* (Löw, 1877)*Prunus persica* (L.) Batsch*Taphrina deformans* (Berk.) Tul.*Prunus spinosa* L.*Eriophyes similis* (Nalepa, 1890)*Prunus domestica* L.*Taphrina pruni* Tul.*Prunus mahaleb* L.*Myzus lythri* (Schrank, 1801)*Aculus fockeui* (Nalepa et Trouessart, 1891)*Roepkea phlomicola marchali* Börner, 1931*Prunus avium* L.*Cacopsylla pruni* (Scopoli, 1763)*Taphrina cerasi* (Fckl.) Sadeb.**LEGUMINOSAE***Spartium junceum* L.*Aceria spartii* (Canestrini, 1893)*Robinia pseudacacia* L.*Aculups allotrichus* (Nalepa, 1894)*Coronilla coronata* L.*Contarinia loti* (De Geer, 1778)**GERANIACEAE***Geranium sanguineum* L.*Aceria geranii* (G. Canestrini, 1891)**EUPHORBIAEAE***Mercurialis perennis* L.*Aulacorthum solani* (Kaltenbach, 1843)*Mercurialis annua* L.*Melampsora rostrupii* Wagner, 1896*Euphorbia verrucosa* L.*Dasineura subpatula* (Bremi, 1847)*Aecidium euphorbiae* Gmel.**RUTACEAE***Citrus limonum* Risso*Aceria sheldoni* Ewing, 1937**ANACARDIACEAE***Cottinus coggygria* Scop.*Calophya rhois* Löw, 1879*Pistacia terebinthus* L.*Aceria pistaciae* (Nalepa, 1899)*Aceria stefanii* (Nalepa, 1898)*Forda formicaria* Heyden, 1837*Forda marginata* Koch, 1857*Geoica utricularia* (Passerini, 1856)**ACERACEAE***Acer campestre* L.*Aceria cephalonea* (Nalepa, 1922)*Aceria macrochela* (Nalepa, 1891)*Rhytisma acerinum* (Pers. ex St. Amas) Fr.*Acer pseudoplatanus* L.*Rhytisma pseudoplatani* (DC.) Müll.

HIPPOCASTANACEAE

Aesculus hippocastanum L. *Aculus hippocastani* (Fockeu, 1890)

CELASTRACE

Euonymus europaea L. *Aphis euonymi* Fabricius, 1775
Melampsora euonymi - caprearum Kleb.
Stenacis euonymi (Frauenfeld, 1865)

BUXACEAE

Buxus sempervirens L. *Asphagidella buxi* Linneo, 1758
Monarthropalpus flavus (Schrank, 1776)

VITACEAE

Vitis vinifera L. *Colomerus vitis* (Pagenstecher, 1857)
Viteus vitifoliae (Fitch, 1855)

TILIACEAE

Tilia cordata Mill. *Aceria lateannulata* Schulze, 1918
Contarinia tiliarum (Kieffer, 1890)
Dasineura tiliae (Schrank, 1803)
Didymomyia tiliacea (Bremi, 1847)
Eriophyes exilis (Nalepa, 1892)
Phytoptus tetratrichus (Nalepa, 1891)

MALVACEAE

Malva sylvestris L. *Aphis umbrella* (Börner, 1950)
Malva neglecta Wallr. *Puccinia malvacearum* Montagne, 1852

VIOLACEAE

Viola hirta L. *Puccinia violae* (Schum.) DC., 1815

CORNACEAE

Cornus mas L. *Craneiobia corni* (Giraud, 1863)

UMBELLIFERAE

Daucus carota L. s.l. *Kiefferia pericarpiicola* (Bremi, 1847)

PRIMULACEAE

Primula vulgaris Huds. *Puccinia primulae* (DC.) Suby, 1830

OLEACEAE

Fraxinus ornus L. *Aculus epiphyllus* (Nalepa, 1890)
Dasineura fraxini (Bremi, 1847)
Psyllopsis fraxini (Linneo, 1758)
Aceria fraxinivora (Nalepa, 1909)
Dasineura oleae Löw, 1885

APOCYNACEAE

Nerium oleander L. *Pseudomonas savastanoi* (E.F. Smith) Stevens f. sp. *neri*
(C.O. Smith) Dowson

RUBIACEAE

Galium verum L. *Aculus anthobius* (Nalepa, 1892)
Geocrypta galii (H. Löw, 1850)
Spanioza galii (Förster, 1848)

BORAGINACEAE

Pulmonaria officinalis L. *Puccinia symphyti - bromorum* Fr. Müller, 1901

LABIATAE

Glechoma hederacea L. *Liposthenes glechomae* (Linneo, 1758)
Salvia pratensis L. *Aceria salviae* (Nalepa, 1891)

CAPRIFOLIACEAE

Sambucus nigra L. *Epitrimerus trilobus* (Nalepa, 1891)

COMPOSITAE

Pulicaria dysenterica (L.) Bernh. *Myopites inulaedysentericae* Blot, 1827

LILIACEAE

Allium scorodoprasum L. *Puccinia porri* (Sw.) Wint.

ANGIOSPERMAE MONOCOTYLEDONEAE**GRAMINEAE**

Calamagrostis arundinacea (L.) Roth *Lasioptera calamagrostidis* Rübсаamen, 1893
Zea mays L. *Ustilago zeae* (Beckmann) Ung.

L'elenco successivo, infine, evidenzia i generi e le rispettive 150 specie galligene ospitate dalle 70 piante, elencate in ordine sistematico:

		Genere	Specie
Pteridophyta			
Polypodiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	01	01
	<i>Polypodium vulgare</i> L.	01	01
Gymnospermae			
Pinaceae	<i>Picea abies</i> (L.) Karsten	01	01
	<i>Pinus nigra</i> L.	04	04
Cupressaceae	<i>Juniperus communis</i>	01	02
Angiospermae Dicotyledones			
Salicaceae	<i>Salix cinerea</i> L.	01	02
	<i>Salix caprea</i> L.	01	01
	<i>Salix viminalis</i> L.	02	02
	<i>Salix purpurea</i> L.	04	07
	<i>Populus tremula</i> L.	02	02
	<i>Populus nigra</i> L.	06	09
Juglandaceae	<i>Juglans regia</i> L.	01	02
Betulaceae	<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.	02	02
Corylaceae	<i>Carpinus betulus</i> L.	02	02
	<i>Corylus avellana</i> L.	02	02
Fagaceae	<i>Quercus ilex</i> L.	01	01
	<i>Quercus cerris</i> L.	03	04
	<i>Quercus petraea</i> Liebl.	03	08
	<i>Quercus pubescens</i> Willd.	05	07
Ulmaceae	<i>Ulmus minor</i> Mill.	03	06
Urticaceae	<i>Urtica dioica</i> L.	01	01
Ranunculaceae	<i>Clematis recta</i> L.	01	01
	<i>Ranunculus ficaria</i> L. subsp. <i>bulbiferum</i> Lambinon	01	01

		Genere	Specie
Lauraceae	<i>Laurus nobilis</i> L.	03	03
Cruciferae	<i>Brassica rapa</i> L.	01	01
Rosaceae	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	01	04
	<i>Rosa canina</i> L.	03	03
	<i>Sorbus torminalis</i> (L.) Crantz	01	01
	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	04	05
	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	01	01
	<i>Prunus spinosa</i> L.	01	01
	<i>Prunus domestica</i> L.	01	01
	<i>Prunus avium</i> L.	02	02
	<i>Prunus mahaleb</i> L.	03	03
Leguminosae	<i>Spartium junceum</i> L.	01	01
	<i>Robinia pseudacacia</i> L.	01	01
	<i>Coronilla coronata</i> L.	01	01
Geraniaceae	<i>Geranium sanguineum</i> L.	01	01
Euphorbiaceae	<i>Mercurialis perennis</i> L.	01	01
	<i>Mercurialis annua</i> L.	01	01
	<i>Euphorbia verrucosa</i> L.	02	02
Rutaceae	<i>Citrus limonum</i> Risso	01	01
Anacardiaceae	<i>Cotinus coggygia</i> Scop.	01	01
	<i>Pistacia terebinthus</i> L.	03	05
Aceraceae	<i>Acer campestre</i> L.	02	03
	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	01	01
Hippocastanaceae	<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	01	01
Celastraceae	<i>Euonymus europaea</i> L.	03	03
Buxaceae	<i>Buxus sempervirens</i> L.	02	02
Vitaceae	<i>Vitis vinifera</i> L.	02	02
Tiliaceae	<i>Tilia cordata</i> Mill.	06	06
Malvaceae	<i>Malva sylvestris</i> L.	01	01
	<i>Malva neglecta</i> Wallr.	01	01
Violaceae	<i>Viola hirta</i> L.	01	01
Cornaceae	<i>Cornus mas</i> L.	01	01
Umbelliferae	<i>Daucus carota</i> L. s.l.	01	01
Primulaceae	<i>Primula vulgaris</i> Huds.	01	01
Oleaceae	<i>Fraxinus ornus</i> L.	04	04
	<i>Olea europaea</i> L.	01	01
Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i>	01	01
Rubiaceae	<i>Galium verum</i> L.	02	02
	<i>Galium aparine</i> L.	01	01
Boraginaceae	<i>Pulmonaria officinalis</i> L.	01	01
Labiatae	<i>Glechoma hederacea</i> L.	01	01
	<i>Salvia pratensis</i> L.	01	01
Caprifoliaceae	<i>Sambucus nigra</i> L.	01	01
Compositae	<i>Pulicaria dysenterica</i> (L.) Bernh.	01	01
Angiospermae Monocotyledones			
Liliaceae	<i>Allium scorodoprasum</i> (L.) Roth	01	01
Graminaceae	<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth	01	01
	<i>Zea mays</i> L.	01	01

5. - Conclusioni

Il presente contributo offre un primo quadro della fauna cecidologica del Comune di Muggia (Trieste), che va ad arricchire ulteriormente le indagini fin qui svolte nell'ambito del Friuli-Venezia.

Dall'esame comparativo tra piante ospiti e galligeni, si rileva che i generi *Quercus*, *Salix*, *Populus*, *Ulmus*, *Tilia*, *Rosa* e *Pistacia* sono quelli maggiormente interessati ospitando rispettivamente 20, 12, 11, 6, 6, 5 e 5 che inducono galle. I rimanenti generi ospitano un limitato numero di galligeni.

L'entità delle specie finora raccolte, si avvicina molto a quella dei Paesi confinanti con l'area studiata. Le nuove segnalazioni perciò non sono in contrasto con le previsioni espresse, già da tempo, dai vari specialisti; vanno ricordate le previsioni dell'illustre ricercatore e massimo cecidologo italiano, Alessandro Trotter, che già nel 1902 affermò che ogni pianta ospita uno o più galligeni. Le attuali conoscenze cecidologiche per il Comune di Muggia sarebbero pertanto ancora molto lontane dalla reale consistenza cecidologica, poiché la zona annovera circa 1200 piante possibili ospiti di fito-zooceci.

RINGRAZIAMENTI

Desideriamo ringraziare Nicola Bressi (Trieste), Roberto Caldara (Milano), Marisa Castagnoli (Firenze), Andrea Colla (Trieste), Michele Codogno (Trieste), Fabrizio Martini (Trieste), Luigi Masutti (Legnaro - Padova), Lorenzo Munari (Venezia), Guido Pagliano (Torino), Giuseppina Pellizzari Scaltriti (Legnaro-Padova), Radmila Petanović (Zemun - Belgrado), Carmelo Rapisarda (Catania), Fabio Stergulc (Udine) Ermenegildo Tremblay (Portici - Napoli), Marcela e Vaclav Skuhavy (Praga), Sergio Zangheri (Padova).

Desidero ringraziare particolarmente il prof. Franco Frilli (Udine), per la revisione del manoscritto.

BIBLIOGRAFIA CONSULTATA¹

- AA. VV., 1995 – Checklist delle specie della Fauna italiana. Nematoda Spiruria, 11. Arachnida Acari, 24. Heteroptera, 41 Homoptera Sternorrhyncha, 43. Coleoptera Polyphaga XIV, 59. Coleoptera Polyphaga XVI, 61. Diptera Blephariceromorpha, Bibionomorpha, Psychodomorpha, Ptychopteromorpha, 64. Diptera Tephritoidea, 72. Diptera Opomyzoidea, Carnoidea, Sphaeroceroidea, 75. Diptera Muscoidea, 77. Lepidoptera Tortricioidea, 85. Lepidoptera Pyraloidea, 87. Hymenoptera Symphyta, 92 Hymenoptera Cynipoidea, 96. Hymenoptera Chalcidoidea, 97. Edizioni Calderini, Bologna.
- AMRINE J. W., STASNY T. A., 1994 – Catalog of the Eriophyoidea (Acarina: Prostigmata) of the world. Indira Publishing House, west Bloomfield, Michigan, U. S. A..
- BUHR H., 1964 – 1965 – Bestimmungstabelle der Gallen (Zoo- und Phytocecidien) an Pflanzen Mittel- und Nordeuropas. Gustav Fischer verlag, Jena. 1 e 2.
- CALLIGARIS R., DOLCE S. e BRESSI N., 1999 – FLYSCH. Trieste tra mare e arenarie. *Mus. Civ. St. Nat., Trieste*. 1-109.
- FAROLFI De F., 1972 -73 – Un grande dimenticato. L'arciduca Lodovico Salvatore di Toscana. *AMSI, Trieste*. 72/73 : 330-391.
- GARRITY G.M., M. WINTERS, D.B. SEARLES, 2001 – Taxonomic Outline of the Procariotic Genera. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Release 1.0 Springer Verlag, New York, Berlin, Heidelberg.
- GRÄFFE E., 1905a – Beitrag zur Kenntnis der Gallenbewohnende Cynipinen der Umgebung. *Boll. Soc. Ad. Sc. Nat., Trieste*. 23 : 1-65.
- HAWKSWORTH D.L., P.M. KIRK, B.C. SUTTON, D.N. PEGLER, 1995 – Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi. International Mycological Institute, CAB International, University Press, Cambridge.

¹ Per quanto riguarda la Bibliografia generale, si rimanda al primo lavoro (Atti Mus. Civ. St. Nat., Trieste. 50 : 59-88).

- HOUARD C., 1908-1909-1913 – Les zoocécidies des Plantes d'Europe et du Bassin de la Méditerranée. Hermann, Paris. 1, 2 e 3.
- ONOFRI R., 1982 – Caratteristiche geolitologiche e geomeccaniche del Flysch nella provincia di Trieste. *Studi Trentini di Sc. Nat., Trento*. 59 : 77-103.
- PIGNATTI S., 1997 – Flora d'Italia. Edagricole, Bologna. 1, 2 e 3.
- POLDINI L., 1989 – La vegetazione del Carso isontino e triestino. Ed. Lint, Trieste.
- 2002 – Nuovo atlante corologico delle piante vascolari nel Friuli Venezia Giulia. Reg. Aut. Friuli-Venezia Giulia-Università degli Studi di Trieste.
- TOMASI E., 1991 – L'itinerario "Paola Rizzi" a Muggia. Ed. "Svevo", Trieste.
- 1996 – Primo contributo alla conoscenza e alla distribuzione dei cecidogeni del Friuli-Venezia Giulia. *Atti Mus. Civ. St. Nat., Trieste*. 47 : 1-36.
- 2002a – Fito-Zooceccidi dell'alta Val Torre e Val Ucea (Prealpi Giulie occidentali-Lusevera-Udine). *Atti Mus. Civ. St. Nat., Trieste*. 49 : 33-48.
- 2002b – Fito-Zooceccidi del Monte Castellaro Maggiore (Italia-Nordorientale-Slovenia). *Atti Mus. Civ. St. Nat., Trieste*. 49 : 49-66.
- 2002c – Fito-Zooceccidi della Val Rosandra (San Dorligo della Valle-Trieste-Italia Nordorientale). *Atti Mus. Civ. St. Nat., Trieste*. 49 : 67-80.
- 2004 – Indagine cecidologica nella Foresta di Tarvisio. *Atti Mus. Civ. St. Nat. Trieste*. 50 : 59-88.
- TOMASI E. e DE LILLO E., 2002 – Contributo alla conoscenza e alla distribuzione dei Cecidogeni del Friuli-Venezia Giulia: Acari Eriophyoidea. *Atti Mus. Civ. St. Nat., Trieste*. 49 : 19 – 32.
- TROTTER A., - 1902-1947 – Marcellia. Rivista di cecidologia, Padova e Avellino.

Finito di stampare nel mese di dicembre 2003
presso le artigraferiva s.r.l.