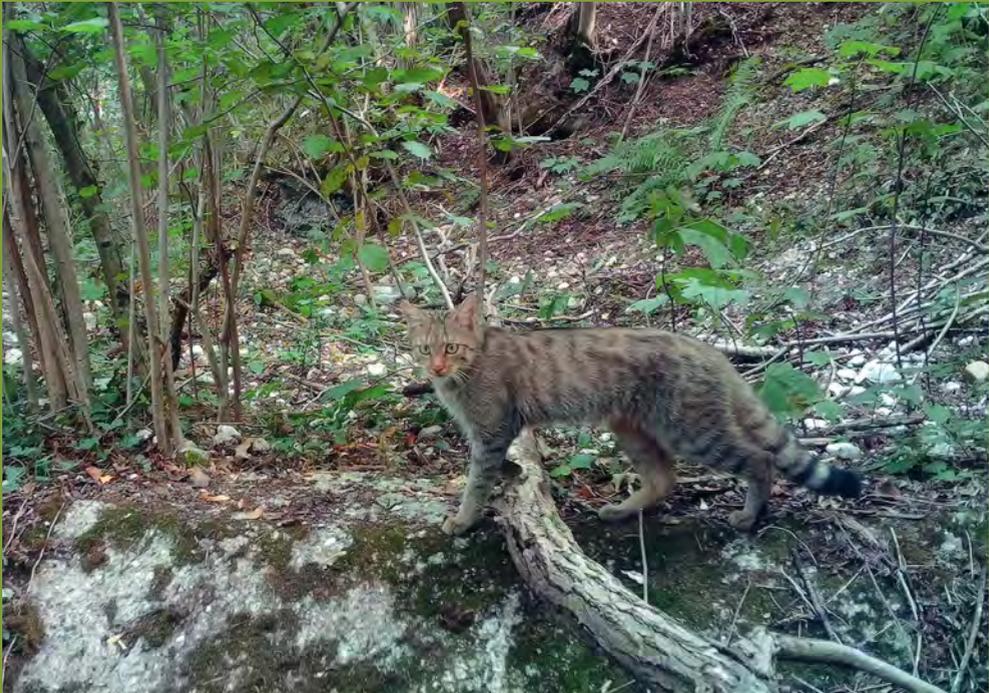




ATTI DEL MUSEO CIVICO DI STORIA NATURALE DI TRIESTE





ATTI DEL MUSEO CIVICO DI STORIA NATURALE DI TRIESTE

Vol. 65 - 2024
ISSN: 0365-1576

DIRETTORE RESPONSABILE DEL PERIODICO

Nicola Bressi

ESPERTI SCIENTIFICI

Deborah ARBULLA

Andrea COLLA

Franco CUCCHI

Andrea GERGIC

Dario SARTORIO

Giovanni SCOPECE

Chiara SORBINI

REDAZIONE

Marina Degrassi

Museo Civico di Storia Naturale

Via Tominz, 4 – 34139 Trieste – Italia

Tel. +390406758662/665

E-mail: sportellonatura@comune.trieste.it; bibliotecamsn@comune.trieste.it

<https://museostorianaturaletrieste.it>

In copertina: Gatto selvatico (foto di Claudio Bearzatto)

On the cover: Wild Cat (photo Claudio Bearzatto)

Editore Comune di Trieste

© Comune di Trieste - Musei scientifici

Tutti i diritti riservati

ISSN: 0365-1576

ATTI
DEL MUSEO CIVICO
DI STORIA NATURALE
DI TRIESTE

VOL. 65 - 2024

TRIESTE 2024

PREFAZIONE

Gli Atti del Museo Civico di Storia Naturale di Trieste sono la più antica rivista scientifica tra quelle attive in Friuli Venezia Giulia.

Pubblica lavori scientifici internazionali aventi come oggetto soprattutto le specie e i reperti presenti nelle collezioni del Museo, le ricerche effettuate dal Museo e dai suoi collaboratori, nonché studi, notizie, note e osservazioni sulla biodiversità e la geodiversità, con particolare riguardo all'Alto Adriatico e alla Mitteleuropa.

Tutti gli articoli scientifici pubblicati sono referati da un team indipendente di ricercatori scelto a rotazione al di fuori del Museo. Gli articoli pubblicati sono a consultazione e diffusione gratuita per tutti e a pubblicazione gratuita per gli autori.

Atti del Museo Civico di Storia Naturale di Trieste (Proceedings of the Trieste Natural History Museum) is the oldest scientific journal among those active in Friuli Venezia Giulia.

It publishes international scientific papers dealing mainly with the species and specimens in the Museum's collections, the researches carried out by the Museum and its collaborators, as well as studies, news, field data and observations on biodiversity and geodiversity, with a special focus on the Upper Adriatic and Mitteleurope.

All published scientific articles are refereed by an independent team of researchers chosen in rotation from outside the Museum. Our articles are open access for all and totally free of charge for the authors.

OSTEOLOGY AND RELATIONSHIPS OF *ITALOELOPS FOREYI* GEN. AND SP. NOV. (TELEOSTEI, ELOPIFORMES) FROM THE ALBIAN (LOWER CRETACEOUS) OF PIETRAROJA (CAMPANIA, SOUTHERN ITALY)

LOUIS TAVERNE¹, LUIGI CAPASSO²

¹ Royal Institute of Natural Sciences of Belgium, Directorate Earth and History of Life, Vautierstreet, 29, B-1000 Brussels, Belgium. E-mail: louis.taverne@skynet.be

² Museo Universitario dell'Università "G. d'Annunzio" di Chieti-Pescara, Piazza Trento e Trieste, 1, I-661000 Chieti, Italy. E-mail: lcapasso@unich.it

Abstract – The osteology and the relationships of *Italoelops foreyi* gen. and sp. nov., a new elopiform fish from the marine Albian (Lower Cretaceous) of Pietraraja (Campania, southern Italy), are studied in details. The cranial and caudal characters indicate that this fossil fish belongs to the superorder Elopomorpha, the order Elopiformes and the family Elopidae. The specialized and unique morphology of the lower jaw dentition justifies the peculiar generic status of *Italoelops*. **Key words:** Teleostei, Elopiformes, *Italoelops foreyi* gen. and sp. nov., osteology, relationships, Albian, Pietraraja, Italia.

Résumé – L'ostéologie et les relations d'*Italoelops foreyi* gen. and sp. nov., un nouveau poisson élopiforme de l'Albien marin (Crétacé inférieur) de Pietraraja (Campanie, Italie du Sud), sont étudiées en détails. Les caractères crâniens et caudaux de ce poisson fossile indiquent qu'il appartient au super-ordre des Elopomorpha, à l'ordre des Elopiformes et à la famille des Elopidae. La morphologie spécialisée et unique de la dentition de la mâchoire inférieure justifie le statut générique particulier d'*Italoelops*.

Mots-clés: Teleostei, Elopiformes, *Italoelops foreyi* gen. et sp. nov., ostéologie, relations, Albien, Pietraraja, Italie.

Riassunto – Gli autori studiano in dettaglio l'osteologia e le relazioni di *Italoelops foreyi* gen. e sp. nov., un nuovo pesce elopiforme dell'Albiano marino (Cretaceo inferiore) di Pietraraja (Campania, Italia meridionale). I caratteri cranici e quelli dello scheletro della coda indicano che questo pesce fossile appartiene al superordine Elopomorpha, all'ordine Elopiformes e alla famiglia Elopidae. La dentatura della mascella inferiore presenta una morfologia del tutto peculiare ed assolutamente unica, tanto da giustificare l'istituzione del nuovo genere *Italoelops*.

Parole chiave: Teleostei, Elopiformes, *Italoelops foreyi* gen. e sp. nov., osteologia, Albiano, Pietraraja, Italia.

1. – Introduction

The marine Albian ichthyofauna of Pietraraja, a small village near Benevento, in Campania (southern Italy), is one of the richest and most various fish assemblages from the Lower Cretaceous, a period during which Italy was divided in a series of islands in the Eurafrikan realm of the tropical Tethys Ocean.

The fossiliferous geological strata of Pietraraja are known since the 18th century. However, the first scientific investigations on the fossil fishes from this locality only date back to second half of the 19th century and were performed by Oronzo G. COSTA (1787-1867), the scientist considered as the father of the Italian paleoichthyology (COSTA, 1853-1860, 1864). An exhaustive study of this ichthyofauna was done later by Geremia D'ERASMO (1887-1962) and published in two volumes (D'ERASMO, 1914, 1915). The story of all the geological and paleontological researches concerning Pietraraja is related in a recent and richly illustrated book (CAPASSO, 2007).

The aim of our paper is to study a new genus of elopiform fish from the Albian deposits of Pietraraja and to discuss its relationships with the other members of this order.

2. – Material and methods

The specimen studied in our paper belongs to the CAPASSO collection (CLC) in Chieti (Italy). The material was observed with a stereomicroscope Leica Wild M 8. The figures were drawn by the first author (L. T.) and the photos made by M. Luciano LULLO, from the University of Chieti-Pescara. Aspersions with ethanol and razing light were used to improve some observations.

The CAPASSO collection is legally registered by a decree of the “Ministero per i Beni e le Attività Culturali” under the date of October 11th 1999, following the disposition of the Italian law 1089/39. The specimens of this collection were also subject to prescription in order of conservation and availability to the studies on the basis of the article 30 of the Italian law N° 42/2004. The “Soprintendenza per i Beni Archeologici dell’Abruzzo-Chieti” has authorized the two authors to study this collection by two letters dated of May 5th, 2011 (ref.: MBAC-SBA-ABR PROT 0004537 05/05/2011 Cl. 34.25.01/2.1) and July 30th, 2014 (ref.: MBAC-SBA-ABR PROT 0005618 31/07/2014 Cl. 34.25.01/2.1).

3. – List of abbreviations used in the text-figures

AN	=	angular
ANT	=	antorbital
ASPH	=	autosphenotic
BRSTG	=	branchiostegal rays
BSPH	=	basisphenoid
CHY (a., p.)	=	ceratohyal (anterior, posterior)
CLT	=	cleithrum
DEN	=	dentary
EP1-3	=	epurals 1 to 3
EPI	=	epiotic (= epioccipital)
EPIN	=	epineural
EPIPL	=	epipleurals
EXO	=	exoccipital
FR	=	frontal
GU	=	gular plate
HCLT	=	hypercleithrum (= supracleithrum)
HEM	=	haemal arch
HEMEP	=	haemal spine
HY1-6	=	hypurals 1 to 6

HYOM	=	hyomandibula
IC	=	intercalar
IORB1-5	=	infraorbitals 1 to 5
LEP	=	fin ray (= lepidotrichium)
LETH	=	lateral ethmoid
MX	=	maxilla
NA	=	nasal
NEUR	=	neural arch
NEUREP	=	neural spine
N PU1-U1	=	composite neural arch on PU1 and U1
NP PU2	=	neural spine of PU2
OP	=	opercle
OSPH	=	orbitosphenoid
PA	=	parietal
PCLT1-2	=	postcleithra 1 and 2
PELV	=	pelvian bone
PMX	=	premaxilla
POA	=	postanal bone
POD	=	postdorsal bone
POP	=	preopercle
PRO	=	prootic
PS	=	parasphenoid
PSPH	=	pleurosphenoid (= pterosphenoid)
PT	=	posttemporal
PTE	=	pterotoc
PU1-5	=	preural vertebrae 1 to 5
QU	=	quadrate
RAD	=	pterygiophore (= radial)
RO	=	rostral ossicle
SCL	=	sclerotic bone
SCU	=	caudal scute
SMX1-2	=	supramaxillae 1 and 2
SN	=	supraneural
SOC	=	supraoccipital
SOP	=	subopercle
SY	=	symplectic
U1-2	=	ural vertebrae 1 and 2
UD	=	urodermal
UR1-3	=	uroneurals 1 to 3
b.	=	broken
pop. c.	=	preopercular sensory canal
t. f.	=	temporal (posttemporal) fossa

4. – Systematic paleontology

Division Teleostei MÜLLER, 1846
 Superorder Elopomorpha GREENWOOD *et al.*, 1966
 Order Elopiformes SAUVAGE, 1875
 Family Elopidae BONAPARTE, 1846
 Genus *Italoelops* gen. nov.

Type-species: *Italoelops foreyi* gen. and sp. nov. (by monotypy)

4.1.– Diagnosis

As for the species (monospecific genus).

4.2.– Etymology

The generic name refers to Italy and to the genus *Elops*.

Italoelops foreyi gen. and sp. nov.

4.3.– Diagnosis

Elopid fish of moderate size. Two different toothed regions on the dentary, with a wide anterior patch of very small teeth that spreads on both the inner and the external sides of the bone, and a single posterior row of teeth. 51 vertebrae, 31 abdominal and 20 caudal. Dorsal fin with IV + 14 rays and 15 pterygiophores. Anal fin with III + 12 rays and 12 pterygiophores. A complete neural spine on the preural centrum 2. Preural 1, ural 1 and ural 2 vertebrae autogenous. Neural arches of preural 1 and ural 1 centra fused into a wide neural plate. 3 epurals, 3 uroneurals. First uroneural with a festooned anterior extremity that reaches the preural vertebra 2. 1 urodermal. 6 autogenous hypurals.

4.4.– Etymology

The specific name is chosen in honour of our late English colleague Peter Lawrence FOREY (1945-2016), one of the best paleoichthyologists of these last decades, an excellent artist and also a good friend.

4.5.– Holotype and only specimen

CLC I-279. A nearly complete and well preserved specimen in left lateral view (Fig. 1; CAPASSO, 2007: fig. 172A, figured as *Sauropsidium laevisimum* COSTA, 1850). The tip of the snout is missing. Total length: 26 cm. Standard length: 22 cm.

4.6. – Formation and locality

Limestones of Pietraraja, marine Albian (Lower Cretaceous), near the village of Pietraraja, province of Benevento, Campania, southern Italy.

4.7. – General morphology and morphometric data (Fig. 1)

The morphometric data are given in percentage (%) of the standard length (26 cm) of the holotype.

Length of the head (opercle included)	27.0 %
Depth of the head (in the occipital region)	19.9 %
Maximum depth of the body	23.9 %
Prepelvic length (at the origin of the ventral fins)	55.3 %
Predorsal length	56.6 %
Preanal length	81.4 %
Depth of the caudal peduncle	11.9%



Fig. 1: *Italoelops foreyi* gen. and sp. nov. Holotype CLC I-279.

4.8.– Osteology

4.8.1. – The skull (Figs. 2, 3)

The dermethmoid (= rostral) and the endochondral part of the mesethmoid are lost due to an artefact of fossilization. The vomer is not visible. A small lateral ethmoid, a fragment of a tubular nasal and a short rostral ossicle are the only elements preserved from the snout region of the neurocranium.

The frontal is a long and broad bone. It forms the major part of the skull roof. The parietal is wide and broader than long. The skull is medioparietal. The supraoccip-

ital is completely hidden by the supratemporal (= extrascapular). The autosphenotic is small but exhibits a strongly developed knob-like postorbital process. A short, narrow but deep *dilatator fossa* is located just above the postorbital process of the autosphenotic. The *dilatator fossa* is bordered anteriorly by the frontal and dorsally by the frontal and the pterotic. The autosphenotic and the pterotic bear a short groove for the articulation of the hyomandibula. The pterotic develops a strong ventral rod-like process. The anterior margin of this process forms the posterior border of the subtemporal fossa. The posterior margin of this process, the epiotic (= epioccipital), the exoccipital and the intercalar surround a small temporal (= posttemporal) fossa. The supratemporal is not very large but it reaches the mid-line of the skull roof. The supraorbital and the otic sensory canals are not visible. However, a parietal sensory commissure is preserved on the posterior region of the frontal. This commissure ends just at the boundary between the frontal and the parietal but does not enter on the parietal itself.

The orbitosphenoid, the pleurosphenoid and the basisphenoid are present in the orbit under the frontal and before the prootic. All three are small bones. The orbitosphenoid does not reach the lateral ethmoid. The trabecular region of the parasphenoid is the only part visible of the bone. There is no basipterygoid process. The ventral face of the parasphenoid is not accessible and it is not possible to know if a toothed region exists or not in this area.

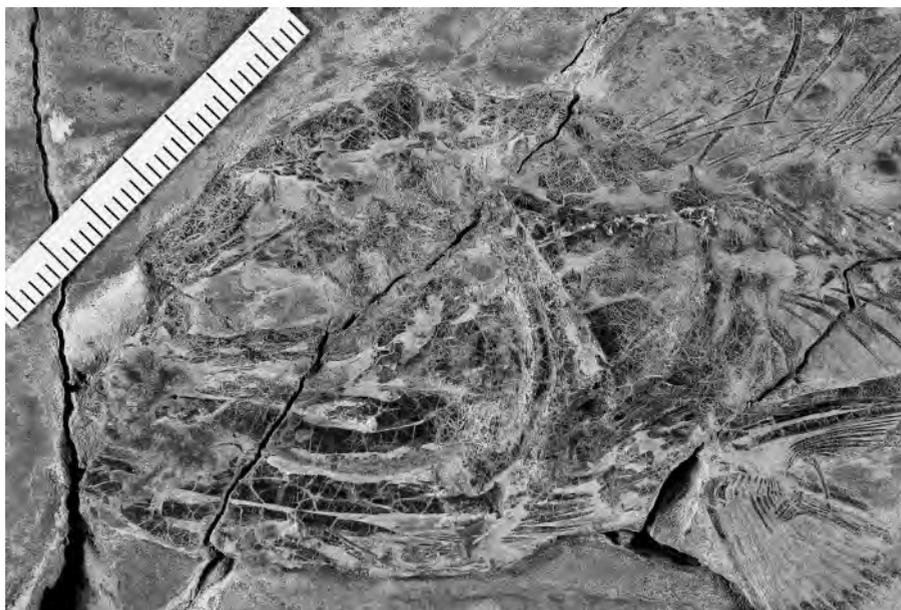


Fig. 2: *Italoelops foreyi* gen. and sp. nov. Head region of holotype CLC I-279.

The anterior part of the prootic is visible just before the hyomandibula. The bone bears a large foramen for the *truncus hyoideomandibularis* of the facial nerve (VII). The major parts of the epiotic and of the exoccipital and also the basioccipital are embedded in the substratum.

The quadrate is triangular in shape, with a small but well marked articular condyle and an elongate bony process parallel to the posterior ventral margin of the bone. The other bones of the palatino-quadrate arch are unknown.

Both the upper and the lower jaws extend far behind the orbit. Only a small part of the premaxilla is preserved. The bone bears a large patch of minute conical teeth. The maxilla is elongate, rather narrow and slightly curved. There is a patch of tiny conical teeth extending along its entire length. The anterior extremity of the bone is embedded in the substratum and can not be extricated without destroying the premaxilla. There are two supramaxillae. The posterior one bears a crest on its external side and has a very long acuminate anterior process that overlies and outpaces the smaller anterior supramaxilla. The lower jaw is elongate but not prognathous. The dentary is narrow in the symphyseal region but it raises up rapidly. The coronoid region of the lower jaw is covered and hidden by the upper jaw. In the anterior region, the oral margin of the dentary bears a very wide patch of teeth similar to those of the premaxilla and the maxilla. This patch spreads over the external and internal sides of the bone. The internal part of this patch is vertically straightened because of an artefact of fossilisation. Behind the patch, the dentary bears a single row of very small conical teeth that are a little larger than those on the patch.

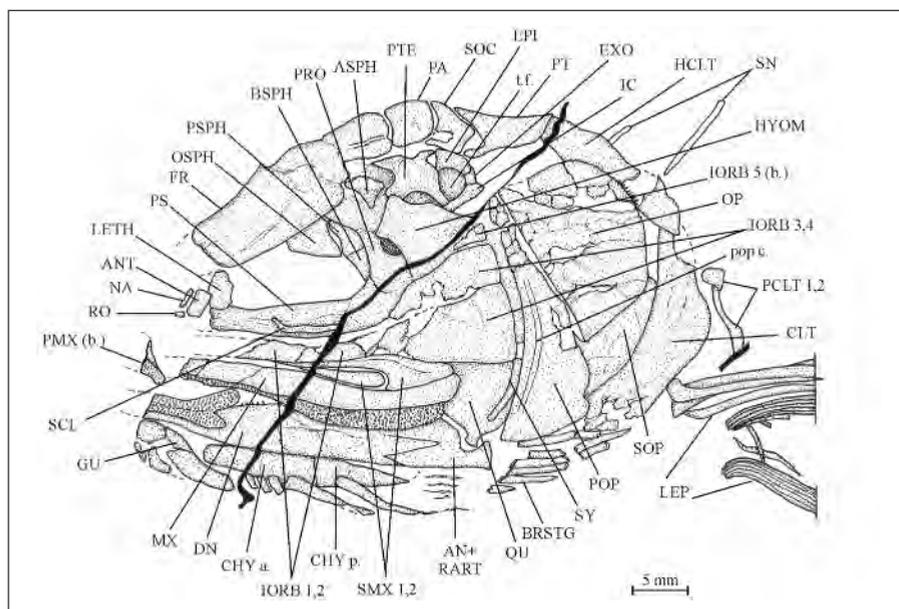


Fig. 3: *Italoelops foreyi* gen. and sp. nov. Skull and pectoral girdle of holotype CLC I-279.

The angular and the retroarticular are fused together. This angular-retroarticular bears a well developed postarticular process. The articular is not visible. The mandibular sensory canal is entirely enclosed in the dentary and the angular.

The small antorbital is located near the lateral ethmoid. A short tubular rostral ossicle is visible just before the antorbital. The first and the fifth infraorbitals are incompletely preserved. The second infraorbital is narrow. The third one is by far the largest of the series. The fourth one is also a large bone. These two elements almost reach the anterior margin of the preopercle. The dermosphenotic and the supraorbital are missing. That is probably a consequence of the fossilisation. A fragment of the sclerotic bony ring is preserved on the parasphenoid. The infraorbital sensory canal is not visible.

The preopercle is slightly obliquely oriented. The dorsal branch is elongated and reaches the lateral margin of the skull roof. The bone is ventrally broadened but there is no real ventral branch. The preopercular sensory canal is visible all along the anterior border of the bone. The canal seems devoid of lateral secondary tubules. The opercle is wide, deeper than long, with a straight anterior margin and a slightly curved posterior border. A part of this posterior border is ornamented with a few small spines. The subopercle is well developed, with a small anterior dorsal process. The interopercle is completely hidden by the basal region of the preopercle. There are a gular plate and at least eleven branchiostegal rays.

The hyomandibula has a single and not very broad articular head that is antero-ventrally inclined. The opercular process is well developed. A part of the narrow ventral branch of the hyomandibula is visible between the posterior infraorbitals and the anterior margin of the preopercle. The symplectic is fitted between the body of the quadrate and the quadratic bony process. The hyoid bar is long and narrow. The hypohyals and the interhyal are not preserved. The anterior ceratohyal bears the first four branchiostegal rays. The posterior ceratohyal has an acuminate posterior extremity.

4.8.2. – The girdles (Figs. 2, 4, 5, 6)

The pectoral girdle is completely preserved. The posttemporal is triangle-shaped, with a ventral anterior rod-like process that reaches the epiotic. The hypercleithrum (= supracleithrum) is long and rather broad. The cleithrum exhibits a short dorsal branch and a long, broad and obliquely oriented ventral branch. The supracoracoid (= scapula), the mesocoracoid and the hypocoracoid are not visible. There are two postcleithra, a small dorsal one and an elongated ventral one.. There are at least 12 rays in the pectoral fin. All these rays are segmented. The first two rays seem pointed, while the others are branched. In each pectoral fin, a long impair spine precedes the rays. A bony rod-like element is present between the two pectoral fins.

The pelvic girdle is in abdominal position. The pelvic bones are long and narrow, with a slightly broadened proximal extremity. There are 10 segmented and branched



Fig. 4: *Italoelops foreyi* gen. and sp. nov. Pectoral fins of holotype CLC I-279.



Fig. 5: – *Italoelops foreyi* gen. and sp. nov. Pelvic girdle of holotype CLC I-279.

rays in each ventral fin. A long impair spine precedes the rays. A small radial is visible under the first ray. The origin of the ventral fins is located at the level of the twenty-fourth centrum.

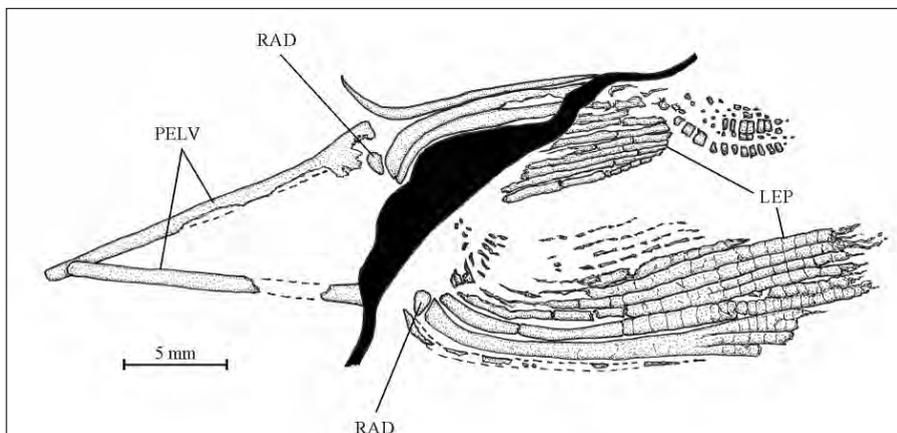


Fig. 6: *Italoelops foreyi* gen. and sp. nov. Pelvic bones and ventral fins of holotype CLC I-279.

4.8.3. – The axial skeleton (Fig. 1)

The axial skeleton contains 51 vertebrae, 31 abdominal and 20 caudal, including the two ural centra. The first four vertebrae are hidden by the opercle but they form a well visible swelling under the bone. The lateral face of the vertebrae are ornamented with numerous, long, thin and horizontal ridges. The first neural spines are bifid. There are haemapophyses (= parapophyses) in the abdominal region. The first preserved haemophophysis is associated with the eighth centrum. There are 26 pairs of long and thin ribs. The first visible rib is associated to the fifth vertebra. 11 rod-like supraneural are visible but the series is incompletely preserved. Epineurals are present from behind the skull to the fourth preural centrum. The epineurals are fused to the corresponding vertebrae till the level of the pelvic girdle, while the following ones are autogenous. There are a few epicentrals associated with the first vertebrae. Epipleurals are visible all along the axial skeleton till the level of the anal fin. The last epipleurals have a forked anterior extremity.

4.8.4. – The dorsal and anal fins (Figs. 7, 8, 9, 10)

The dorsal fin contains 4 short spiny rays and 14 principal rays and is supported by 15 pterygiophores. The fourth spiny ray is already segmented. The first principal ray is elongated, pointed and segmented. This segmentation is obliquely oriented at

the tip of the ray. The 13 other principal rays are segmented and branched. The first pterygiophore bears a wide anterior bony wing and supports the first three spiny rays. The last pterygiophore bears the two last rays. The origin of the dorsal fin is located at the level of the twenty-fifth vertebra. There is a small postdorsal bone.

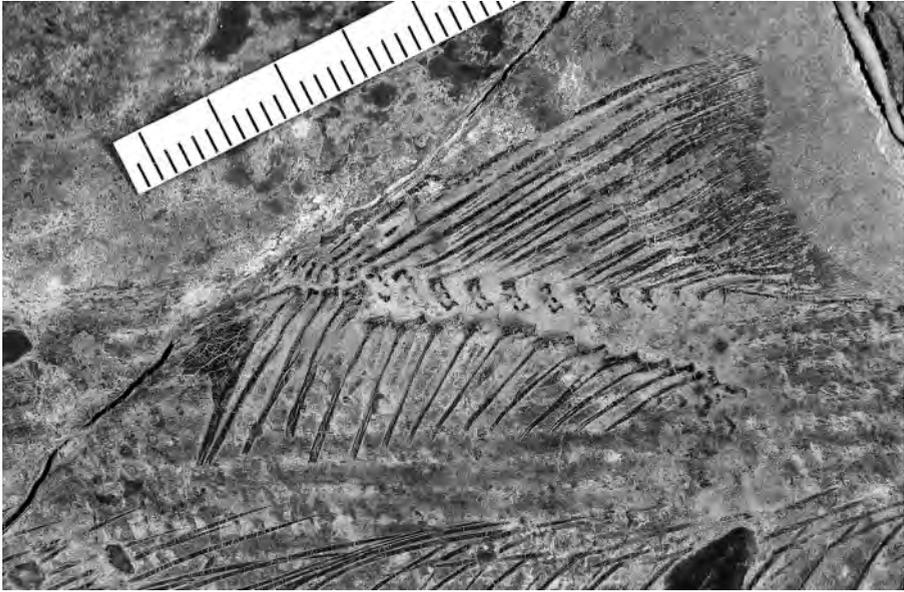


Fig. 7: *Italoelops foreyi* gen. and sp. nov. Dorsal fin region of holotype CLC I-279.

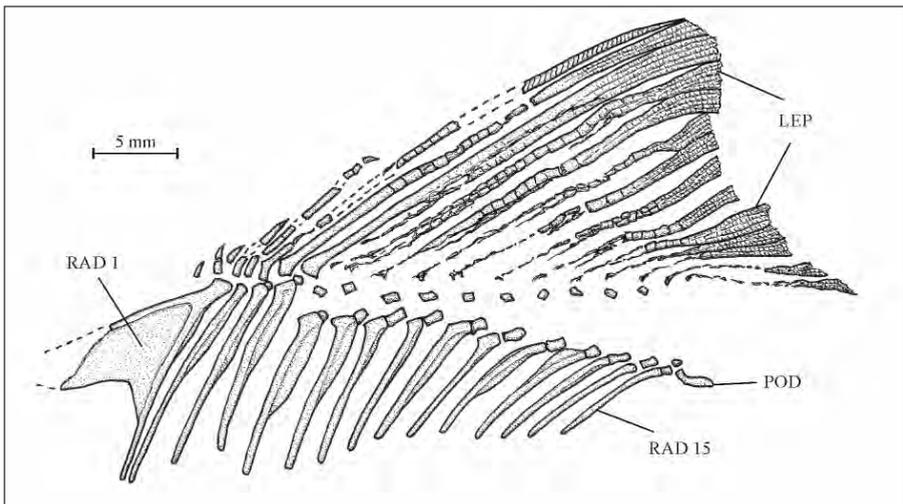


Fig. 8: *Italoelops foreyi* gen. and sp. nov. Dorsal fin of holotype CLC I-279.

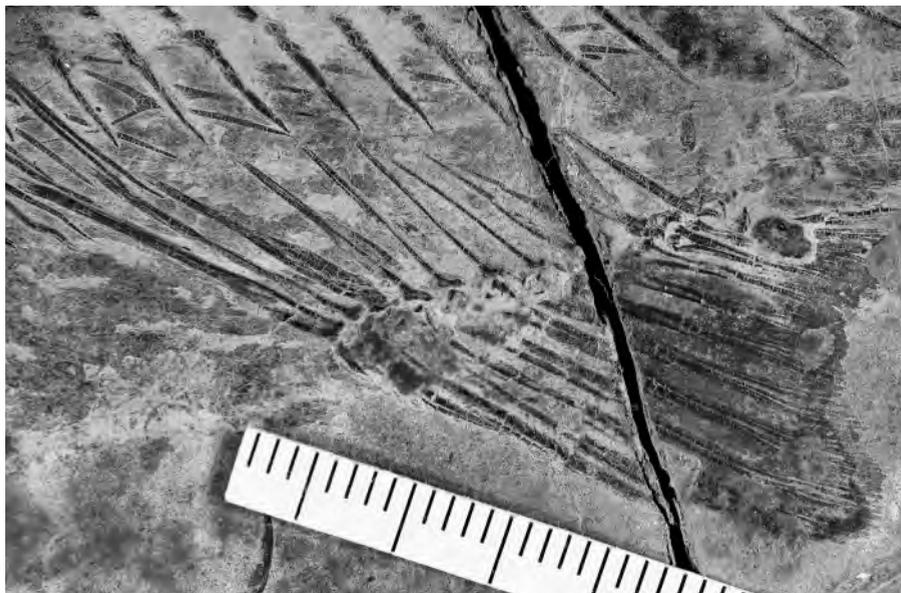


Fig. 9: *Italoelops foreyi* gen. and sp. nov. Anal fin region of holotype CLC I-279.

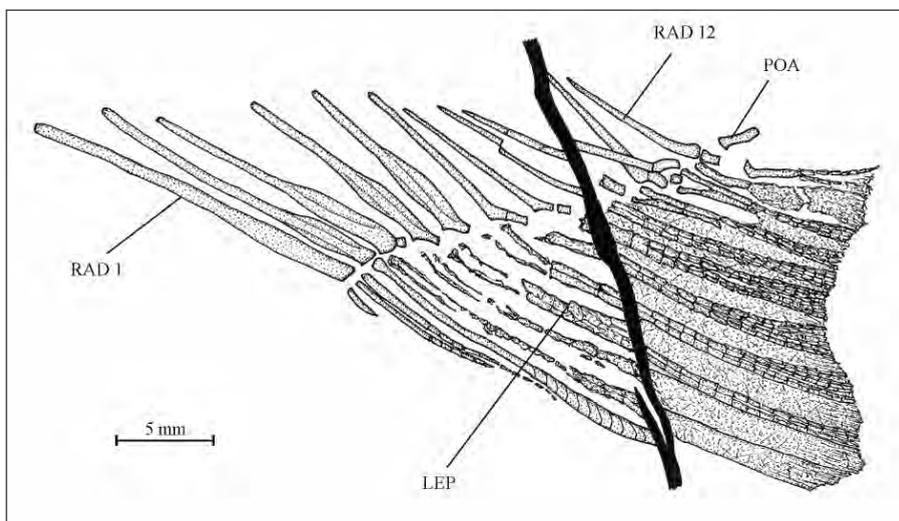
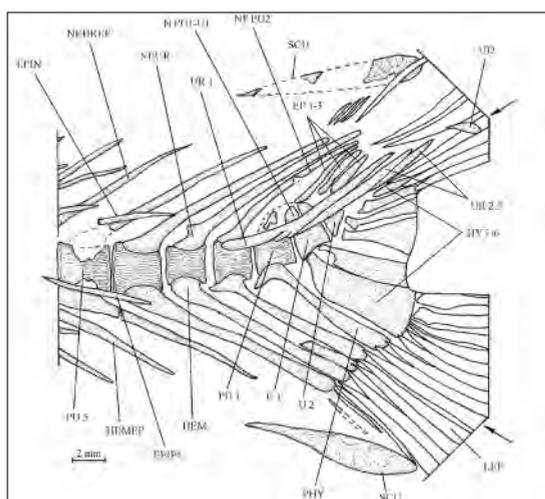
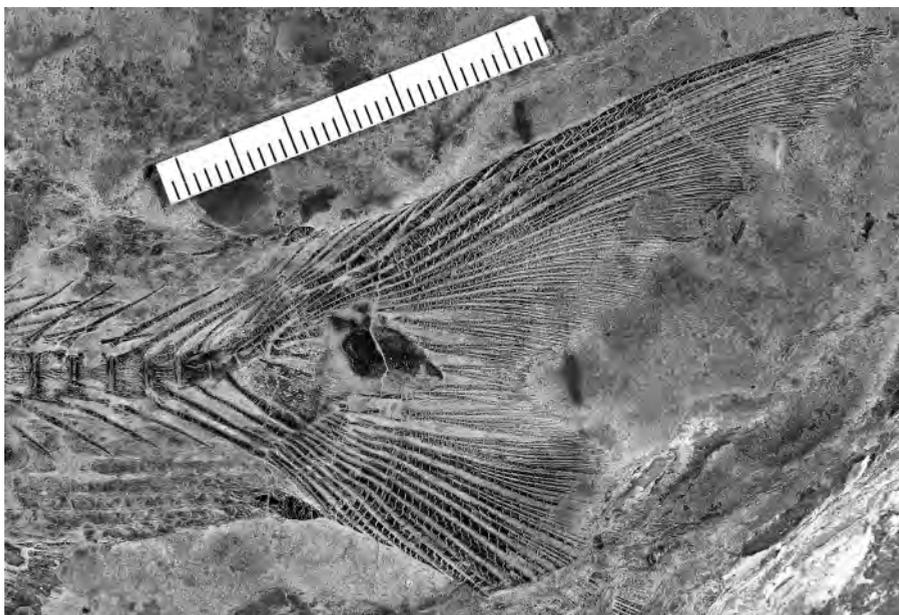


Fig. 10: *Italoelops foreyi* gen. and sp. nov. Anal fin of holotype CLC I-279.

15 rays and 12 pterygiophores compose the anal fin. The first three rays are short and spiny. They are supported by the first pterygiophore. The third spiny ray is already segmented. The first principal ray exhibits the same morphology as the homologous element of the dorsal fin. It is pointed, segmented with an obliquely oriented

segmentation at the distal extremity. The eleven other principal rays are segmented and branched. The last pterygiophore supports the two last rays. The origin of the anal fin is located at the level of the thirty-eighth vertebra. A small postanal bone is present just behind the last pterygiophore.

4.8.5. – The caudal endoskeleton and fin (Figs 11, 12)



In alto:

Fig. 11: *Italoelops foreyi* gen. and sp. nov.
Caudal fin region of holotype CLC I-279.

A sinistra:

Fig. 12: *Italoelops foreyi* gen. and sp. nov.
Caudal skeleton of holotype CLC I-279.

The preural centrum 1 (PU 1) and the ural centra 1 and 2 (U 1, 2) are autogenous and smaller than the preceding vertebrae. U 2 is especially reduced. The last neural arches and spines and the last haemal arches and spines, including the parhypural (PHY) are articulated to the corresponding vertebrae. PHY and all these last neural and haemal spines are long and narrow. The preural centrum 2 (PU 2) bears the last complete neural spine (NP PU 2). Three small ossifications form a large neural arch that extends on PU 1 and U 1 but there is no neural spine associated to PU 1 and U 1. There are three rod-like epurals (EP 1-3). EP 1 is longer than the two others. There are three uroneurals (UR 1, 2, 3). The anterior extremity of UR 1 is slightly festooned and extends on PU 2. UR 2 is shorter and anteriorly reaches U 1. UR 3 is still shorter. Six hypurals (HY 1-6) are visible. They are all autogenous. HY 1 and HY 3 are moderately broadened. HY 2, 4, 5 and 6 are rather narrow. A small urodermal is present. Large dorsal and ventral caudal scutes precede the dorsal and ventral procurrent caudal rays.

The caudal fin is deeply forked. There are 10 dorsal and 7 ventral procurrent rays and 19 principal rays. The most external dorsal and ventral principal rays are segmented and pointed. The other principal rays are segmented and branched. The segmentation is sinusoidal. There are 4 fringing fulcra along the external margin of the dorsal lobe. Fringing fulcra are missing on the ventral margin of the caudal fin.

4.8.6. – The squamation

The squamation is badly preserved. Fragments of large cycloid scales are visible. There are thin concentric *circuli* and a few *radii* in the posterior field.

5. – Discussion

Italoelops has a medio-parietal skull. The border of the upper jaw is principally formed by the maxilla. There are two supramaxillae. The orbitosphenoid and the basisphenoid are present. There is a subtemporal fossa. The posterior infraorbitals are large bones. A gular plate is present. The first epineurals are fused to the neural arches. The pelvic girdle is abdominal. The dorsal and anal fins are devoid of strong spines. PU1, U1 and U2 are autogenous. There are three epurals, three uroneurals, one urodermal, six autogenous hypurals and 19 principal caudal rays. The scales are cycloid. All these characters attest that the new Italian fossil fish is a primitive teleost.

Italoelops has the neural arches on PU1 and U1 that are fused together, forming an elongate plate above these two vertebrae. That is one of the major apomorphies of the orders Elopiformes and Albuliformes (NYBELIN, 1963: figs 1, 6, 7; FOREY, 1973: figs 10, 15, 17, 18, 28, 33, 53, 68, 72, 83, 93; among others). *Italoelops* also exhibits a rostral ossicle, another important apomorphy of these two orders (FOREY, 1973: figs 6, 26, 32, 66, 80, 81; TAVERNE, 1974: fig. 1). Other teleosts do not share these

two apomorphies. Both jaws bears large bands of very small teeth. The retroarticular fused to the angular is a fourth specialized character of these two orders (NELSON, 1973) that is shared by the new fish of Pietraraja. These four features clearly show that *Italoelops* belongs to the superorder Elopomorpha and more particularly the orders Elopiformes and Albuliformes. Indeed, *Italoelops* does not share the peculiar apomorphies of the more specialized orders Notacanthiformes and Anguilliformes.

The snout is elongated. The mandibular sensory canal is entirely enclosed in the bones of the lower jaw. These two character range *Italoelops* in the order Elopiformes rather than in the order Albuliformes that have a shorter snout, with frequently an inferior prognathous mandible, and an open mandibular sensory canal (FOREY *et al.*, 1996).

The maxilla is rather narrow and almost rectilinear in *Italoelops* and the anterior extremity of the dentaries also is narrow as in elopid fishes. The maxilla is broader and more arched and the lower jaw symphysis is deeper in Megalopidae.

In *Italoelops*, the dentary bears two different toothed regions. Anteriorly, there is a wide anterior patch of extremely thin teeth that spreads over the external and internal sides of the bone. Posteriorly, there is single row of very small conical teeth that are however a little larger than the ones on the patch. No other fossil or living elopiform fish exhibits such a dental morphology of the dentary. This unique, unshared apomorphic character clearly indicates that *Italoelops* deserves its peculiar generic status.

Lavoro consegnato il 27.12.2023

REFERENCES

- CAPASSO, L., 2007 – Pietraraja pietre e memorie. Ed. Paper's World, Teramo: 1-181.
- COSTA, O. G., 1853-1860 – Ittiologia fossile italiana. Opera da servire di supplemento alle ricerche su i pesci fossili di L. Agassiz. Napoli: I-VIII + 1-67.
- COSTA, O. G., 1864 – Paleontologia del regno di Napoli. Parte 3. *Atti dell'Accademia Pontaniana* 8: 1-196.
- D'ERASMO, G., 1914 – La fauna e l'età dei calcari a ittioliti di Pietraraja. Parte I. *Palaontographica Italica, Memorie di Paleontologia* Pisa, 20: 1-58.
- D'ERASMO, G., 1915 – La fauna e l'età dei calcari a ittioliti di Pietraraja. Parte II. *Palaontographica Italica, Memorie di Paleontologia* Pisa, 21: 59-111.
- FOREY, P. L., 1973 – A revision of the elopiform fishes, fossil and recent. *Bulletin of the British Museum (Natural History), Geology* Supplement 10: 1-222.
- FOREY, P. L., LITTLEWOOD, T. J., RITCHIE, P. & MEYER, A., 1996 – Interrelationships of elopomorph fishes. In: STIASSNY, M. L. J, PARENTI, L. R. & JOHNSON, G. D. (eds), *Interrelationships of fishes*, Academic Press, San Diego, London: 175-191.
- NELSON, G., 1973 – Relationships of elopomorphs, with remarks on the structure of the lower jaw in fishes. *Zoological Journal of the Linnean Society* 53, Supplement 1: 333-349.
- NYBELIN, O., 1963 – Zur Morphologie und Terminologie des Schwanzskelettes der Actinopterygier. *Arkiv für Zoologie* ser. 2, 15(35).
- TAVERNE, L., 1974 – L'ostéologie d'*Elops* Linné, C., 1766 (Pisces Elopiformes) et son intérêt phylogénétique. *Académie Royale de Belgique, Mémoires de la Classe des Sciences* coll. In-8°, 2e sér., 41(2): 1-96.

IMPLICAZIONI PALEOECOLOGICHE E PALEOAMBIENTALI DELLA PRESENZA DI UOVA DI SELACEI NELL'HETTANGIANO (GIURASSICO INFERIORE) DI PECHGRABEN (BAYREUTH, GERMANIA SUDORIENTALE)

LUIGI CAPASSO*

*Museo universitario – Università degli Studi “G. d’Annunzio” di Chieti e Pescara
Piazza Trento e Trieste, 1 – 66100 Chieti l.capasso@unich.it

Riassunto

L'autore descrive un esemplare di *Palaeoxyris alterna* proveniente dalla Formazione di Bayreuth (Bayreuth, Baviera, Germania sudorientale) datata all'Hettangiano (Lias). La presenza di questa ooteca fossile, associata ai resti di una lussureggiante vegetazione, conferma che l'ambiente di sedimentazione era dulciacquicolo a bassa energia, forse un meandro fluviale in via di isolamento. In questo ambiente ristretto, non lontano dalla costa, alcuni selacei (almeno gli ibodonti) migravano stagionalmente per riprodursi, per deporre ed attendere la schiusa delle loro uova (*nursery*).

Abstract

The author describes a specimen of *Palaeoxyris alterna* collected in the Bayreuth Formation (Bayreuth, Bavaria, south-eastern Germany), dated to the Hettangian (Lower Lias). The presence of this fossil ootheca, associated with fossil remains of an abundant vegetation, confirms that the sedimentation environment was low-energy freshwater, probably an oxbow lake. In this restricted environment, not far from the coast, some selaceans (at least the hybodonts) migrated seasonally to reproduce, to lay their eggs and to look after their offspring (*nursery*).

1. – Introduzione

La località fossilifera di Pechgraben, situata a Nord di Bayreuth (Franconia, Germania sudorientale) è nota da oltre un secolo e mezzo per i suoi fossili vegetali in perfetto stato di conservazione (Braun, 1860). L'insieme paleofloristico è molto ricco (Weber, 1968; van Konijnenburg-van Cittert & Schmeißner, 1999; Bauer *et al.*, 2015) e molti autori hanno anche recentemente revisionato le singole specie di piante fossili che configurano un paleo-ambiente lacustre (van Konijnenburg-van Cittert *et al.*, 2001; van Konijnenburg-van Cittert, 2010; Kustatscher *et al.*, 2016). In questo contesto i resti fossili di organismi animali sono straordinariamente rari: sono stati descritti soltanto resti di libellule (Bechly, 2015; Kohli *et al.*, 2016), un limulo (Bicknell *et al.*, 2021) ed un mollusco bivalve d'acqua dolce (Braun, 1860). Recentemente Bicknell *et al.* (2021) hanno segnalato, ma non descritto, resti di uova di selacei.

Un esemplare di ooteca di selaceo, parziale ma perfettamente conservata, appartenente all'icnotaxon *Palaeoxyris*, recentemente rinvenuto, consente all'autore di approfondire la questione della presenza di uova di selacei nelle marne di Pechgraben. Questo esemplare, infatti, consente una perfetta diagnosi tassonomica e rafforza la ricostruzione paleo-ambientale di bacino di acqua dolce di bassa energia proposta per la località in questione (Schmeissner & Hauptmann, 1998), ma, al contempo, prospetta anche la possibilità che questo ambiente abbia avuto le caratteristiche idonee a quelle richieste per la riproduzione e la cura dei neonati da parte degli ibodonti liassici.

2. – Materiali e metodi

Alla base del presente lavoro c'è l'analisi macro-morfologica e microscopica di superficie di un reperto fossile parziale di una ooteca di selaceo, conservata in calco (Figura 1 A) e contro-calco (Figura 1 B), proveniente dalle argille dell' Hettangiano (Lias inferiore) di Pechgraben, vicino a Neudrossenfeld, Franconia, Baviera, Germania sudorientale. L'esemplare è stato raccolto in una delle lenti di argilla intercalate nella sabbia che viene estratta in una cava a cielo aperto gestita dalla Società Bocksrück Sandgrube GmbH & Co. KG. Questo materiale rappresenta un affioramento della cosiddetta *Bayreuth Formation* (Kohli *et al.*, 2016). L'esemplare appartiene alla Collezione pubblica di pesci fossili "Luigi Capasso", dove è conservata con il numero di inventario CPFLC # S-2023 (Figura 1). Si tratta di una Collezione Pubblica istituita nel secolo scorso e tutelata dallo Stato Italiano. Infatti, essa è legalmente registrata con due Decreti del Ministero per i Beni e le Attività Culturali, alle date 11 ottobre 1999 e 29 aprile 2020, n. 14, entrambi ai sensi della legge italiana 1089/39. Gli esemplari di tale Collezione sono stati inoltre soggetti a prescrizioni in ordine alla disponibilità dei reperti agli studi, sulla base dell'articolo 30 della legge n. 42/2004.

Dal punto di vista dell'analisi morfologica e della determinazione tassonomica sono stati seguiti i criteri riportati da Mikhailov *et al.* (1996) e da Capasso (2022) per le ooteche fossili.

3. – Osservazioni

L'esemplare recentemente raccolto nelle argille marnose di Pechgraben è una parziale ooteca di selaceo (Ichnogruppo *Veterovata* di Mikhailov *et al.*, 1996), conservata in calco e contro-calco su un frammento di matrice, assieme a resti vegetali indeterminabili (Figure 1 A e B). L'esemplare manca di buona parte del peduncolo, mentre il corpo è quasi completo ed il becco è completamente conservato. Si tratta di una ooteca di media taglia: il frammento posseduto ha una lunghezza totale massima di 63 mm. Nonostante la frammentarietà, questo reperto è facilmente attribuibile all'icnogenere *Palaeoxyris* Brongniart (1828), in quanto presenta tutti i caratteri tipici della diagnosi di questo genere, così come emendata da Fischer *et al.* (2011). In particolare osserviamo: il becco ed il corpo presentano la triplice divisione caratteristica di questo genere; il corpo presenta un caratteristico disegno romboidale trasversale ed è nettamente fusiforme, gradualmente rastremato verso ciascuna estremità, composto da tre fasce parallele attorcigliate a spirale; l'estremità anteriore si assottiglia gradualmente nel becco, che è corto ed appuntito; sui collaretti è presente una fine striatura longitudinale. L'esemplare corrisponde bene alla specie *Palaeoxyris alterna* Fischer *et al.* (2011), soprattutto perché il corpo, nettamente fusiforme, è attraversato da sei fasce ritorte elicoidalmente che formano 11 segmenti; caratteristicamente queste fasce non hanno tutte la stessa larghezza, ma sono di due tipi dimensionali: fasce larghe e fasce strette; le une e le altre si alternano con un ritmo che caratterizza la



Fig. 1: Ooteca di ibodonte *Palaeoxyris alterna* Fischer *et al.* (2011) dal Lias inferiore di Pechgraben, presso Neudrossenfeld, Baviera (Germania sudorientale). Scala metrica in centimetri. CPFLC # S-2023.

specie e che Fischer *et al.* (2011) hanno riconosciuto e descritto nel seguente schema: largo-largo-stretto-largo-largo-stretto. Il becco possiede costolature rettilinee con andamento parallelo al profilo del becco stesso.

4. – Discussione

Bicknell *et al.* (2021) hanno citato la presenza di *Palaeoxyris alterna* nelle argille marnose di Pechgraben, ma non hanno descritto alcun esemplare; rispetto a detta citazione, bisogna rimarcare che l'ooteca descritta nel presente lavoro, seppure morfologicamente corrispondente alla diagnosi della specie *Palaeoxyris alterna*, ne differisce per le dimensioni sensibilmente maggiori. Infatti, nell'olotipo e negli esemplari descritti da Bicknell *et al.* (2021) la massima lunghezza del corpo non è mai superiore a 2.5 cm circa, mentre il nostro esemplare è di taglia notevolmente maggiore, con una lunghezza del corpo di almeno 4.2 cm. Non c'è dubbio, tuttavia, che la descrizione attuale conferma la presenza di *Palaeoxyris alterna* e, più in generale, di ooteche di selacei ibodonti, nel paleo-ambiente di Pechgraben.

Come già ricordato, nel complesso, i sedimenti che oggi affiorano nel sito di Pechgraben si sono molto probabilmente formati in un ambiente di acqua dolce a bassa energia; la ricchissima associazione floristica indica che l'ambiente sedimentario dovette essere molto simile ad un meandro fluviale in via di isolamento, ovviamente circondato da una fitta vegetazione (Weber, 1968; Schmeissner & Hauptmann, 1998; van Konijnenburg-van Cittert *et al.* 2001).

Se questa interpretazione paleo-ambientale è corretta, il significato che assume la presenza di ooteche di selacei ibodonti ha anche un valore paleoecologico, come tende ad indicare anche il confronto fra il paleo-ambiente di Pechgraben ed altre facies consimili. In proposito almeno due confronti sembrano essere significativi: quello con la Formazione Madygen (Kirghizistan) e quello con la Formazione Högånäs (Svezia).

Nella Formazione Madygen, Kirghizistan, datata dal medio al tardo Triassico, Fischer *et al.* (2011) hanno dimostrato la presenza di abbondanti resti di capsule di uova assegnate alle nuove icno-specie *Fayolia sharovi* e *Palaeoxyris alterna*. L'ambiente deposizionale, come dimostrato anche dalle analisi isotopiche, è quello litorale. In questo caso le capsule delle uova sono state rinvenute in associazione con una moltitudine di minuscoli denti appartenenti a soggetti giovani dell'ibodonte *Lonchidion ferganensis*; sono stati rinvenuti solo pochi denti appartenenti ad individui adulti della stessa specie. Questo complesso paleontologico ha permesso a Fischer *et al.* (2011) di ipotizzare che, durante il Triassico Medio e Superiore, l'ambiente d'acqua dolce di Madygen fosse un vero e proprio vivaio per alcuni condritti, sia gli squali Ibodontidi (che probabilmente produssero le capsule di uova dell'icnogenere *Palaeoxyris*) che quelli Xenacantidi (che probabilmente produssero le capsule di uova dell'icnogenere *Fayolia*). Evidentemente questi squali, abitanti di d'acqua dolce, nuotavano periodicamente attraverso le zone litorali per raggiungere l'ambiente di Madygen allo

scopo di riprodursi, di deporre le uova fecondate e di consentire agli avannotti di svolgere le prime fasi della loro vita (Fischer *et al.*, 2011).

Krüger *et al* (2021) hanno dimostrato la presenza di capsule di uova appartenenti all'icno-genere *Palaeoxyris* nella Formazione Höganäs, ampiamente affiorante nel sud della Svezia e datata al Giurassico Inferiore. In questa formazione le capsule delle uova sono associate a resti di piante fossili del tipo equiseti. Quindi gli autori hanno suggerito un “*ambiente deposizionale di estuario e potenzialmente che gli squali appena nati vivessero in habitat paragonabili alle moderne mangrovie, come spesso accade oggi*” (Krüger *et al.*, 2021).

Le analogie che la Formazione di Bayreuth presenta sia con la Formazione Höganäs che con la Formazione Madygen, si estendono sia a livello della composizione della flora e della fauna, sia al livello dell'interpretazione delle condizioni di sedimentazione e, quindi, della ricostruzione paleo-ambientale. Ciò, nel complesso, consente di immaginare che anche il paleo-ambiente di Pechgraben, nell' Hettangiano (Lias inferiore), fosse un braccio d'acqua dolce a bassa energia, ristretto, non lontano dalla costa, che venne individuato da alcuni selacei (almeno dagli ibodonti) come luogo di riproduzione e *nursery*.

Questa interpretazione, d'altra parte, si colloca perfettamente nel quadro della ricostruzione del comportamento riproduttivo degli squali d'acqua dolce mesozoici dei bacini dell'Europa continentale, così come studiato e ricostruito da Fischer (2012). Quest'autore, infatti, è stato il primo a ricostruire i movimenti migratori tra i bacini d'acqua dolce e quelli marini, sulla base delle variazioni delle concentrazioni degli isotopi stabili dell'idrossiapatite dei denti fossili (che indicano in quale tipo di acqua è avvenuta la crescita dentale). Combinando queste informazioni con la distribuzione delle ooteche, lo stesso Fischer (2012) è riuscito a concludere che questi squali d'acqua dolce, nel Mesozoico, eseguivano migrazioni temporanee verso l'acqua dolce per riprodursi; infatti afferma: “*La strategia di ovideposizione (cambiamento di habitat, area di crescita, fedeltà del sito) dedotta dalle capsule di uova fossili e dai denti di squalo [proporzioni degli isotopi stabili] sono notevolmente simili a quelle dei parenti moderni, suggerendo che i modelli riproduttivi osservati negli squali esistenti hanno avuto origine ben prima del Cenozoico*” (Fischer, 2012).

5. – Conclusioni

La dimostrazione di una ooteca determinabile come *Palaeoxyris alterna* consente di confermare che la sedimentazione della Formazione di Bayreuth avvenne in un ambiente di sedimentazione acquadulcicolo di bassa energia.

Pertanto, il complesso delle informazioni paleontologiche, che vedono la presenza di ooteche di ibodonti associate ad una ricca flora fossile, nonché le confermate ricostruzioni paleo-ambientali, consentono di ipotizzare che nell' Hettangiano (Lias inferiore) la cosiddetta “lanca di Pechgraben” fosse un braccio fluviale tranquillo o semi-abbandonato che gli ibodonti periodicamente raggiungevano, attraverso le

zone litorali, per riprodursi, per deporre le loro uova fecondate e per far svolgere agli avannotti le prime fasi della loro vita.

Lavoro consegnato il 29.04.2024

BIBLIOGRAFIA CITATA

- BAUER, K., KUSTATSCHER, E., DÜTSCH, G., SCHMEISSNER, S., KRINGS, M. & VAN KONIJNENBURG-VAN CITTERT, J.H.A., 2015 – *Lepacyclotes kirchneri* n. sp. (Isoetales, Isoetaceae) aus dem unteren Jura von Oberfranken, Deutschland. *Berichte der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft Bayreuth*, **27**: 429–443.
- BECHLY, G., 2015 – Fossile Libellennachweise aus Deutschland (Odonoptera). *Libellula (Supplement)*, **14**: 423–64.
- BICKNELL, R.D.C., HECKER, A & HEYNG, A.M., 2021 – New horseshoe crab fossil from Germany demonstrates post-Triassic extinction of Austrolimulidae. *Geological Magazine*, **158**: 1461–1471.
- BRAUN, K.F.W., 1860, Die Thiere in den Pflanzenschiefern der Gegend von Bayreuth. *Jahresbericht von der König. Kreis-Landwirtschafts-und Gewerbschule zu Bayreuth für das Schuljahr, 1859/60*: 1–11.
- CAPASSO, L., 2022 – Palaeophysiology of reproduction in fossil fishes: an overview and new insights, with the description of four new ichnotaxa. *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona, Geologia Paleontologia Preistoria*, **46**: 23-74.
- FISCHER, J., 2012 – *Palaeoecology, migration behavior, and reproductive pattern of Palaeozoic to Mesozoic freshwater sharks revealed by stable isotopes*. Doctoral Dissertation, Technischen Universität Bergakademie Freiberg.
- FISCHER, J., VOIGT, S., SCHNEIDER, J.W., BUCHWITZ, M. & VOIGT, S., 2011 – A selachian freshwater fauna from the Triassic of Kyrgyzstan and its implication for Mesozoic shark nurseries. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **31** (5): 937-953.
- KOHLI, M.K., WARE, J.L. & BECHLY, G., 2016 – How to date a dragonfly: Fossil calibrations for odonates. *Palaeontologia Electronica*, **19.1.1FC**: 1–14.
- KRÜGER, A., SLATER, S., VALDA, V., 2021 – 3D imaging shark egg case (*Palaeoxyris*) from Sweden with new insights into Early Jurassic shark ecology. *GFF*, **143** (2-3): 229-247.
- KUSTATSCHER, E., VAN KONIJNENBURG-VAN CITTERT, J.H.A., BAUER, K. & KRINGS, M., 2016 – Strobilus organization in the enigmatic gymnosperm *Bernettia inopinata* from the Jurassic of Germany. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **232**: 151–161.
- MIKHAILOV, K.E., BRAY, E.S., HIRSCH, K.E., 1996 – Para-taxonomy of Fossil Egg Remains (Veterovata): Principles and Applications. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **16**: 763-776.
- SCHMEISSNER, S. & HAUPTMANN, S., 1998 – Ein Blattschopf von *Nilsonia acuminata* (Presl) Goeppert aus dem unteren Lias Oberfrankens. *Documenta Naturae*, **117**: 1–11.
- VAN KONIJNENBURG-VAN CITTERT, J.H.A., 2010 – The Early Jurassic male ginkgoalean inflorescence *Stachyopitys preslii* Schenk and its in situ pollen. *Scripta Geologica - Special Issue*, **7**: 141–149.
- VAN KONIJNENBURG-VAN CITTERT, J.H.A. & SCHMEISSNER, S., 1999 – Fossil insect eggs on Lower Jurassic plant remains from Bavaria (Germany). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **152**: 215–223.
- VAN KONIJNENBURG-VAN CITTERT, J.H.A., SCHMEISSNER, S. & DÜTSCH, G., 2001 – A new *Rhaphidopteris* from the Lower Liassic of Bavaria, Germany. *Acta Palaeobotanica*, **41**: 107–113.
- WEBER, R., 1968 – Die fossile Flora der Rhät-Lias-Übergangsschichten von Bayreuth (Oberfranken) unter besonderer Berücksichtigung der Coenologie. *Erlanger Geologische Abhandlungen*, **72**: 1–73.

LE RUDISTE DELLA CLASSICA LOCALITA' DI BAČEVICA (SERBIA ORIENTALE)

ALCEO TARLAO¹, RAJKA RADOIČIĆ†, GIORGIO TUNIS²

¹ Civico Museo di Storia Naturale di Trieste.

² Via Margotti 19 Gorizia Italia.

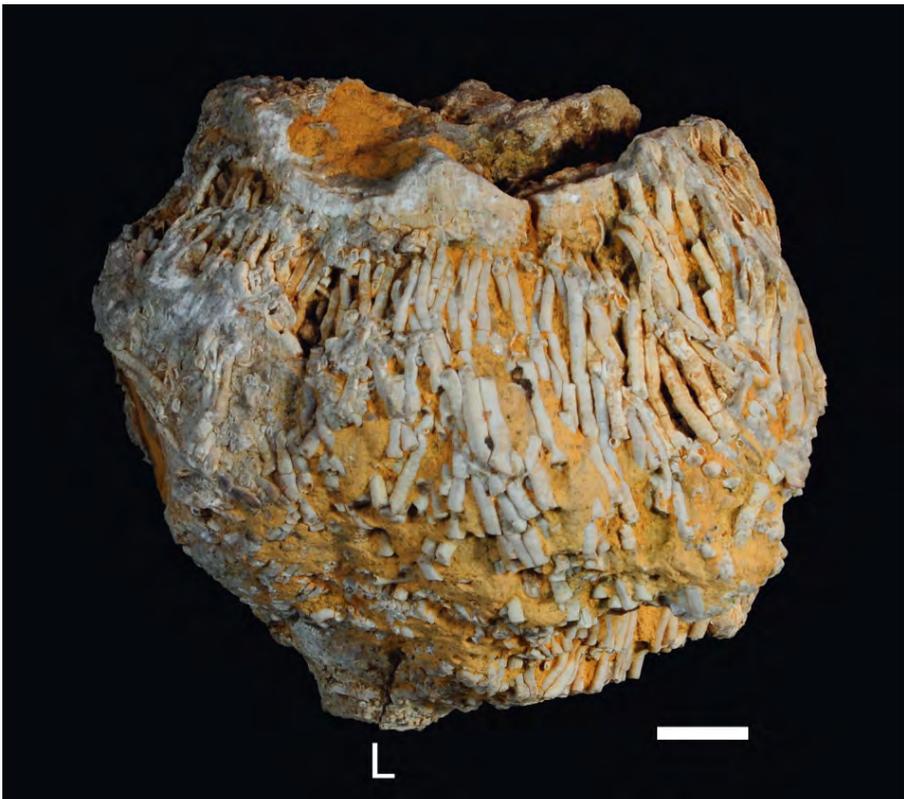


Fig. 1: Valva destra in visione posteriore di *Pseudopolyconites serbicus* Milovanović, 1934. 2409 MCSN.

Abstract

New material collected by Alceo Tarlao during three field investigations in the famous paleontological locality of Bačevica (Eastern Serbia) and partly in the near zone of Vrbovac has allowed the taxonomic revision of a number of species and genera previously referred to other in the rudist literature. By modern study methods as described herein, the revision was done in collaboration with specialists from different countries which examined other specimens from several localities in Eurasia. Our research was initially addressed to the genus *Pseudopolyconites* historically found by Milovanović in Bačevica. The Serbian rudistologist instituted over the years twenty two species of *Pseudopolyconites* on the basis of the characteristics of their ligamental ridge. So many species of the genus in question have been re-considered by us as simple eco-morphotypes of *Pseudopolyconites serbicus* Milovanović, the first one instituted species. Some considerations regarding the enigmatic radiolite *Fundinia* n. gen, erroneously considered by Sladič-Trifunović similar to *Pseudopolyconites*, are added at the end of the text.

Riassunto breve

Nuove specie di rudiste raccolte da Tarlao Alceo nel corso di tre indagini sul campo nella famosa località paleontologica di Bačevica (Serbia orientale) e in parte nella vicina zona di Vrbovac ha permesso la revisione tassonomica di un certo numero di specie e generi precedentemente riferiti ad altri nella letteratura delle rudiste. Con i moderni metodi di studio qui descritti, la revisione è stata effettuata in collaborazione con specialisti di diversi paesi che hanno esaminato altri esemplari provenienti da diverse località dell'Eurasia. La nostra ricerca ha riguardato inizialmente il genere *Pseudopolyconites* (Fig. 1) storicamente rinvenuto da Milovanović a Bačevica. Gli specialisti di questi bivalvi di nazionalità serba hanno istituito nel corso degli anni ventidue specie di *Pseudopolyconites* sulla base delle caratteristiche della loro cresta ligamentare. Tante specie del genere in questione sono state da noi riconsiderate come semplici eco-morfotipi di *Pseudopolyconites serbicus*, la prima specie istituita. Alcune considerazioni riguardanti l'enigmatico radiolite *Fundinia* n. gen., erroneamente considerato da Sladič-Trifunović simile a *Pseudopolyconites*, sono aggiunte a fine testo.



Fig. 2: Mappa dei dintorni di Bačevica e Vrbovac (Serbia orientale).



Fig. 3: Paesaggio nei dintorni del profilo Bačevica.

1. – Introduzione

Questo lavoro riassume le ricerche paleontologiche condotte nell'arco di diversi anni dal primo autore nella Serbia orientale, più precisamente nell'area compresa tra Verbovac e Bačevica (Fig.2) a SE della cittadina di Boljevac che è posta a sud dell'ampio massiccio del Timok.

Le ricche faune a rudiste dell'area sono state figurano in diverse pubblicazioni da parte dei paleontologi serbi a partire da Milovanović (1932) con l'istituzione di numerosi generi e ancor più numerose specie. Nella zona sono stati esaminati e raccolti da Alceo Tarlao moltissimi esemplari che sono stati successivamente classificati secondo criteri moderni e più corretti dal punto di vista tassonomico. Con questi metodi è stata fatta una revisione dei seguenti generi e specie di rudiste: *Pseudopolyconites* (originarie 22 specie ora ridotte a una sola *Pseudopolyconites serbicus*); *Balabania acuticostata* (ora *Colveraia acuticostata*); *Branislavia bacevicensis* (ora *Colveraia bacevicensis*); *Radiolites angeiodes* secondo gli studiosi serbi (ora *Jouffia milovanovici*); *Pironaea* (con molte specie, ora ridotte a due *P. polystyla* e *P. corrugata*); *Vaccinities loftusi* (ora *Vaccinities alceotarlaoi* il cui olotipo è depositato al Museo Civico di Storia Naturale di Trieste). Questi studi sono stati condotti in collaborazione e con la guida di specialisti di livello internazionale, quali Sacit-Özer, Jose Maria Pons, Peter

Skelton, e Liana Šašaran che hanno confrontato le rudiste della Serbia con altre provenienti da diversi paesi come Turchia, Spagna, Romania, Emirati Arabi, ecc. I risultati sono stati pubblicati in tempi recenti su importanti riviste e presentati ai tre ultimi Congressi Internazionali sulle rudiste (Izmir, Turchia 2008; Kingston, Jamaica 2011; e Bellaterra - Barcellona 2014). Questi bivalvi, in tempi in cui la micropaleontologia era ancora poco sviluppata, si rivelarono estremamente utili per la biostratigrafia, in particolare per quanto attiene il Cretaceo. Attualmente gli specialisti di rudiste si sono ridotti a un piccolo numero, la maggior parte di loro anziani e ritirati dall'università e di altri centri di ricerca.

Questo contributo non apporta particolari novità a quanto già pubblicato ma vuole riassumere i risultati delle ricerche svolte su alcuni generi e specie di rudiste presenti nella Serbia orientale (e in vari altri paesi) i cui esemplari sono ora depositati nel Museo Civico di Storia Naturale di Trieste, nonché offrire delle informazioni riguardanti il contesto geologico-paleoambientale e la successione litologica e faunistica di Bačevica.

In *addendum*, in onore di Rajka Radočić (1925-1922), notissima micropaleontologa e probabilmente la più grande specialista mondiale di alghe marine fossili, abbiamo aggiunto alcune note riguardo *Fundinia*, rudista rinvenuta da lei assieme alla sua collega D. Pejović in Montenegro. Rajka ha partecipato fattivamente alle nostre prime ricerche in Serbia e successivamente ha cercato di aiutarci in vari modi. Purtroppo non siamo riusciti a organizzare e andare assieme nella località tipo a raccogliere esemplari di questa enigmatica rudista e lo studio di *Fundinia* rimane tuttora in attesa di specifiche future indagini.

2. – Il contesto geologico e la successione litologica della zona di Bačevica e Vrbovc secondo gli autori serbi

Riguardo al contesto paleogeografico, l'attuale Serbia orientale era caratterizzata durante il Campaniano-Maastrichtiano da un gruppo di isole di origine vulcanica (arcipelago?) separate da bacini profondi (Decourt, 1968, Sladić – Trifunović, 1968). La successione stratigrafica della zona in esame è legata alla presenza dell'importante complesso magmatico del Timok che condizionò anche le vicine contermini zone della Bulgaria occidentale (Swimburne *et al.*, 1992).

Il vulcanismo andesitico e basaltico del Timok ebbe termine nel Campaniano inferiore e successivamente nelle zone vicine al fronte vulcanico dall'inizio della deposizione di arenarie per lo più ibride, depositi ri-sedimentati post-eruttivi vulcano-clastici, carbonati, marne, marne siltose, silt (Dordevic e Banjesević, 1997). Il primo geologo e paleontologo a visitare e raccogliere fossili nella zona in esame si deve al famoso specialista di rudiste Branislav Milovanović che raccolse inizialmente degli esemplari lungo i due profili di Vrbovača Reka e Banosvički Potok a sud della montagna Tupižnica, a meridione del massiccio del Timok. L'autore descrive questa successione a partire dalla base come segue: 1) andesiti a volte propilitizzate e tufi

derivati, arenarie tufacee, marne a *Inoceramus* mal conservati e arenarie flychoidi, 2) arenarie, arenarie carbonatiche, calcari marnosi e arenacei con *Plagyoptychus aguilloni*, *Radiolites radiosus*, *Radiolites angeiodes* e coralli solitari, 3) grossi banchi di calcari bluastri e grigiastri con *Vaccinites loftusi*, radiolitidi e calcari solitari, 4) banchi calcarei con *Plagyoptychus aguilloni*, 5) arenarie bluastre e grigiastre prive di fossili (Vrb. Reka) e arenarie grigiastre e brune con *Orbitoides* (Banosovići Potok) e *Pironaea* a Bačevica, 6) banchi a *Radiolites angeiodes* e *Radiolites subangeiodes*, 7) calcari arenacei e marne con *Radiolites squamosus*, 8) calcari, arenarie e marne *Belemnitella mucronata* e l'echinide *Ananchytes ovatus*, 9) arenarie e marne con *Belemnitella mucronata* e *Ostrea vescicularis*, qualche raro livello ricco di una fauna a *Actaeonella gigantea* 10) calcari con *Orbignya*. L'autore segnalò una differenziazione (variazione) laterale delle facies con cambiamenti più o meno bruschi della litologia e della composizione faunistica e ammise comunque che la correlazione tra le due successioni non era chiara ed era stata basata sull'individuazione dei fossili osservando i successivi passaggi faunistici. La nostra breve esplorazione della zona di Vrbovac non ci ha consentito di riconoscere i toponimi dei due profili di Milovanović e abbiamo individuato solo una ricca località fossilifera (rio Kaljevi). Considerando che sono trascorsi diversi anni dalle nostre visite è intuibile che le esposizioni degli affioramenti possano essere mutate da quei tempi, alcuni occultati non più visibili come è pure probabile che Tarlao abbia rinvenuto nuove zone di raccolta dei campioni (cfr. Cap.2).

Nello stesso lavoro del 1932, Milovanović cita la presenza di un "recif" a rudiste e coralli. Milovanović e Grubić (1972) confermano che una grande varietà di rudiste creano un bioerma ben sviluppato, il così detto "Vrbovac reef" caratterizzato da una specifica associazione a *Pironaea* e *Pseudopolyconites*. Pur non potendo escludere la presenza del suddetto bioerma, nelle 17 aree fossilifere individuate da Alceo Tarlao non è stata constatata la presenza di ricche associazioni a *Pironaea-Pseudopolyconites* poiché l'abbondanza relativa delle specie di rudiste varia da zona a zona. Sladić-Trifunović (1998) ha presentato la successione stratigrafica più generale del graben senoniano della Serbia orientale (Fig. 2). La successione dalla base alla sommità è rappresentata da: 1) breccie carbonatiche, 2a) arenarie e calcari marnosi, 2b) calcari marnosi con foraminiferi planctonici, 3) andesiti e tufi andesitici, 4) varie facies che includono biostromi e bioermi a rudiste, breccie carbonatiche, calcari arenacei con foraminiferi bentonici, arenarie con acteonellidi e coralli, 5) calcari marnosi con inoceramidi. Riguardo agli intervalli di maggior interesse a rudiste, anche Sladić-Trifunović ammette che le sequenze osservate sono caratterizzate da continue alternanze di differenti facies sia in senso verticale che orizzontale.

3. – L'esplorazione della zona di Bačevica

Alceo Tarlao ha effettuato tre campagne di ricerca nella zona, rispettivamente nella tarda primavera e nell'autunno 2006 e durante l'estate 2007 assieme a Maurizio Tentor con escursioni di più giorni a Vrbovac e dintorni. L'obiettivo iniziale era

l'esame e lo studio dei bioermi e biostromi del cosiddetto "Vrbivac reef" e la raccolta degli esemplari presenti (rudiste e altri fossili).

Una seconda finalità era mirata alla questione della "pletora" di specie del genere *Pseudopolyconites* istituite dagli studiosi serbi (Milovanović 1934, 1935, Milovanović & Sladić 1957, Sladić-Trifunović, 1986).

Gran parte dei relativi esemplari di *Pseudopolyconites* raccolti provenivano da un numero limitato di località, in particolare dalla collina di Liljekar.

Nonostante le indagini del terreno si siano protratte complessivamente per circa un mese, negli anni a cui ci si è riferiti si sono trovati pochissimi affioramenti litici alla base della successione di Bačevica (Tarlao *et al.* 2010). Va inoltre precisato che larga parte della fauna raccolta è provenuta dai campi coltivati in quanto la zona in esame è coperta da boschi e campi coltivati (Fig. 3). È intuibile che la reperibilità e quantità di esemplari è legata all'estensione delle superfici coltivate. Considerata la necessaria e normale rotazione delle culture per la messa a riposo degli appezzamenti destinati per anni a prato, l'abbondanza-presenza degli esemplari e quindi il numero delle specie varia e varierà da zona a zona e di anno in anno. I campi agricoli sono intensamente sfruttati e le ricorrenti arature stagionali permettono a numerose rudiste di affiorare in perfette condizioni e prive di incrostazioni. Dopo le prime iniziali difficoltà, le indagini sul terreno hanno consentito di iniziare la raccolta dei campioni e sono stati collezionati numerosissimi esemplari, non solo in sedimenti sciolti ma anche negli alvei dei torrentelli di cui la zona è ricca o come piccoli accumuli di materiale di risulta dello spietramento dei campi ad opera dei contadini o posti sul fondo delle carrarecce e degli sterrati per migliorare la transitabilità dei mezzi agricoli.

La zona più favorevole per la raccolta dei campioni è stata individuata lungo la carrareccia che da Bačevica prosegue verso ovest, mentre la zona di Vrbovac si è rivelata molto meno ricca di rudiste e nonostante le nostre attese non è stata trovata traccia del complesso reefoide di Vrbovac. In conclusione è probabile che l'allargamento delle carrarecce e nuovi sterrati o opere di disboscamento con apertura di nuovi campi rivelino nuove aree di raccolta di rudiste così come è possibile che l'abbandono delle colture ricopriranno le zone fossilifere da noi esplorate.

Quindi, la zona di Bačevica che da Vrbovac sono dominate da sedimenti sciolti. Gli affioramenti sono molto rari, poco visibili e con spessori molto ridotti; la possibilità di prendere giacitura lungo la sezione scelta di Bačevica è limitata a due, tre giaciture certe e quindi la ricostruzione della successione stratigrafica è attualmente perlomeno opinabile così come la relazione tra le differenti zone di affioramento rimane in buona parte oscura. Considerato, per quanto visto, che gli strati immergono in modo progressivo e sempre più debolmente verso ovest, il nostro tentativo di ricostruzione della sezione mostra dalla base al tetto: 1) andesiti, arenarie vulcanoclastiche e sabbie con ciottoli quarzosi, occasionalmente echinidi, piccole rudiste indeterminabili associate talora a coralli solitari; 2) coppie litologiche breccie carbonatiche / calcari con grossi frammenti di rudiste e coralli solitari alla base e rudiste in posizione di crescita e calcari siltosi alla sommità, 3) sabbie e silt, marne ciottolose, calcari marnosi con briozoi oppure rudiste in prevalenti associazioni monospecifiche; 4) sedimenti sciolti

con ricche e diversificate associazioni di rudiste complete con le valve in connessione e in posizione di crescita; 5) areniti ibride con stratificazione non ben visibile. Lungo questo profilo non sono stati osservati le marne e i calcari marnosi con *Inoceramus* (cfr. Fig 2) e neppure le argilliti e marne con foraminiferi planctonici che dovrebbero caratterizzare la sommità di alcune sezioni stratigrafiche affini di età maastrichtiana inferiore presenti in alcune zone a S di Bor. Per queste incertezze Tarlao *et al.* (2010) hanno dato maggior importanza alla successione delle associazioni faunistiche lungo il profilo Bačevica-Liljekar. In Fig. 4 sono riassunti principali dati litologici, stratigrafici e paleontologici più significativi dell'area in esame.

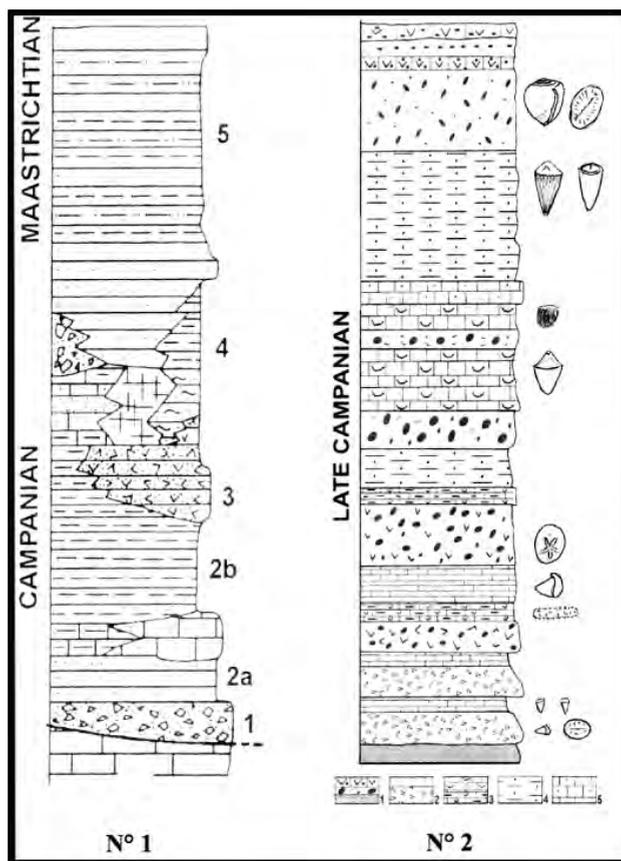


Fig. 4: Colonna 1: 1) breccia calcarea, 2a) arenarie e calcari marnosi, 2b) marne con foraminiferi, 3) andesite piroclastica, 4) facies miste, 5) marne a inocerami. Tratta da: Sladič-Trifunović, 1998. Colonna 2: Faune significative della sezione Bačevica. Dal basso verso l'alto: rudiste indeterminate e coralli, briosi, *Pironaea*, *Pseudopolygonites*, *Colveria acuticostata*, *Colveria bačevicensis*, *Actaeonella gigantea*. La posizione verticale delle rudiste indica la posizione di crescita. Per la spiegazione delle litologie si rimanda al testo.

La colonna stratigrafica 2 fornita da Tunis indica una successione di associazioni faunistiche nel tratto E-W in esame, nell'ipotesi di una costante immersione degli strati verso W. Ovviamente lo spessore di questa colonna è sconosciuto. Sladič - Trifunović stima uno spessore probabilmente esagerato delle facies miste (fig. 2). Banjević (2010) valuta uno spessore di circa 500 metri per le successioni campaniane delle zone più vicine al complesso del Timok. Liubović e Obranović (2011) stimano uno spessore di circa 150-160 metri per i depositi campaniano - (?) maastrichtiani della sezione Karzula-Bukovo posta a sud di Bor, successione molto simile a quella di Bačevica, in particolare per quanto riguarda i macrofossili (rudiste, coralli solitari e *Actaeonella gigantea*).

4. – L'età dei depositi di Bačevica

Per quanto riguarda l'età dei depositi di Bačevica e Vrbovac, Milovanović (1935), sulla base di alcuni generi e specie di rudiste, propose un'età maastrichtiana in analogia con delle faune identiche descritte da Toucas (1907) nella Francia meridionale. Il paleontologo serbo raccolse numerosi esemplari appartenenti al genere *Pironaea*. Questo ippuritide è caratterizzato da numerose pieghe dello strato conchigliare esterno e la grande variabilità morfologica indusse lo studioso a pensare che le varie morfologie rappresentassero degli stadi di evoluzione del genere in questione nel tempo man mano che la struttura diventava più complicata. Quindi Milovanović suddivise il Maastrichtiano in tre parti: inferiore, medio e superiore in base alle differenti morfologie via via più complicate del guscio di *Pironaea*.

L'applicazione di questo schema ha creato molti problemi nella letteratura inerente tali rudiste, ad esempio inducendo nell'errore il paleontologo bulgaro Pamoukchiev il quale, considerata la grande affinità faunistica di alcuni affioramenti della Bulgaria orientale appartenenti allo stesso contesto geologico del Timok, adottò lo stesso criterio per datare le successioni di Garlo e Breznik (Bulgaria). Successivamente alcuni studiosi hanno trovato nello stesso livello o addirittura nello stesso strato esemplari di *Pironaea* con morfologie delle pieghe dello strato esterno rivolte verso quello interno del guscio molto diverse tra di loro.

Sladič - Trifunović (1986, 1998, 2004) ha sempre confermato un'età maastrichtiana dei livelli a rudiste di Bačevica e Vrbovac, pur citando i ritrovamenti dei foraminiferi bentonici *Orbitoides tissoti* Schlumberger 1902 e *Pseudosiderolites vidali* (Douvillè, 1907). Ma Rajka Radoičić in Tarlao *et al.* (2010) attribuisce questi bentonici al Campaniano medio-superiore, vedi anche van Hinte 1976, van Gorsel 1978; De Castro 1990, Schlüter *et al.* 2008.

Pejovic *et al.* (1972) menziona la presenza di foraminiferi planctonici globigerinoidi di presunta età maastrichtiana sottostanti il "reef di Vrbovac" ma senza citarne genere e specie e neppure la località di ritrovamento.

Le età sulla base delle analisi isotopiche effettuate su due campioni di rudiste (*Joufia milovanovici* e *Colveraia bacevicensis*) raccolte nel torrente Kaljevi (Vrbo-

vac) che si stima abbiano mantenuto la composizione originale degli isotopi dello stronzio hanno rivelato un'età media di 76.8 milioni di anni, vicina al limite tra il Campaniano medio e il Campaniano superiore.

Quindi i pochi dati disponibili provenienti dalla micropaleontologia e dalla geo-chimica stanno ad indicare una probabile età Campaniano -media superiore che conformerebbero le datazioni di Swimburne *et al.* 1992 per le sezioni affioranti nei pressi di Brezник, Bulgaria. Queste ultime sono assolutamente affini come contenuto fossilifero: infatti sono presenti non solo rudiste (Pamouktichkiev, 1964) con gli stessi generi di Bačevica e Vrbovac, ma anche briozoi, echinidi, *Actaeonella gigantea* e coralli individuali. Anche le litologie che vedono la prevalenza di areniti ricche in quarzo, pirosseni e feldspati con variabili qualità di detrito carbonatico (areniti ibride) e dipiroclastiti sono le stesse. Negli affioramenti di Brezник sono presenti anche conglomerati con ciottoli di quarzo ben arrotondati e subordinati calcari con presenza di macrofossili (rudiste e coralli solitari). Per queste ragioni si reputano non sufficienti le precedenti informazioni crono-stratigrafiche e micropaleontologiche offerte dai paleontologi serbi a provare un'età maastrichtiana delle successioni di Bačevica e Vrbovac.

Va precisato inoltre che le rudiste, trattandosi di molluschi di ambienti marini di bassa profondità, sono strettamente dipendenti dalle facies e dalla loro variabilità.

La distribuzione cronostatigrafica dei vari generi e specie non a caso dipende in larga misura dall'evoluzione dell'ambiente sedimentario di quella specifica area paleogeografica in funzione delle variazioni del livello marino e della tettonica regionale. Se ne deduce che gli intervalli cronostatigrafici di alcuni generi e specie (ad esempio *Joufia* e *Pironaea*) sono più ampi di quello locale perchè questi cambiano a seconda delle province faunistiche (Gili *et al.* 1986).

Esemplari di *Pseudopolyconites*, la cui specie non è stata determinata, sono segnalati nel Maastrichtiano superiore di alcune successioni della piattaforma Apula (cava di Ciolo) e sull'isola di Lefkas, isole ionie, Grecia (Steuber *et al.* 2007).

5. – Il paleoambiente

Associazioni con più specie e monospecifiche di rudiste in grado di coesistere con coralli, creando più o meno complessi reefoidi con coralli e rudiste, sono noti da tempo.

Tra l'altro biostromi con coralli e rudiste sono stati rinvenuti associati a rocce vulcaniche o depositi vulcanoclastici come ad esempio a Pachino, Sicilia meridionale (Camoin *et al.*, 1988). Come anticipato, pure non potendo escludere la loro presenza, non sono stati rintracciati in campo affioramenti della barriera corallina di Vrbovac.

A Bačevica si sono rinvenuti moltissimi coralli solitari (*Cyclolites*) di piccole e medie dimensioni, sia alla base che nella parte medio-alta della successione (Figg. 4-9) ma non gli attesi organismi sessili costruttori di barriera. Talvolta sono stati trovati esemplari di *Microporidium* attaccati alla valva superiore di una rudista come

pure il caso di un grosso esemplare di *Cyclolites* sovrastato da un esemplare di *Pseudopolyconites* (Fig. 74).

A Bačevica i depositi carbonatici sono presenti alla base della successione e sono rappresentati da banchi spessi 40-70 cm. Questi sono caratterizzati da alternanze ritmiche con alla base un'unità più spessa con frammenti, variamente orientati, più o meno grossi di rudiste e coralli solitari. Segue un'unità superiore di circa 10 cm. con rudiste, più o meno abbondanti, in genere ben conservate, in posizione di crescita e spesso con ambedue le valve in connessione. Si è supposto che dette alternanze rappresentino il risultato della sovrapposizione e interazione ciclica di eventi, ripetuti nel tempo, di trasporto e rielaborazione dei gusci in zone di alta energia per l'azione di onde di tempesta seguiti da nuove colonizzazioni ad opera di rudiste e coralli solitari in zone diventate a bassa energia, quindi maggiormente protette dal moto ondoso. Tarlao *et al.* (2010) hanno anche avanzata l'ipotesi di forti tempeste o uragani che episodicamente investirono la zona costiera delle isole, considerato che nel Cretaceo superiore un ampio settore degli attuali Balcani rientrava nella fascia dei monsoni.

La successione di Bačevica continua senza registrare fenomeni di elevato idrodinamismo con l'alternanza di associazioni a rudiste monospecifiche oppure con più specie a volte ben diversificate sviluppatasi su substrati prevalentemente sabbiosi e siltosi e meno comunemente carbonatici (calcari marnosi, calcareniti e calcareniti ibride). Spesso le rudiste si rinvenivano in posizione di crescita, eccellentemente conservate, con entrambe le valve in connessione e senza significative evidenze di bioerosione. Questi molluschi si svilupparono in zone lagunari, su substrati non rigidi, e si adattarono bene a vivere in ambienti torbidi considerato che erano organismi filtratori in grado di crescere rapidamente in senso verticale. In caso di forte accumulo dei sedimenti siltoso-sabbiosi, le rudiste venivano rapidamente sepolte.

È significativa pure l'osservazione che il sedimento che riempie l'interno delle conchiglie è sostanzialmente argilloso-siltoso mentre i sedimenti attorno agli esemplari esaminati sono rappresentati da granuli sabbiosi ben arrotondati e ciottoli quarzosi. Infatti, i sedimenti che si osservano attorno ai tubuli degli esemplari di *Pseudopolyconites*, nell'area di Liljekar sono rappresentati da argilla e silt di colore ocreo, ragion per cui si ritiene che queste rudiste si fossero sviluppate in un ambiente di elevata torbidità. Quindi tali rudiste dovettero svilupparsi prevalentemente in ambienti a bassa o moderata energia del moto ondoso quali piane tidali o basse lagune attraversate da canali di marea come si può presumere dalla locale abbondanza di sabbia. considerando le caratteristiche morfologiche e tafonomiche di alcune si può escludere la presenza di zone maggiormente esposte ad un intenso idrodinamismo dovuto a onde e correnti. Questa ipotesi ad esempio risulterebbe avallata dal fatto che in differenti aree di raccolta gli individui del genere *Lapeirousia* mostrano marcate differenze di altezza della conchiglia. Esemplari provenienti da alcune zone sono quasi piatti, forse per resistere meglio all'azione del moto ondoso, in altre zone, probabilmente a basso idrodinamismo, mostrano un vistoso aumento in altezza. (Figg.35-36). A supporto di ciò si osserva che alcune specie delle attuali ostree fissate a supporti molto esposti al moto ondoso presentano ornamentazioni delle valve molto diverse di quelle di esem-

plari delle medesime specie viventi in zone protette. È anche lecito supporre che si siano sviluppati differenti caratteri morfologici tra individui di *Pseudopolyconites* in funzione a specifici fattori ambientali. Sulla base di queste considerazioni se ne deduce che il prolungamento o l'accorciamento dell'apparato ligamentare osservabile nei diversi esemplari di *Pseudopolyconites* possa essere ricondotto all'adattamento strategico in funzione del particolare ambiente di vita (Klinghardt, 1921).

Infine un'altro problema è rappresentato dai ciottoli di quarzo di cui si ignora del tutto la loro provenienza. In conclusione considerando sia la scarsità che la bassa qualità degli affioramenti impossibile formulare ulteriori ipotesi inerenti le questioni paleoambientali.

6. – Le rudiste importanti di Bačevica e Vrbovac.

In questo lungo capitolo vengono descritti i generi e le specie, in prevalenza radiolitidi, più rappresentative. Il genere *Pseudopolyconites* che è stato l'obiettivo iniziale delle ricerche viene descritto per primo, di seguito altre rudiste considerate particolarmente significative. Alcune di queste sono state revisionate ed emendate in tempi recenti grazie anche al nostro contributo, in particolare del primo autore.

Le rudiste descritte sono perfettamente conservate e sono state raccolte in 16 località fossilifere individuate lungo il profilo di Bačevica e in una località lungo il rio Kaljevi (settore di Vrbovac). Ogni rudista trattata è accompagnata non solo dalla descrizione dei caratteri morfologici ma anche da note storiche, osservazioni e commenti molto estesi nel trattare il genere più rappresentativo di Bačevica che è *Pseudopolyconites*.

6.1. – Interpretazione dei simboli

Si è adottata la simbologia mista, inglese - francese, per rendere più facile la studio dei principali lavori redatti in queste due lingue.

L= Cresta ligamentare, **at** = Dente anteriore, **pt** = Dente posteriore, **ma** = Miofora anteriore,

mp = Miofora posteriore, **CV** = Cavità dei visceri, **E** = Banda radiale anteriore, **S** = Banda radiale posteriore. Si è preferita la terminologia “**E**” perchè si indica *entrè* e con la “**S**” si indica *sortì*; rispettivamente l'entrata e l'uscita degli elementi vitali per il metabolismo della conchiglia vivente; con l'entrata e l'uscita hanno modificato in quei punti le ornamentazioni delle rispettive valve.

P1 = Primo pilastro, **P2** = Secondo pilastro, **O1** = Primo osculo, **O2** = Secondo osculo.

Il trattino presente nelle figure corrisponde alla misura di un centimetro.

MCSN = Museo Civico di Storia Naturale. (Trieste).

Terminologia: nel testo vengono usati i termini “**limbo**” dal latino *limbus* (termine, orlo), e “**zona palleale**”, alle volte provvista di canali (“canali palleali”) si riferiscono

entrambi al settore anteriore interno aragonitico di ambedue le valve; anche il simbolo “**ol**” viene usato nei testi in lingua inglese.

6.2. – *Pseudopolyconites* Milovanović, 1934

Il genere *Pseudopolyconites* è stato istituito nel 1934 dal grande specialista serbo in rudiste Branislav Milovanović. I primi esemplari di questo genere furono rinvenuti assieme ad altre rudiste nei pressi del piccolo villaggio di Bačevica (Serbia orientale) che rappresenta la località tipo. Gli individui che Milovanović raccolse ed esaminò presentavano delle particolarità che non trovano riscontro tra gli esemplari di rudiste allora noti, in particolare l'autore osservò la presenza di escrescenze tubulari (Figg. 9-12) del diametro di circa tre millimetri addensate tanto sulla superficie della valva destra che sinistra fino a formare un spesso rivestimento del guscio in grado di raggiungere uno spessore di quattro e più centimetri negli esemplari più voluminosi (Fig. 8).

Poiché nessun radiolite conosciuto al tempo possedeva dei tubuli, Milovanović 1934 li considerò come tubuli calcarei secreti da anellidi tubicoli di ambiente marino.

A sfatare questa tesi si possono annoverare varie osservazioni obiettive. Lo stesso Milovanović (1937) dopo una più accurata analisi al microscopio della struttura della parte esterna del guscio riconobbe che le lunghe escrescenze tubulari facevano parte integrante della conchiglia.

Infatti i tubuli sono di esclusiva pertinenza della medesima, come si può osservare tanto su esemplari interi che su frammenti di piccole dimensioni, dove è sempre evidente il punto di attacco delle escrescenze tubulari. Molti esemplari conservano solo in parte il corredo di tubuli, ma nelle parti in cui sono privi la superficie si presenta cribrata da minuscoli forellini, circondati da una piccola struttura a forma di coroncina leggermente rilevata che sta ad indicare il punto in cui il tubulo si è spezzato (Fig.10).

I tubuli non rappresentano l'unica caratteristica rilevante di *Pseudopolyconites*. Sia la struttura specifica della zona radiale che la particolare forma della cresta ligamentare, rendono questa specie chiaramente distinguibile e diversa di tutti gli altri generi di rudiste (Milovanović & Sladič, 1957).

Riguardo il nome del genere è importante notare che Milovanović optò per questa denominazione in virtù della somiglianza dei caratteri esterni, ovviamente privi di tubuli, con il genere *Polyconites* Rouland (1830).

La valva inferiore del guscio di *Pseudopolyconites* è di forma conica allungata con superficie liscia con tubuli o spine (in lettura inglese). I tubuli sono corti e sottili alla base della valva destra, ma progressivamente diventano più spessi e lunghi con la crescita degli individui. Lo spessore della parete di questi tubuli è ben maggiore rispetto al diametro del foro interno che è molto stretto. Pons e Vicens (2008), esaminando la struttura dello strato esterno del guscio che è il carattere diagnostico più importante nella tassonomia e nella filogenesi delle rudiste hanno spiegato l'origine

di queste spine. Sezioni trasversali e verticali di *Pseudopolyconites* hanno evidenziato ripetitive, e serrate invaginazioni delle pieghe radiali nelle lamelle di crescita che si proiettano verso l'esterno e ciò rappresenta il caso limite estremo del piegamento radiale delle lamelle di crescita del modello costruttivo della struttura del guscio delle radiolitidi (Pons e Vicens 2008). Rajka Radoičić al contrario (comunicazioni e discussioni personali) ha supposto invece che i tubuli non facessero parte integrale della conchiglia ma che rappresentassero degli epizoa seguendo l'interpretazione di Misik (1966, pl. LXXV, fig.1) secondo il quale i tubuli di un esemplare di *Pseudopolyconites* proveniente dal bioerma a serpulidi dei monti di Brezova (Carpazi occidentali) avrebbero dovuto appartenere a un sottile serpulide (*Filigrana* sp.). Molte osservazioni si oppongono a questa ipotesi: tutte le sezioni di Milovanović mostrano le spine uscire dal guscio; i serpulidi tendono a svilupparsi verso l'alto (luce) e non verso il basso; i serpulidi attuali (e del passato) sono ornamentati con carene, anelli, spine e presentano un guscio sottile in rapporto al foro che è largo con sezione circolare o quadrata (anche triangolare). Nel primissimo stadio di crescita di *Pseudopolyconites* le spine sono corte e sottili ingrossandosi nella successiva fase di sviluppo in altezza rispetto la valva sino a divenire costanti per diametro nella fase adulta.

Pseudopolyconitidi sono presenti e "relativamente" abbondanti nei depositi campaniani della Tetide centrale: Puglia e Friuli (Italia), Grecia (isole Lefkada e Zakynthos), Tunisia (?) Slovenia, isole di Brač e Hvar (Croazia), Slovacchia (?) Serbia orientale, Serbia centrale, Montenegro, Macedonia del Nord (fide Sladič – Trifunović) Bulgaria, Romania, Turchia, Oman / UAE. Secondo Milovanović e Grubić (1972) queste forme costituiscono una specifica associazione caratterizzata da *Pironaea* e *Pseudopolyconites* rappresentando un significativo evento dal punto di vista paleogeografico e biostratigrafico. Tenendo presente che il rapporto Sr / Ca risulta contraddistinto da valori particolarmente elevati nel Campaniano (Stanley e Hardie 1998) e considerando che i gusci delle conchiglie furono dominati da calcite (vedi anche Steuber e Veizer, 2002), Tunis *et al.* (2013) hanno prospettato l'ipotesi che le conchiglie di *Pseudopolyconites* abbiano beneficiato della opportunità di precipitare questa forma più stabile di carbonato di calcio per sviluppare al massimo la loro struttura lamellare di crescita. Le nostre congetture riguardanti la paleoecologia e la autoecologia di queste rudiste sono basate solo sulle osservazioni fatte nel sito Liljekar, dato l'ottimo / buono stato di conservazione degli esemplari provenienti da questa località. Si è osservato che sia le spine corte, che le medie, che quelle lunghe raggiungono la base della valva inferiore degli individui, ragion per cui abbiamo ipotizzato che le spine avessero la funzione di ancorare/ stabilizzare la conchiglia ai substrati fangosi.

Invece le spine che emergono dalla conchiglia di *Pseudopolyconites hirsutus* di età Santoniano superiore-Campaniano inferiore sembrerebbero curvare verso l'alto (Patrulus, 1974; Pejović e Sladič – Trifunović, 1977). In questo caso è probabile che le spine avessero avuto una diversa funzione, forse di difesa dalle predazioni.

Per molti anni il genere *Pseudopolyconites* venne considerato esclusivamente di età maastrichtiana fino al ritrovamento di faune ancestrali di età senoniana inferiore presso Svrača Stena in Serbia sud-occidentale (Pejović e Sladič – Trifunović, 1977)

e in precedenza a Delau Magura sui Monti Apuseni, Romania (Patruius, 1974) creò un nuovo genere *Duranddelgaia hirsuta* emendato da Pejović e Sladič – Trifunović (1977) in *Pseudopolyconites hirsutus*. Successivamente Sladič – Trifunović (2004) cambiò ancora il nome in *Pseudopolyconites pantici*.

Nello stesso lavoro, nell'abstract, Sladič – Trifunović cita la nuova specie *Pseudopolyconites leposavicensis* ma senza descriverla nel testo, quindi non è chiaro quali siano i criteri diagnostici di questa nuova specie o il motivo del cambiamento del nome. Non è chiaro neppure il motivo dell'emendazione del nome di *Pseudopolyconites hirsutus* effettuato da Sladič – Trifunović (1983) considerando che le due specie *P. leposavicensis* e *P. pantici* sono sinonimi di *P. hirsutus* e quindi si inseriscono nella varietà intraspecifica della specie.

È interessante, sia dal punto di vista geologico che paleontologico, il rinvenimento fatto da Pejović e Sladič – Trifunović (1977) di un ancestor di *Pseudopolyconites* in località Svrača Stena presso il villaggio di Kamen, dove affiora un livello con olistoliti compreso tra calcari a globotruncane di età senoniana media, probabilmente Senoniano-Campaniano inferiore (Pejović e Radoičić, 2000).

Tra gli olistoliti si distingue una grossa lente di calcari a rudiste, vicino alla quale sino presenti molti blocchi di più piccole dimensioni con le stesse litologie. Alla base della lente sono stati osservati solo ippuriti, mentre nella parte superiore sono presenti sia piccole ippuriti che abbondanti radiolitidi con fauna ricca e diversificata tra cui esemplari di *Gorjanovicia*, *Lapeirousia*, *Praelapeirousia*, *Pseudopolyconites* (*P. hirsutus*) e subordinati *Biradiolites*, *Praeradiolites*, *Kuehnia* e *Sauvagesia*, presenti anche rari plagyoptichidi e *Mitrocaprina*.

L'associazione faunistica complessiva è piuttosto interessante e diversa da quella romena. Questa biofacies al di là degli olistoliti di Svrača Stena non sono note nella valle dell'Ibar dove si trova la località citata e neppure in altre località serbe.

Nel lavoro del 2004, la studiosa serba descrive le differenze tra gli esemplari del Senoniano inferiore (Coniaciano-campaniano inferiore) e quelli da lei ritenuti maastrichtiani, tracciando anche un quadro evolutivo del genere *Pseudopolyconites*. A quest'ultimo proposito dichiara che non sono note forme tradizionali di *Pseudopolyconites* e ipotizza un salto evolutivo tra le forme senoniane e maastrichtiane. Per quanto riguarda le differenze morfologiche, le forme senoniane presentano dimensioni piccole del diametro della valva inferiore (4 cm) rispetto agli esemplari maastrichtiani il cui diametro eccede i 10 cm.

Sladič – Trifunović non descrive la valva superiore delle forme senoniane (mai trovata?) ma dà una informazione interessante riguardo le "escrescenze tubulari", rare e distribuite irregolarmente nella valva inferiore. Secondo Patruius (1974) non raggiungono 11 cm di lunghezza e sono rivolti verso l'alto. Da ciò si presuppone che questi non sono stati riconosciuti negli esemplari serbi e sorge anche il sospetto che queste rare, corte escrescenze tubulari possano rappresentare dei pezzi di vermetidi (famiglia di molluschi comparsa nel Cretaceo superiore) ancoratisi al guscio della rudista. Dalle foto di Patruius non si riesce a vedere chiaramente se questi tubuli escano dal guscio, caratteristica sempre osservata nei *Pseudopolyconites* serbi.

Altre differenze molto meno rilevanti sono state puntigliosamente descritte dalla studiosa serba.

Rappresentanti di Pseudopolyconitidi del Maastrichtiano inferiore non sono al momento noti anche se individui di *Pseudopolyconites* sono stati riconosciuti nei calcari a rudiste della Piattaforma Apula ascritti al Maastrichtiano sommitale (Steuber *et al.* 2007), prossimi al limite K/Pg (Cretaceo Paleogene). Purtroppo gli esemplari raccolti sono solo dei grossi frammenti e il prelievo di esemplari relativamente ben conservati è risultata molto difficile a causa della durezza dei calcari. Per questa ragione una descrizione sufficientemente dettagliata di queste forme si è rivelata pressochè impossibile. È invece stato interessante constatare che le associazioni a rudiste della Piattaforma Apula presenti nel Salento e nelle isole Ionie, caratterizzata da un cospicuo gruppo di rudiste canaliculate, sono sorprendentemente simili a quelle di Bačevica e della vicina Garlo-Breznik (Bulgaria) di età Campaniano superiore. È probabile che anche tali Pseudopolyconitidi abbiano conservato inalterati le loro peculiari caratteristiche scheletriche (analogamente al gruppodì rudiste canaliculate) sviluppandosi nel corso di un periodo di tempo compreso tra il Campaniano superiore e il Maastrichtiano superiore. In conclusione il tema degli adattamenti funzionali e delle differenti strategie di crescita delle conchiglie dal Santoniano al Maastrichtiano dovrà essere adeguatamente studiato in futuro, considerando anche i diversi paleoambienti (carbonatico, terrigeno, vulcanico) nei quali queste rudiste adattarono la loro modalità di vita. Certamente in mancanza di campioni ben preservati nell'ampio intervallo di tempo riportato, le relazioni filogenetiche tra Pseudopolyconitidi rimarranno oscure.

6.3. – Le specie di *Pseudopolyconites*

Considerato che nella stessa località o vicine località di ritrovamento sono stati raccolti vari esemplari di *Pseudopolyconites* ci si attenderebbe che gli individui siano filogeneticamente simili, con differenze compatibili nell'ambito di una normale variabilità intraspecifica. Ci si stupisce invece del fatto che nella singola località di Bačevica e nelle sue immediate vicinanze siano state istituite ben 13 specie diverse. (Milovanović e Sladič 1957). La ragione che ha determinato l'istituzione di diverse specie di *Pseudopolyconites* è dovuta principalmente alla grande variabilità della forma, della lunghezza e spessore della cresta ligamentare (fig. 5). Considerando le varietà di specie istituite da Milovanović (1934) e Milovanović e Sladič (1957), è lecito porsi un quesito: quali e quante devono essere le mutazioni per poter affermare che un individuo non possa appartenere a più alla specie originaria ma sia invece ascrivibile ad una nuova specie? Nella descrizione minuziosa delle diverse specie istituite da Milovanović (1934) si evince che l'autore paragonando *P. parvus* alle altre specie di *Pseudopolyconites* abbia constatato che la valva destra non presentava esternamente differenze con altre specie del nuovo genere. Una sezione di *P. parvus*, effettuata un centimetro sotto la commessura, metteva in evidenza l'apparato mio-

cardinale che confrontato con quello di altre sezioni eseguite su altri esemplari di *Pseudopolyconites* mostrava invece delle differenze. L'Autore dava quindi importanza specifica a queste diversità riguardanti soprattutto l'apparato miocardinale. Questo criterio scelto da Milovanović (1934) ha condizionato anche Sladič – Trifunović che ha successivamente esaminato e classificato rudiste provenienti sempre dalla zona di Bačevica. Si è già fatto notare che tutti gli esemplari reperiti a Bačevica e successivamente esaminati da vari studiosi serbi provengono dalla stessa località, presumibilmente dagli stessi livelli con individui della stessa età. Se si considera inoltre, come sottolineato in precedenza che le differenti ornamentazioni delle ostree risultano imputabili ai diversi livelli di idrodinamismo marino e ciò vale analogamente alle variazioni di altezza del guscio di individui di *Lapeirousia*, per lo stesso motivo si può ipotizzare una diversificazione morfologica tra individui di *Pseudopolyconites* in funzione dell'ambiente che ne ha determinato la crescita. Questo processo potrebbe aver guidato soprattutto la modificazione delle parti interne e in particolare della cresta ligamentare. Il prolungamento o l'accorciamento dell'apparato ligamentare presente nei vari individui di *Pseudopolyconites* potrebbe essere ricondotto ad un adattamento strategico all'ambiente di vita (Klinghardt, 1921).

Milovanović (1934) nel suo primo lavoro riguardante il genere *Pseudopolyconites* ha istituito le seguenti specie:

<i>Pseudopolyconites serbicus</i>	Milovanović 1934
<i>Pseudopolyconites parvus</i>	Milovanović 1934
<i>Pseudopolyconites ovalis</i>	Milovanović 1934
<i>Pseudopolyconites serbicus</i> var. <i>triangularis</i>	Milovanović 1934

Queste sono le descrizioni dell'autore inerenti le differenti specie.

P. parvus forma esterna e caratteri simili a *P. serbicus*. Differisce da questo solo per la lunghezza della cresta ligamentare e conseguentemente per il sistema dentario che è strettamente connesso alla cresta medesima, nonché per la modesta inflessione presente sul limbo, in corrispondenza della banda radiale "E".

P. ovalis è una specie pressochè simile alle altre per quanto concerne l'ornamentazione esterna ed è complessivamente del tutto affine agli individui giovani di *P. serbicus*; solo la forma ovale della valva e la sezione della cresta ligamentare la contraddistinguono da *P. parvus* e *P. serbicus*.

Riguardo *P. serbicus* l'autore offre una minuziosa descrizione della specie concludendo che le caratteristiche che differenziano questa specie dalle altre sono la testa forte e ingrossata della cresta ligamentare ed infine l'ampiezza dell'inflessione del limbo in corrispondenza della banda radiale "E".

Per quanto concerne *P. serbicus* varietà *triangularis*, la specie viene istituita solo in base alla forma vagamente triangolare della valva destra, vista in sezione orizzontale. Per le caratteristiche rimanenti, l'autore rimanda a quanto descritto a riguardo di *P. serbicus*.

Successivamente Milovanović e Sladič – Trifunović (1957) istituiscono ulteriori

otto nuove specie provenienti da Bačevica. Il lavoro citato è corredato da fotografie e brevi, esplicative descrizioni riguardanti le seguenti forme:

<i>Pseudopolyconites laskarevi</i>	Milovanović & Sladič M. Tesi Sladič 1983
<i>Pseudopolyconites dechaseauxi</i>	Milovanović & Sladič M. Tesi Sladič 1983
<i>Pseudopolyconites manjae</i> .	Milovanović & Sladič M. Tesi Sladič 1983
<i>Pseudopolyconites balkanicus</i>	Milovanović & Sladič M. Tesi Sladič 1983
<i>Pseudopolyconites timacensis</i> .	Milovanović & Sladič M. Tesi Sladič 1983
<i>Pseudopolyconites orientalis</i> .	Milovanović & Sladič M. Tesi Sladič 1983
<i>Pseudopolyconites giganteus</i> .	Milovanović & Sladič M. Tesi Sladič 1983
<i>Pseudopolyconites bacevicensis</i> .	Milovanović & Sladič M. Tesi Sladič 1983

Il carattere distintivo di *P. laskarevi* (Fig. 7 n°12), (le seguenti numerazioni si riferiscono alla lista degli esemplari provenienti da Bačevica) consiste sostanzialmente nella cresta ligamentare stretta e sottile con la parte terminale allargata.

Nel caso di *P.dechaseauxi* (Fig. 7 n° 9), viene privilegiato il cambiamento della forma e dell'estensione della cresta ligamentare che si modifica durante la crescita. Gli autori rimandano per ulteriori approfondimenti al testo scritto in serbo, dando però in sintesi i parametri identificativi che si indirizzano tutti alle caratteristiche della cresta ligamentare.

In sezione, la valva inferiore di *P. manjae* (Fig.7 n°11) è presso che circolare, la cresta ligamentare è corta e la sua forma cambia alle varie altezze lungo la valva. Dieci millimetri sotto la commessura la cresta è corta e triangolare; quindici millimetri sotto la commessura essa presenta un peduncolo sottile con la parte terminale ingrossata.

La valva fissa di *P.balkanicus* (Fig. 7 n°10), è ovale, lo spessore del guscio raggiunge dieci millimetri, la cresta ligamentare è sottile con la testa allargata mentre la sua forma cambia durante lo sviluppo ontogenetico.

La sezione orizzontale di *P.timacensis* (Fig. n°13), ha una forma circolare con uno spessore del muro della valva pari a quindici millimetri, il peduncolo ligamentare è sottile a testa allargata e si distingue per la forma che rimane costante tutto il suo sviluppo.

P.orientalis è simile a *P. timacensis* e differisce solamente nello spessore che è di dieci millimetri.

Nei particolari ricorda molto *P.laskarevi* e *P.dechseauxi* ma differisce per la cresta ligamentare che è molto sviluppata, con la parte terminale sottile. Gli autori riscontrano però su un altro esemplare di *P.orientalis* una cresta ligamentare corta, sottile e arcuata, mentre in in altro individuo ancora, di dimensioni minori, la cresta è lunga dieci millimetri, sottile, leggermente arcuata con la testa leggermente allungata.

La cresta ligamentare di *P.giganteus* (il campione è prodotto solo come frammento) è lunga trentotto millimetri e lo spessore varia notevolmente lungo il guscio: infatti in certi punti è sottilissima. La parte terminale della cresta è ingrossata ed è di forma triangolare. La valva destra presenta uno spessore attorno ai venticinque millimetri rilevati vicino alla commessura.

P.bacevicensis ha la valva superiore leggermente concava; la valva inferiore mostra la cresta ligamentare corta e sottile con la parte terminale ingrossata, di forma triangolare. Esternamente, sulla valva fissa, una costa sottile e poco sporgente segna la zona della banda radiale "S".

P. mirabilis ha il legamento molto ingrossato con la parte terminale arrotondata. Per le altre caratteristiche non si possono fare paragoni in quanto l'immagine fotografica è poco chiara.

P. orientalis dalla descrizione è molto simile a *P.laskarevi* e *P.dechaseauxi*.

Per le figure si rimanda al testo dei sunnominati Autori.

Nel novero delle specie proposte non sono considerate, *P.djuroi*, *P.ljubicae*, *P. boljevacensis*, *P.pejovicae*, *P.vinaensi* (Sladič – Trifunovič 1992), perchè alcune sono parzialmente raffigurate, altre sono solo menzionate. Quindi di nessuna utilità ai fini di questa indagine.

Considerando ora *P.pantici* di provenienza dai Monti Kopaonik (Serbia centrale) va precisato che questa specie costituirebbe la forma più antica del genere secondo Pejović e Sladič – Trifunovič, 1977. Presenta una cresta ligamentare molto corta mentre le altre caratteristiche non si discostano degli altri esemplari adulti dello stesso genere. La distanza dalla località tipo, la differente età, le dimensioni ridotte della cresta ligamentare, la perfetta rispondenza dei caratteri interni con esemplari provenienti dalla Romania (Patrulius, 1972-73), la fecero ritenere una nuova specie (Sladič – Trifunovič, 2004).

Nel tentativo di individuare le caratteristiche rilevanti, utili per definire o quantomeno inquadrare le varie specie istituite da Milovanović e Sladič – Trifunovič, sono stati sintetizzati tutti i caratteri di *Pseudopolyconites*. Da questa operazione è emerso che gli Autori citati per differenziare le varie specie si sono basati sui caratteri della cresta ligamentare (estensione, spessore e forma della parte terminale) e in misura minore su altre caratteristiche accessorie da considerare probabilmente individuali e non rilevanti per l'istituzione di nuove specie in quanto potrebbero essere legate soltanto a condizioni riguardanti lo sviluppo e/o la competizione con altri individui, oppure a condizioni ambientali particolari, nicchie ecologiche ecc.

Sladič – Trifunovič (2004) ha notato, sulla base di sezioni trasversali effettuate su molti esemplari di *Pseudopolyconites*, che le valve destre di tutti gli individui indagati nei primi stadi di crescita

presentano una caratteristica forma di gondola della parte distale delle creste ligamentari (Fig. 5).

Secondo la studiosa, nel prosieguo, della crescita della crescita le creste ligamentari delle singole valve assumono forme molto diversificate a seconda della specie. Secondo l'autrice questo comporta "l'acquisizione di una individualità propria assumendo un significato specifico sempre diverso".

Contrariamente da quanto asserito dall'autrice riguardo la forma a gondola della parte apicale negli esemplari giovani, si ritiene che nel corso dello sviluppo delle creste ligamentari di detti individui, queste si siano via via modificate assumendo forme diverse in funzione delle diverse condizioni dell'ambiente di vita. Si suppone

quindi che la connessione con le parti viventi del mollusco abbia progressivamente modificato la parte terminale della cresta ligamentare. Non a caso gli esemplari in corrispondenza della porzione terminale della cresta ligamentare presentano normalmente una struttura all'apparenza "spugnosa" (in origine aragonitica?) e calcitica in seguito ai processi diagenetici.

La scelta di privilegiare esclusivamente le caratteristiche della cresta ligamentare per istituire le specie di *Pseudopolyconites* che comunque è stato adottato da vari autori non sembra offrire un robusto criterio di classificazione. Pleničar ad esempio (2005) classifica con questo criterio due esemplari completamente decorticati (in pratica impronte interne) provenienti dal Monte Nanos (Slovenia occidentale) riconoscendo *P.cf.balcanicus* Milovanović- Sladič e *P.laskarevi* Milovanović- Sladič.

In conclusione, Milovanović e Sladič – Trifunovič istituirono varie nuove specie in base a sezioni tangenziali eseguite su una sessantina di esemplari basandosi solo sulla forma e lunghezza della cresta ligamentare.

Per individuare le varie specie di *Pseudopolyconites* al metodo proposto originariamente per le *Hippuritidae* da Dechaseaux *et al.* (1969). Questi Autori, per stabilire l'appartenenza specifica dei vari esemplari di *Hippuritidae*, presero in considerazione gli elementi morfologici più significativi quali denti, cresta ligamentare e pilastri; dopo di che collegarono questi elementi con un sistema di rette tracciando così un triangolo interno al guscio. Le misure angolari, o perlomeno di un angolo interno, offrono valori diversi che sono determinanti per classificare e nel caso istituire nuove specie. Nel presente caso è stata applicata l'analisi biometrica per le *Radiolitidae* proposta da Cestari (1992) adeguando tale prassi al criterio sopracitato. Il metodo consiste nel collegare la cresta ligamentare con le due zone radiali mediante rette, formando così un triangolo. Come anticipato, la misura degli angoli interni dovrebbe essere discriminante per la classificazione, in quanto valori angolari misurati su esemplari della stessa specie dovrebbero essere simili (Figg. 6-7).

In figura 7 sono rappresentate ed esaminate 15 sezioni trasversali di *Pseudopolyconites* illustrate rispettivamente da Milovanović in vari lavori e relative ad esemplari provenienti da Bačevica, e da Sladič – Trifunovič e Campobasso (1980) attinenti ad individui raccolti a Poggiardo (Puglia).

I quindici esemplari appartengono complessivamente a undici specie di *Pseudopolyconites*. Si sottolinea che la misura dello spessore del guscio su tutti gli esemplari considerati non può essere precisa causa la presenza di una moltitudine di tubuli che si inseriscono nella conchiglia.

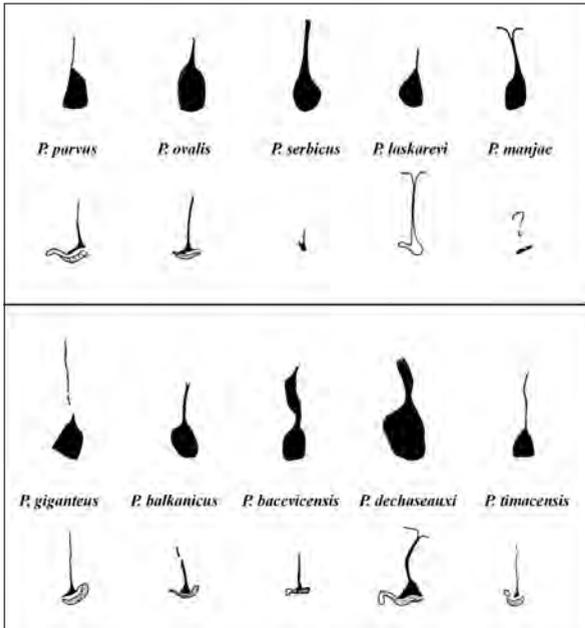


Fig. 5: Sezioni di creste ligamentari tratte dalla tesi di Sladić - Trifunović (1983). Ogni specie è rappresentata con due sezioni tangenziali. Le grosse figure scure si riferiscono alle parti terminali di esemplari adulti, mentre le sezioni filiformi dei medesimi esemplari sono presi dai primi stadi di crescita della conchiglia.

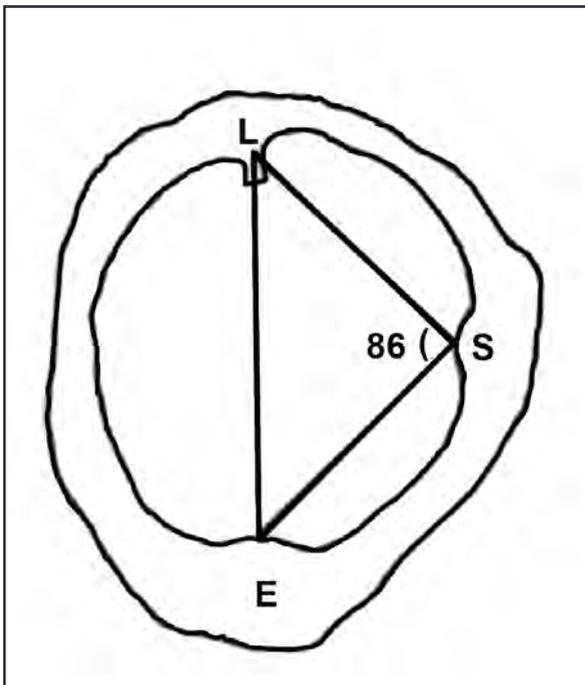


Fig. 6: Disegno schematico di *Pseudopolyconites* sp.
 Retta L Cresta ligamentare, rigonfiamento banda radiale E.
 Retta L cresta ligamentare, rigonfiamento banda radiale S.
 Retta S rigonfiamento banda radiale verso banda radiale E.

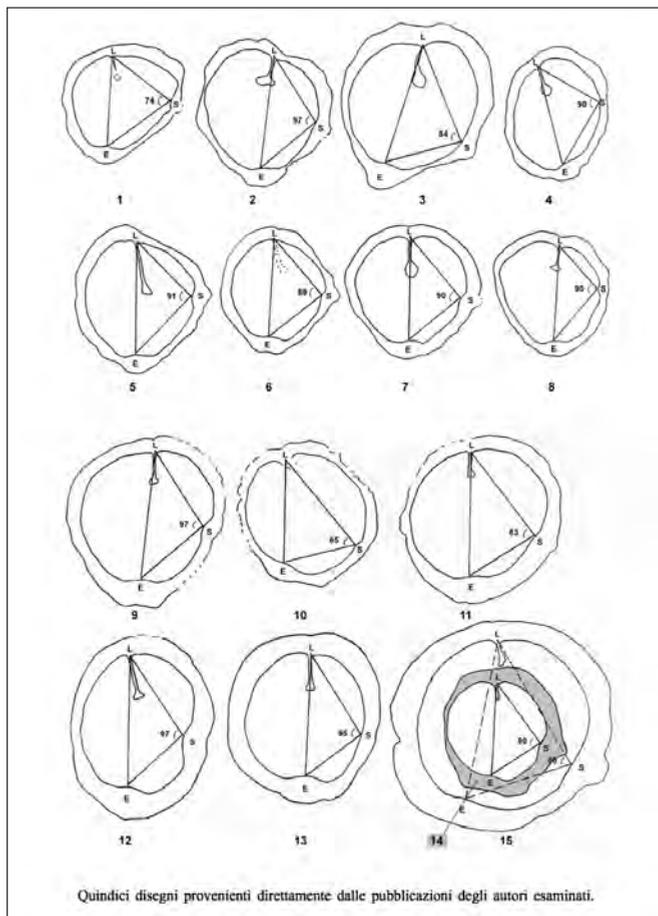


Fig. 7: Sezioni tangenziali degli esemplari riprodotti dagli autori serbi.

Esemplari provenienti da Bačevica.

1 *Pseudopolyconites serbicus* varietà *triangularis* Milovanović, 1934 Bačevica.

2 *Pseudopolyconites serbicus*. Milovanović, 1934 Bačevica.

3 *Pseudopolyconites serbicus*. Milovanović, 1934 Bačevica.

4 *Pseudopolyconites ovalis*. Milovanović, 1934 Bačevica.

5 *Pseudopolyconites parvus*. Milovanović, 1934 Bačevica.

6 *Pseudopolyconites parvus*. Milovanović, 1934 Bačevica.

7 *Pseudopolyconites ovalis*. Milovanović, 1934 Bačevica.

8 *Pseudopolyconites ovalis*. Milovanović, 1934 Bačevica.

9 *Pseudopolyconites decaseaux*. Mil. Sladić, 1957 Bačevica.

10 *Pseudopolyconites balcanicus*. Mil. Sladić, 1957 Bačevica.

11 *Pseudopolyconites manjae*. Mil. Sladić, 1957 Bačevica.

12 *Pseudopolyconites laskarevi*. Mil. Sladić, 1957 Bačevica.

13 *Pseudopolyconites timacensis*. Mil. Sladić, 1957 Bačevica.

Esemplari provenienti da altre località:

14 *Pseudopolyconites ovalis apuliensis* Sladić -Trifunović & Campobasso, Lesak (Serbia del Sud-Ovest).

15 *Pseudopolyconites ovalis apuliensis* Sladić -Trifunović & Campobasso, 1980 Poggiardo (Lecce Italia).

Da queste misure risulta che quattordici esemplari presentano un angolo interno con valori compresi tra 80 e 97 gradi (Tarlao *et al.* 2010) In essi sono compresi anche gli spessori della cresta ligamentare che sono diversi nei vari esemplari. Da ciò si deduce che non possono appartenere a tante specie diverse ma essere riconducibili ad una variabilità intraspecifica, considerando anche la forma più o meno ovalizzata della valva destra. L'ovalizzazione modifica l'angolo interno del triangolo di riferimento L-S-E su alcuni esemplari riprodotti nello scherma (Fig. 7). Gli unici due esemplari che si discostano da questi valori angolari sono il numero 1 ed il numero 10. *Pseudopolyconites serbicus* (1) presenta però una cresta ligamentare spezzata e disarticolata e tutto il lato posteriore, in prossimità della banda radiale "S" parzialmente deformato; *Pseudopolyconites balcanicus* (10) non mette bene in evidenza la posizione della cresta ligamentare e quindi la misura dell'angolo è da considerarsi del tutto imprecisa. A conferma della variabilità intraspecifica si sono confrontati e volutamente sovrapposti due esemplari di *Pseudopolyconites apulensis* contrassegnati con i numeri 14 e 15 in modo da evidenziare le rispettive differenti creste ligamentari e l'ampiezza degli angoli compresi fra le rette L-S e S-E. Anche un certo numero di nostre sezioni effettuate su esemplari provenienti dallo stesso affioramento hanno confermato questi valori e addirittura seguendo il criterio degli studiosi serbi avremmo potuto suggerire nuove specie di *Pseudopolyconites*.

In conclusione neppure l'analisi biometrica sembra accreditare il metodo per l'identificazione delle specie di *Pseudopolyconites* usato da questi Autori.

Si sottolinea che vari specialisti, tra i quali Karacabey (1980), Ozer (1985; 1988), Cestari & Sirna (1988), Steuber *et al.* (1998) hanno indicato solo il genere *Pseudopolyconites*, e non la specie degli esemplari raccolti in associazione con altre rudiste in varie località dell'Anatolia e dell'Appennino centrale. All'opposto, Morris & Skelton (1885) riconoscono invece *Pseudopolyconites parvus* nei siti di Qarn Mulayh e Qarn Murrh (Emirati Arabi, Fenerci (2004) identifica *Pseudopolyconites ovalis* nelle Pontidi occidentali e Pleničar (2005 *cum biblio*) riconosce *Pseudopolyconites laskarevi* e *Pseudopolyconites cf. balcanicus* nei pressi del Monte Nanos (Slovenia). In questi ultimi casi gli Autori sono stati probabilmente guidati dal criterio proposto da B. Milovanović (forma e sviluppo della cresta ligamentare). Dall'esame iconografico dei suddetti lavori si osserva però che alcuni esemplari classificati a livello specifico sono piuttosto mal conservati mentre altri apparentemente meglio conservati sono stati identificati soltanto a livello di genere.

In conclusione si può per lo meno affermare che la determinazione delle varie specie di *Pseudopolyconites* è quantomeno opinabile. Fra tutte le specie di *Pseudopolyconites* Tarlao *et al.* (2010) seguendo il codice ICZN hanno conservato la specie “*serbicus*”, la prima e meglio descritta come nuovo genere e specie delle quattro originariamente redatte da Milovanović nel 1934.

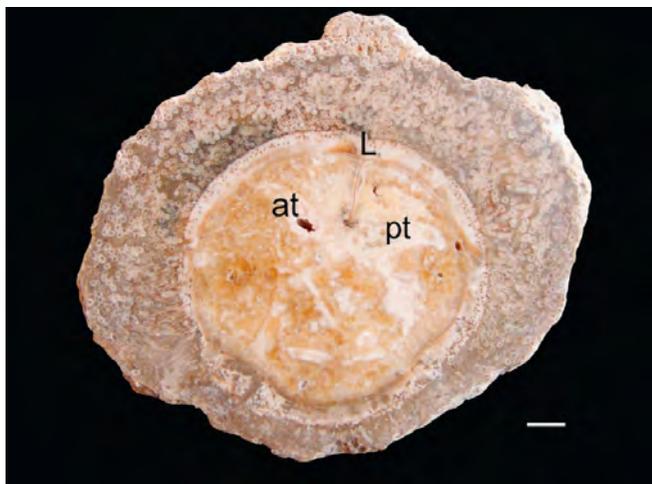


Fig. 8: *Pseudopolyconites serbicus* Milovanović, 1934 MCSN, 2053, sezione tangenziale di valva destra effettuata ad un centimetro sotto la commessura; si nota l'apparato cardinale “at- pt” con la cresta ligamentare “L”, e i tubuli.



Fig. 9: *Pseudopolyconites serbicus* Milovanović. 2407 MCSN. Il fossile si appoggia su un corallo solitario (*Cyclolites* sp) molto eroso.



Fig. 10: *Pseudopolyconites serbicus* Milovanović MCSN 2385. Esemplare privato del rivestimento dei tubuli. Presenta innumerevoli forellini lasciati dai tubuli scomparsi.



Fig. 11: *Pseudopolyconites serbicus* Milovanović MCSN 2385. Valva sinistra con le cicatrici dei tubuli.



Fig. 12: *Pseudopolyconites serbicus* Milovanović MCSN, 2054. Voluminoso assembramento di tubuli su valva destra. L'esemplare è in posizione eretta.

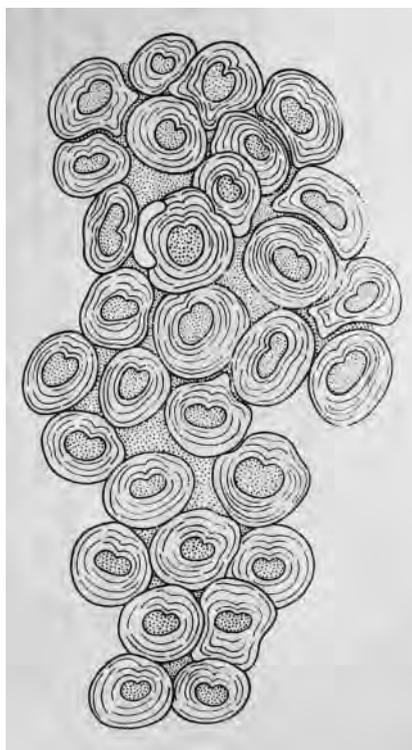


Fig. 13: Sezione trasversale attraverso le escrescenze tubulari di *Pseudopolitonites* sp. Tratto da Milovanović 1937.

7. – Le altre rudiste che costituiscono la biocenosi della zona di Vrbovac – Bačevica

Biradiolites acuticostatus (d'Orbigny 1842) Toucas 1907.

Biradiolites acuticostatus, istituito da Toucas 1907 presenta sul lato ventrale delle robuste coste formate dalla sovrapposizione di lamelle orientate verso la base della valva destra, intervallate da solchi profondi con le lamelle rivolte verso la commesura che è di norma fortemente ornamentata con pieghe tronco-coniche (Fig.14) su tutta la parte ventrale.

L'ornamentazione sul lato cardinale mostra lievi ondulazioni che in certi esemplari si fanno più marcate assumendo la forma di vere e proprie grosse coste le quali comunque differiscono molto da quelle della zona ventrale.

Le due bande radiali (E-S) non sono sempre ben distinguibili dalle coste adiacenti in quanto generalmente la loro struttura è del tutto simile alle coste precedenti. L'unica distinzione per individuare le bande radiali è il fatto che queste posseggono una fine striatura verticale che però non è sempre distinguibile nei vari esemplari esaminati (Fig.15 a-b).

La banda radiale anteriore è sempre più larga della posteriore ed è divisa dalla precedente da due coste che hanno la funzione di interbanda. Complessivamente la parte antero-ventrale è contraddistinta da sette coste molto simili fra loro. Le ornamentazioni del lato ventrale della valva destra si sviluppano in continuità sulla valva sinistra (Fig.16) con forma convessa giungendo poco marcate in prossimità dell'umbone che è sempre decentrato ed è posto in prossimità della zona cardinale. In sezione, gli esemplari di valva destra possiedono un reticolo a maglie vagamente quadrangolari e analogamente a tutti i Biradiolitidi il legamento è assente.

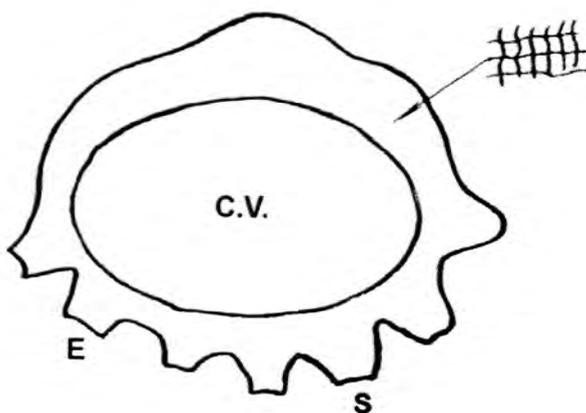


Fig. 14: Sezione schematica di *Biradiolites acuticostatus* Toucas.



Fig. 15: *Biradiolites acuticostatus* MCSN 2362/3-6 (a-b). Valve destra. Lato ventrale, bande radiali “E-S”.



Fig. 16: *Biradiolites acuticostatus* Toucas MCSN 2362/6 esemplare (a) Valva superiore sinistra parzialmente decorticata “E-S” bande radiali.

Biradiolites fissicostatus d’Orbigny, 1847

Confrontando diversi lavori concernenti *Biradiolites fissicostatus* si evince che alcuni autori si riferiscono ad esemplari a conchiglia spessa con ornamentazioni robuste (Toucas 1910) mentre altri illustrano in fotografia esemplari a guscio sottile (Caffau, *et al* 1992; G. Sirna, & Paris 1999) con coste molto esili ed espanse. Sulla base di tale evidenza si potrebbe ipotizzare che il genere sia rappresentato da questi due gruppi, entrambi attribuibili ad un’unica specie e che quindi la robustezza del guscio non costituisca un indice specifico ma rientri semplicemente nella normale variabilità intraspecifica. Storicamente Toucas (1910) istituisce *Biradiolites praefissicostatus* nei calcari coniaciani del sud della Francia (Dipartimento del Gard) considerando esemplari caratterizzati dalla banda radiale “S” rigonfia rispetto a quella di *B. fissicostatus* il quale invece presenta la banda “S” piana. L’età di questa rudista è stata attribuita da d’Orbigny (1847) al Santoniano.

Quindi diviene piuttosto complicato entrare nel merito della presunta o probabile variabilità intraspecifica, anche in considerazione della diversa età proposta dai due

succitati autori francesi. Ovviamente non avendo la possibilità di confrontare gli ologotipi, ma solo le tavole che riproducono le due specie, è arduo approfondire la questione.

Per l'attribuzione specifica degli esemplari della Serbia orientale ci si è basati sul lavoro di Toucas (1910) il quale si è avvalso del precedente lavoro d'Orbigny (1847) che ha istituito tale specie. Gli esemplari della Serbia orientale trovano perfetta rispondenza negli esemplari riprodotti nelle tavole del lavoro di Toucas (1910). Infatti la banda radiale "E" è più larga della corrispondente "S". Entrambe le lamine sono rivolte verso la commessura con profilo leggermente arcuato. Le lamine sono contrassegnate da un serrato tratteggio orizzontale comprese tra tre massicce coste chiaramente orientate verso la base della conchiglia. Queste coste dividono la superficie anteriore in cinque settori caratteristici, molto accentuati. Le due pieghe, che delimitano a destra ed a sinistra la zona radiale, si protendono lateralmente formando due propaggini aliformi le quali, assieme alle bande radiali, costituiscono un altro carattere specifico, (Fig. 17). Le ornamentazioni della valva destra trovano le loro corrispettive nella valva sinistra, moderatamente convessa attenuandosi in prossimità dell'umbone che è spostato verso la zona della cerniera (Fig. 18-19). La valva destra è sprovvista della cresta ligamentare. Il reticolo presente sulla lamina del limbo della valva destra è chiaramente composto da numerosi rettangolini (rete) caratteristica di tale specie, (Fig. 17 a destra).

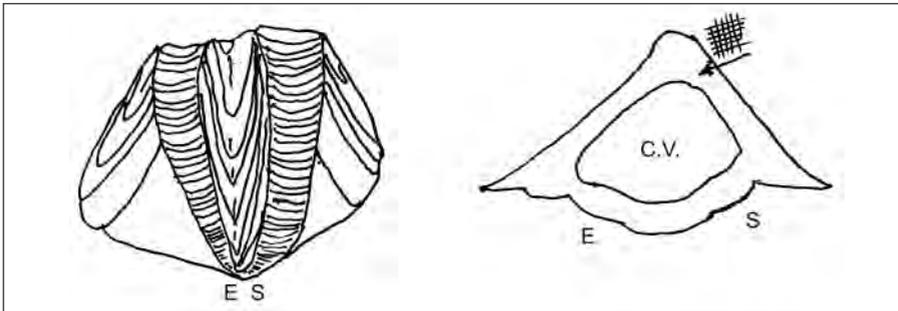


Fig. 17: Schemi di *Biradiolites fissicostatus* (d'Orbigny 1847). Settore a bande radiali della valva destra a sinistra e sezione tangenziale a destra. Disegni interpretativi ed esplicativi dell'esemplare 2361, MCSN.

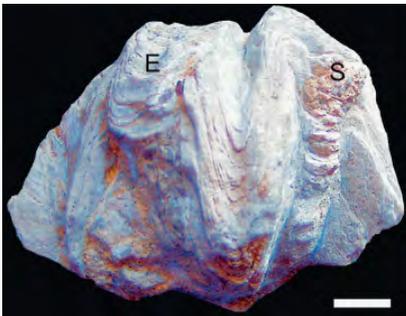


Fig. 18: *Biradiolites fissicostatus* MCSN 2361/1. Settore della valva destra con le bande "E-S".

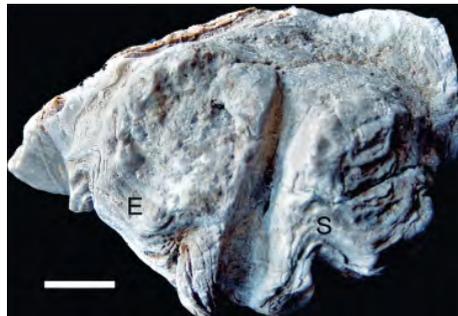


Fig. 19: *Biradiolites fissicostatus* MCSN 2361/2. Valva sinistra visione apicale. "E-S". Bande radiali.

Biradiolites stoppanianus, (Pirona) Toucas, 1907

Nella descrizione di Pirona (cf. Tavola X Pirona 1869, disegnata da Taramelli) alcuni esemplari presentano la valva sinistra concava, altri piana o leggermente bombata, mentre le bande radiali sono marcatamente aguzze. Gli esemplari di Bačevica sono contraddistinti dalla valva sinistra decisamente convessa (Fig.23) che aderisce alla valva inferiore con la classica pieghettatura delle lamine a zig zag nella zona ventrale. Questa ultima caratteristica è tipica di tale genere importante per effettuare la distinzione da *Bournonia* che analogamente a *Biradiolites stoppanianus* presenta la valva sinistra marcatamente convessa. Gli esemplari esaminati, pur presentando delle differenze per quanto riguarda la forma delle bande radiali e la convessità della valva superiore, conservano sia il numero che la posizione delle coste con la loro classica pieghettatura.

Le ornamentazioni dei nostri esemplari rientrano nei parametri complessivi degli esemplari rappresentati nella tavola XX da Toucas (1907). Le bande radiali sono poste in due avvallamenti molto pronunciati e sono separate da un'interbanda costituita da una prominente costa aguzza (Figg. 21-22.). Gli esemplari rappresentati nel lavoro di Toucas presentano le bande radiali lievemente sporgenti, a superficie concava, divise da una costa prominente. Sul lato posteriore, una grossa costa distanziata dalla banda radiale "S" marca il settore che è completamente sprovvisto di ornamentazioni in senso verticale e conclude il perimetro della zona ventrale con la banda radiale "E" (Fig. 22).

In conclusione considerando la spiccata variabilità intraspecifica intrinseca di questa specie se ne deduce che gli esemplari di Bačevica possono essere ascrivibili a *Biradiolites stoppanianus*.

Nella fauna del Colle di Medea, G.A. Pirona (1869) annovera *Synodontites stoppaniana* e *Biradiolites stoppani* varietà *vittata*, emendate da Toucas (1907) rispettivamente come *Biradiolites stoppani* e la seconda come una varietà della prima. Assieme a questa specie vengono riconosciute da Toucas, *Biradiolites carinifera* Matheron e *Biradiolites regularis* Toucas. Quest'ultima specie non viene descritta nel testo ma solamente riprodotta nella tavola XX del lavoro citato.

Si fa notare che considerando la letteratura storica per ogni piccola variabilità di innumerevoli taxa veniva istituita una nuova specie. Si è creata così una grande proliferazione di specie, in particolare di radiolitidi. Probabilmente conscio di ciò, Toucas preferì riunire nella tavola sopra menzionata tutti gli esemplari simili con la stessa denominazione di *Biradiolites stoppani*, nome della specie poi modificato dallo stesso Toucas (1907-9) in *B. stoppanianus*.

Da ultimo Milovanović nel suo lavoro del 1934 relativo a varie località della ex-Yugoslavia orientale annoverò *Biradiolites stoppanianus* in seno alla varietà *regularis* senza peraltro descrivere e riprodurre alcun esemplare proveniente dalle aree citate.

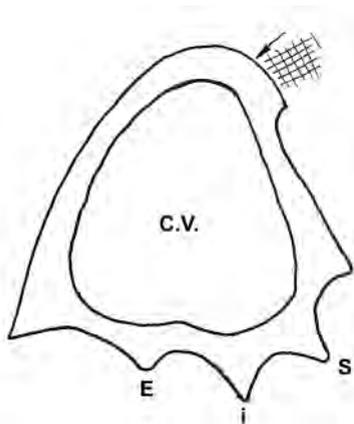


Fig. 20: Sezione schematica di valva sinistra di *Biradiolites stoppanianus* (Pirone). Tratto dall'esemplare 2355 MCSN.

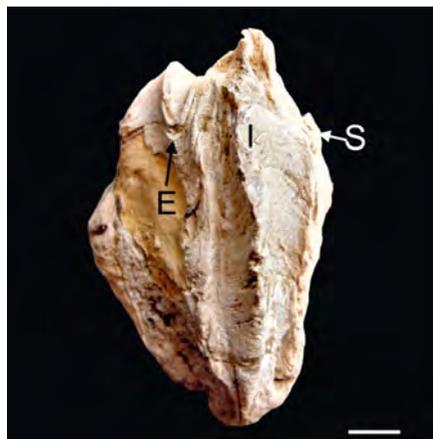


Fig. 21: *Biradiolites stoppanianus* MCSN 2355. Lato ventrale della valva destra. "E", banda radiale anteriore, "S", banda radiale posteriore, "I", interbanda.

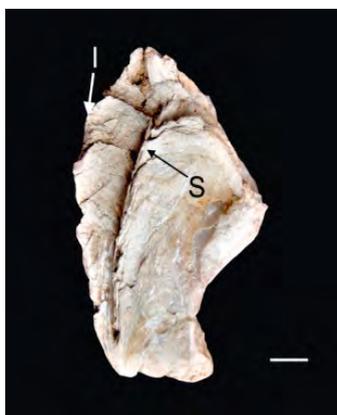


Fig. 22: *Biradiolites stoppanianus* MCSN 2355. Valva destra. Banda radiale "S" interbanda sporgente "I".



Fig. 23: *Biradiolites stoppanianus* MCSN 2355. Valva sinistra "E-S" bande radiali "I" interbanda.

Colveraia bacevicensis Özer et al. 2022

Le radiolitidi hanno la valva sinistra caratterizzata da strati lamellari sovrapposti privi di cellette poligonali che formano un tutt'uno con il più interno ipostraco (originariamente di natura aragonitica) inclusivo del sistema cardinale (denti e miofore). Il genere *Colveraia*, analogamente al genere *Joufia* possiede all'interno del guscio della valva sinistra delle cavità di forma diversa conformemente ai due generi.

Le cavità dei generi *Colveraia* sono di forma lenticolare schiacciata e individual-

mente di lunghezze diverse disposte verticalmente entro lo spazio lasciato libero dal sistema miocardinale.

In sezione verticale la valva sinistra di *Colveraia* mostra le singole cavità come piccoli corpi pendenti dall'alto (Karacabey Fig. 24). In *Joufia* invece la valva sinistra è percorsa a raggiera da una o più serie sovrapposte di tubicini che partendo in prossimità della zona umbonale, giungono sino alla zona palleale. (Fig.24).

In *Colveraia bacevicensis* la zona palleale (o limbo) occupa un quinto del diametro totale della valva. Se ne deduce quindi la presenza di uno spazio interno considerevole con una cresta ligamentare sottile, molto sviluppata in lunghezza (Fig.26). Da questa sommaria descrizione si evince che a prescindere dalle dimensioni dell'esemplare lo stesso presenta delle caratteristiche molto simili alle *Radiolitidae* come ad esempio la reticolazione penta-esagonale nella valva destra e le ondulazioni radiali della superficie del limbo.

Milovanović (1935) ha studiato esemplari provenienti dalla zona di Bačevica che, secondo lui presentavano delle similitudini con individui del genere *Sphaerulites* conosciuti a quel tempo istituendo la nuova specie di *Sphaerulites bacevicensis* dal nome della località nella quale vennero raccolti i primi individui. Milovanović però descrisse degli esemplari incompleti, mancanti della valva superiore e parzialmente erosi, tanto che nel lavoro citato rappresentò un unico esemplare in cattivo stato di conservazione, nel quale non è visibile circa un terzo della parte antero-posteriore della superficie del limbo della valva destra. Successivamente, Sladič - Trifunović (1981) pubblicò i risultati delle sue ricerche effettuate su nuovi esemplari provvisti di entrambe le valve provenienti dalla zona di Bačevica riscontrando delle differenze soprattutto nella valva sinistra (vedi Fig. 25).

L'Autrice separò questi esemplari dalle Sphaerulitidi di Milovanović, istituendo il nuovo genere di *Branislavia bacevicensis* in onore di Branislav Milovanović.

In tempi più recenti Peter W. Skelton (2013) nella sua nuova classificazione delle rudiste ("Rudist classification for the revised Bivalvia volumes ut the Treatise on Invertebrate Paleontology") ha posto, dopo i generi presenti nella lista dei *Radiolites* Lamarck, 1801, il genere *Colveraia* comprendendo in quest'ultimo, in via provvisoria ed in attesa di una revisione completa, i seguenti generi: *Colveraia* Klinghardt 1921, *Klinghardites* Lupu 1971, *Balabania* Karacabey 1980 e infine *Branislavia* Sladič - Trifunović, 1981. Nella stessa pubblicazione Skelton ha effettuato una revisione dei tipi sopra menzionati revisione che si concretizzerà successivamente (Özer *et al.* 2022) anche grazie al nostro contributo, raggruppando tutte le forme contraddistinte da canali nelle valve sinistre in un unico genere. Con il lavoro summenzionato si è convenuto che tutti gli esemplari citati da Skelton provenienti da un vasto areale comprendente Serbia, Romania e Turchia, debbano essere definitivamente ascritti al genere *Colveraia* Klinghardt 1921.

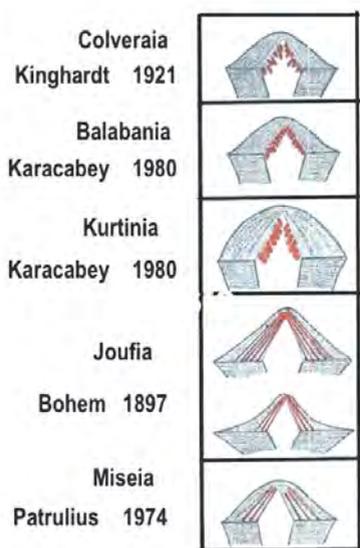
In conclusione anche l'esemplare serbo istituito da Sladič - Trifunović (1981) è stato emendato nella nuova specie di *Colveraia bacevicensis* secondo il lavoro di Özer *et al.* (2022).

Ulteriori informazioni sono date nel lavoro citato.

Colveraia acuticostata (Milovanović, 1935 a).

Questa rudista ha una lunga storia legata ai generi *Balabania* e *Neoradiolites* con osservazioni e annotazioni controverse di vari autori che recentemente hanno trovato una soluzione nel contributo di Özer *et al.* (2022). Il genere *Balabania* fu descritto da Karacabey -Otzemür (1980) la quale notando la somiglianza di questo con il genere *Colveraia* ma sulla base di una differenza morfologica (l'apice della valva sinistra inclinato sul lato antero-dorsale invece che sul lato ventrale in *Colveraia*) istituì tale nuova forma. La stessa studiosa ravvisò una somiglianza con il genere *Neoradiolites* Milovanović 1935b sebbene data l'assenza di canali in quest'ultimo convinse Karacabey-Otzemür (1979) ad istituire il genere *Balabania*. Seguirono nel dibattito Sladič – Trifunović (1980b) e Pejović (1984) le quali presupposero che i due generi in questione rappresentassero la stessa forma sottolineando la necessità di reperire nuovo materiale (gli ologotipi e paratipi di *Neoradiolites* erano andati perduti). *Balabania* era stata quindi riferita a un nuovo taxa di radiolitidi canaliculati. Il riesame di esemplari completi di questo genere provenienti dalla Turchia e dalla Serbia (Tarlao aveva raccolto esemplari a Vrbovac e Bačevica da lui identificati come *Balabania acuticostata*) ha consentito la loro revisione tassonomica.

In conclusione sulla base del recente lavoro di revisione di Özer *et al.* (2022) è risultato che il genere *Colveraia* Klinghardt è caratterizzato da una lunga cresta ligamentare rispetto *Neoradiolites* e che tutte le specie di *Balabania* e *Kurtinia* rientrano in *Colveraia acuticostata* Karacabey - Otzemür. In questo stesso lavoro si fa notare che *Miseia* è stata ascritta al genere *Joufia*.



Tratto da Karacabey-Oztmur(1979)

Fig. 24: La specie *Colveraia* si identifica per le piccole cavità lenticolari pendenti mentre *Joufia* si distingue per i lunghi canali che partono dalla zona umbonale della valva sinistra per giungere sino alla zona palleale (Karakabey – Otzemür, 1979).

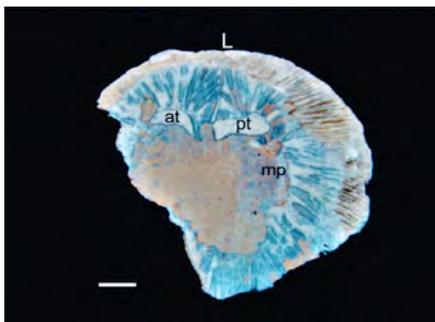


Fig. 25: *Colveraita bacevicensis* MCSN 2392. Strutture lenticolari nella valva sinistra: "at", dente anteriore, "pt", dente posteriore, "mp", miofora posteriore, "L" cresta ligamentare.



Fig. 26: *Colveraita bacevicensis* MCSN 2235. Veduta superiore della valva destra: "at", dente anteriore "pt", dente posteriore, "ma - mp" miofore anteriore e posteriore, "L" cresta ligamentare.



Fig. 27: *Colveraita bacevicensis*. MCSN 2359, valva destra in visione antero-ventrale. "E-S" bande radiali.

Lapeirousia crateriformis. (Des Moulins, 1826).

Esemplari di questo radioliteide sono molto comuni a Bačevica. I primi studiosi, tra i quali Toucas 1907, sulla base dell'apparente convergenza dei caratteri morfologici esterni di *Laperousia* e *Sphaerulites*, hanno ascritto le suddette forme ad un unico genere soprattutto in base alla somiglianza della valva destra molto sviluppata in larghezza rispetto all'altezza, sempre molto ridotta nella maggioranza degli esemplari.

Studi approfonditi di Douvillè 1910 nel suo tentativo di distinguere le varietà dei sphaerulites evidenziò la costante presenza di due sporgenze in prossimità delle zone radiali ed in diretto contatto con la camera che conteneva il mollusco. Le due sporgenze poste sulla superficie anteriore della valva destra segnano le zone radiali E-S (Fig.28-29). Queste sporgenze delimitano e condizionano il contorno della

suddetta camera, facendola somigliare ad una impronta di piede di papera (Fig. 29). I rilievi superano di poco l'altezza media del limbo. La valva destra aumenta in altezza per successive sovrapposizioni di lamelle reticolate, creando due strutture del tutto singolari nelle zone delle bande radiali. Dette strutture caratterizzano la specie *Lapeirousia* (Fig. 30); esse comunemente in letteratura tassonomica vengono definiti pseudopilastrì, considerati da vari autori come caratteri diagnostici per distinguere le varie specie del genere. In sezione sottile si notano le lamelle reniformi deformate in prossimità delle bande radiali, tanto da consentire di osservare delle particolari strutture di forma reniforme anch'esse considerate caratteri diagnostici (Fig. 32).

La valva sinistra di *L. crateriformis* non presenta nel suo spessore nessuna struttura claviforme (tale da essere confusa con *Colveraia*) essendo caratterizzata da struttura lamellare pentaesagonale.

La superficie del limbo è in genere molto estesa ed occupa un terzo del diametro della valva; il limbo è molto inclinato verso la base della valva che di norma è piana (Fig. 31). La forma della valva destra richiama la struttura di un edificio vulcanico e questa ha ispirato Douvillè nella scelta del nome.

Tutta la zona palleale priva di ondulazioni è percorsa verticalmente da sottili solchi, non ben visibili nella foto (Fig. 30). Similmente in corrispondenza delle due sporgenze citate si dipartono due scanalature del tutto simili alle ornamentazioni che raggiungono il bordo della conchiglia senza separarsi (Fig.30).

Le due scanalature si possono paragonare a due cicatrici che segnano la chiusura della zona palleale sopra i due pilastri "E"- "S" che emergono dal limbo con le citate protuberanze. Le altre scanalature sono semplici ornamentazioni. Il genere è privo della creta ligamentare.

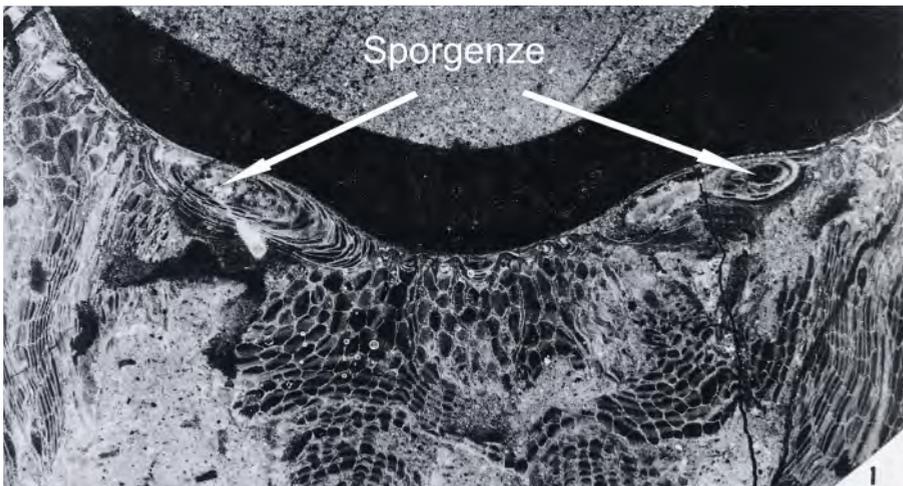


Fig. 28: *Lapeirousia laskarevi* Milovanović 1938. Sezione sottile di valva destra (Tratto da Caffau 2000).

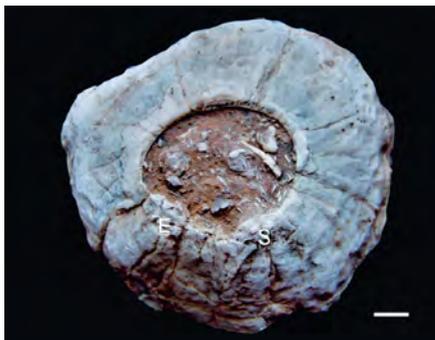


Fig. 29: *Lapeirousia crateriformis* MCSN 2366. Veduta apicale della valva destra. "E-S" bande radiali rialzate poste su due sporgenze protese verso la camera dei visceri.

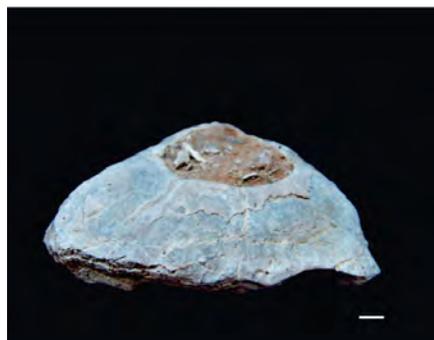


Fig. 30: *Lapeirousia crateriformis* MCSN 2366. Veduta posteriore di valva destra. Notare l'inclinazione del guscio.



Fig. 31: *Lapeirousia crateriformis* MCSN 2366. Valva destra, umbone a base piatta.

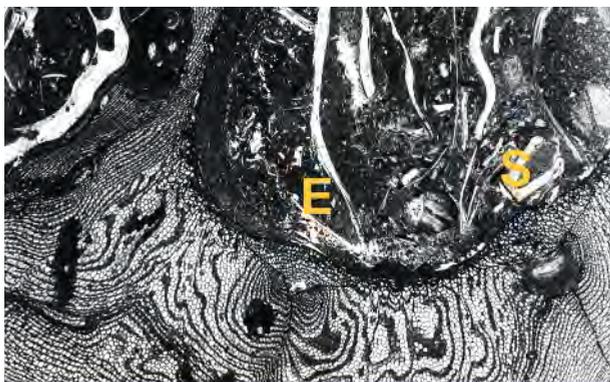


Fig. 32: *Lapeirousia* sp. Ingrandimento in una sezione sottile delle zone radiali "E-S" ove si notano le deformazioni prodotte dalle bande radiali o zona dei pilastri (collezione privata)

Lapeirousia jouanneti. (Des Moulins) Bayle, 1856.

Le ornamentazioni della valva destra di *Lapeirousia jouanneti* sono prodotte dalle lamine reticolate che con ampie ondulazioni aumentano in altezza dando sviluppo alla conchiglia senza significativi riscontri atti ad individuare le zone radiali nell'area antero-ventrale. Invece le zone radiali in esemplari giovani sono evidenziate da due incavature che marcano il bordo esterno della valva sinistra (Fig.33). La zona palleale, ampia ed orizzontale, è interessata da ondulazioni regolari circa di pari altezza ed ampiezza che in prossimità dal bordo esterno della valva tendono a biforcarsi. Ciò è più evidente in esemplari adulti, mentre negli individui giovani questa caratteristica è osservabile solo su alcune coste ed in maniera parziale. Le protuberanze "E-S" (pseudopilastrri) corrispondenti alle bande radiali (Fig.34) poste in prossimità della camera di abitazione con, le caratteristiche rientranze che in sezione ricordano l'orma di un piede di papera, rappresentano una specifica peculiarità del genere.

La sottile valva sinistra, a profilo quasi convesso, si adatta perfettamente alla sottostante valva destra che ne assume l'ornamentazione attenuandosi in prossimità dell'umbone che occupa una posizione centrale. Si rammenta che la classificazione dei vari radiolitidi si attua prendendo in considerazione la morfologia esterna caratterizzata da coste, bande radiali e morfologia dei megacicli. Per quanto concerne la parte interna viene esaminata la struttura del guscio con presenza o assenza della cresta legamentare.

Douvillè (1910) disegna schematicamente i pseudopilastrri di *Lapeirousia* sp. quindi Milovanović (1938) produce diverse sezioni sottili del genere, più tardi Pleničar (1993) fotografa ed illustra cinque specie diverse di *Lapeirousia* esclusivamente in base alla forma delle invaginazioni che costituiscono le bande radiali.

Si osserva che la sovrapposizione delle lamine con la caratteristica struttura reticolata pentaesagonale, genera due piccole protuberanze in zona radiale che in sezione evidenziano microscopiche e circoscritte zone finemente striate con delle cavità quadrangolari. Tali cavità risultano organizzate in gruppi più o meno numerosi, prodotte dalle stesse lamine che incurvandosi presentano la porzione dello spessore a maglie quadrangolari, distinguibili dalla rimanente superficie del limbo da due strutture reniformi (Fig.32). Verosimilmente lo sviluppo dei singoli individui era condizionato dal supporto su cui erano fissati mentre la forma e le dimensioni degli stessi erano reciprocamente influenzati dalla mutuale vicinanza, più o meno stretta tra i vari individui.

Tutto ciò ha presumibilmente implicato un adattamento della valva con la conseguente disorganizzazione delle lamine, ben evidente soprattutto nelle zone radiali. Da ciò si potrebbe desumere che lievi differenze, apprezzabili microscopicamente in queste zone, non debbano rappresentare un carattere diagnostico per l'istituzione di nuove specie. Si sottolinea quindi che un'indagine, per quanto accurata, delle caratteristiche esteriori non è criterio sufficiente al fine di effettuare un'affidabile determinazione a livello specifico di queste forme. Ad esempio *L. jouanneti* può essere facilmente confusa con *L. crateriformis* per quanto concerne la forma della parte basale che generalmente è piatta, molto allargata e poco sviluppata in altezza

(Fig.36), mentre sono completamente diverse per quanto concerne le forme esterne delle rispettive valve destre. Caratteristica per cui Klinghardt (1921) avanza l'ipotesi, già discussa in precedenza, secondo la quale esemplari di *Lapeirousia* sp. larghi e piatti siano il risultato di una strategia di crescita in ambienti di vita con diversi livelli di idrodinamismo.

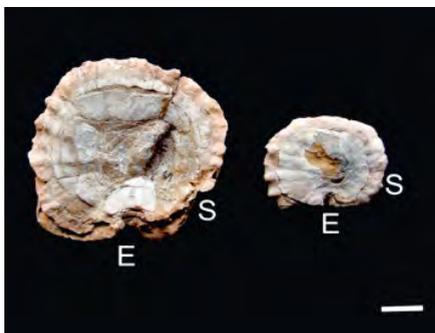


Fig. 33: *Lapeirousia jouanneti* MCSN 2386. Veduta apicale di due valve sinistre. "E-S" bande radiali.



Fig. 34: *Lapeirousia jouanneti* MCSN 2367. Veduta apicale della valva destra "E-S" bande radiali su due rilievi.

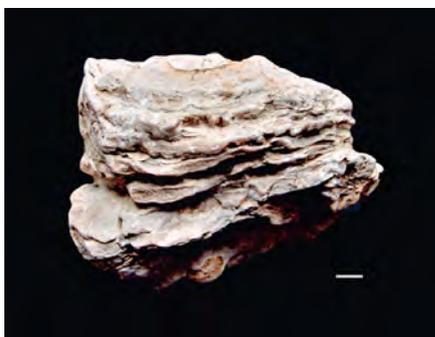


Fig. 35: *Lapeirousia jouanneti* MCSN 2369. Valva destra, molto sviluppata in altezza.



Fig. 36: *Lapeirousia jouanneti* MCSN 2367. Valva destra, esemplare allargato e basso.

Praeradiolites subtoucasii Toucas, 1907.

Gli esemplari considerati nel presente lavoro sono conico-slanciati con perimetro prossimo ad un triangolo a vertici ampiamente arrotondati (Fig. 37). I vertici dividono l'area totale in tre parti di cui una è occupata da cinque pieghe che costituiscono il complesso delle ornamentazioni tra le quali sono comprese le bande radiali leggermente rientranti (Fig. 38) Gli altri due lati sono invece completamente sprovvisti di coste (Figg. 39-41) con le lamine molto aderenti volte in direzione della commessura. La valva superiore è leggermente convessa, ornata da linee concentriche e contradd-

distinta da due rilievi che partendo attenuati dall'umbone arrivano in corrispondenza delle bande radiali nella sottostante valva destra, detti rilievi sono scarsamente visibili nella foto di figura 38. Le ornamentazioni concentriche della valva sinistra si attenuano in prossimità della cerniera caratterizzata da un legamento sottile di media lunghezza (Fig. 37). La struttura del guscio della valva sinistra è lamellare compatta mentre i micro ritmi lamellari della valva destra risultano contraddistinti da reticoli di forma quadrilatera. Toucas (1907) descrive i parametri basilari che caratterizzano le valve destre dei generi *Praeradiolites* come segue: Le lamelle esterne più sovente in forma di coni leggermente ondulati su tutto il contorno, incassati gli uni entro gli altri, che presentano cinque coste sul lato opposto al cardine, di cui due pieghe "E-S" con le inflessioni in rilievo rivolte verso l'alto della conchiglia, tre pieghe ausiliarie rivolte verso la base, una piega mediana che separa i due seni "E-S" e le altre due esternamente agli stessi" (Fig. 40). Questi caratteri generali sono presenti in ventisette specie di *Praeradiolites* descritte dall'autore. Queste si diversificano tra loro per minimi particolari concernenti le ornamentazioni secondarie presenti sulla parte rimanente della valva destra, aspetto a cui l'Autore diede molta importanza. Nel tentativo di trattare in modo organico il genere Toucas ordinò e suddivise le ventisette specie in cinque gruppi che comprendevano esemplari di *Praeradiolites* aventi pressapoco le stesse caratteristiche e precisamente: *Praeradiolites ponsianus*, *P. hoeninghausi*, *P. alatus*, *P. cylindraceus*. Secondo l'autore i caratteri scelti erano sufficientemente significativi per giustificare i cinque raggruppamenti.

Seguendo lo schema di classificazione di Toucas (1907), gli esemplari di Bačevica presentano maggiore affinità con gli esemplari appartenenti al gruppo di *Praeradiolites ponsianus* (d'Archiac) Douvillè 1910.

Se si confrontano le figure 8 - 8a e 9 di tavola III del lavoro citato risulta che gli esemplari di Bačevica trovano puntuale riscontro in *Praeradiolites subtoucasi* provenienti della località tipo di Ariegè (Pirenei francesi). Questa forma si discosta sia da *P. ponsianus* per le bande radiali leggermente sporgenti sia da *P. toucasi* che presenta bande radiali un poco più larghe rispetto alle inflessioni. In sintesi risulta che le molte specie di Radiolitidae, in questo caso *Praeradiolites*, sono state distinte per piccoli particolari che potrebbero far parte della normale variabilità intra-specifica di esemplari raccolti in livelli fossiliferi della medesima età. Per inciso, alla specie *P. ponsianus* fu originariamente attribuita un'età coniaciana, a *P. toucasi* un'età santoniana e a *P. subtoucasi* un'età campaniana. Si fa notare tuttavia che queste attribuzioni cronostratigrafiche sono state proposte agli inizi del Novecento e andrebbero riviste sulla base dei più moderni criteri crono e biostratigrafici.

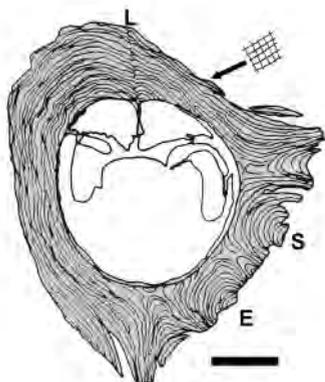


Fig. 37: *Praeradiolites subtoucasi*, valva destra sezione schematica: "E-S" bande radiali, "L" cresta ligamentare. (Da Ponts *et al.* 2002).



Fig. 38: *Praeradiolites subtoucasi* MCSN 2389. Valva sinistra: "E-S" bande radiali, "I" interbanda.



Fig. 39: *Praeradiolites subtoucasi* MCSN 2389. Valva destra. Lato antero-posteriore. Tutta la zona radiale è indicata dalla freccia.



Fig. 40 *Praeradiolites subtoucasi* MCSN 2389. Valva destra lato radiale anteriore: "E-S" Bande radiali "I" interbanda radiale.



Fig. 41: *Praeradiolites subtoucasi* MCSN 2389. Valva destra. Lato posteriore sinistro

Vaccinites ultimus. Milovanović, 1938

A Bačevica è stata istituita anche la specie *Vaccinites ultimus* (1938). Confrontando il materiale iconografico dell'olotipo istituito da Milovanović con i nostri esemplari raccolti a Bačevica non si sono rilevate discrepanze tali da metterne in dubbio l'appartenenza specifica. Si rileva una puntuale rispondenza nella forma e lunghezza della cresta ligamentare flessa verso il centro della valva (Fig.43-44).

Il primo pilastro è corto e largo, moderatamente ristretto alla base. Il secondo pilastro, claviforme, è molto rastremato alla radice ed è lungo al pari della cresta ligamentare. La distanza che intercorre fra i due vertici della cresta ligamentare ed il secondo pilastro, moltiplicata circa per otto volte, dà la misura della circonferenza esterna dei fossili raccolti. Questo è stato verificato in tutti gli esemplari esaminati in perfetto accordo con quanto osservato e descritto da Milovanović (1938). Esternamente, nella zona posteriore, tre scannellature, non sempre evidenti, marcano in senso verticale la posizione dei due pilastri e della cresta ligamentare, (confronta per analogia Fig. 50). La parte spessa del guscio, analogamente a tutte le rudiste del genere *Vaccinites* presenta una struttura lamellare. Quando lo stesso è ben conservato e non abraso misura dodici-quattordici millimetri di spessore. Uno degli esemplari migliori mostra sino nei minimi particolari le ampie superfici su cui aderivano le parti molli (mantello) con le superfici di attacco del grosso muscolo adduttore ben conservato e una fossetta a rappresentare quello anteriore (cfr. Ma e Mp, in Fig. 46). All'apice della cresta legamentare si osserva l'unico dente della valva destra situato esattamente fra i due denti della valva sinistra (anteriore e posteriore). Quest'ultimi assieme formano un sistema allineato in direzione dell'impronta del muscolo adduttore posteriore (cfr. Mp, Fig.42).

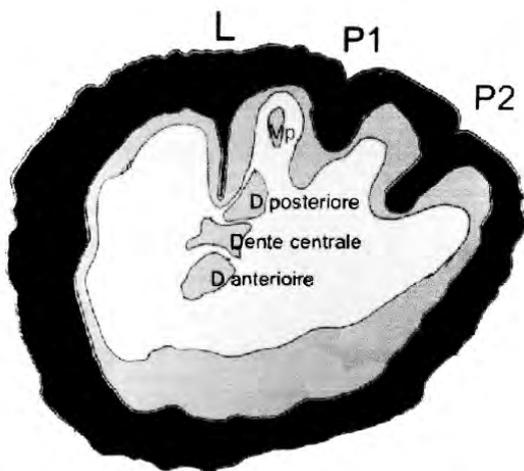


Fig. 42: Sezione schematica indicativa di valva destra di *Vaccinites* sp. La parte nera del guscio è calcitica a bassa quantità di magnesio, mentre le parti grigie sono aragonitiche. "D" dente, "Mp", miofora posteriore, "L" cresta ligamentare, "P1" pilastro posteriore, "P2" pilastro anteriore.



Fig. 43: *Vaccinites ultimus* MCSN 2388. Valva destra. “L” cresta ligamentare, “P1-P2” pilastri.



Fig. 44: *Vaccinites ultimus* MCSN 2376. “L” cresta ligamentare, “P1-P2”, pilastri.



Fig. 45: *Vaccinites ultimus* MCSN 2028. Valva destra, lato anteriore sinistro decorticato.

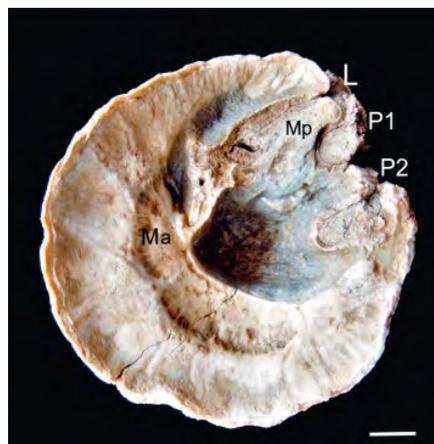


Fig. 46: *Vaccinites ultimus* MCSN 2028. Valva destra in visione apicale. “Ma” miofora anteriore, “Mp”, miofora posteriore, “L”, cresta ligamentare, “P1” pilastro posteriore, “P2”, pilastro anteriore.

Vaccinites alceotarlai Pons et al. 2019.

Oltre alle quattro specie di *Pironaea* (riguardo questo genere vedasi pagine successive nel testo) esistono altre ippuritidi caratterizzate da pieghe multiple, ascritte al genere *Vaccinites*, presenti dai Pirenei orientali fino all’Anatolia tra questi: *Vaccinites*

alceotarlaoi Pons *et al.*, 2019; *V. pirenaico* Pons *et al.* 2019, *V. bilottei* Pons *et al.*, 2019 *V. loftusi* Woodward 1855 e *V. syriacus* Vautrin 1933. Alcune di queste ippuritidi con pieghe multiple, sia esemplari di *Pironaea* che *Vaccinites* si possono rinvenire assieme; in differenti aree geografiche contraddistinte da affioramenti del Campaniano e come nel caso di Bačevica. Le specie del genere *Vaccinites* si sono evolute nel tempo e *Vaccinites alceotarlaoi* è la forma più primitiva rappresentando il presunto capostipite da cui hanno avuto origine altre specie summenzionate (Pons *et al.* 2019). Si sottolinea che un aspetto evolutivo di questo genere non ha interessato le quattro specie di *Pironaea* (Munujos *et al.* 2020) di cui nessuna di queste sembra essere derivata l'una dall'altra. In seguito alla revisione di *Vaccinites loftusi* di Pons *et al.* (2019) è stato stabilito che i vari esemplari originari della Spagna, Serbia, Bulgaria, Turchia e Siria sono filogeneticamente contigui. In questo studio sono stati presi in considerazione solamente i caratteri diagnostici più importanti, quali misura e sviluppo ontogenetico della cresta ligamentare con i pilastri secondari presenti nella parte interna del guscio.

Il confronto tra le specie è stato effettuato dagli Autori citati ricorrendo alla rappresentazione grafica di linee rette passanti rispettivamente in successione: (1) sull'allineamento dei due denti della valva sinistra (Da e Dp); (2) dal centro del dente posteriore (Dp) della stessa valva al centro della miofora posteriore (Mp); (3) da quest'ultimo sino a metà della parte terminale del primo pilastro e infine da questa posizione (4) alla parte terminale dell'ultimo pilastro (Fig.47).

I punti di congiunzione di queste quattro rette formano tre angoli ritenuti molto importanti dal punto di vista diagnostico secondo Pons *et al.* (2019) in quanto permettono il riconoscimento delle cinque specie proposte in questo loro contributo in seguito ad un attento lavoro di revisione condotto su numerosi esemplari di *Vaccinites loftusi*. Di seguito sono sinteticamente riportate le caratteristiche delle specie di *V.loftusi* con piccole osservazioni e annotazioni di Tarlao.

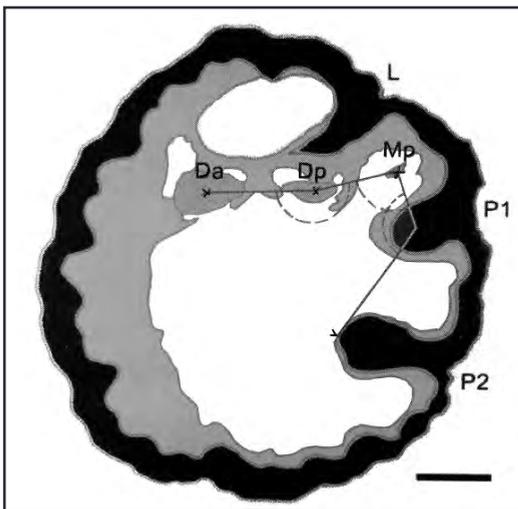


Fig. 47: *Vaccinites loftusi* con rappresentate le linee rette diagnostiche. "Da" dente anteriore, "Dp" dente posteriore, "Mp" miofora posteriore, "L" ligamento, "P1" pilastro posteriore, "P2" pilastro anteriore.

Bačevica e Vrbovac rappresentano le località tipo da cui provengono gli esemplari tramite il cui studio è stata istituita la specie *Vaccinites alceotarlaoi* n.sp. Con il nome della specie, Pons ha inteso onorare la passione e le ricerche svolte fino in gioventù da Alceo Tarlao, “rudistologo italiano” (in Pons *et al.* 2019).

Vaccinites alceotarlaoi n. sp. si presenta con pilastri secondari più larghi che lunghi e cresta ligamentare con punta tronca anche nello stadio giovanile. Questa forma non solo è stata rinvenuta a Bačevica e Vrbovac (Serbia) e ma anche a Torallola (Spagna). Viene considerato il più primitivo delle altre specie di cui segue la descrizione.

Vaccinites pirenaicus n.sp. presenta pilastri secondari corti, più larghi che lunghi; cresta ligamentare larga quasi rettangolare con termine appuntito negli esemplari più grandi; ma chiaramente tronca nella forma giovanile. Pirenei (Serra d’Arquels, Castellonroi e strada Coll de Pal). Campaniano superiore. La specie si è evoluta da *Vaccinites alceotarlaoi* ed è stata riconosciuta in un altro orizzonte stratigrafico quello di *Vaccinites pirenaicus*. Probabilmente *Vaccinites pirenaicus* è tipico dei Pirenei finora riconosciuto solo nei Pirenei centro-meridionali,

Vaccinites loftusi denota pilastri secondari più larghi che lunghi, o quadrati, a volte con alcuni pilastri leggermente più lunghi; cresta ligamentare con punta tronca nell’esemplare giovane, ma un leggero troncamento difficilmente distinguibile, o addirittura arrotondato, negli esemplari adulti.

Anche questa specie sembra essersi evoluta da *Vaccinites alceotarlaoi* ed è molto variabile in alcuni suoi caratteri. Gli esemplari più grandi assomigliano a *Vaccinites syriacus* che è considerata a propria volta una sua specie anch’essa derivata da *Vaccinites alceotarlaoi*. Il materiale per il riconoscimento di *V. loftusi* proviene da affioramenti della zona di Hekimhan, SE Anatolia, di età campaniana superiore.

Altri esemplari descritti e riconosciuti appartenenti alla specie provengono da altre località turche dell’Anatolia centrale e settentrionale. È importante far notare che: *Pironaea syriaca* citata in affioramenti dell’Anatolia meridionale e dell’Oman di cui ancora manca una descrizione probabilmente è ascrivibile a *Vaccinites loftusi*.

Vaccinites bilottei n.sp. Questa specie è stata dedicata a Michel Bilotte per il suo straordinario e continuo lavoro sugli hippuritidi dei Pirenei francesi e altre zone. L’olotipo prescelto è raffigurato in

Douvillè (1887) e Toucas (1904). La località tipo è Gabrovo nella Bulgaria centrale di età campaniana superiore. La specie è stata riconosciuta solo nella Bulgaria occidentale e centrale. Presenta pilastri secondari corti, più larghi che lunghi., cresta ligamentare con apice arrotondato sia in esemplari adulti che nei gusci giovanili.

Vaccinites syriaca. Specie con pilastri secondari corti e leggermente più lunghi; cresta ligamentare con punta evidente e arrotondata sia negli esemplari adulti che in quelli giovanili.

Osservazioni, questa specie non può essere considerata una *Pironaea* in quanto i corti pseudo pilastri dello strato interno della valva destra non modificano la configurazione dei canali della valva sinistra che è invece un tipico carattere diagnostico di *Pironaea*. Come già sottolineato, esemplari di questa specie, segnalati in altri paesi oltre che in Siria, potrebbero essere riconducibili a *Vaccinites loftusi*. In questo caso,

il materiale originario proveniente dalla Siria da affioramenti del Maastrichtiano inferiore risulterebbe l'unico contraddistinto da esemplari di *Vaccinites syriaca*.

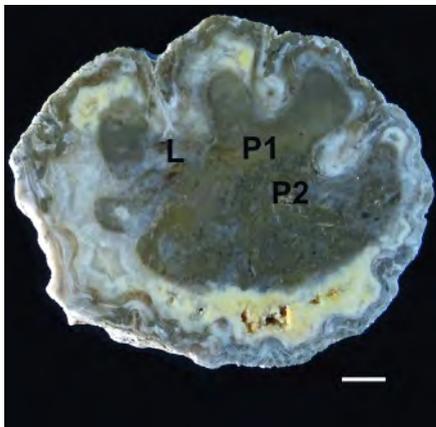


Fig. 48: *Vaccinites alceotarlaoi* n.sp. Olotipo MCSN 1862. Sezione tangenziale. Apparato miocardiale di valva destra.

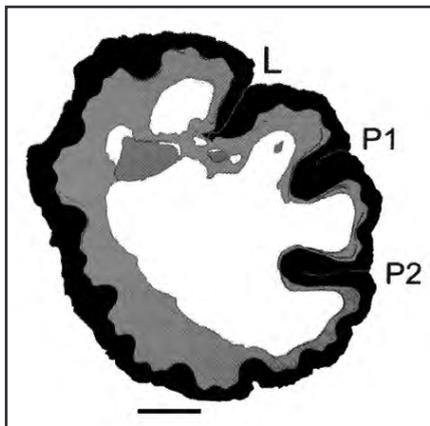


Fig. 49: Olotipo di *Vaccinites alceotarlaoi* MCSN 1862. Caratteri morfologici evidenziati con diverse tonalità di grigio corrispondenti alle parti originariamente aragonitiche del guscio. In nero la parte a composizione calcitica a basso contenuto di magnesio (Pons *et al.* 2019).

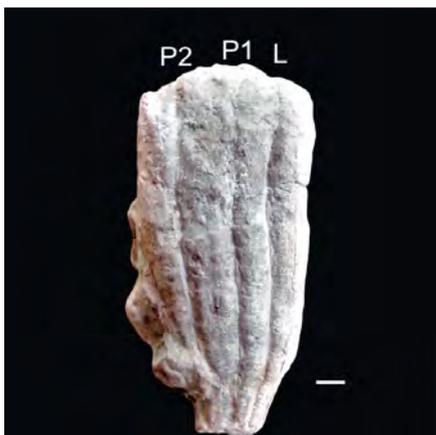


Fig. 50: *Vaccinites alceotarlaoi* MCSN 1861. Valva destra parzialmente abrasa, sono evidenti i solchi corrispondenti ai due pilastrae e alla cresta ligamentare.



Fig. 51: *Vaccinites alceotarlaoi* MCSN 2476. Ornamentazione esterna a lamelle sporgenti della valva destra. Lato posteriore.

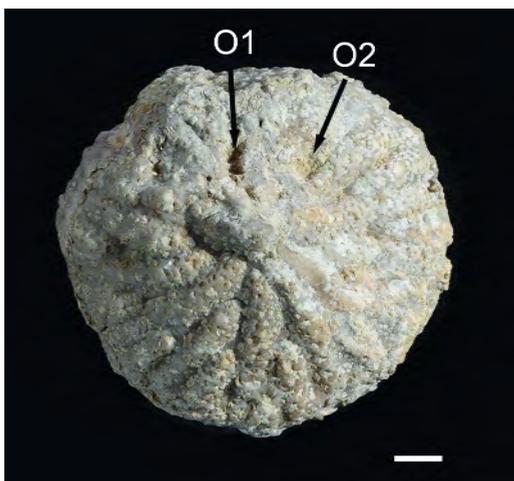


Fig. 52: *Vaccinites alceotarlaoi* MCSN 2225. Valva sinistra con il reticolo della superficie quasi interamente integro. “O1-O2” osculi.

Pironaea polystyla (Pironea 1868).

Rudiste: ippuritidi caratterizzate da pieghe multiple dallo strato esterno a quello interno della conchiglia riferite al genere *Pironaea* da Meneghini in Pironea (1868). Furono rinvenute inizialmente a Subit nei livelli conglomeratici dei mega banchi del Friuli orientale.

Successivamente sono state istituite da vari autori una ventina abbondante di specie di questo genere. Lo studio dei caratteri esterni e interni delle valve e della variabilità ontogenetica e intraspecifica condotta da studiosi spagnoli (Munujos *et al.*, 2016) ha permesso la revisione di tutte le specie, ridotte ora a sole quattro. Pons e colleghi hanno utilizzato materiale proveniente da Bačevica raccolto da Tarlao, prestato dal Museo Civico di Scienze Naturali di Trieste. A Bačevica sono state riconosciute tre delle quattro specie di tale genere rappresentate da *P. milovanovici* Kühn 1935, *P. polystyla* Pironea 1868 e *P. transitoria* Milovanović 1934b.

Pironaea polystyla raccolta nella zona di Vrbovac e Bačevica si distingue per la forma stiliforme rettilinea della cresta ligamentare e per la sua lunghezza che in molti casi supera di poco il secondo pilastro leggermente più corto della cresta (Figg. 53-54). Il primo pilastro è rastremato alla base e quasi parallelo alla cresta ligamentare con apice arrotondato. Al pilastro “P1” fa seguito il “P2” meno grosso del precedente ma più lungo (circa come la cresta ligamentare), leggermente rastremato alla base con l’apice arrotondato. Il pilastro “P2” è diretto all’incirca verso il centro della valva mentre le pieghe accessorie che completano il perimetro interno della valva sono sempre molto accentuate, insinuandosi profondamente verso il centro della valva tanto da essere confuse con i pilastri ad un esame non attento (Fig. 54). Per quanto riguarda le ornamentazioni interne, si osserva che le pieghe maggiori protese verso la parte interna della valva presentano una piccola piega la quale tende a dividersi a

metà producendo un'insellatura. Questa struttura si approfondisce nelle fasi successive di crescita della valva destra dando così inizio alla duplicazione della costa medesima di modo che gli stadi giovanili degli individui presentano un numero inferiore di ornamentazioni interne rispetto a quelli adulti, (Swinburne *et al.* (1992) (Fig.54).

Esternamente le valve destre mostrano coste striate ben pronunciate in senso verticale, intervallate da solchi (Fig. 56) privi tuttavia delle classiche lamelle che adornano orizzontalmente le coste di *Vaccinites alceotarlaoi* (Fig. 51). Questa ultima rudista potrebbe essere facilmente confusa con *P. polystyla* ad una prima superficiale indagine. Le ornamentazioni secondarie (pseudopilastri); si distinguono tra i diversi esemplari soprattutto per loro forma. Queste sono presenti in numero variabile a seconda dell'età degli individui, più numerose e maggiormente sviluppate negli esemplari adulti rispetto a quelli giovani.

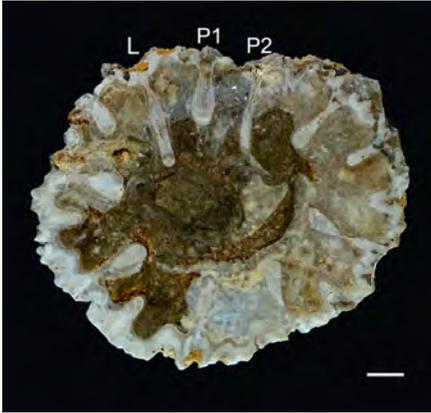


Fig. 53: *Pironaea polystyla* MCSN 1866. Sezione tangenziale di valva destra. "L" cresta ligamentare, "P1" primo pilastro, "P2" secondo pilastro.

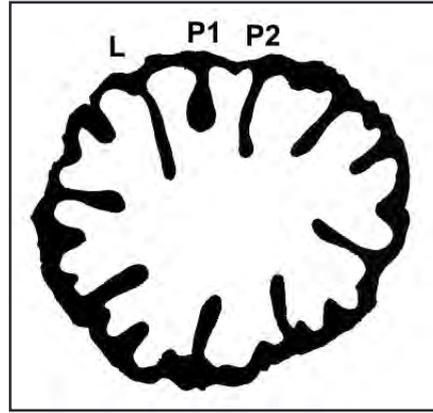


Fig. 54: *Pironaea polystyla* MCSN 1866. Rappresentazione grafica della sezione tangenziale di valva destra dell'esemplare di fig. 53.

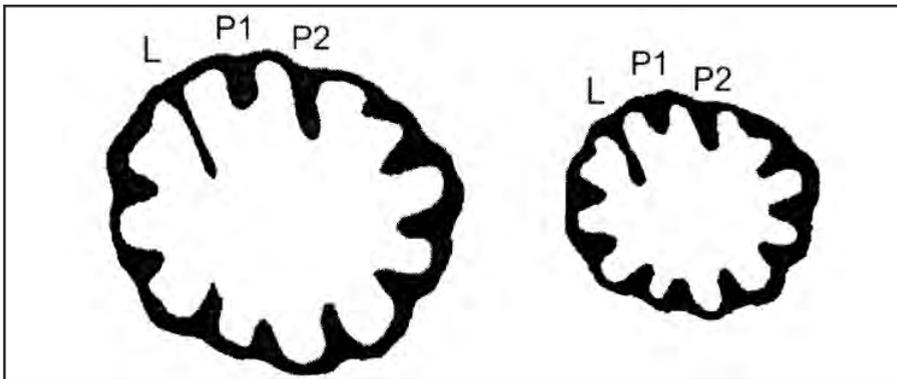


Fig. 55: *Pironaea polystyla* Rappresentazioni grafiche di valve destre in uno stadio di crescita giovanile provenienti dalla Bulgaria. (Swinburne *et al.* 1992).



Fig. 56: *Pironaea polystyla* MCSN 2366. Ornamentazioni della valva destra.

Pironaea milovanovici Kühn, 1935.

Nello stadio giovanile degli individui di *Pironaea milovanovici* si osserva che la valva destra fino dai ritmi iniziali di crescita aumenta progressivamente di diametro, soprattutto sul lato ventrale.

Per questo motivo la valva destra assume un profilo aggettante con il lato della cresta ligamentare pressochè verticale (Fig 59). Di conseguenza l'umbone della valva occupa una posizione molto decentrata. L'ornamentazione esterna è costituita da minute coste spesse tre-quattro millimetri, intervallate da solchi della stessa dimensione che segnano verticalmente la valva in questione (Fig. 59). In sezione è evidente nella parte apicale della valva destra la diversa lunghezza delle pieghe accessorie delle quali si osservano tre cicli, rispettivamente lunghi, medi, e corti. Le pieghe lunghe e medie hanno corpo sottile con la parte terminale allargata, diversamente quelle corte non presentano ingrossamenti terminali. Alcune pieghe maggiori presentano saltuariamente terminazioni bifide, una più avanzata dell'altra. Altre mostrano solo degli ingrossamenti che si possono interpretare come divisioni abortite o in via di sviluppo.

I pilastri e la cresta ligamentare sono molto evidenti rappresentando i segmenti più estesi di tutto il complesso interno, anche se non si notano particolari ornamentazioni nella parte esterna della valva destra come si riscontra in altri generi. Il pilastro "P1", è sottile e la sua forma ricorda quella di un pastorale a testa ingrossata. È vicino al pilastro "P2" dello stesso spessore, però più lungo di circa un terzo rispetto al pilastro "P1". La distanza apicale tra il ligamento "L" ed il pilastro "P1" è più del doppio della distanza "P1"- "P2". Fra i due pilastri si insinua una piega accessoria mentre nel tratto rimanente compreso tra il pilastro "P1" e la cresta ligamentare si osservano tre pieghe accessorie che si protendono verso il centro della valva (Fig. 57).

In rapporto alle dimensioni, lo spessore della valva destra dell'esemplare qui descritto risulta piuttosto sottile (cinque o sei millimetri) in confronto al suo diametro di quindici centimetri. Il guscio presenta struttura lamellare compatta. La valva sinistra è moderatamente piano-convessa.

La superficie del nostro esemplare denota delle tracce mal distinguibili della membrana cribrata (freccia) che originariamente copriva tutta la valva sinistra (Fig. 58). Le eccellenti condizioni di preservazione della valva sinistra dell'esemplare esaminato si prestano ben al confronto con gli altri individui provenienti da località diverse (cfr. Munujos *et al.*, 2020). È importante far notare che il genere *Pironea* si distingue dalle altre Hippuritidae per l'uncone aggettante e per l'abnorme sviluppo e forma delle pieghe accessorie che si protendono dal bordo della valva destra verso il centro della stessa. La forma e lunghezza dei pilastri unitamente alla cresta ligamentare e alle pieghe di secondo ordine sono legate allo sviluppo dei singoli individui.

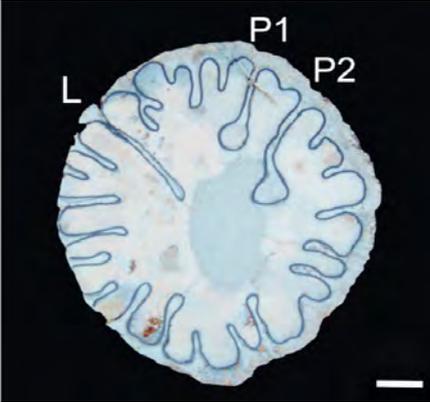


Fig. 57: *Pironea milovanovici* MCSN 2377. Sezione tangenziale della valva destra. Cresta ligamentare, pilastri e pseudopilastri sono stati artificialmente evidenziati.



Fig. 58: *Pironea milovanovici* MCSN 2255. Valva destra con parti residue della valva sinistra (freccia). I pilastri "P1" e "P2" compresa la cresta ligamentare "L" sono occultati dai residui della valva sinistra.



Fig. 59: *Pironea milovanovici* MCSN 2255. Ornamentazioni della valva destra.



Fig. 60: *Pironea milovanovici* MCSN 2255. Esemplare di valva destra in visione capovolta. Umbone fortemente decentrato: caratteristica della specie.

Pironaea transitoria Milovanović 1934

Le ricerche di Tarlao a Bačevica hanno fornito nove esemplari di questo genere a Munujos *et al.* (2016, 2020) studiati e rappresentati per la revisione complessiva del genere *Pironaea*. Nel corso di tale revisione è stata presa in considerazione *Pironaea transitoria*, specie istituita su un esemplare raccolto da Milovanović a Bačevica. L'Autore inizialmente aveva considerato questo esemplare una varietà o una sottospecie di *Pironaea corrugata* che venne poi riprodotta con piccole differenze da diversi autori. Non a caso esiste una lunga lista di ben nove sinonimi junior.

Il carattere diagnostico principale secondo Milovanović era il modesto sviluppo dei pilastri secondari, similmente a *Vaccinites loftusi*, indicando la transizione tra quest'ultima e i pilastri secondari della *Pironaea*, da ciò il motivo del nome della specie. Tutti i caratteri dei nove sinonimi junior ben si conformano nella variabilità della specie *P.transitoria*, mentre il modesto sviluppo dei pilastri secondari sono caratteristica degli individui giovanili (Munujos *et al.*). Nel lavoro citato anche 10 sinonimi junior di *P.polystyla* istituiti da vari autori sono ricondotti a questa specie. L'ultima specie riconosciuta del genere in questione, *P. corrugata*, è stata riconosciuta soltanto in Anatolia ma non è il progenitore di tutte la specie.

La diagnosi di *Pironaea transitoria* mostra esemplari di piccole, moderate dimensioni. La cresta ligamentare è lamellare, lunga (triangolare negli esemplari giovani), il primo pilastro corto e tozzo alle volte rastremato alla base, il secondo è lungo quasi come la cresta ligamentare. I pilastri di primo ordine sono simili al primo pilastro, mentre quelli di terzo ordine sono tozzi e quasi quadrangolari.

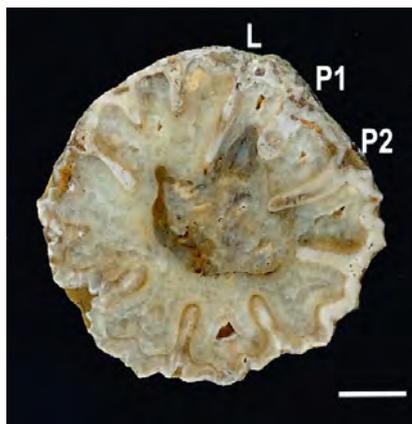


Fig. 61: *Pironaea transitoria* MCSN 1872. Sezione tangenziale di valva destra. "L" cresta ligamentare, "P1"- "P2", pilastri.

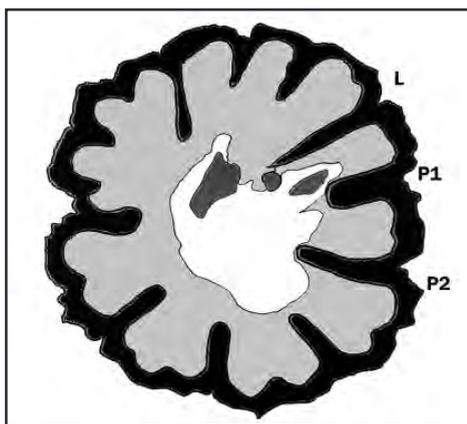


Fig 62: *Pironaea transitoria* MCSN 1872. Disegno esplicativo.

Joufia milovanovici (Slišković 1968; Özer *et al.* 2021)

Milovanović (1932) menzionò Vrbovac e Bačevica come le due località più interessanti per la ricca fauna a rudiste ivi presenti e cita una forma particolare di *Radiolites*.

Nella tavola 1 del suo lavoro, l'autore raffigura tre esemplari di “*Radiolites angeiodes*” e nella didascalia fece notare la differenza delle coste verticali, che ornano le tre rispettive valve destre da lui considerate probabilmente rimaneggiate. L'esemplare 2a è la valva superiore dell'esemplare 2, con la valva destra da noi non raffigurata. La valva superiore possiede coste disposte a raggiera che convergono verso l'umbone, senza però connettersi l'un l'altra (Fig. 63).

L'autore non si era accorto però che la valva superiore dell'esemplare 2, da lui classificato “*Radiolites angeiodes*”, aveva subito un significativo rimaneggiamento, in seguito al quale la superficie della valva sinistra era stata completamente abrasa mettendo allo scoperto una serie di canalicoli disposti a raggiera interpretati da lui come coste ornamentali. In realtà si trattava di sottili canaletti erosi alla superficie in modo da essere confusi con l'ornamentazione. Durante l'ultima ricerca in campo nel sito di Vrbovac sono stati raccolte decine di esemplari di *Radiolites angeiodes sensu* Milovanović (1932) in perfetto stato di conservazione. Questi rinvenimenti hanno consentito di constatare che le valve sinistre possiedono, al di sotto di una sottile e liscia membrana ricoprente tutta la parte superiore calcitica delle valve, una serie di sottili canaletti disposti a raggiera convergenti verso l'unbone senza mai collegarsi tra loro.

Si è così potuto stabilire che *Radiolites sensu* Milovanović sulla base dei canali presenti nella valva sinistra doveva essere assegnato (Özer *et al.* 2021) al genere *Joufia* e precisamente a *Joufia milovanovici* (Fig. 68).

Dalla revisione tassonomica è stato osservato che la valva destra è generalmente conica (Fig. 65) e che in alcuni esemplari assume una forma slanciata. La valva è completamente ornata da coste verticali sottili molto uniformi che differiscono soltanto nelle zone radiali (Fig. 66). Il guscio della valva destra presenta una struttura penta-esagonale, caratteristica di tutti i radiolitidi.

La valva sinistra è particolare per il fatto che possiede una serie di canaletti che convergono a raggiera verso l'umbone. I canali coperti da una sottile pellicola calcarea completamente liscia che a tratti, quasi in trasparenza, li lascia intravedere (Fig. 64). Per ulteriori riferimenti si rimanda a Özer *et al.* (2021).

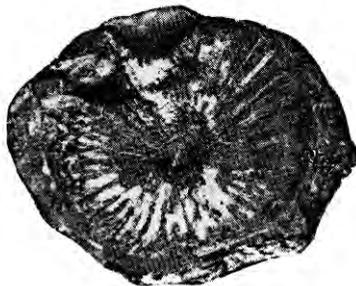


Fig. 63: *Joufia milovanovici*, valva sinistra. Esemplare 2b della prima tavola del lavoro di Milovanović 1932, (ex *Radiolites angeiodes*).



Fig. 64: *Joufia milovanovici* MCSN 2393. Valva sinistra d'esemplare decorticato, manca quasi completamente lo strato più esterno calcareo del guscio che ricopriva i canali. "E2-"S" bande radiali.



Fig. 67: *Joufia milovanovici* MCSN 1970. Sezione di valva sinistra con canali e zone radiali "E"- "S" proveniente dalla Cava Romana di Aurisina Trieste. Prima segnalazione del genere nel Carso triestino (Tarlao 2019).



Fig. 65: *Joufia milovanovici*. MCSN 2192/2. Esemplare con le valve in connessione.



Fig. 66: *Joufia milovanovici* MCSN 2227. Valva destra parte antero-laterale destra. "E"- "S", bande radiali.

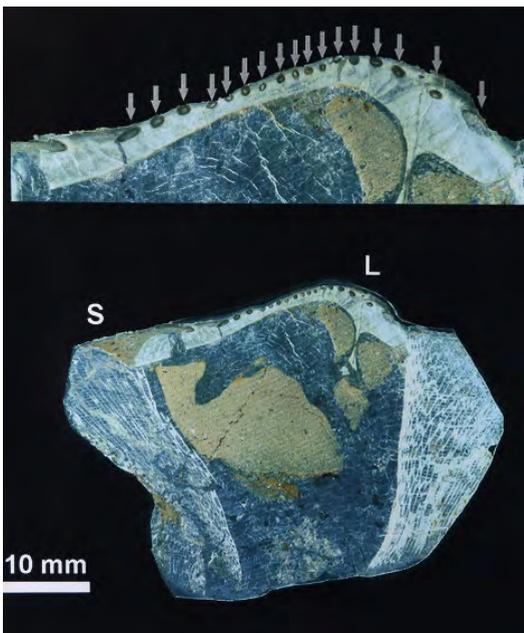


Fig. 68: *Joufia milovanovici*. Sezioni sottili di esemplari con le valve in connessione dove si evidenziano con le frecce i canali presenti entro lo spessore delle valve sinistre.

Plagioptychus aguilloni (d'Orbigny 1840)

Sladič – Trifunovič (1998) operando nella zona di Bačevica hanno trovato e citato esemplari di *Plagioptychus*. Quindi questa è un'ulteriore segnalazione della presenza di questo genere nella zona di Bačevica.

Steuber (2004) nel suo lavoro sui Plagioptychidi delle Alpi austriache annovera quattro specie, tre *Plagioptychus* e una *Mitrocaprina*. L'autore classifica gli esemplari solamente tramite i canali palleali che sono presenti sul bordo commessurale delle valve sinistre, canali che sono diversi per ogni singola specie (Fig. 70) Le forme esterne di entrambe le valve sono quasi indistinguibili le une dalle altre e quindi non hanno un valore diagnostico specifico (Fig.69) La valva sinistra è liscia, senza ornamentazioni o con sottili strie di accrescimento; presenta forma capuliforme con unbone che in alcuni esemplari deborda nel lato posteriore oltre la commessura. La valva destra è liscia e di forma conica, in qualche esemplare può essere leggermente arcuata o addirittura gyropleuriforme nella sua parte inferiore. La valva destra è segnata esternamente sul lato posteriore, più o meno marcatamente, da una debole inflessione verticale del guscio che indica la presenza di una lunga e sottile cresta ligamentare (freccia, Fig. 69).



Fig. 69: *Plagioptychus aguilloni* MCSN 1413. In visione antero-posteriore destra con le valve in connessione. "L" legamento. Il campione non è stato tagliato.



Fig. 70: *Plagioptychus aguilloni* MCSN 2451. Sezione tangenziale di valva sinistra effettuata ad un centimetro sopra la commessura che mostra i canali presenti nella zona palleale.

Hippurites herischi Kühn, 1947

La zona di Bačevica ha fornito anche un esemplare di *Hippurites herischi* con caratteri propri della specie descritti da Milovanovic 1936 con il nome di *Yvania maastrichtiensis*. Questa specie mostra le classiche rientranze in prossimità dei pseudopilastrici vagamente somiglianti a quelli di *Lapeirousia*, ma a differenza di quest'ultima non presenta le invaginazioni delle zone radiali peculiari di questo altro genere. A forte ingrandimento, si notano due ornamentazioni circolari punteggiate mentre il rimanente perimetro, a struttura lamellare, risulta sprovvisto di strutture poligonali interne (Fig. 71).

La valva sinistra è nota dalla descrizione di Milovanović (1936) sulla base di una fotografia e di un disegno (Fig. 73). Recentemente Pons e Vicens (2012) hanno fatto notare che il sottile reticolo finemente cribrato che copre la valva sinistra possiede occasionalmente due sorta di pustole quasi centrali interpretate da Milovanović come osculi (Fig. 73). Si sottolinea che la valva sinistra delle Hippuritidae è normalmente caratterizzata da ben evidenti osculi disposti irregolarmente.

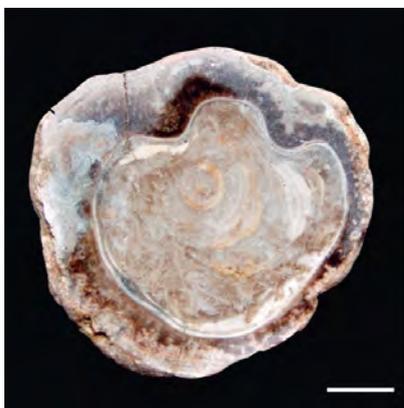


Fig. 71: *Hippurites herischi* MCSN 2386. Sezione tangenziale della valva destra (ex *Yvania*).



Fig. 72: *Hippurites herischi* MCSN 2358. Visione apicale di valva destra. Si noti la zigrinatura del limbo dell'esemplare, caratteristica della specie.



Fig. 73: Ex *Yvania maastrichtiensis* ora *Hippurites herischi*. Unico esemplare conosciuto tratto dal lavoro originale di Milovanović 1935. Trattasi di una ricostruzione per sovrapposizione di due esemplari incompleti che sono in effetti un frammento di valva destra (a sinistra) e di valva sinistra (a destra) ove si notano due fori interpretati da J.M. Pons come osculi occasionali, (comunicazione personale).

Cyclolites sp. Lamarck J. B. 1815

Pur non trattandosi di una rudista ma di un corallo, si è ritenuto includere questa forma nel presente contributo data la sua peculiare presenza nelle località considerate. È stato più volte citato il reef di Vrbovac. Sia Vrbovac che a Bačevica si rinvenivano coralli individuali presenti in grande abbondanza nella zona esaminata assieme a *Vaccinite loftusi*, *Pironaea polystyla*, *P. corrugata*, *Lapeirousia crateriformis*, *L. jouanneti*, *Pseudopolyconites* sp. e *Plagiptychus aguilloni*. Si sono osservati e raccolti questi coralli attaccati a esemplari di *Pseudopolyconites*; (Fig. 9) sia in posizione sovrastate che sottostante. Come mera supposizione, è possibile che queste associazioni abbiano tratto in inganno i paleontologi serbi, inducendoli ad ipotizzare la presenza di bioermi.

Tutti gli esemplari sono in ottimo stato di conservazione, alcuni presentano sfregi dovuti a contatti meccanici con strumenti legati alle attività agricole. Infine non sono stati trovati coralli ermatipici.

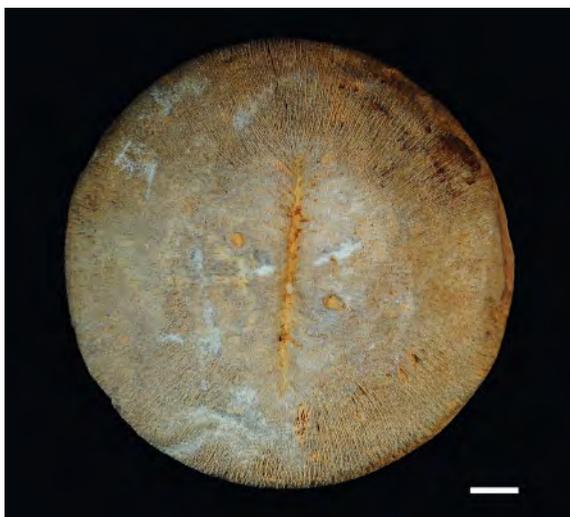


Fig. 74: *Cyclolites* sp. corallo individuale. MCSN 2375. Molto comune nella fauna fossile di Vrbovac e Bačevica.

8. – *Fundinia*: Un genere da riesaminare

Sladič – Trifunović e Pejović (1977) segnarono nei calcari a rudiste della località di Fundina (Montenegro) e Povelja (isola di Brač, Croazia) delle radiolitidi che similmente al genere *Pseudopolyconites* mostravano delle “escrescenze tubulari”. Queste forme furono assegnate al nuovo genere *Fundinia*, rappresentato dalla specie *Fundinia biscoulata* n.gen. n. sp.

A Fundina sono state raccolte un certo numero di esemplari privi della valva superiore. Secondo la diagnosi delle studioso, la valva inferiore mostra delle escrescenze tubulari piuttosto larghe rispetto le dimensioni della conchiglia. La cresta ligamentare è ben sviluppata, il guscio mostra una struttura con poligoni penta-esagonali. Le “pieghe sifonali” con struttura prismatica sono ben distanziate, la banda “S” vicina alla cresta ligamentare è ben sviluppata ed è considerevolmente più grande di “E”. Il nuovo genere mostra affinità con *Pseudopolyconites* (soprattutto i tubuli) ma anche delle differenze per quanto riguarda forma e struttura delle “pieghe sifonali” e della cresta ligamentare. Secondo Sladič – Trifunović e Pejović (1977) i caratteri dei generi *Pseudopolyconites* e *Fundinia* indicherebbero una chiara relazione filogenetica.

Nel 2000 Sladič – Trifunović istituì la famiglia *Pseudopolyconitidae*. Secondo l’autrice a parte il genetipo *Pseudopolyconites* Milovanović, apparterebbero alla famiglia i generi *Fundinia*, e *Duranddelgaia* (Patrulus 1972-73). Sempre secondo Pejović e Sladič – Trifunović *Fundinia* sarebbe l’antenato del genere *Pseudopolyconites* praticamente eguale agli esemplari reperiti a Svracia Stena (SW Serbia) di età Santoniano inferiore e forse di *Kurtinia* (Karacabey, 1980). “*Kurtinia* also possesses tabular escrescences (?) on the shell. However, these rudist need further investigations” secondo (Sladič – Trifunović, (2000, pag. 84) La famiglia *Pseudopolyconitidae* ha secondo la studiosa serba in quanto i rappresentanti della medesima differiscono dalle radiolitidi per: 1) escrescenze tubulari presenti in entrambe le valve del genere *Pseudopolyconites* e nella valva inferiore di *Fundinia*; 2) la struttura mista celluloprismatica e lamellare dello strato esterno; 3) lo sviluppo particolare della zona “sifonale”.

In passato sono state proposte molte famiglie di radiolitidi senza mai aver indagato e aver stabilito i loro rapporti filogenetici. Inoltre la famiglia delle radiolitidi include un numero considerevole di generi che sono stati stabiliti su basi tipologiche discutibili senza aver considerato la loro naturale variabilità. È molto probabile che un certo numero di generi saranno considerati in futuro dei sinonimi junior, di forme istituite in precedenza. Questo potrebbe essere il caso di *Fundinia* anche se questa rudista è attualmente inserita nella lista della famiglia *Radiolitidae* d’Orbigny 1847 nell’importante lavoro di classificazione delle rudiste di Skellyton (2013).

L’olotipo di *Fundinia* “Fu.1” non è stato reperito come pure gli esemplari e gli *slab* provenienti da Fundina (8) Montenegro e da Povelja - isola di Brač (2), nonostante le ricerche fatte da Rajka Radoičić. Si sottolinea che non è mai stata trovata negli affioramenti la valva superiore. Quindi non è stato possibile lavorare su campioni in tre dimensioni e la diagnosi di questa rudista è difficoltosa in quanto ci si deve basare sulla descrizione di Sladič – Trifunović e Pejović (1977) e le foto *ibidem*. Gli esemplari di tavola 1 (lavoro citato) sono ingranditi 4 o 5 volte; se ne deduce quindi che si tratta di individui piccoli, di diametro pari a 12-15 mm. Il guscio della valva destra è spesso circa 2 mm e presenta una struttura a poligoni penta-esagonali. Si nota una grossa cresta ligamentare che sembra corta ma in realtà rotta come risulta in vari esemplari. Le autrici ritengono che la parte distale della cresta ligamentare sia stata “riassorbita” a causa di processi diagenetici, si nota inoltre che la cresta ligamentare di un esemplare è reticolata.

La parte più rilevante del suddetto lavoro è aver rilevato la presenza di piccoli cerchi nello spessore del guscio, interpretati dalle studiose serbe come prova di escrescenze tubolari che si proiettano verso l'esterno. Per tale ragione questo genere venne da loro comparato a *Pseudopolyconites*. Alcuni di questi circoletti, rari e sparsi, sono visibili anche nella matrice. Si sottolinea che le cosiddette escrescenze tubolari che si proiettano verso l'esterno, come in *Pseudopolyconites*, non si osservano in nessuna delle foto pubblicate nel succitato lavoro.

Riguardo i presunti tubuli si rileva che nessun esemplare di *Pseudopolyconites* presenta canali che penetrano verticalmente all'interno dello spessore della valva destra e inoltre dalle foto non si notano canali e ovviamente tubuli uscire orizzontalmente dai gusci, caratteristica questa di *Pseudopolyconites*. Come pura ipotesi, i circoletti all'interno del guscio (Fig. 75) potrebbero rappresentare dei canaletti che scendono alla base delle rispettive valve mentre quelli sparsi nella matrice potrebbero essere de frammenti di guscio (ipotesi da verificare).

Fundinia comunque è ascrivibile alla famiglia delle radiolitidi per la struttura a poligoni esagonali e per le due ornamentazioni sporgenti "E" e "S" che dovrebbero corrispondere alle bande radiali.

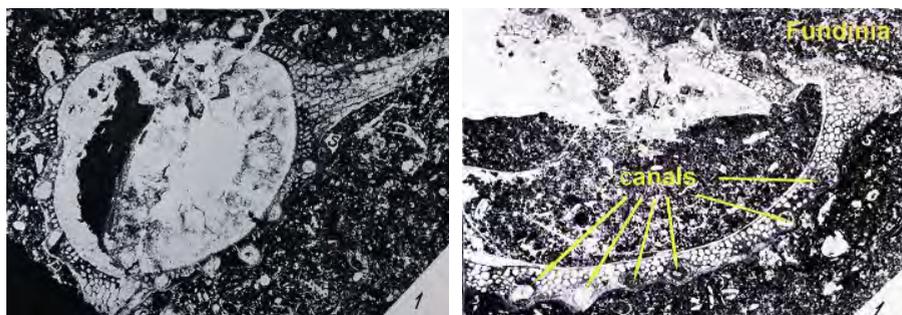
È invece anomala la descrizione della cresta ligamentare reticolata, carattere atipico delle radiolitidi.

Come anticipato, Sladič – Trifunović (2000) propose la separazione dalle radiolitidi dei generi *Pseudopolyconites*, *Fundinia* e *Kurtinia* (?) creando la nuova famiglia *Pseudopolyconitidae*, sostanzialmente sulla base della struttura del guscio esterno: i tubuli. Ma un solo carattere, per quanto molto particolare, non è sufficiente per stabilire dei gruppi monofiletici (Pons e Vicens, 2008). Per di più né *Fundinia* né *Kurtinia* possono essere ascritte come membri di questa famiglia in quanto entrambi non mostrano evidenze di tubuli o spine che emergono dalla conchiglia.

In conclusione la mancanza di esemplari completi e in buona sostanza l'impossibilità di analizzare gli individui nelle tre dimensioni sono un grosso ostacolo per l'assegnazione genetica e specifica di questa rudista raccolte e descritta dalle due studiose serbe, *Fundinia* è comunque una rudista interessante per alcuni suoi caratteri e potrebbe trattarsi di una nuova specie di radiolitidae che necessita di essere descritta sulla base di individui meglio conservati e più integri. Come supposizione, gli esemplari raccolti al tempo potrebbero essere degli individui giovanili che non hanno potuto evidenziare i loro tipici caratteri tafonomici. Anche la questione dei circoletti ben visibili in sezione sottile è importante, del tutto da chiarire (forellini prodotti da clionidi?). Per questi e altri motivi di interesse e curiosità, la successione di *Fundina* dovrebbe essere indagata nuovamente, sia dal punto di vista paleontologico, non solo considerando gli esemplari di *Fundinia*, ma anche biostratigrafico come intendeva Rajka Radoičić, sulla base dei suoi appunti originali. Tra questi risulta ad esempio che esemplari di *Fundinia* sono stati raccolti sulla strada che sale alla località di *Fundina* in corrispondenza del bivio per Lopari.

Nella sua nota la Radoičić descrive un percorso di circa un centinaio di metri di affioramento prevalentemente in calcari stratificati che terminano con una breccia

sempre calcarea ed infine nel flysch. Le associazioni paleontologiche, rappresentate perlopiù da rudiste segnalate lungo il percorso (dal bivio Lopare) risultano così composte: *Kurtinia* sp., Radiolitidi, *Pseudopolyconites* sp., *Fundinia* sp., *Lapeirousia* sp., *Bournonia* sp., *Lapeirousia* sp., *Radiolites squamosus*., e altre rudiste indeterminate., *Radiolites squamosus*., Rudiste in frammenti, *Lapeirousia* sp., *Joufia*?, *Durania* sp., rudiste in frammenti., Radiolitidi., *Sabinia* sp.. *Gyropleura* sp., *Bournonia* sp., *Gyropleura* sp.. La successione ha termine con Alge corallinaceae, coralli.



Figg. 75: *Fundinia biscopolata* n.gen. n. sp. Sladič – Trifunović & Pejović, 1977b. Le fotografie provengono dal lavoro originale, mentre le scritte sono aggiunte.

9. – Conclusioni

Le zone di Vrbovac e Bačevica rappresentano una delle aree più significative della Tetide centrale per quanto attiene le ricche faune a rudiste presenti con numerosi generi e specie. Un fatto importante è che questi fossili bivalvi si presentano molto ben conservati e quasi sempre con le valve in connessione, testimoniando un rapido seppellimento ad opera dei sedimenti prodotti nel particolare contesto deposizionale che doveva caratterizzare tale area nel Campaniano-Maastrichtiano. I paleontologi serbi hanno iniziato le ricerche in zona a partire dagli anni trenta fino agli anni novanta del secolo scorso. Il materiale raccolto da Milovanović e Sladič - Trifunović è stato oggetto di molte pubblicazioni da parte di questi due autori con l'istituzione di nuovi generi e numerosissime nuove specie.

Durante tre periodi di ricerca nella zona di Bačevica e limitatamente nella zona di Vrbovac ad opera di Tarlao Alceo sono stati raccolti moltissimi esemplari di rudiste e non solo. All'inizio il principale interesse era rivolto al genere *Pseudopolyconites* ma successivamente si sono estese le ricerche a tutte le altre rudiste, focalizzando la nostra attenzione su generi e specie che necessitavano di essere revisionate e classificate secondo criteri tassonomici più precisi e aggiornati. Il nuovo materiale paleontologico raccolto ha attirato l'attenzione di specialisti mondiali del settore che ci hanno onorato della loro collaborazione e ci hanno consentito di pubblicare assieme a loro un certo numero di lavori su riviste internazionali. In precedenza siamo intervenuti con poster e comunicazioni agli ultimi tre congressi internazionali sulle rudiste. Si

ricorda che gli specialisti di rudiste hanno svolto in passato un ruolo molto importante per quanto attiene le successioni stratigrafiche di piattaforma carbonatica di età cretacea dell'intera Tetide a partire dal Golfo del Messico fino all'estremo oriente. La stratigrafia del Cretaceo e in parte Giurassico dei fogli geologici di questo esteso dominio paleogeografico si avvaleva della presenza di vari generi e specie di questi bivalvi, quando presenti, prima del deciso e ampio utilizzo dei foraminiferi bentonici (anni sessanta dello scorso secolo). Odiernamente lo studio delle rudiste ha perso moltissimo della sua importanza stratigrafica e gli specialisti di rudiste rappresentano uno sparuto gruppo a livello internazionale: gran parte anziani procedono con passione le loro ricerche. È stato quindi un onore per noi, inizialmente semplici cultori di questi misteriosi e interessanti bivalvi, poter fattivamente collaborare nella revisione delle rudiste di Bačevica e anche di stringere amicizia con specialisti di varie nazionalità. Con questo contributo abbiamo voluto compendiare i risultati delle ricerche in modo da fornire agli specialisti un riassunto con riferimenti bibliografici delle pubblicazioni redatte al fine di favorirne la consultazione dal punto di vista della parte più strettamente tecnica: materiali, metodi, revisione tassonomica e annotazioni varie inerenti gli studi precedenti. È anche nostra intenzione rivolgerci ad un pubblico più ampio di lettori interessati a questi particolari e importanti molluschi estinti alla fine del Cretaceo anche se ci rendiamo conto che certi argomenti riguardanti la tassonomia non sono sempre ben comprensibili. Infine si vuole rimarcare che questi molluschi non sono stati importanti solo negli anni passati ma anche attualmente contribuendo alla risoluzione di diversi problemi nell'ambito di vari studi di carattere sedimentologico, tassonomico, paleontologico, paleoambientale e paleoclimatico. È fondamentale infine sottolineare il fatto che in certi periodi (esempio Cenomaniano, Coniaciano, Santoniano) le rudiste hanno svolto un ruolo di primaria importanza come organismi in ambito delle piattaforme carbonatiche in quanto le loro parti scheletriche (dai gusci interi fino ai minutissimi frammenti delle loro conchiglie) hanno costituito gran parte, talora grandissima parte, dei sedimenti carbonatici che caratterizzano ampie aree paleogeografiche di dominio tetideo, di cui ad esempio le zone del Carso e dell'Istria ne fanno parte. Questi calcari per la loro caratteristiche litologiche e bellezza sono stati utilizzati fino dai tempi degli antichi Romani; si pensi ai calcari di Aurisina o a quelli di Vincurano, quest'ultimi impiegati per l'Arena di Pola.

Nella zona di Vrbovac e Bačevica, come si è visto, non prevale la sedimentazione carbonatica trattandosi di un'area particolare condizionata dall'interferenza di un importante complesso magmatico attivo durante il Cretaceo superiore. In questo settore, dominato soprattutto dalla deposizione di materiali clastici, si è sviluppata una successione mista che tuttavia ha fornito delle significative associazioni paleontologiche, in particolare a rudiste notevoli per la loro peculiarità e stato di preservazione. Gli autori col presente contributo hanno voluto riassumerne la storia citando diversi lavori relativi a tali rudiste descrivendone e illustrandone le caratteristiche senza trascurare alcuni loro aspetti problematici in molti casi ancora in attesa di risoluzione.

Lavoro consegnato il 19/08/2024

RINGRAZIAMENTI

Ringraziamo in primis la dott.ssa Deborah Arbulla conservatrice del Museo Civico di Storia Naturale di Trieste ove è custodito il materiale oggetto di questo nostro lavoro. Non dimentichiamo l'amico "Icio" Maurizio Tentor, che ha fornito il suo valido supporto nel gravoso lavoro in campagna e specialmente in laboratorio con l'esecuzione delle sezioni sottili presenti nel testo.

Và all'amico dott. Dario Sartorio il riconoscimento per i diversi suggerimenti relativi al contenuto e alla stesura del presente contributo. Per ultimo ringraziamo tutto il personale tecnico del museo che mi ha supportato e supportato durante la mia permanenza e, in modo speciale, la tecnica preparatrice signora Elide Giovannini che ha curato e fotografato tutti gli esemplari oggetto del presente lavoro.

BIBLIOGRAFIA ESTESA

- ACCORDI G., CARBONE F. (1990) – Rudist Communities and Substratum in Matese Mounts. 2d. International Conference on Rudists Roma Bari Oct.1990. Centro di studio per la Geologia dell'Italia Centrale C.N.R. Roma. Dipartimento di Scienze della terra, Università "La Sapienza" Pgg. 11-18. Roma.
- ACCORDI G., CARBONE F. et SIRNA G. (1987) – Some affinities between the Ionoan islands and the Apulian Upper Cretaceous rudist facies, *Mem. Soc. Geol. It.*, 40, 163-173, tab., 4 tavv. Roma.
- BAYLE E. (1856) – Observations sur le Sphaerulites foliaceus, Lamarck. Bulletin de la Socièté géologique de France (2), 13, 71-85, 1 pl. Paris.
- BNANJESEVIĆ M. (2010) – Upper Cretaceous magmatic sauites of the Timok Magmatic complex. *Annales Géologiques de la Pènisule Balkanique* 71, 13-22.
- BOHEM G. (1897) – Beitrag zur Gliderung der Kreide in den Venetianer Alèpen. *Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft*. 49, 160-181. Berlin.
- CAFFAU M. (2000) – Biometrical analysis of the species of the genus *Lapeirousia* from the Campanian-Maastrichtian (North-East Slovenia). *Geologija*, 43/2, 91-96 Lubiana.
- CAFFAU M., PLENIČAR M., PUGLIESE N. (1992) – Rudist fauna and microfossils of the late Senonian (Monte Grisa area, Karst of the Trieste, Italy). *Geologica Romana*. Vol XXVIII. Plates II Roma.
- CAMOIN, G., PHILIP, J. & BERNET-ROLLANDE, M.-C. (1983) – Stratigraphie et paléobiogéographie des récif à Rudistes du Sènonien supérieur du Sud-Est de la Sicile. Relations avec le volcanisme sous-marin. *Comptes rendues de Académie de Science. Paris*. (Sèrie II), 300, 619-624.
- CAMPOBASSO V., MOROLLA M. (1976) – Osservazioni su *Joufia reticulata* Bohem 1897 (Radiolitidae). *Bollettino della Società dei Naturisti in Napoli*. Vol. 84.
- CESTARI R. (1992) – Biometrical analysis on *Gorjanovicia* and on radiolitids (Radiolitidae, Hippuritoida). *Geologica Romana* Vol. XXVIII. Università degli Studi di Roma "La Sapienza". Pp.1-20 Tav. II. Roma.
- CESTARI R. (1982) – *Radiolites dario* (Catullo) 1834: a priority case in the radiolitids taxonomi (Radiolitidae, Hippuritoida). *Geologica Romana* Vol. XXVIII. Università degli Studi di Roma "La Sapienza". Pp. 27-44. Tav I. Roma.
- CESTARI R., SARTORIO D. (1995) – Rudists and Facies of the Periadriatic Domain. AGIP. San Donato Milanese. Pagg. 207. Milano.
- CESTARI R. e SIRNA G. (1989) – Rudist fauna in the Maastrichtian deposits of Southern Salento (Southern Italy). *Mem. Soc. Geol.* 40, 133-147, pls. 1-7, Roma.
- CESTARI R., PONS JM., SIRNA G. (1995) – Rescription of *Vaccinites fortisi* (Catullo, 1834). *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, vol. 12. n° 2. Pp. 169-178. Univ. Nacional Autònoma de Mexico. Mexico DF.
- CHAPER M. (1873) – Observation sur une spèce du genere *Plagiopygus*. *Paleontologie française*, tome IV. Pp. 285. Paris.
- CZABALAY L. (1982) – La fauna des rudistes des environs de Sumeg (Hongarie). Series Paleontologica. *Paleontologica Hungarica*. Fasciculus 41 Pp. 100. Tav. XLV. Budapest.
- DECASEAUX C., COOGAN A.H., COX L., COX R. & PERCHINS B. F. (1969) – Hippuritacea: systematic descriptions. In Moore R.C. (Ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology*. Univ. Kansas, Lawrence, Geol. Soc. A., pt. N. Mollusca 6 (Bivalvia), 2, Pp. 776-817 Kansas.

- DE CASTRO (1990) – Osservazioni paleontologiche sul Cretacico della località-tipo di *Raadshovenia salernitana* e su *Pseudochubbina* n.g. Quaderni dell'Accademia Pontiana 10, 1-116.
- DECOURT J., ZONENSHAIN L. P., RICOU L.E., KAZMIN V. G., LE PICHON X., KNIPPER A. I., GRANDJAQUET C., SBORTSHIROV I. M., GEYSSANT J., LEVRIER C., PECHERSKY D. M., BOULIN J., SIBUET J.C, SAVOSTIN I. A., SOROKHTIN O., WESTPHAL M., BAZHENOV M., LAURER J. P.E BIJU-DUVAL B. (1986) – Geological evolution of the Thetys belt from the Atlantic to the Pamirs since the Liassic. In: AUBOUIN J., LE PICHON X., MONIN A.S. (Eds). *Evolution of Tethys, Tectonophysics*, vol. 123, pp. 241-315.
- DES MOULINS C. (1826) – Essai sur les Sphérulites qui existent dans les collections de MM.F. Jouannet, membre de l'academie royale des sciences, belle lettres et Aes de Bordeaux, et Chales Des Moulins. *Bulletin d'Historie naturelle de la Société Linnéenne de Bordeaux*, 1, 148-303, pls. Boedeaux.
- DORDEVIĆ M e BANJESEVIĆ M. (1997) – Geology of the southern part the Timok Magmatic Complex. *Booklet and Geologic Map 1:50.000*. Federal Ministry of Economy FR Yugoslavia, Beograd, p. 171.
- DOUVILLÉ H. (1887) – Sur quelques formes peu connue de la famille des chamidès. *Boulettin de la Societé géologique de France*, (3), 15, 756-802.
- DOUVILLÉ H. (1891-1897) – Études sur les rudistes. Révision des principales espèces d'Hippurites. *Mémoires de la Société Géologique de France, Paléontologie, Mémoires* No. 6, 236 pp., 72 figs., 34 pls. Paris.
- DOUVILLÉ H. (1895) – Études sur les Rudistes. Distribution régionale des Hippurites. *Mémoires de la Société Géologique de France. Mémoires* 6 Pagg. 143-236. Tav. XXI-XXXIV. Paris.
- DOUVILLÉ H. (1910) – Études sur des Rudistes de Sicilie, d'Algerie, d'Egipte du Liban et de la Perse. *Mémoires de la Société Géologique de France. Mémoire* 41. Pp. 84. Tav. VII. Parigi.
- FENERZI M. (2004) – Campanian-Maastrichtian rudist from the Western Pontides (NW Turkey); new findings and their paleogeographic significance. *Courier Forschung- Institut Senckenberg* 247, 89-111.
- GILI E., PONS J.M. E VICENS E. (1986) – Problematica del uso de los rudistas (Bivalvia) en biostratigrafia. In *Memorias de las Journados de Paleontologia* (ed. Villas, I), 121-130.
- GORSEL J. T. (1978) – Late Cretaceous orbitoidal foraminifera. In: Hedley R.G: e Adamd (Eds.), *Foraminifera 3, Academic Prss. London and New York*, pp. 1-120 van HINTE J. E. (1976) - A Cretaceous time scale *American Association of Petroleum Geologists Bulletin* 60, 498-516.
- HELENI MUNUJOZ, JOSE MARIA PONS, ENRIC VICENS. (2016) – The rudist bivalve *Pironaea milovanovici* Khün, 1935, a multiple-fold Hippuritidae, from south-eastern Spain. Taxonomic implication. Pore and canal system constructional morphology. *Cretaceous Research* 63.
- KARACABEY N. (1968) – Sur les nouvelles especes de Vaccinites fisher et *Yvaniella* Miovanović trouvées dans la région d'Amsaya. *Bull. Of the Mineral Rsearch and Exploration Institute of Turkey* 71, 29-41.
- KARACABEY N. (1970) – Quelques espèces de Vaccinites et de Pironaea de l'Anatolie orientale. *Bull. of the Mineral Research and Exploration Institute of Turkei* 74, 52-58.
- KARACABEY - ÖZTEMÜR N. (1980) – Two new genera of Radiolitidae (Balabanina n.gen., Kurtinia n.gen.) From Turkey. *Bulletin of the Geological Society of Turkey*. 23/1, Pp. 79-86. Tav. IV. Ankara.
- KLINGHARDT F. (1921) – Die Rudisten. Teil 1. Neue Rudistenfauna aus dem Maastrichtien von Maniago (Friaul), nebst strtigraphischen. Anhang 5, 1-68.
- KLINGHARDT F. (1928) – Ueber ser frühe Entwicklungs- studien eines Rudisten. *Neu Jahrbuch Mineralogie Geologie und Palaontologie, Beil-Band, S.B.*, 60 173-178. Stuttgart.
- KLINGHARDT F. (1931) – *Die rudisten. Biologie und Beobachtungen an anderen Muscheln*. Teil III. Pp. 59 Berlin.
- KÜHN O. (1935) – Die Gttung Pironaea Meneghini. *Zentralblatt für Mineralogie Geologie und Paläontologie. Vol (B)*, 1935 : 353-368, 5 figs. Stuttgart.
- KÜHN O. (1948) – Stratigraphie und Paläogeographie der Rudisten IV Rudisten aus Griecheland. *Neues Jarbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Abhandlungen (B)*, 89, 167-194, 13 figs., Stutgardt.
- LAMARCK J.B. (1819) – *Historie Naturelle des Animaux sans Vertèbres*. Paris, Verdier.
- LUPU D. (1970) – L s presence du genere Colveria Klinghardt a Valea Neagra- Borod (monts Apuseni du Nord). *Revue Roumanie de Géologie, Gèophysie et Géographie. Série de Géologie* 15 (1), 295-300.

- LJUBOVIĆ - OBRADOVIĆ D., CAREVIĆ I, MIRKOVIĆ M e PROTIC N. (2011) – Upper Cretaceous vulcanoclastic sedimentary formations in the Timok Eruptiva Area (Eastern Serbia) : new biostratigraphic data from planktonic foraminifera. *Geologia Carpatica* 62 (5) 439-446.
- MATHERON P. (1842a) – *Catalogue methodique et descriptif des corps organisés fossiles du Département des Bouches-du-Rhone et lieux circonvoisins*. Marseille.
- MILOVANOVIĆ B. (1932) – Contribution à la connaissance des rudistes de la Serbie. *Geoloski anali Balkansko Polustrova* 11, 20-73.
- MILOVANOVIĆ B. (1932) – Contribution a la connaissance des Rudistes de la Serbie. *Geološki Anali Balkanskoga Polustrova* 11, 20-73.
- MILOVANOVIĆ B. (1932) – Contribution à la connaissance des Rudistes de la Serbie. *Annales Gèologique de la Péninsule Balkanique*. Tome XI, fasc.1 Pp. 4. Tav VIII. Beograd.
- MILOVANOVIĆ B. (1934) – Les rudistes de la Yugoslave I. Serbie orientale, occidentale et Ancienne Raska. Extrait, des *Annales Gèologiques de la Péninsule Balkanique*. Tome XII, fasc.1 Beograd.
- MILOVANOVIĆ B. (1935a) – Les rudistes de la Yugoslavie II. *Geološki Balkanskoga Polustrova* 12(2), 275-308
- MILOVANOVIĆ B. (1935b) – Novi rudisti Srbije. In : *Glas Srpske Krljjeva Akademije* 166, pp. 3-125.
- MILOVANOVIĆ B. (1935) – Les rudistes de la Yugoslavie. *Annales Gèologiques de la Peninsule Balkanique* Tome XII fasc.2. Pagg. 63-70. Tav. V. Belgrade.
- MILOVANOVIĆ B. (1936) – *Yvania mastrichtiensis* n.s. Et son importance per la question de la formation brusque des formes nouvelles. Extrait des *Annales Gèologiques de la Péninsule Balkanique*. Tome XIII. Beograd.
- MILOVANOVIĆ B. (1937 a) – Les nouveaux Rudistes de la Serbie. *Accadémie Royale Serbe de l'Accadémie des Scienze Mathématique et Naturelles*. B. Scienze Naturelles 3. Pagg. 44. Fig.. 31. Beograd.
- MILOVANOVIĆ B. (1937 b) – Sur les excroissances tubulaires à la surface de la coquille du genre *Pseudopolyconites* Milovanović. Extrait des *Annales Gèologique de la Péninsule Balkanique*. Tome XIV. Pp. 1-20 Tav. X. Beograd.
- MILOVANOVIĆ B. (1938) – Les Nouveaux Rudistes de la Serbie. *Accademie Rojale Serbe*. Bulletin N° 3 Pp. 43. Beograd.
- MILOVANOVIĆ B. (1938) – Anatomie comparée et relations phylogénétiques des Lapeirouseiinae. *Bulletin de L'Accademie de Sciences Mathématiques et Naturelles*. 4, Pagg. 83-152. Tav VI. Belgrade.
- MILOVANOVIĆ B. (1951) – L'evolution générale et classification des Laperouseiinae. *Geoloski vesnik Knjižga IX* Pp 50. Beograd.
- MILOVANOVIĆ B., SLADIĆ M. (1957) – Les nouvelles espèces du genre *Pseudopolyconites* Mil. *Bulletin du service Gèologique et Gèophysique de la R. P. de Serbie*. Pp. 1-11. Tav. VI. Beograd.
- MILOVANOVIĆ B. (1960) – Stratigraphie du Sènonian dans les Dinarides Yugoslaves d'après les Rudiste. *Bulletin de la Société Gèologique de France 7° serie T.II* Pagg. 366-375. Paris.
- MILOVANOVIĆ B. e GRUBIĆ A. (1972) – Gornia Kreda istočne Srbije (The Upper Cretaceous of eastern Serbia). *Glasnik priroda muzeja Beograd* 27(A), 115-127.
- MILOVANOVIĆ B., SLADIĆ - TRFUNOVIĆ e GRUBIĆ A. (1972) – Propriétés taxonomiques et morphologiques de quelques espèces du genre rudistique *Pironaea*. *Geoloski Anali balkanskoga Polustrova* 37, 83-100, 6 figs. Beograd.
- MILOVANOVIĆ B., SLADIĆ M. (1957) – Nove vrste rudistnog roda *Pseudopolyconites*. *Vesnik*, 13, Pp 193-240, tav.6. Beograd.
- MILOVANOVIĆ B., SLADIĆ M. (1971) – Gorni senon sa rudistna Karpatida itočne Srbije (Upper Senonian Rudist of the Carpathides in eastern Serbia). *Glasnik prirod muzeja Beograd* 25 (A), 35-39.
- MILOVANOVIĆ B., SLADIĆ - TRIFUNOVIĆ., GRUBIĆ K.A. (1972) – Propriétés, taxonomiques et morphologiques de quelques espèces du genre rudistique *Pironaea*. *Annales Gèologiques de la Péninsule Balkanique*. Tome XXXVII. Fasc. 1. Pp10. Fig. 6 Beograd.
- MILOVANOVIĆ Trouvees dans la region d'Amasya. *Mineral Research and Exploration institute of Turkey*. Pp. 29-40. Tav I-IV Ankara.
- MIŠIK M. (1966) – Microfacies of the Mesozoic and Tertiary limestone of the West Carpathians. *Izdavatelstvo Slovenskej Akademie Vied, Bratislava*, 1-267.

- MUNUIJOS H., PONS J. M. VICENS E. (2016) – The rudist bivalve *Pironea milovanovici* KÜHN, 1935. a multiple-fold Hippuritidae, from south-eastern Spain. Taxonomic implications. Pore and canal system constructional morphology. *Cretaceous Research* 63, 122-141.
- MUNUIJOS H., PONS J. M. VICENS E. (2020) – The *Pironea* species (Bivalvia: Hippuritidae), other than *P. milovanovici* Kühn, SE Spain, E Serbia and SE Anatolia, and a revision of the genus *Pironea* from the Upper Cretaceous of Eurasia. *Cretaceous Research* 116, 1-25.
- ORBIGNY d' A (1840) – Description de quelques espèces de mollusque fossiles de France. *Revue zoologique/ par la Société Cuvierienne* 4, 318-319.
- ORBIGNY d' (1842-1847) – Paléontologie française, Terrains crétacés. II-III, Lamellibranchia. 1-807.
- ÖZER S. (1986) – Faune de rudiste maastrichtienne de l'eviron de Kahta-Adiyman (Anatolie sud-est). *Bulletin of Mineral Research and Exploration Institute of Turley* 107 (1986) 101-105.
- ÖZER S. (1988) – New species of the genus *Branislavia* from Turkei. *DOGA Turkish Enginerig and Environmental* 21, 328-333.
- ÖZER S. (1994) – New species of radiolitidae from the Bolu area. (W Black Sea) and Kocaeli Peninsula. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration* 116, 1-8.
- ÖZER S. (1994) – New species of radiolitidae from the Bolu area. *Mineral Research and Exploration Institute of Turkey*. N°116. Pp. 1-8. Tav.III. Ankara.
- ÖZER S., SARI B. e ÖNAL M. (2008) – Campanian-Maastrichtian rudist- bearing mixed silicoclastic trasgressive-regressive system tracts of the eastern and southeastern Anatolia: faunal correlation, depositional facies and paleobiogeographic significance. In Eight International correlation, depositional facies and paleobiogeographic significance. In: *Eight International Congress on Rudist*, June 23-25 2008 Izmir- Turkey. Pre meeting Field Trip (1) Excursion Guide, pp. 1-28.
- ÖZER S., SKELTON P.W., TARLAO A. e TUNIS G. (2021) – Taxonomic revision of the rudist bivalve genus *Joufia* Boehm (Hippuritida, Radiolitidae), Upper Cretaceous, Mediterranean Tethys. *Cretaceous Research* 118, 1-23.
- ÖZER S., TARLAO A., SASARAN L., TUNIS G. (2022) – Taxonomic revision of the Late Cretaceous canaliculate radiolitid genera (rudist bivalves) *Balabania* Karacabey- Öztumurür, *Branislavia* Sladić – Trifunović and *Klinghardites* Lupu from Turkey, Serbia and Romania. *Cretaceous Research* 138, 1-24.
- P.W.MORRIS N.J. e SKELTON P.W. (1995) – Late Campanian-Maastrichtian rudist from the United Arab Emirates-Oman border region. *Bull. Nat. Hist. Museum London (Geol.)* 51(2), 277-305.
- PAMOUKIEV A. (1962) – Faune a rudistes du Crétacé Supérieur en Bulgarie. I. Sur certains Hippurites de l'arrondissement de Breznik, Bulgarie de l'ouest. Annuaire de l'Université de Sofia, Faculté de Biologie, Géologie et Géographie, Livre 2, *Géologie* 56, 99-114, 6 pl.
- PAMOUKIEV A. (1964) – Faune a rudiste du Maastrichtien de la region de Breznik (ii). Annuaire de l'Université de Sofia, Faculté de Biologie, Géologie et Géographie, Livre 1, *Géologie* 58, 25-46, 7pl.
- PAMOUKIEV A. (1966) – Répresentants Maestrichtien du genre *Biradiolites* d' Orbigny de la région de Breznik (Bulgarie de l'ouest). Annuaire de l'université de Sofia, Faculté de Biologie, Géologie et Géographie, Livre 1, *Géologie* 60, 31-74, 3 pl.
- PAMOUKIEV A. (1969) – Représentant Maestrichtien du genre *Lapeirousia*, Bulgarie de l'ouest. Bulgarian Academy of Sciences, *Bulletin of the Geological Institute-Series Paleontology* 18, 71-82, 4 pl.
- PAMOUKIEV A. (1975) – Origine et phylogénie du genre *Pironea* (Hippuritidae, Maestrichtien)de l'Europe de Sud-Est et d'asie Mineure. *Geologica Balcanica* (Sofia)5 (2), 81-92.
- PAMOUKIEV A. (1979) – Annuaire del'Università de Sofia "Kliment Ohridki" *Fcultè de geologie et geofrafie*. Tomo 73 (1) Pagg, 213-245. Tav IX Sofia.
- PAMOUKIEV A. (1979a) – Origine d'Hippuritella heritschi (Hippuritidae, Rudistae). Annuaire de l'Université de Sofia, Faculté de Biologie, Géologie et Géographie, Livre 1 *Géologie* 7 1, 401-404.
- PAMOUKIEV A (1979b) – Faune a rudiste du Maestrichtictien en Bulgarie (de l'Arrondissement de Breznik (III). Annuaire de l'Université de Sofia, Faculté de Biologie, Géologie et Géographie, Livre1, *Géologie* 73, 213-246.
- PARONA C.F., (1908) – Sopra alcune rudiste del Cretaceo superiore del Consiglio nelle Alpi Venete Š *Reale Accademia delle Scienze di Torino*. 1907-1908. Pagg. 137-256 Tav I Torino.

- PATRULIUS D. (1974) – *Duranddelgaia* et *Miseia*, deux nouveaux genres de rudistes de Senonien de Pandurea Craiului (Monts Apuseni). *Dari de Seama ale Sedintelor*, 60 (1972-1973), 30 *Paleontologie*, 169-180, 6 pls. Bucarest i.
- PEJOVIĆ D. (1984) – On the upper valve of rudists with revision and amendment of some genera. *Accadémie Serbe des Sciences et des Arts Classe des Sciences naturelles et mathématiques Sciences naturelles*. No 25.) 93-96. Tav. VII. Beograd.
- PEJOVIĆ D. (1984) – On the upper valve of rudists with revision and amendment of some genera. *Accadémie Serbe des Sciences et des Arts Classe des Sciences naturelles et mathématiques Sciences naturelles*, Bull. 95, 28, 41-45, pts. 1-5 Beograd.
- PEJOVIĆ D. (1999) – *Biradiolites laskarevi* sp. Nov. from Upper Cretaceous limestone at Lešak (Vardar zone, Serbia). *Academie Serbe des Sciences et des Arts, Classe des Sciences Mathématique et Naturelles*, Sciences Naturelles, Bull.. 119, 39,73-76, pls. 1-4, Beograd.
- PEJOVIĆ D. e SLADIĆ - TRIFUNOVIĆ (1977) – First occurrence of *Pseudopolyconites* in early Senonian sediments. *Geol. Anali Balk. Poluos*, XLI,175-180 Beograd.
- PEJOVIĆ D. e RADOIČIĆ R. (1980) – Point No. 5-3 Svrača Stena (the hamelet of Kamen). 26 ° *International Geological Congress, Guidebook* No. 15, Excursion 201 (Yugoslavia) Paris, 1980 pp. 63-64.
- PEJOVIĆ D. KÜHN O. (1960) – Das Alter der Rudistenkalken von Pirot. *Osterreichische Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse, Anziger*. Wien.
- PEJOVIĆ D., SLADIĆ - TRIFUNOVIĆ M. (1977) – First occurrence of *Pseudopolyconites* in older Senonian sediments. *Extrait des Annales Géologiques de la Péninsule Balkanique*. Tome XLI. Pp. 1-13. Tav. VII. Beograd.
- PIRONA G.A. (1868) – *Atti Soc. Italiana di scienze naturali*. Sopra una nuova specie di Hippurites. Vol. XI. Fascicolo III. Pp 4 Tav. V. Udine.
- PIRONA G.A. (1869) – Le Ippuritidi del Colle di Medea nel Friuli Mem. Ist. Veneto Sc. 14, Pg. 41. Tavole, X. 1869. Venezia.
- PLENIČAR M. (1993) – Radiolites from the Cretaceous beds of Stranice near Slovenske Konjice (Slovenia). *Razprave IV Razdreda sazu XXXIV* 3 Ljubljana.
- PLENIČAR M. (2005) - Upper Cretaceous Rudists in Slovenia. *Slovenska Akadekija Znanosti Umeynosti*. Dela opera 39. Pagg. 255. Tav 106. Ljubljana.
- PLENIČAR M. JURKOVŠEK B. (2009) – *Pseudopolconites slovenicum* n. sp. resedimented in Paleocene flysch breccia of the Soča river valley (Slovenia). *Geologia*, 52 / 1, 29-32.
- POLŠAK A. (1965 a) – *Joufia reticulata* Bohem dans le Maestrichtien de Bespelj au Nord de Jaice (Bosnie). *Geološki vjesnik* 18/2.
- POLŠAK A. (1964) – Rudista Mastrihta iz sjeveroistocnog dijela Zgrebascke Gore *Geoloski Vjesnik svzak* Pp 18. 2 Tav. I. Fig. 4. Zagreb.
- POLŠAK A. (1965b) – Les rudistes maestrichtiens dans la partie NE de la Zagrebakačka Gora en Croatie (Yugoslavie). *Geološki Vjesnik* 18 (1964) 301-308 (in Serbo-Croatian with French summary).
- PONS J.M., VICENS E. (2002) – Campanian and Maastrichtian rudist from southern Valencia Province, south east Spain. *Union Geological Societies of Yugoslavia*. Memorial publication. Beograd.
- PONS J.M., VICENS E. (2008) – The structure of the outer shell layer in radiolitic rudists, a morphoconstruational approach. *Lethaia* 41, 219-234.
- PONS J.M. e VICENS E. (2012) – Los rudistas, objeto del interés paleontológico de la Dra. Alencaster. Morfología constructiva de la concha de los rudistas. *Paleontologia Mexicana* 62. Instituto de Geologia, UNAM y *Societat Mexicana de Paleontologia*. Mexico D.F.
- PONS J.M., VICENS E., CHIKHI-AUMERF., ABDALLAK H. (2012) – Taxonomical and Biostratigraphical significance of the north african radiolitic rudist bivalve *Praeradiolites biskarensis* (Coquand, 1880) *Plaeontology*. Vol.55.
- PONS J.M., VICENS E., MUNUIOS H., BOIX C. (2019) – Revision of *Vaccinites loftusi* (Woodward, 1895) (Bivalvia: Hippuritida) and proposal of three new *Vaccinites* species from the Canpanian-Maastrichtian of Eurasia. *Cretaceous Research*, 102.

- ROULAND F. (1830) – Nouvelles observations sur les *Ichtyosarcolithes*. *Actes de la Société Lineènne de Bordeaux* 4, 164-166, 3 pls. Bordeaux.
- ŠAŠARAN L., SACIT ÖZER., ŠAŠARAN E. (2013) – Description of *Pseudosabinia* and some species of *Pseudopolyconites* (rudist bivalves) from the Late Cretaceous shallow-marine deposits from the Rosia Basin, Apuseni Mountains, Romania: Systematic paleontology, biostratigraphy, and paleobiogeography. *Cretaceous Research* 43.
- SCHÜLTER M., STEUBER e PARENTE M. (2008) – Cronostratigraphy of Campanian-Maastrichtian platform carbonates and rudist associations of Salento (Apulia, Italy). *Cretaceous Research* 29, 100-114.
- SIRNA G., PARIS A.M.P. (1999) – Le rudiste del museo di paleontologia del dipartimento di scienze della terra dell'universtà "La Sapienza" di Roma. *Geologica Romana* Vol XXXV. Pp. 45-62. Tav. XII. Roma.
- SKELTON P.W. (2013) – Rudist classification of the revised Bivalvia volumes of the "Treatise on Invertebrate Paleontology".
- SLADIĆ M. (1957) – Hippurites (*Vaccinites*)ultimus, Milovanović iz Suguljan Pooka u Istočnoj Srbiji. *Vesnic Zavoda za geol. i geof.* Istr. NRS, 13 273-282, Beograd.
- SLADIĆ - TRIFUNOVIĆ M. (1971) – *Pseudopolyconites laskarevi* Milovanović-Sladić iz zapadne Srbije (Dragočevo, Lisa). *Bull. du Museum d'Historie naturelle*, Serie A, 26, 193-202, pls 1-3 Beograd.
- SLADIĆ - TRIFUNOVIĆ M. (1977) – First occurrence of *Pseudopolyconites* in older Senonian sediments. *Annales Gèologiques de la Péninsule Balcanique*. 41, 175-180 pls 1-7, Beograd.
- SLADIĆ - TRIFUNOVIĆ M. (1979-80) – *Pseudopolyconites* and *Colveraias* from Maastrichtian of Poggiardo (Lecce, Puglia), Italy. *Annales Gèologiques de la Péninsule Balkanique*. Tome XLIII-XLIV. Pp. 273-286 Plate, VI, Beograd.
- SLADIĆ - TRIFUNOVIĆ M. (1979-80) – Maastrichtian rudist from orbitoid limestone of Pokonji Dol on the island Hvar. *Annales Gèologiques de la Péninsule Balkanique*, tome XLIII-XLIV. 294-301. Plate VI. Beograd.
- SLADIĆ - TRIFUNOVIĆ M. (1980) – Paleontološke Karakteristike i biostratigrafski značaj pseudopolikonita (Paleontological characteristics and biostratigraphic significance of Pseudopolyconites). Doctor. Thesis, Rudarsko-geološki fakultet Beograd.
- SLADIĆ - TRIFUNOVIĆ M. (1981a) – *Branislavia* a new Rudist genus from Maastrichtian of in Bačevica east Serbia. *Annales Gèologiques de la Péninsule Balkanique* Tome XLV. Pp. 11. Tav. VII Belgrade.
- SLADIĆ - TRIFUNOVIĆ M. (1981b) – Discovery of *Colveraias* in the Maastrichtian of Yugoslavia (islands Brač and Hvar). *Annales Gèologiques de la Péninsule Balcanique*, 45, 221-227, pls 1-7 Beograd.
- SLADIĆ - TRIFUNOVIĆ M. (1983) – Paleontological characteristic and biostratigraphic significance ÖZTEMÜR of *Pseudopolyconites*. Thesis. *Annales Gèologiques de la Péninsule Balkanique*. Tome XLVII. Pp. 217-309. Plate, XLVIII. Belgrade.
- SLADIĆ - TRIFUNOVIĆ M. (1985/86) – New *Pseudopolyconites* species from the Maastrichtian of Eastern Serbia. *Bull. Du Museum d' Historie Naturelle*, Serie A, 40/41, 97-127, pls. 1-8, Beograd.
- SLADIĆ - TRIFUNOVIĆ M. (1987) – *Pironaea-Pseudopolyconites* Senonian of the apulian plate: Palaebiogeographic correlations and biostratigraphy. *Società Geologica Italiana*. Vol. XL. Pp. 149-157. Tav. 5. Roma.
- SLADIĆ - TRIFUNOVIĆ M. (1989) – *Pironaea - Pseudopolyconites* Senonian of the Apulian Plate: Paleogeographic correlation and Biostratigraphy. *Mem.Soc. Geol. It.* 40 (1987), 149-157 pls 1-5, Roma.
- SLADIĆ - TRIFUNOVIĆ M. e NEREO D. (1990) – On taxonomy and biostratigraphy of Maastrichtian rudists from Maniago (Friuli), Italy. *Geološki Balkanskog Polostrova* 54, 267-276.
- SLADIĆ - TRIFUNOVIĆ M. (1992) – Features of some internal structure elements in rudists and taxonomic implication. *Ann. Geol. Pennins. Balkique*. 56. Pp. 153-184. Belgrade.
- SLADIĆ - TRIFUNOVIĆ M., GRUBIĆ A. (1988) – Rudistes. La Premier Conference Internationale sur les Rudistes. *Societe Serbe de geologie*. Pp. 500. Beograd.
- SLADIĆ - TRIFUNOVIĆ M. (1996) – On the Senonian rudist-bearing sediments in Yugoslavia *Geobios* N°22. *Quatrième congrès international sur la rudistes*. Pagg.371-384. Fig. 8. Marseille 9-15 September.
- SLADIĆ - TRIFUNOVIĆ M. (1998) – On the Senonian Rudist - bearing sediments in Yugoslavia. *Geobios Mèmoire spècial* N22. *Quatrièime Congrès International sur la Rudistes*. Mèmoire special. Pagg. 371-384 September.

- SLADIĆ - TRIFUNOVIĆ M. (2000) – Anew rudist family Pseudopelyconitidae. *Protection of Nature*, 21, 79-85 Beograd.
- SLADIĆ - TRIFUNOVIĆ M. (2004) – On the Evolution and Phylogeny, Biostratigraphy, Taxonomy of the Senonian Rudist Genus *Pseudopolyconites*. Bulletin CXXVIII de l'Accademie serbe des science et arts. Classe des sciences mathématique et naturelles. Sciences naturelles. N° 42.
- SLISCOVIĆ T. (1968) – Les nouveaux rudistes de l'Herzégovine. *Bulletin du Musée de la République Socialiste de Bosnie – Herzégovine* à Sarajevo, Sciences naturelles (N.S.), 7, 69-96, 22 figs, 13 pls. Sarajevo.
- SNETHLAGE E. (1906) – Ueber die Gattung Jouflia G.Bohem. *Berricgte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg* I. BR. Freiburg.
- STANLEY S.M. E HARDIE L.A. (1998) – Secular oscillations in the carbonate mineralogy of reef-building and sediment-producing organism driven by tectonically forced shifts in seawater chemistry. *Paleogeography, Palaeoclimatology, Paleocology* 144, 3-19.
- STEUBER T. (1997) – Hippuritid rudist bivalves in silicoclastic settings: functional adaptations, growth rate and strategies. In: Proceedings of the *International Coral Reef Symposium 2*, 1761-1766.
- STEUBER T. (1999) – Cretaceous rudist of Beotia, central Greece. *Special papers in Paleontology* 61, 1-229, 90 figs., 21 tabs. 26 pls. London.
- STEUBER T. (2002) – A Paleontological database of rudist bivalves. Taxonomic Data-base [http:// www. Paleotax.de/rudists/index. Htm](http://www.Paleotax.de/rudists/index.Htm).
- STEUBER T. (2004) – Turonian-Campanian Plagioptychidae (Mollusca Hippuritoidea) of Gosau-type rudist formations of the Alps (Austria). *Ann. Naturhist. Mus. Wien* 106 A, 103-21 Wien.
- STEUBER T. e VEIZER (2002) – Pherozoic record of plate tectonic control of seawater chemistry and carbonate sedimentation. *Geology* 30, 1123-1126.
- STEUBER T., KORBAR T., JELASKA V. e GUSIĆ. (2005) – Strontium- isotope stratigraphy of Upper Cretaceous platform carbonates of the island of Brač (Adriatic Sea, Croatia): implications for global correlation of platform evolution and biostratigraphy. *Cretaceo Reaserch* 26, 741-756.
- STEUBER T., PARENTE M., HAGMAIER M., IMMERHAUSER A. e KOOIJ B. VAN DER e FRIJA G. (2007) – Latest Maastrichtia species-rich rudist associations of the Apulian margin of Salerno (S Italy) and the ionian island (Greece). Society for Sedimentary Geology (SEPM). Special Publication 87, 151 - 157.
- STEUBER T., e SCHLÜTERN M. (2012) – Strontium- isotope stratigraphy of Upper Cretaceous rudist bivalves: biozones evolutionary patterns and sea-level change calibrated to numerical ages. *Earth Science Reviews* 114, 42-60.
- SWINBURNE N.H.M. (1988) – The Maastrichtian rudists of Friuli, northern Italy. Union of Geological Societies of Yugoslavia. Memorial Publication. Rudists. Dedicated to Professor Branislav Milovanović. (1908-1977). *First international Conference on Rudists*. Pagg, 299-306. Beograd 2002.
- SWINBURNE N.H.M. (1990) – The extinction of the rudist bivalves. Unpublished PhD *thesis*, the open University, 175 pp.
- SWINBURNE N.H.M., BILOTTE M., and PAMOUTCHIEV A. (1992) – The stratigraphy of the Campanian – Maastrichtian rudist beds of Bulgaria and a reassessment of the range of the genus *Pironaea*. *Cretaceous Research* 13. 1992.
- SWINBURNE N.H.M., e NOACCO A. (1993) – The platform carbonates of Monte Jouf, Maniago and the Cretaceous stratigraphy of the Italian Carnian Prealps. *Geologia Croatica* 46, 25-40.
- TARLAO A., TUNIS G., & RADOIĆIĆ R. (2010) – Late Campanian Rudist Assemblage and Biometrical Analysis of *Pseudopolyconites* from Bačevica (Eastern Serbia). *Turkish Journal of Earth Sciences*. Jurassic-Cretaceous Rudist and Carbonate Platforms-Part B. Vol 19.
- TARLAO A., ÖZER S., TUNIS G. e TENTOR M. (2017) – Amended diagnosis of *Colveraia variabilis* Klinghardt, 1921 (Bivalvia) from Ftiuli (NE Italy) and redescription of *Colveraia darendeensis* Karacabey, 1974 from Turkey: Taxonomy, comparisons and biogeography. *Cretaceous Research* 75, 31-34.
- TOUCAS A. (1903/04) – Études sur la classification et l'évolution des Hippurites. Mémoires de la Société géologique de France. Paleontologie 14, 16, 17, 128 p, 17 pls. *Mémoires* 30.
- TOUCAS A. (1907) – Classification et l'Evolution des Radiolitidès. *Mémoires de la Société Géologique de France*. Memorie 36 Pagg. 1-132. Tav XXIII, Paris.

- TOUCAS A. (1907) – Classification et l'Évolution des Radiolitidès. *Mémoires de la Société Géologique de France*. Mémoires 36, Pp. 130. Tav.36. Paris.
- TOUCAS A. (1907-9) – Études sur la classification et l'évolution des Radiolitidès. *Mémoires de la Société géologique de France*. Paleontologie 11, 12, 132 p., 24 pls. Mémoires 36.
- TOUCAS A. (1910) – Classification et évolution des Radiolitidès. *Memorie de la Société Géologique de France*. Tome dix-septième Pag. 130. Tav IX. Paris.
- TUNIS G., ÖZER S., RADOIČIĆ R., ŠAŠARAN L., TARLAO A. e TENTOR M. (2013) – The state of knowledge of the genus Pseudopolyconites. *Caribbean Journal of Earth Sciences* 45, 107-118.
- VAUTRIN H. (1933) – Sur quelques forme nouvelles de rudistes recueillies en Syrie septentrionale. *Notes et Mémoires*, Haut- Commissariat Syrie et Liban. République Française 29-43.
- WOODWARD S.P. (1855) – ON the structure and affinities of the Hippuritidae. *Quarterly Journal of the Geological Society* 11, 40-61.

LE ZANZARE (DIPTERA, CULICIDAE) DI TRIESTE E DINTORNI (FRIULI VENEZIA GIULIA, ITALIA)

BRUNO GREGO¹, RENATO ZAMBURLINI², ANDREA COLLA³

¹c/o Museo Civico di Storia Naturale di Trieste, Via dei Tominz 4, 34139 Trieste, Italia,
e-mail: brunogregoist@libero.it

²c/o Dipartimento di Scienze agroalimentari, ambientali e animali,
Università di Udine, Via delle Scienze 206, 33100 Udine, Italia, e-mail: renato.zamburlini@gmail.com

³Museo Civico di Storia Naturale di Trieste, Via dei Tominz 4, 34139 Trieste, Italia,
e-mail: andrea.colla@comune.trieste.it

Riassunto – Negli ultimi sei anni sono state effettuate nuove indagini faunistiche sui Culicidi dell'area di Trieste. Le ricerche hanno interessato 83 siti, distribuiti in diversi ambienti naturali e in aree urbane. Complessivamente sono state identificate 22 specie di 5 generi, qui classificate anche per habitat di sviluppo preimmaginale.

Parole chiave: Culicidae, Italia, Friuli Venezia Giulia, Trieste, Carso, zanzare.

Abstract – Mosquitoes (Diptera, Culicidae) in Trieste and surrounding areas (Friuli Venezia Giulia, Italy). In the last six years new investigations have been carried out on the mosquito-fauna of Trieste area (North-eastern Italy). Mosquitoes were collected in a total of 83 sites, both in natural or urban environments. A total of 22 species of five genera were identified, out of 40 species reported for all Friuli Venezia Giulia region. Some data on the ecology of the pre-imaginal stages are provided.

Key words: Culicidae, Italy, Friuli Venezia Giulia, Trieste, Karst, mosquitoes.

1. – Introduzione

Considerate la scarsità di ricerche pregresse sui culicidi di Trieste e dintorni e le trasformazioni del territorio, perlopiù correlate a cambio d'uso e alterazione del clima per cause antropiche, con arrivo di specie esotiche potenziali vettrici di agenti patogeni, si è ritenuto opportuno intraprendere una campagna di monitoraggio mirati, di cui si intendono presentare i primi risultati.

In effetti il contributo storico sui ditteri dei dintorni di Trieste di FUNK e GRÄFFE (1895) non prende in considerazione i culicidi, mentre lavori condotti nella prima metà del '900 sulle zanzare del nord-est italiano riguardano essenzialmente le aree costiere altoadriatiche interessate dalla malaria, con pochi dati che interessano marginalmente il territorio qui considerato (STAMMER, 1932; SEPULCRI, 1963).

Per trovare pubblicazioni sui culicidi che menzionino Trieste e il Carso, per quanto non focalizzate in particolare su quest'area, bisogna attendere contributi a partire dalla metà degli anni '90 del secolo scorso, riepilogati in ZAMBURLINI *et al.* (2019); sono relativi al territorio in esame solo i recenti lavori di GREGO e ZAMBURLINI (2020, 2021, 2024).

Con la presente nota viene redatta una prima checklist delle specie attualmente accertate, corredata da informazioni sugli habitat di raccolta.

2. – Materiali e metodi

L'area indagata è il territorio compreso nella ex provincia di Trieste e aree limitrofe (fig. 1).

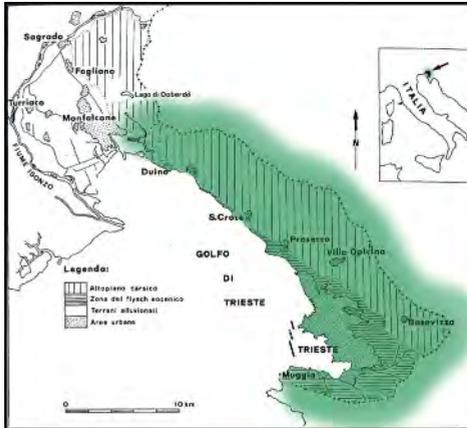


Fig. 1: Area di studio

La ricerca è stata condotta nel periodo 2018-2024, mediante prelievo di larve e pupe in raccolte d'acqua naturali e artificiali, quali stagni di ogni dimensione, paludi carsiche, pozze temporanee, dendrotelmi (tree-holes), litotelmi (vaschette di dissoluzione o rock-pools), e contenitori artificiali in ambiente naturale o urbano (abbeveratoi in cemento, cisterne, contenitori in metallo o plastica, ecc.).

Tali raccolte d'acqua sono state individuate in seguito a sopralluoghi effettuati sulla base di foto, suggerimenti personali e informazioni ricavate dalla letteratura (ALBERTI *et al.*, 1981; POLLI e ALBERTI, 1969; POLLI e POLLI, 1965; FIOR, 2009).

In certi siti si è fatto anche uso di "ovitrappole" (fig. 2), realizzate posizionando a terra contenitori di plastica riempiti d'acqua, con aggiunta di detrito vegetale.

Per il campionamento di larve e pupe è stato utilizzato generalmente un bicchiere di plastica immanicato ("dipper", visibile in fig. 5.4), sostituito da una siringa per il prelievo nelle cavità allagate dei tronchi e nelle vaschette carsiche.

Il materiale raccolto è stato successivamente conservato in alcool etilico 70%, oppure allevato in laboratorio per ottenere lo sfarfallamento degli adulti.

Le larve destinate all'esame morfologico e all'inserimento in collezione sono state uccise in acqua a 70°C e poi preparate su vetrino per microscopia immerse in DMHF, o conservate in provette con alcool etilico al 70%.

Gli adulti sfarfallati dalle larve in allevamento, dopo uccisione per congelamento o con etere acetico, sono stati preparati a secco e incollati su cartellini a punta. Quando necessario per esigenze di determinazione, ali o altre parti anatomiche degli adulti sono state preparate a parte, su vetrini per microscopia.



Fig. 2: Ovitrapola

L'identificazione è stata eseguita sulla base dei criteri morfologici indicati da GUTSEVICH *et al.*, 1974 e BECKER *et al.*, 2020; per la nomenclatura degli Aedini ci si è riferiti a quanto indicato da WILKERSON *et al.*, 2015.

Gli esemplari raccolti sono conservati nella Collezione Palearctica del Museo Civico di Storia Naturale di Trieste e nella collezione del primo autore.

Per quanto riguarda la distribuzione locale, in questo contributo non si è ritenuto di trattare singolarmente i siti di raccolta, in considerazione della contenuta superficie del territorio esaminato (poco più dei 212,51 km² dell'ex Provincia di Trieste) e della capacità di dispersione dei culicidi.

Le varie specie, spesso rinvenute in simpatria, sono state riferite al tipo di habitat di sviluppo preimmaginale.

3. - Risultati

Sono state complessivamente rilevate 22 specie di culicidi, appartenenti a 5 generi (fig. 3), su 40 specie di 7 generi segnalate per l'intera regione Friuli Venezia Giulia (ZAMBURLINI *et al.*, 2019; GREGO e ZAMBURLINI, 2021, 2024). I siti di raccolta sono stati 83, qui suddivisi per tipo di habitat preimmaginale (figg. 4, 5).

	TAXON	HABITAT
1	<i>Anopheles (Anopheles) claviger</i> (Meigen, 1804)	2
2	<i>Anopheles (Anopheles) plumbeus</i> Stephens, 1828	3, 6
3	<i>Aedes (Aedes) cinereus</i> Meigen, 1818	1, 2
4	<i>Aedes (Aedes) geminus</i> Peus, 1970	1, 2
5	<i>Aedes (Aedimorphus) vexans</i> (Meigen, 1830)	1, 2, 6
6	<i>Aedes (Dahlia) geniculatus</i> (Olivier, 1791)	3, 4
7	<i>Aedes (Ochlerotatus) cantans</i> (Meigen, 1818)	1, 2
8	<i>Aedes (Ochlerotatus) cataphylla</i> Dyar, 1916	1
9	<i>Aedes (Ochlerotatus) sticticus</i> (Meigen, 1838)	1, 2
10	<i>Aedes (Rusticoides) rusticus</i> (Rossi, 1790)	1
11	<i>Aedes (Stegomyia) albopictus</i> (Skuse, 1894)	3, 4, 5, 6
12	<i>Aedes (Hulecoeteomyia) japonicus</i> (Theobald, 1901)	3, 4, 5
13	<i>Aedes (Hulecoeteomyia) koreicus</i> (Edwards, 1917)	1, 4, 5
14	<i>Culex (Barraudius) modestus</i> Ficalbi, 1889	5
15	<i>Culex (Culex) pipiens</i> Linnaeus, 1758	1, 2, 5, 6
16	<i>Culex (Culex) torrentium</i> Martini, 1924	1, 5
17	<i>Culex (Maillotia) hortensis</i> Ficalbi, 1889	5, 6
18	<i>Culex (Neoculex) territans</i> Walker, 1856	2
19	<i>Culiseta (Allotheobaldia) longiareolata</i> (Macquart, 1838)	5, 6
20	<i>Culiseta (Culicella) morsitans</i> (Theobald, 1901)	1
21	<i>Culiseta (Culiseta) annulata</i> (Schränk, 1776)	1
22	<i>Orthopodomyia pulcralpis</i> (Rondani, 1872)	3

Fig. 3: Checklist dei taxa di culicidi identificati e relativi habitat preimmaginali.

N.	HABITAT
1	stagno subpermanente con fondo terroso spesso sul fondo di doline
2	palude carsica igrofila con ristagni temporanei o subpermanenti
3	dendrotelmo (ristagno in tronco)
4	litotelmo (vaschetta in roccia)
5	contenitori artificiali in ambiente naturale
6	contenitori artificiali in ambiente urbano

Fig. 4: Habitat preimmaginali dei culicidi raccolti.



Fig. 5: Esempi di habitat preimmaginali: 1, pozza subpermanente con fondo terroso; 2, impaludamento sul Carso; 3, dendrotelmo; 4, litotelmo; 5, contenitore artificiale in ambiente naturale; 6, contenitore artificiale in ambiente urbano.

Aedes cataphylla, *Ae. cantans*, *Ae. cinereus*, *Ae. geminus*, *Ae. rusticus*, *Ae. sticticus*, *Ae. vexans* (inaspettatamente rinvenuta anche all'interno di un contenitore artificiale - abbeveratoio), *Culex modestus*, *Cx. territans*, *Cx. torrentium*, *Culiseta annulata* e *Cs. morsitans* sono specie che risultano prediligere stagni subpermanenti ombrosi e paludi.

Ae. geniculatus e *Anopheles plumbeus* risultano presenti quasi esclusivamente nei dendrotelmi, con la differenza che la prima si mostra specie silvicola poco incline a urbanizzarsi, mentre la seconda è stata raccolta anche in centro città, anche in contenitori artificiali.

Cx. pipiens, con le sue sottospecie che in questo lavoro non sono state differenziate, è risultata presente in molti degli habitat considerati.

Ae. albopictus preferisce raccolte d'acqua di piccole dimensioni, più o meno temporanee e anche a forte carico organico, ma anche condivise con *Ae. koreicus* e *Ae. japonicus* in ambiente naturale.

Cs. longiareolata e *Cx. hortensis* risultano comuni in vasche ornamentali e abbeveratoi.

4. Discussione e conclusioni

Le importanti trasformazioni dell'ultimo secolo nel territorio esaminato non hanno risparmiato le acque interne e la relativa fauna, di cui gli stadi giovanili dei culicidi fanno parte.

L'urbanizzazione ha comportato il tombamento parziale o totale di molti dei brevi orsi d'acqua della parte marnoso-arenacea del territorio, così come l'abbandono o il riempimento di molti pozzi e cisterne un tempo diffusissimi in orti e giardini; per contro, risultano aumentate le piccole raccolte d'acqua stagnante rappresentate da tombini, grondaie, sottovasi, ecc., così frequenti in ambito urbano e risultate cruciali nel favorire la diffusione delle zanzare alloctone invasive: in città la zanzara tigre (*Ae. albopictus*), a poco meno di un trentennio dal suo arrivo in regione (ZAMBURLINI, 1995), si mostra ormai più abbondante rispetto a quella che era un tempo la zanzara nativa più comune, *Cx. pipiens*.

Sul Carso invece, il cambio d'uso del territorio rappresentato dal progressivo abbandono delle tradizionali attività agro-silvo-pastorali ha comportato il degrado per mancato utilizzo di stagni e abbeveratoi, con conseguente riduzione o scomparsa degli stessi per interrimento da mancata manutenzione o per ridotta impermeabilità del fondo argilloso per mancanza di calpestio da parte degli animali da pascolo. A tali fattori vanno di recente ad aggiungersi manifestazioni del cambiamento climatico, come maggiore evaporazione e siccità prolungate, per cui dei 122 stagni a suo tempo censiti (POLLI e ALBERTI, 1969; ALBERTI *et al.*, 1981; POLLI e POLLI, 1985) ne rimangono oggi permanenti meno di una decina (Nicola Bressi, com. pers.). La quasi totalità degli stagni residui sono stati modificati dall'introduzione di specie alloctone di pesci, anfibi e rettili, con alterazione profonda delle associazioni faunistiche

originarie. Inoltre, come in città, anche sul Carso colpisce l'avanzata dei culicidi esotici, spesso a scapito delle specie native, con molti siti dove la zanzara più frequente risulta ormai *Ae. koreicus*.

Tra le zanzare autoctone, biogeograficamente interessante è la presenza sul Carso di *Cx. torrentium* (GREGO e ZAMBURLINI, 2024), specie ritenuta in Italia a distribuzione prealpina e segnalata in precedenza solo in provincia di Bolzano (URBANELLI *et al.*, 1981), nonché di *Orthopodomyia pulcripalpis*, attualmente limitata a un unico sito, che ne rappresenta anche l'unica stazione in Italia settentrionale (GREGO e ZAMBURLINI, 2020).

Oltre alle 22 specie segnalate nel presente contributo, altre 3 (*An. maculipennis* s.l., *Ae. caspius*, *Coquilettidia richiardii*), risultano censite nel recente passato (ZAMBURLINI *et al.*, 2019), portando a 25 il totale delle specie presenti nell'area indagata su 40 complessive per l'intera regione. *An. maculipennis* s.l. è entità di grandi stagni limpidi ricchi di vegetazione superficiale, con livello dell'acqua abbastanza stabile, ambienti che si è già detto essere perlopiù scomparsi, o ridotti a pozze torbide, a volte coperte di lemnoidee. *Ae. caspius* è invece zanzara litoranea di pozze spesso salmastre, dominante lungo i litorali sabbiosi dell'Adriatico nordoccidentale, mentre *Cq. richiardii* è legata per ragioni eco-biologiche alla presenza di canneto; in entrambi i casi si tratta di specie di ambienti poco rappresentati nel territorio considerato.

La presenza di ulteriori specie appare probabile, soprattutto per quelle già note per le regioni adiacenti (ROBERT *et al.*, 2019).

Tali considerazioni, oltre al possibile arrivo di altre entità alloctone, suggeriscono la prosecuzione delle ricerche, con monitoraggi a lungo termine quanto mai opportuni per un gruppo di insetti di elevato interesse sanitario.

Lavoro consegnato il 09.10.2024

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia il Museo di Storia Naturale di Trieste, per la consultazione della biblioteca scientifica del museo e l'utilizzo del laboratorio di microscopia. Si ringrazia inoltre Nicola Bressi, conservatore zoologo dello stesso Museo, per gli utili consigli e informazioni.

BIBLIOGRAFIA

- ALBERTI G., DOLCE S., POLLI S., 1981 – Gli stagni della provincia di Trieste: secondo contributo. *Atti Mus. Civ. Stor. Nat.*, Trieste, 32 (2): 135-174.
- BECKER N., PETRIC D., ZGOMBA M., BOASE C., MADON B., DAHL C. & KAISER A., 2020 – *Mosquitoes Identification, Ecology and Control*. 3rd Edition, Springer Nature Switzerland AG, Cham, 570 pp.
- FIOR G., 2009 – Catasto degli stagni del Carso Triestino e Goriziano. Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, Direzione centrale risorse agricole, naturali, forestali e montagna, Servizio tutela ambienti naturali e fauna.
- FUNK A.D., GRÄFFE E.D., 1895 – Fauna dei ditteri dei dintorni di Trieste. *Atti Mus. Civ. Stor. Nat.*, Trieste, 9: 1-25.
- GREGO B., ZAMBURLINI R., 2020 – First records of *Orthopodomyia pulcripalpis* (Rondani, 1872) (Diptera, Culicidae) in Northern Italy. *Atti Mus. Civ. Stor. Nat.*, Trieste, 61: 261-268.
- GREGO B., ZAMBURLINI R., 2021 – New records of *Aedes (Rusticoides) rusticus* (Rossi, 1790) (Diptera Culicidae) from Friuli Venezia Giulia region (Northern Italy). *Gortania. Botanica e Zoologia*, 43: 95-98.
- GREGO B., ZAMBURLINI R., 2024 – *Culex torrentium* Martini, 1924 - A new species for the mosquito fauna (Diptera, Culicidae) of Friuli Venezia Giulia region (north-eastern Italy). *Gortania. Botanica e Zoologia*, 46 in press.
- GUTSEVICH A.V., MONCHADSKII A.S., SHTAKELBERG A.A., 1974 – Diptera, Mosquitoes Family Culicidae. *Fauna of the U.R.S.S. I.P.S.T. Jesusalem* (translation from Russian), 3(4): 408 pp.
- POLLI S., ALBERTI G., 1969 – Gli stagni della provincia di Trieste: primo contributo. *Atti Mus. Civ. Stor. Nat.*, Trieste, 26 (4): 81-127.
- POLLI S., POLLI E., 1985 – Gli stagni della provincia di Trieste: terzo contributo. *Atti Mus. Civ. Stor. Nat.*, Trieste, 37 (1): 1-101.
- ROBERT V., GÜNAY F., LE GOFF G., BOUSSÈS PH., SULESCO T., KHALIN A., MEDLOCK J.M., KAMPEN H., PETRIĆ D., SCHAFFNER F., 2019 – Distribution chart for Euro-Mediterranean mosquitoes (western Palaearctic region). *Journal of the European Mosquito Control Association*, 37: 1-38.
- SEPULCRI P., 1963 – La malaria nel Veneto: storia, epidemiologia, l'opera dell'Istituto antimalarico. II ed., Ed. Fantoni, Venezia, 299 pp.
- STAMMER H.-J., 1932 – Die Fauna des Timavo. Ein Beitrag zur Kenntnis der Höhlengewässer, des Süß- und Brackwassers im Karst. – *Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Systematik, Ökologie und Geographie der Tiere*, 63: 521-656.
- STOCH F., 2011 – Monitoraggio e individuazione di misure di conservazione per la fauna acquatica (invertebrati e anfibi) degli habitat igrofilo ed idrofilo. Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, monitoraggio e individuazione di misure di conservazione per la fauna acquatica (invertebrati e anfibi) degli habitat igrofilo ed idrofilo nel Sito Natura 2000 SIC IT3340006 “Carso Triestino e Goriziano”.
- WILKERSON R.C., LINTON Y.M., FONSECA D.M., SCHULTZ T.R., PRICE D.C., S TRICKMAN D.A., 2015 – Making mosquito taxonomy useful: a stable classification of Tribe Aedini that balances utility with current knowledge of evolutionary relationships. - *PloS ONE*, 10(7): e0133602.
- URBANELLI S., SABATINI A., BULLINI L., 1981 – Tassonomia morfologica e biochimica di *Culex pipiens* e *Culex torrentium*. *Parassitologia* 23: 279-281.
- ZAMBURLINI R., 1995 – Mosquitoes (Diptera Culicidae) of Northeast Italy and their medical significance. – *Alpe Adria Microbiol. J.*, 4(4): 285-287
- ZAMBURLINI R., CARGNUS E., ZANDIGIACOMO P., 2019 – Mosquitoes (Diptera, Culicidae) of Friuli Venezia Giulia (North-Eastern Italy): annotated checklist, geographic distribution and habitats of pre-imaginal stages. *Redia*, 102: 13-21.

ORTOTTERI E MANTIDI DEL MONTE SABOTINO (FRIULI VENEZIA GIULIA)

FRANCESCA TAMI¹, PAOLO FONTANA², PAOLA TIRELLO³

¹Via Treppo n. 22/2 - I-33047 Remanzacco (Udine); e-mail: francesca.tami76@gmail.com

²Fondazione Edmund Mach - IASMA, Centro Trasferimento Tecnologico

Via Mach 1 - I-38010 San Michele all'Adige (Trento); e-mail: paolo_api.fontana@iasma.it

³DAFNAE Dipartimento di Agronomia, Alimenti, Risorse naturali, Animali e Ambiente

AGRIPOLIS, Viale dell'Università 16 - I-35020 Legnaro (Padova); e-mail: paola.tirello@unipd.it

Abstract – Orthoptera and Mantodea of mount Sabotino (Friuli Venezia Giulia region). The authors give a summary about Orthoptera and Mantodea living on mount Sabotino. This elevation, situated in an area among Alps and Italian Karst, not far from Adriatic Sea, hosts a characteristic Orthopteran fauna. Thirty Orthopteran and one Mantodean species have been found between 2006 and 2024. The most characterizing group is given by species with south-European distribution (in particular Illyrian-alpine distribution), as *Barbitistes yersini* Brunner von Wattenwyl, 1878, which finds on Sabotino the northwestern limit of its range. *Saga pedo* (Pallas, 1771) and *Dinarippiger discoidalis* (Fieber, 1853) are the most interesting species; both live in arid grassland. Meadows managing and restoring are necessary to keep this characteristic Orthopteran fauna.

Key words: Orthoptera, monte Sabotino, arid grassland, conservation.

Riassunto – Si riportano i dati relativi alla fauna ad Ortoteri e Mantodei del monte Sabotino. Questo rilievo, situato in un'area compresa fra le Alpi e il Carso, non lontano dal mare Adriatico, ospita un peculiare popolamento di Ortoteri. Fra il 2006 e il 2024 gli autori hanno rilevato la presenza di trenta specie di Ortoteri e una di Mantidi. Dal punto di vista biogeografico, il gruppo caratterizzante è rappresentato dalle specie con areale sud-europeo (e in particolare alpino-dinarico), fra le quali *Barbitistes yersini* Brunner von Wattenwyl, 1878 trova sul Sabotino il suo limite di distribuzione nord-occidentale. Le specie di maggiore interesse sono *Saga pedo* (Pallas, 1771) e *Dinarippiger discoidalis* (Fieber, 1853); entrambe vivono nelle praterie aride ricche di cespugli. Per la conservazione del popolamento di Ortoteri, in futuro sarà fondamentale il mantenimento e il ripristino delle praterie ancora presenti.

Parole chiave: Orthoptera, monte Sabotino, praterie aride, conservazione.

1. – Introduzione

Il monte Sabotino è situato fra l'area collinare del Collio, propaggine delle Prealpi Giulie meridionali, e il corso del fiume Isonzo, che lo delimita a est e a sud, separandolo dall'area pianeggiante dove si trovano le città di Gorizia e Nova Gorica. La parte sud-occidentale ricade in territorio italiano (all'interno del comune di Gorizia), mentre quella orientale e settentrionale si trovano in Slovenia. La parte sommitale in territorio italiano costituisce il biotopo naturale "Monte Sabotino" istituito con DPR 099/Pres. del 29 luglio 2022, ai sensi della Legge regionale 42/1996.

Il monte Sabotino è il primo rilievo a nord del Carso italiano; dal punto di vista geologico è caratterizzato da una parte sommitale calcarea e una parte basale costituita da formazioni a flysch (CUCCHI *et al.*, 2009). Sul versante italiano la parte basale del monte, fino a circa 200 m, è occupata da coltivazioni, in particolare vigneti, lembi di boschi con rovere (*Quercus petraea*) e castagno (*Castanea sativa*) e boscaglie con robinia (*Robinia pseudoacacia*). Al di sopra dei 200 m la roccia calcarea prende il posto del flysch: le pendici, non più adatte alla coltivazione, sono ricoperte dalla

boscaglia carsica (ostrio-querceto a scotano), costituita prevalentemente da carpino nero (*Ostrya carpinifolia*), orniello (*Fraxinus ornus*) e roverella (*Quercus pubescens*) (AA.VV., 1998). Nella parte sommitale lungo la dorsale Sabotino-San Valentino, il versante italiano è ancora occupato da praterie xerotermofile (landa carsica termofila: *Chrysopogono-Centaureetum cristatus*) (POLDINI, 1989; POLDINI, 2009). La landa carsica occupava buona parte del territorio italiano del monte, ma negli ultimi decenni è andata via via riducendosi a causa dell'abbandono delle attività agricolo-pastorali e della ricolonizzazione da parte della vegetazione arbustiva ed arborea. Sul versante italiano la rete viaria è costituita da una ex strada militare, mulattiere e sentieri, e dalla strada slovena (realizzata a seguito del Trattato di Osimo del 1975) che taglia la parte basale del monte collegando la zona del Collio sloveno con Nova Gorica. L'unico edificio degno di nota al di sopra dei 200 m è una casermetta militare.

A causa della particolare posizione del monte Sabotino, la sua fauna e la sua flora sono caratterizzate dalla compresenza di specie con distribuzione alpina, balcanico-illirica, mediterranea, europea. In particolare sono presenti specie a distribuzione illirica diffuse sul Carso. Il monte Sabotino costituisce il limite di distribuzione per alcune specie; per esempio, fra i rettili, rappresenta il limite di areale nord-occidentale per l'algiroide magnifico (*Algiroides nigropunctatus*) (LAPINI *et al.*, 1999).

Le informazioni sulla Ortoterofauna della zona in territorio italiano sono molto scarse. Lavori storici di fine '800 e inizio '900 relativi ai territori facenti parte dell'Austria-Ungheria (KARNY, 1907; KRAUSS, 1879) citano alcuni dati per Gorizia ("Görz") ma senza specificare località precise. Tre specie di particolare interesse dal punto di vista biogeografico o conservazionistico sono state segnalate per il monte Sabotino da LAPINI *et al.* (2014) e TAMI, FONTANA (2019).

Con il presente lavoro intendiamo fornire un quadro del popolamento di Ortoteri e Mantidi presente sulla parte del monte al di sopra dei 200 metri di quota, sulla base delle nostre indagini condotte fra il 2006 e il 2024.



Fig. 1: Mappa della regione Friuli Venezia Giulia con l'ubicazione del monte Sabotino. https://d-maps.com/carte.php?num_car=8091&lang=it

Fig. 1: Map of Friuli Venezia Giulia region with the position of mount Sabotino.

2. – Materiali e metodi

Nel periodo compreso fra il 2006 e il 2024 abbiamo effettuato alcune escursioni, in particolare negli anni 2006, 2014, 2022. Percorrendo le strade e i sentieri sul versante italiano a monte del borgo di San Mauro, abbiamo individuato alcune aree ritenute rappresentative dei principali habitat presenti nella zona. Gli esemplari sono stati individuati a vista o ascoltandone il canto ed eventualmente raccolti mediante l'utilizzo di un retino.

3. – Risultati

Di seguito sono elencate le specie delle quali è stata accertata la presenza durante il periodo di indagine, con i relativi dati di raccolta. Si tratta di 1 Mantodeo e 30 Ortotteri (14 Ensiferi, 16 Celiferi). Per la nomenclatura delle specie di Ortotteri si è fatto riferimento a IORIO *et al.* (2019). Per ogni specie viene riportata la distribuzione generale e in Italia, le caratteristiche ecologiche e gli habitat frequentati nella zona di studio. Dove non diversamente indicato, le notizie generali sulla distribuzione e l'ecologia delle specie sono tratte da MASSA *et al.* (2012).

MANTODEA

Mantide

Mantis religiosa religiosa (Linnaeus, 1758)

Specie osservata da F. Tami: monte Sabotino, 550 m, praterie, 08/07/2006, 01/09/2024; 550-600 m, 22/06/2014; boscaglia (ostrio-querceceto), 450 m, 02/10/2022 (foto); margine boscaglia, 200 m, 01/09/2024.

Distribuzione: Europa centrale e meridionale, Africa settentrionale e centrale, Asia minore e Caucaso; importata negli U.S.A (FONTANA *et al.*, 2002). Diffusa in tutte le regioni italiane.

La mantide religiosa, specie termofila, prevalentemente xerofila, è stata osservata nelle praterie presso la cima e fra la vegetazione erbacea all'interno della boscaglia.

ORTHOPTERA

Ensifera

Tettigoniidae

Barbitistes ocskayi Charpentier, 1850

Materiale esaminato: monte Sabotino, 300-400 m, margine bosco, 08/07/2006, 1 ♀, leg. F. Tami e P. Tirello, coll. F. Tami.

Distribuzione: specie ad areale illirico che a nord arriva fino al Carso e alle Prealpi

Giulie; il limite settentrionale dell'areale finora noto è il monte Matajur (NADIG, 1987), quello occidentale sono le colline di Manzano (TAMI *et al.*, 2011).

Gli adulti vivono sulle chiome delle latifoglie; in passato sul Carso ha causato danni da defogliazione durante episodi di pullulazioni, in particolare ai carpini e ai frassini (STERGULC, FRIGIMELICA, 1997). La specie è stata trovata sulle fronde delle latifoglie al margine della strada.

Barbitistes yersini Brunner von Wattenwyl, 1878

Materiale esaminato: monte Sabotino, 300-400 m, margine bosco, 08/07/2006, 1 ♂, leg. F. Tami e P. Tirello, coll. F. Tami.

Distribuzione: a diffusione trasadriatica, presente nella penisola balcanica, a nord fino al Carso, in Abruzzo e nelle Marche. Il monte Sabotino costituisce il limite settentrionale del suo areale, almeno in territorio italiano. Segnalata da NADIG (1987) per la zona a nord di Nova Gorica.

Generalmente si trova su arbusti o piccoli alberi. È stata osservata fra gli arbusti e alberi al margine della strada.

Leptophyes laticauda (Frivaldsky, 1867)

Materiale esaminato: monte Sabotino, 300-400 m, margine bosco, 08/07/2006, 1 ♀ e 2 ♂♂, leg. F. Tami e P. Tirello, coll. F. Tami.

Distribuzione: Europa centrale e orientale, a sud si spinge fino in Italia e nella penisola balcanica; in Italia è segnalata soprattutto per il centro-nord e per poche stazioni del sud. Vive in ambienti ecotonali; sul monte Sabotino è presente su arbusti e alberi al margine del bosco.

Polysarcus denticauda (Charpentier, 1825)

Materiale esaminato: monte Sabotino, 300-400 m, margine bosco, 08/07/2006, 1 ♂, leg. F. Tami e P. Tirello, coll. F. Tami; 550-600 m, praterie, 22/06/2014, 1 ♂, leg. P. Fontana e F. Tami, coll. F. Tami.

Distribuzione: Europa centrale e orientale, Turchia; In Italia è presente nel Carso, lungo l'arco alpino e l'Appennino fino all'Abruzzo.

Sulle Alpi vive nei prati e nei pascoli con alte erbe; sul Monte Sabotino è presente sia nelle praterie sia lungo i margini boschivi, fra gli arbusti.

Tettigonia viridissima (Linnaeus, 1758)

Materiale esaminato: monte Sabotino, 550-600 m, praterie, 22/06/2014, 1 ♂, leg. P. Fontana e F. Tami, coll. F. Tami.

Distribuzione: a distribuzione olopalearctica, diffusa in tutta Italia.

Vive sia in prati con alte erbe che fra le fronde degli alberi. Sul Monte Sabotino è stata osservata nelle praterie presso la cima.

Decticus verrucivorus verrucivorus (Linnaeus, 1758)

Materiale esaminato: monte Sabotino, 550-600 m, praterie, 08/07/2006, 1 ♀ e 1 ♂,

leg. F. Tami e P. Tirello, coll. F. Tami.

Distribuzione: ampio areale asiatico-europeo, in Italia è diffusa soprattutto nelle regioni centro-settentrionali.

Vive in prati e pascoli magri. È presente nelle praterie presso la cima.

Platycleis grisea grisea (Fabricius, 1781)

Materiale esaminato: monte Sabotino, 550-600 m, praterie, 08/07/2006, 1 ♀, leg. F. Tami e P. Tirello, coll. F. Tami.

Specie osservata da F. Tami: monte Sabotino, 550 m, praterie, 02/10/2022.

Distribuzione: Europa centro-meridionale e orientale, a est si spinge fino alla Russia meridionale. Presente in tutta Italia. Molto adattabile, vive in disparati ambienti. Sul Sabotino è stata trovata nelle praterie presso degli arbusti.

Sepiana sepium (Yersin, 1854)

Materiale esaminato: monte Sabotino, 300-400 m, margine bosco, 08/07/2006, 1 ♀, leg. F. Tami e P. Tirello, coll. F. Tami; 550-600 m, praterie, 22/06/2014, 1 ♂, leg. P. Fontana e F. Tami, coll. F. Tami.

Distribuzione: specie diffusa dall'Europa meridionale fino al Caucaso e all'Asia minore. Ben diffusa nella penisola italiana e nelle isole maggiori; nel nord Italia è per lo più localizzata lungo la costa. Il Monte Sabotino rappresenta il limite di distribuzione settentrionale della specie in Italia.

Vive sia in ambienti aperti (prati, ambienti umidi) che ecotonali. Sul Monte Sabotino è presente nelle zone arbustive al margine del bosco e nelle praterie ricche di arbusti.

Pholidoptera littoralis littoralis (Fieber, 1953)

Precedenti segnalazioni: monte Sabotino (TAMI, FONTANA, 2019)

Distribuzione: Penisola Balcanica e arco alpino orientale (Veneto e Friuli Venezia Giulia). In Friuli Venezia Giulia è ben diffusa sul Carso (FONTANA *et al.* 2005) ed è presente in alcune località delle Prealpi Giulie (TAMI, FONTANA, 2019).

Tipica di praterie con alte erbe; rinvenuta nei prati ricchi di arbusti presso la cima.

Eupholidoptera schmidti (Fieber, 1861)

Materiale esaminato: monte Sabotino, 300-400 m, margine bosco, 08/07/2006, 1 ♀ juv. e 1 ♂, leg. F. Tami e P. Tirello, coll. F. Tami.

Distribuzione: diffusa nella parte settentrionale della penisola Balcanica, nell'Italia nord-orientale, Emilia-Romagna e Marche.

Specie arbusticola, è stata osservata lungo il margine del bosco su cespugli e arbusti, in particolare in roveti.

Pachytrachis striolatus (Fieber, 1853)

Materiale esaminato: monte Sabotino, 300-400 m, margine bosco, 08/07/2006, 1 ♀ juv. e 1 ♂, leg. F. Tami e P. Tirello, coll. F. Tami.

Specie osservata da F. Tami: monte Sabotino, 550 m, praterie, 02/10/2022.

Distribuzione: arco alpino e penisola balcanica.

Frequenta soprattutto ambienti ecotonali. È presente sia lungo i margini boschivi, sia nelle praterie dove si localizza soprattutto vicino ad alberi ed arbusti.

Saga pedo (Pallas, 1771)

Precedenti segnalazioni: monte Sabotino (LAPINI *et al.*, 2014; TAMI, FONTANA, 2019).

Distribuzione: Ad ampio areale di distribuzione in Europa e Asia. In Italia è segnalata per quasi tutte le regioni ma è poco frequente. In Friuli Venezia Giulia è piuttosto comune sul Carso, altrove risulta localizzata in pochi siti delle Prealpi (monte Sabotino, zona di Venzone) (FONTANA, CUSSIGH, 1996; FONTANA *et al.*, 2005; LAPINI *et al.*, 2014).

Vive in praterie aride e assolate ricche di arbusti. Gli adulti sono elusivi e possono essere difficili da osservare, soprattutto in piena estate. Abbiamo osservato alcuni individui (5 femmine, ninfe) nel mese di giugno del 2014, nell'area a landa carsica ricca di cespugli fra la caserma e la cima.

La specie è compresa nell'Allegato IV della Direttiva Habitat 92/43/CEE ed è protetta da un Regolamento della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia (DPRReg 20 marzo 2009 n. 074/Pres.).

Dinarippiger discoidalis (Fieber, 1853)

Nota sistematica: la specie è stata attribuita al genere *Dinarippiger* da SKEJO *et al.* (2023).

Precedenti segnalazioni: monte Sabotino (TAMI, FONTANA, 2019).

Distribuzione: diffusa dall'Italia nordorientale alla penisola Balcanica. In Italia, al di fuori del Friuli Venezia Giulia è noto solo per un dato storico (inizio del '900) per il Trentino, non più confermato. In Friuli Venezia Giulia risulta ben diffusa sul Carso ed è presente anche in alcune località delle Prealpi Giulie e Carniche (FONTANA *et al.*, 2005; GALVAGNI, 2009; TAMI, FONTANA, 2019).

Abita prati e pascoli magri ricchi di arbusti e i margini di boscaglie termofile; sul Sabotino alcuni esemplari sono stati trovati nel 2014 nella landa carsica vicino alla cima.



Fig. 2: *Saga pedo*, ♀ juv. (Foto F. Tami).
Fig. 2: *Saga pedo*, ♀ juv. (Photo F. Tami).



Fig. 3: *Dinarippiger discoidalis*, ♀ (Foto F. Tami).
Fig. 3: *Dinarippiger discoidalis*, ♀ (Photo F. Tami).

Gryllidae

Gryllus campestris Linnaeus, 1758

Specie ascoltata in canto da F. Tami: monte Sabotino, 550-600 m, praterie, 08/07/2006, 05/05/2024.

Distribuzione: Europa, Asia occidentale e Nord Africa; comune in Italia, soprattutto nelle regioni centro-settentrionali.

Il grillo campestre abita prati e pascoli magri o comunque regolarmente falciati. La specie è comune nei prati fra la caserma e la cima.

Caelifera

Acrididae

Kisella irena (Fruhstorfer, 1921)

Materiale esaminato: monte Sabotino, 300-400 m, margine bosco, 08/07/2006, 2 ♀♀, leg. F. Tami e P. Tirello, coll. F. Tami; 550-600 m, praterie, 22/06/2014, 1 ♀, leg. P. Fontana e F. Tami, coll. F. Tami

Distribuzione: diffusa dalle Alpi orientali ai Balcani fino alla Romania; in Italia è presente in Trentino-Alto Adige, Veneto e Friuli Venezia Giulia.

Predilige prati con densa vegetazione e arbusti; sul Sabotino è presente sia nelle praterie presso la cima sia fra la vegetazione arbustiva al margine di una strada.

Micropodisma salamandra (Fischer, 1854)

Materiale esaminato: monte Sabotino, 300-400 m, margine bosco, 08/07/2006, 1 ♂, leg. F. Tami e P. Tirello, coll. F. Tami.

Distribuzione: diffusa dall'Italia orientale (Veneto e Friuli Venezia Giulia) e l'Austria meridionale fino alla Bosnia-Erzegovina.

Frequenta prati con alte erbe e zone arbustive; è stata rinvenuta fra arbusti (con prevalenza di *Rubus* sp.) al margine del bosco.

Odontopodisma schmidti (Fieber, 1853)

Materiale esaminato: monte Sabotino, 300-400 m, margine bosco, 08/07/2006, 1 ♀, leg. F. Tami e P. Tirello, coll. F. Tami.

Distribuzione: diffusa dall'Italia nord-orientale (Trentino-Alto Adige, Veneto e Friuli Venezia Giulia) e l'Austria attraverso la Penisola balcanica fino alla Romania.

Vive fra gli arbusti, in particolare nei roveti, dove è stata rinvenuta anche sul Sabotino.

Pezotettix giornae (Rossi, 1794)

Materiale esaminato: monte Sabotino, 550 m, praterie, 14/04/2013, 1 ♀, leg. e coll. F. Tami.

Specie osservata da F. Tami: monte Sabotino, 550 m, praterie, 02/10/2022, 01/09/2024; 500 m, 05/05/2024.

Distribuzione: Europa meridionale, Africa settentrionale e Turchia, ad est fino al Caucaso. Diffusa in tutta Italia.

Specie molto adattabile, prevalentemente termofila; sul Sabotino è comune negli ambienti aperti a landa carsica. Un maschio e una femmina in accoppiamento sono stati osservati il 14/04/2013, altri adulti sono stati visti il 05/05/2024; esemplari adulti sono stati osservati all'inizio della primavera anche in altre località della regione (Remanzacco, marzo 2020).

Queste osservazioni all'inizio della primavera attestano che la specie riesce a svernare allo stadio adulto, evento che in Friuli Venezia Giulia e in generale in nord Italia pare relativamente recente; FONTANA *et al.* (2002) relativamente al Veneto riporta che “*Gli adulti compaiono da giugno ad ottobre*” mentre “*Nelle regioni meridionali può svernare come adulto*”.

Calliptamus italicus italicus (Linnaeus, 1758)

Materiale esaminato: monte Sabotino, 550-600 m, praterie, 08/07/2006, 1 ♂, leg. F. Tami e P. Tirello, coll. F. Tami.

Specie osservata da F. Tami: monte Sabotino, 550 m, praterie, 02/10/2022, 01/09/2024.

Distribuzione: ampio areale asiatico-europeo, presente in tutte le regioni italiane.

Piuttosto adattabile, vive soprattutto in prati magri e in aree con terreno parzialmente scoperto; sul Sabotino è comune nella landa carsica, soprattutto nelle zone pietrose parzialmente prive di copertura erbacea.

Anacridium aegyptium (Linnaeus, 1764)

Specie osservata da F. Tami: monte Sabotino, 350 m, boscaglia (ostrio-querceto), 14/04/2013; 250 m, arbusti al margine boscaglia, 01/09/2024.

Distribuzione: ampia distribuzione in Europa meridionale, Asia sud-occidentale, Africa settentrionale; presente in tutte le regioni italiane.

Vive in ambienti caldi e soleggiati, dove sta posata su alberi o arbusti. Un esemplare è stato osservato all'interno di un bosco luminoso di ornio e carpino nero.

Oedipoda caerulea caerulea (Linnaeus, 1758)

Materiale esaminato: monte Sabotino, 550-600 m, praterie, 08/07/2006, 1 ♂, leg. F. Tami e P. Tirello, coll. F. Tami.

Specie osservata da F. Tami: monte Sabotino, 500-600 m, praterie, 02/10/2022, 01/09/2024.

Distribuzione: specie a distribuzione paleartica, comune in tutte le regioni italiane (Sardegna esclusa).

Specie xerofila, vive in luoghi asciutti e soleggiati; è comune nella landa carsica e lungo le strade sterrate e i sentieri.

Oedipoda germanica germanica (Latreille, 1804)

Materiale esaminato: monte Sabotino, 400 m, ghiaione, 02/10/2022, 1 ♀, leg. e coll. F. Tami.

Specie osservata da F. Tami: monte Sabotino, 600 m, praterie, 02/10/2022, 01/09/2024.
Distribuzione: Europa e Turchia; presente in tutta Italia, isole escluse. In Friuli Venezia Giulia è stata segnalata solo per il Carso (FONTANA *et al.*, 2005).

Ha caratteristiche più xerofile rispetto alla congenere *O. c. caerulescens*; è stata trovata nelle aree di landa carsica con rocce e pietre affioranti.

Aiolopus strepens strepens (Latreille, 1804)

Materiale esaminato: monte Sabotino, 350 m, bordo strada, 02/10/2022, 1 ♂, leg. e coll. F. Tami; 200 m, margine boscaglia, 01/09/2024, 1 ♂, leg. e coll. F. Tami.

Distribuzione: Europa meridionale, Asia minore e Africa settentrionale. Diffuso in tutta Italia.

Abita soprattutto zone cespugliate e aride ma è comunque molto adattabile e si rinviene anche in zone incolte e in ambienti agrari.

Presente nelle praterie presso la cima.

Euthystira brachyptera (Ocskay, 1826)

Materiale esaminato: monte Sabotino, 300-400 m, margine bosco, 08/07/2006, 1 ♂, leg. F. Tami e P. Tirello, coll. F. Tami; 550-600 m, praterie, 22/06/2014, 1 ♂, leg. P. Fontana e F. Tami, coll. F. Tami

Distribuzione: specie ad areale asiatico-europeo; presente sull'arco alpino, il Carso e alcune aree degli Appennini.

Frequenta soprattutto prati e pascoli con densa vegetazione; sul Sabotino è presente nei prati e anche lungo i margini boschivi.

Omocestus (Omocestus) rufipes (Zetterstedt, 1821)

Materiale esaminato: monte Sabotino, 450 m, vegetazione erbacea a margine strada, 02/10/2022, 1 ♀, leg. e coll. F. Tami.

Specie osservata da F. Tami: monte Sabotino, 550-600 m, praterie, 01/09/2024.

Distribuzione: Europa, specialmente centrale e meridionale, Asia occidentale e Nord Africa. Ampiamente diffusa in Italia.

Molto adattabile, frequenta prati, pascoli e radure. È presente nelle praterie presso la cima.

Stenobothrus rubicundulus Kruseman et Jeekel, 1967

Materiale esaminato: monte Sabotino, 500-600 m, margine bosco, 08/07/2006, 1 ♀ e 1 ♂, leg. F. Tami e P. Tirello, coll. F. Tami; 550-600 m, praterie, 22/06/2014, 1 ♂, leg. P. Fontana e F. Tami, coll. F. Tami

Specie osservata da F. Tami: monte Sabotino, 550-600 m, praterie, 01/09/2024.

Distribuzione: Europa centrale e orientale, a est arriva fino all'Ucraina; in Italia è presente sulle Alpi, sul Carso e in poche località degli Appennini.

Tipica di prati e pascoli magri e sassosi, ghiaioni e alvei di fiumi e torrenti. Sul monte Sabotino è presente soprattutto nella landa carsica, in particolare nelle zone con roccia affiorante.



Fig. 4: *Oedipoda germanica germanica*, ♀ (Foto F. Tami).
Fig. 4: *Oedipoda germanica germanica*, ♀ (Photo F. Tami).



Fig. 5: *Stenobothrus rubicundulus*, ♀ (Foto F. Tami).
Fig. 5: *Stenobothrus rubicundulus*, ♀ (Photo F. Tami).

Gomphocerippus rufus (Linnaeus, 1758)

Materiale esaminato: monte Sabotino, 350 m, boscaglia (ostrio-querceto), 01/09/2024, 1 ♂, leg. e coll. F. Tami.

Specie osservata da F. Tami: monte Sabotino, 450 m, boscaglia, 02/10/2022.

Distribuzione: diffuso in Europa e in Asia; in Italia è noto per buona parte delle regioni (assente in Sicilia).

Tipico di ambienti ecotonali. È stato trovato fra la vegetazione erbacea di boschi luminosi con ornioello e carpino nero prevalenti.

Chorthippus (Glyptobothrus) mollis ignifer (Ramme, 1923)

Materiale esaminato: monte Sabotino, 450 m, incolto sassoso, 02/10/2022, 2 ♂♂, leg. e coll. F. Tami.

Specie osservata da F. Tami: monte Sabotino, 550-600 m, praterie, 01/09/2024.

Distribuzione: settore meridionale alpino dalla Francia all'Istria.

Abita prati aridi e sassosi, aree incolte; nei medesimi ambienti è presente sul Sabotino.

Chorthippus (Glyptobothrus) brunneus brunneus (Thunberg, 1915)

Materiale esaminato: monte Sabotino, 350 m, incolto a bordo strada, 22/06/2014, 1 ♂, leg. e coll. F. Tami.

Specie osservata da P. Fontana e F. Tami: monte Sabotino, 550 m, praterie; 02/10/2022, 01/09/2024.

Distribuzione: ampia distribuzione in Europa e Asia. Comune in tutte le regioni italiane, ad eccezione della Sicilia.

Molto adattabile, vive in aree aperte spesso con terreno parzialmente scoperto: prati e pascoli, zone incolte, margini di coltivi, giardini. È presente nelle praterie presso la cima e in aree incolte parzialmente prive di vegetazione erbacea.

Euchorthippus declivus (Brisout de Barneville, 1848)

Materiale esaminato: monte Sabotino, 500-600 m, margine bosco, 08/07/2006, 2 ♀♀

e 1 ♂, leg. F. Tami e P. Tirello, coll. F. Tami; 02/10/2022, 1 ♀, leg. e coll. F. Tami.
Specie osservata da F. Tami: monte Sabotino, 550-600 m, praterie, 01/09/2024.
Distribuzione: Europa, dalla Penisola Iberica fino alla Penisola Balcanica ed all'Ucraina. Tutta Italia, dalle Alpi fino alla Sicilia e alla Sardegna.
Specie termofila, vive soprattutto in prati magri. Nell'area considerata è comune nelle praterie ma è presente anche fra gli arbusti al margine dei boschi.

4. – Considerazioni ecologiche

Le praterie residue presso la cima ospitano una ricca fauna ad Ortoteri. Alcune specie sono spiccatamente xerotermofile: *Saga pedo* e *Dinarippiger discoidalis* vivono nelle zone con alte erbe, ricche di arbusti, mentre *Pachytrachis striolatus* di solito è localizzata presso arbusti, alberi isolati o lungo i margini boschivi. *Mantis r. religiosa*, *Decticus v. verrucivorus*, *Tettigonia viridissima*, *Polysarcus denticauda*, *Pholidoptera l. littoralis*, *Omocestus rufipes*, *Euchorthippus declivus* sono specie più adattabili per quanto riguarda il grado di umidità, e possono vivere anche in prati più freschi; anch'esse si trovano fra la vegetazione erbacea delle praterie. Altre frequentano soprattutto le aree parzialmente prive di vegetazione, sassose o con roccia affiorante: *Pezotettix giornae*, *Calliptamus i. italicus*, *Oedipoda c. caerulescens* e *Stenobothrus rubicundulus* sono particolarmente comuni, ma è abbastanza facile osservare anche *Aiolopus s. strepens* e *Oedipoda g. germanica*. *Gryllus campestris* si trova soprattutto nelle zone di prateria con rada vegetazione o terreno parzialmente scoperto; i maschi adulti sono facilmente individuabili ascoltando il loro canto fra aprile e giugno.

Lungo i margini boschivi si possono osservare soprattutto specie tipicamente arboricole e/o arbusticole. *Barbitistes ocskayi* è uno dei pochi Ortoteri forestali che vivono in Italia; è stato osservato lungo i margini boschivi su arbusti e sulle fronde delle latifoglie. Il congenere *Barbitistes yersini* preferisce stare su arbusti o piccoli alberi. Nelle zone arbustive, in particolare fra i cespugli di scotano (*Cotynus coggygria*) e *Rubus* sp., vivono varie specie tipiche delle zone ecotonali: *Leptophyes laticauda*, *Sepiana sepium*, *Eupholidoptera schmidtii*, *Odontopodisma schmidtii*. Tuttavia nei medesimi ambienti è possibile trovare anche specie che a quote più elevate nelle Alpi vivono soprattutto in prati e pascoli, come *Polysarcus denticauda*, *Micropodisma salamandra*, *Euthystira brachyptera*. Questo fenomeno è comune a varie specie di cavallette, che al variare delle condizioni macroclimatiche (temperatura e piovosità) modificano le loro abitudini, frequentando habitat differenti; tipicamente, alcune specie che vivono in pascoli e praterie anche magri di alta quota, in pianura preferiscono zone umide o la vegetazione arbustiva (è il caso, per esempio, di una specie molto comune in Friuli, *Pseudochorthippus parallelus parallelus* (Zetterstedt, 1821)). Verosimilmente, all'aumento della temperatura media con il diminuire dell'altitudine, alcune specie che prediligono ambienti freschi ricercano condizioni microclimatiche adatte rifugiandosi all'ombra fra la fitta vegetazione degli arbusti.

I boschi, prevalentemente a roverella, carpino nero e orniello, sono un ambiente poco adatto alla maggior parte degli Ortoteri. Nei boschi luminosi e con un sottobosco costituito da specie erbacee, abbiamo potuto osservare *Gomphocerippus rufus* ed occasionalmente *Mantis r. religiosa* ed *Anacridium aegyptium* fra la vegetazione erbacea, e ascoltare *Tettigonia viridissima* fra le chiome degli alberi.



Fig. 6: Landa carsica presso la cima del Monte Sabotino (Foto F. Tami). Habitat di *Mantis religiosa*, *Decticus verrucivorus verucivorus*, *Pholidoptera littoralis littoralis*, *Pachytrachis striolatus*, *Saga pedo*, *Dinarippiger discoidalis*, *Pezotettix giornai*, *Calliptamus italicus italicus*, *Oedipoda c. caerulescens*, *Oedipoda g. germanica*, *Stenobothrus rubicundulus*, *Euchorthippus declivus*.

Fig. 6: Grassland at the top of Sabotino (Photo F. Tami). Habitat suitable for *Mantis religiosa*, *Decticus verrucivorus verucivorus*, *Pholidoptera littoralis littoralis*, *Pachytrachis striolatus*, *Saga pedo*, *Dinarippiger discoidalis*, *Pezotettix giornai*, *Calliptamus italicus italicus*, *Oedipoda c. caerulescens*, *Oedipoda g. germanica*, *Stenobothrus rubicundulus*, *Euchorthippus declivus*.



Fig. 7: Margine boschivo e arbusti (Foto F. Tami). Habitat di *Barbitistes yersini*, *Leptophyes laticauda*, *Polysarcus denticauda*, *Sepiana sepium*, *Eupholidoptera schmidti*, *Pachytrachis striolatus*, *Kisella irena*, *Micropodisma salamandra*, *Odontopodisma schmidti*, *Euthystira brachyptera*.

Fig. 7: Wood edge with bushes (Photo F. Tami). Habitat suitable for *Barbitistes yersini*, *Leptophyes laticauda*, *Polysarcus denticauda*, *Sepiana sepium*, *Eupholidoptera schmidti*, *Pachytrachis striolatus*, *Kisella irena*, *Micropodisma salamandra*, *Odontopodisma schmidti*, *Euthystira brachyptera*.

5. – Considerazioni biogeografiche

È stata analizzata la distribuzione delle specie nelle categorie corologiche secondo VIGNA TAGLIANTI *et al.* (1992). Delle 30 specie di Ortoteri individuate sul monte Sabotino, 15 hanno un areale europeo, 10 hanno una distribuzione ampia in Europa e Asia, 4 sono distribuite attorno al bacino del Mediterraneo, 1 (*Anacridium aegyptium*) ha una distribuzione ampia in Europa, Africa e Asia.

All'interno del primo gruppo, 1 taxon (*Chorthippus mollis ignifer*) ha corotipo alpino; 11 hanno corotipo sud-europeo, di cui 8 hanno un areale che va dalla penisola balcanica fino al Carso e alle Alpi orientali. Queste ultime sono certamente di particolare interesse dal punto di vista biogeografico. Per *Barbitistes yersini*, il Sabotino costituisce il limite settentrionale (almeno in Italia) del suo areale. *Barbitistes okskayi* si spinge poco più a nord rispetto al Sabotino, fino al monte Matajur (NADIG, 1987) e a occidente fino alle colline presso Manzano (TAMI *et al.*, 2011). *Dinarippiger di-*

scoidalis è presente in Italia, al di fuori del Carso, oltre che sul Sabotino solo in poche località friulane delle Prealpi Giulie e Carniche (GALVAGNI, 2009; TAMI, FONTANA, 2019). Altre specie diffuse nella penisola balcanica arrivano a nord-ovest fino alle Alpi orientali italiane: *Pholidoptera littoralis littoralis* e *Micropodisma salamandra* arrivano a ovest fino in Veneto, mentre *Kisella irena* e *Odontopodisma schmidti* si spingono fino in Trentino-Alto Adige; *Pachytrachis striolatus* ha un areale più ampio ad occidente, arrivando fino alla Svizzera e al Piemonte (MASSA *et al.*, 2012).

Per quanto riguarda gli Ortotteri diffusi in Europa meridionale e nell'Asia sud-occidentale, il monte Sabotino costituisce il limite di distribuzione settentrionale italiano di *Sepiana sepium* e quello per il Friuli Venezia Giulia di *Oedipoda g. germanica*: entrambe le specie finora non sono state rinvenute nelle vicine Prealpi Giulie e in generale nell'area alpina friulana.

6. – Conclusioni

L'area indagata sul monte Sabotino ospita una ricca fauna ad Ortotteri, nonostante abbia un'estensione relativamente ridotta. La presenza di alcune aree aperte ha garantito la sopravvivenza di diverse specie tipiche delle praterie aride. Inoltre, a causa della sua ubicazione, qui convivono specie con areali di distribuzione asiatico-europeo, mediterraneo, alpino-balcanico o in generale est-europeo.

La fauna ad Ortotteri presenta diverse analogie con quella di alcune aree del Carso italiano, pur con un numero inferiore di specie (dato atteso vista la limitata estensione dell'area indagata). Rispetto ad alcune aree del Carso isontino (Doberdò del Lago, monte Selz) da noi indagate, sono assenti diversi elementi con areale alpino-dinarico che in Italia a nord arrivano fino al Carso, come *Modestana modesta* (Fieber, 1853) e *Prionotropis hystrix* (Germar, 1817); non sono state inoltre rinvenute sul Sabotino alcune specie tipicamente montane presenti sul Carso, come *Arcyptera fusca* (Pallas, 1773), e mancano anche alcuni elementi termofili diffusi attorno al bacino del Mediterraneo, fra cui *Tylopsis liliifolia* (Fabricius, 1793), cavalletta comune nel Carso (FONTANA *et al.*, 2005; MASSA *et al.*, 2012).

Gli Ortotteri di maggiore interesse sono *Saga pedo* e *Dinarippiger discoidalis*. *Saga pedo* è la più grande cavalletta presente in Italia, dove è presente in quasi tutte le regioni ma è localizzata in ambienti adatti (prati aridi), e l'unica in Europa che si riproduce per partenogenesi; le sue popolazioni hanno una bassa densità e gli esemplari adulti hanno un comportamento molto elusivo, per cui possono passare inosservati. È protetta dalla Direttiva Habitat 92/43/CEE e dal Regolamento della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia DPR 20 marzo 2009 n. 074. *Dinarippiger discoidalis* in Italia è presente sul Carso (dove era comune fino ad una decina di anni fa, mentre attualmente pare scarso: Nicola Bressi, Andrea Colla, com. pers.), e in poche altre località friulane; sono necessarie indagini per confermare la sua presenza nei siti noti, anche sul Sabotino dove l'abbiamo trovato nel 2014.

In generale la riduzione delle superfici a prati e pascoli, avvenuta negli ultimi

decenni in particolare nell'area prealpina e nel Carso a causa del venire meno delle attività agricolo-pastorali legate all'allevamento del bestiame, in seguito alle mutate condizioni socio-economiche, ha determinato la scomparsa o la riduzione, almeno a livello locale, di specie di fauna e flora tipiche di questi habitat. Per esempio, alcune specie di uccelli che fino a pochi decenni fa erano comuni sul Carso, ora sono completamente scomparsi o hanno avuto una forte contrazione delle aree di presenza: la coturnice (*Alectoris graeca*) è scomparsa prima dal Carso e successivamente dal monte Sabotino, il calandro (*Anthus campestris*) è estinto in provincia di Gorizia ed è ancora presente solo in limitate aree a landa carsica del Carso triestino, l'allodola (*Alauda arvensis*) ha avuto una generale contrazione dell'areale occupato nelle province di Gorizia e Trieste (GUZZON *et al.*, 2020; PARODI, 1999). Certamente l'avanzata della boscaglia prima e del bosco poi favorisce altre specie; per esempio, fra gli uccelli i picchi hanno avuto un ampliamento dei loro areali in Friuli Venezia Giulia negli ultimi decenni (GUZZON *et al.*, 2020). Invece gli Ortotteri in Europa comprendono quasi solo specie adatte a vivere in ambienti aperti (prati/pascoli, praterie, zone umide, alvei di fiumi, ghiaioni...) o ecotonali, e in generale la riduzione in un determinato territorio delle aree aperte, in particolare prati e pascoli, si accompagna alla riduzione del numero di specie di questo gruppo di insetti.

In un quadro di generale e drastica riduzione delle superfici occupate da prati e pascoli, la conservazione e il recupero della landa carsica del Sabotino è di fondamentale importanza per la conservazione della biodiversità della zona. A partire dal 2018 l'Ispettorato forestale di Udine, Trieste e Gorizia, in collaborazione con l'Università di Trieste, ha promosso un progetto di pascolo con un gregge di ovini e dal 2019 operazioni di taglio e sfoltimento della vegetazione arborea e arbustiva, con l'obiettivo di recuperare alcuni ettari di landa carsica. L'istituzione nel 2022 da parte della Regione Friuli Venezia Giulia del biotopo naturale "Monte Sabotino", comprendente le superfici residue di landa carsica, dovrebbe facilitare la continuazione di tali attività. Certamente il pascolamento estensivo regolamentato e il taglio di arbusti potranno almeno conservare le praterie del Sabotino e contribuire alla conservazione delle specie legate a questi habitat.

Lavoro consegnato il 01.09.2024

RINGRAZIAMENTI

Ringraziamo Andrea Colla e Nicola Bressi per le informazioni relative alla presenza di alcune specie nel Carso, e Michela Tommasella per le indicazioni bibliografiche sulla vegetazione.

BIBLIOGRAFIA

- CUCCHI F., FINOCCHIARO F., MUSCIO G., 2009 – Geositi del Friuli Venezia Giulia. Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia. Udine. 384 pp.
- DEL FAVERO R., BORTOLI P., DREOSSI G., LASEN C., VANONE G., 1998 – La vegetazione forestale e la selvicoltura nella regione Friuli-Venezia Giulia. Vol. 1. Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia, Udine. 490 pp.
- FONTANA P., BUZZETTI F.M., COGO A., ODE' B., 2002 – Guida al riconoscimento e allo studio di cavallette, grilli, mantidi e insetti affini del Veneto (Blattodea, Mantodea, Isoptera, Orthoptera, Phasmatodea, Dermaptera, Embiidina). Edizioni Museo Naturalistico Archeologico di Vicenza, Vicenza. 592 pp.
- FONTANA P., CUSSIGH F., 1996 – *Saga pedo* (Pallas) ed *Empusa fasciata* Brullé in Italia, specie rare da proteggere (Insecta Orthoptera e Mantodea). Atti Accademia Roveretana Agiati, a. 246, ser. VII, VI B: 47-64.
- FONTANA P., LA GRECA M., KLEUKERS R., 2005 – Insecta Orthoptera. In: Ruffo S. e Stoch, F. (eds.), Checklist e distribuzione della fauna italiana. Memorie Museo Civico Storia Naturale Verona, 2. serie, Sezione Scienze della Vita, 16: 137-139, con dati su CD-ROM.
- GALVAGNI A., 2009 – Contributo alla conoscenza degli Ortotteroidei delle Prealpi Carniche e Venete (Italia nord-orientale) (Insecta Blattaria Mantodea Orthoptera Dermaptera). Atti Museo Civico Rovereto, 24 (2008): 177-196.
- GUZZON C., TAIARIOL P.L., KRAVOS K., GRION M., PERESSIN R. (a cura di), 2020 – Atlante degli Uccelli nidificanti in Friuli Venezia Giulia. Associazione Studi Ornitologici e Ricerche Ecologiche del Friuli Venezia Giulia APS (ASTORE-FVG), 5 / Edizioni del Museo Friulano di Storia Naturale, 75, Udine. 304 pp.
- IORIO C., SCHERINI R., FONTANA P., BUZZETTI F.M., KLEUKERS R., ODÉ B., MASSA B., 2019 – Grasshoppers & Crickets of Italy. A photographic field guide to all the species. WBA Handbooks 10, Verona. 579 pp.
- KARNY H., 1907 – Die Orthopterenfauna des Küstengebietes von Österreich-Ungarn. Berl. Entom. Zeitschr., LI: 17- 52.
- KRAUSS H., 1879 – Die Orthopteren-fauna Istriens. Sitz. der Kais. Ak. der Wiss.. Math.-Naturwiss., 78: 451-544.
- LAPINI L., DALL'ASTA A., BRESSI N., DOLCE S., PELLARINI P., 1999 – Atlante corologico degli anfibi e dei rettili del Friuli-Venezia Giulia. Edizioni del Museo Friulano di Storia Naturale, Udine.
- LAPINI L., DORIGO L., GLERAN P., GIOVANNELLI M.M., 2014 – Status di alcune specie protette della Direttiva Habitat 92/43/CEE nel Friuli Venezia Giulia (Invertebrati, Anfibi, Rettili, Mammiferi). Gortania. Botanica, Zoologia, 35: 61-139.
- MASSA B., FONTANA P., BUZZETTI F.M., KLEUKERS R., ODÉ B., 2012 – Orthoptera. Fauna d'Italia vol. XLVIII. Calderini – Edizioni Calderini de Il Sole 24 Ore S.p.A., Milano-Bologna. 464 pp.
- NADIG A., 1987 – Saltatoria (Insecta) der Süd- und Südostabdachung der Alpen zwischen der Provence in W, der pannonischen Raum im NE und Istrien im SE (mit Verzeichnissen der Fundorte und Tiere meiner Sammlung). Revue suisse Zoologie, 94 (2): 257-356.
- PARODI R. (a cura di), 1999 – Gli uccelli della provincia di Gorizia. Edizioni del Museo Friulano di Storia Naturale, 42, Udine. 356 pp.
- POLDINI L., 1989 – La vegetazione del Carso isontino e triestino. Edizioni Lint, Trieste. 313 pp.
- POLDINI L., 2009 – La diversità vegetale del Carso fra Trieste e Gorizia - Lo stato dell'ambiente. Le guide di Dryades 5, Edizioni Goliardiche, Trieste. 732 pp.
- SKEJO J., KASALO N., FONTANA P., IVKOVIĆ S., TVRTKOVIĆ N., REBRINA F. *et al.*, 2023 – *Dinarippiger* gen. nov. (Tettigoniidae: Bradyporinae: Ephippigerini), a new saddle bush-cricket genus for *Ephippiger discoidalis* Fieber, 1853 from the Dinaric karst. Zootaxa, 5271 (Vol. 1): 049–090.

- STERGULC F., FRIGIMELICA G., 1996 – Insetti e funghi dannosi ai boschi nel Friuli - Venezia Giulia. Regione Autonoma Friuli - Venezia Giulia, Direzione Regionale delle Foreste e dei Parchi, Servizio Selvicoltura, Udine. 364 pp.
- TAMI F., FONTANA P., 2019 – Contributo alla conoscenza di alcuni Ortoteri (Insecta Orthoptera) del Friuli Venezia Giulia (Italia nord-orientale). *Gortania. Botanica, Zoologia*, 40: 79-86.
- TAMI F., TIRELLO P., FONTANA P., 2011 – Contributo alla conoscenza di alcuni Ortotteroidei (Insecta Blattaria, Mantodea, Orthoptera, Dermaptera) in Friuli Venezia Giulia (Italia nord-orientale). *Bollettino Museo Soria Naturale Venezia*, 62: 19-34.
- 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., 1992 – Riflessioni di gruppo sui corotipi fondamentali della fauna W-paleartica ed in particolare italiana. *Biogeographia*, XVI: 159-79.

SITOGRAFIA

- BIOTOPO MONTE SABOTINO: <https://www.regione.fvg.it/rafvfg/cms/RAFVG/ambiente-territorio/tutela-ambiente-gestione-risorse-naturali/FOGLIA214/FOGLIA38/>

LATE SEASON PRESENCE AND OVIPOSITION OF *SYMPETRUM STRIOLATUM* (CHARPENTIER, 1840) IN CARNIA (EASTERN ALPS, NORTH-EASTERN ITALY)

GIANLUCA RASSATI

Via Udine 9 – 33028 Tolmezzo (Italy). E-mail: itassar@tiscali.it

<https://orcid.org/0009-0009-8361-8992>

Riassunto – Presenza e ovideposizione di *Sympetrum striolatum* (Charpentier, 1840) in tarda stagione in Carnia (Alpi Orientali)

Dal 2018 al 2023 dalla metà di novembre in avanti sono stati esaminati reticolo idrografico e corpi d'acqua in un tratto della Val Tagliamento (370-400 m s.l.m., 46°24'30"N 12°53'00"E; Alpi Carniche) per verificare presenza e tipologia comportamentale degli odonati. Sono state registrate tre specie: *Sympetrum striolatum*, *Chalcolestes viridis* (fino a metà novembre) ed *Aeshna cyanea* (fino a fine novembre). Per la prima specie è stata constatata un'estensione del periodo di volo fino al 3 dicembre con ovideposizione fino al 2 dicembre e dispersione fino a fine novembre. Individui di *Sympetrum striolatum* sono stati osservati con temperature comprese fra 3 e 4 °C (anche dopo gelate notturne con temperatura compresa fra -4 e -5 °C) mentre copulazione e ovideposizione con temperature comprese fra 6 e 7 °C. Le osservazioni sono avvenute anche dopo periodi di inattività di alcuni giorni dovuti a piogge abbondanti e vento. Il cambiamento della fenologia è messo in relazione con il riscaldamento globale.

Parole chiave: *Odonata*, *Sympetrum striolatum*, Periodo di attività, Fenologia, Cambiamento climatico, Riscaldamento globale, Alpi Carniche, Friuli, Italia Nord-orientale.

Abstract – From 2018 to 2023, from mid-November onwards the hydrographic network and waterbodies were examined in a stretch of the Tagliamento Valley (370-400 m a.s.l., 46°24'30"N 12°53'00"E; Carnic Alps) to determine the presence and behavioral typology of the Odonata. Three species were recorded: *Sympetrum striolatum*, *Chalcolestes viridis* (until mid-November) and *Aeshna cyanea* (until the end of November). For the first species, an extension of the flight period until 3 December was recorded, with oviposition until 2 December and dispersal until the end of November. Individuals of *Sympetrum striolatum* were observed at temperatures between 3 and 4 °C (even after night frosts with temperature between -4 and -5 °C) and copulation and oviposition at temperatures between 6 and 7 °C. The observations also occurred after periods of inactivity of a few days due to abundant rain and wind. The change in phenology is put in relation to global warming.

Key words: *Odonata*, *Sympetrum striolatum*, Activity period, Phenology, Climate change, Global warming, Carnic Alps, Friuli, North-eastern Italy.

1. – Introduction

Odonata are able to maintain body temperature within a well-determined but rather wide range by behavioral and physiological means (CORBET, 1999). This allows them to remain active even in rather hot or cold environmental conditions. In Europe, however, they are influenced by cold temperatures and, apart from rare species, spend the winter period as eggs or larvae (CORBET, 1999).

In the case of favorable autumn weather conditions, *Sympetrum striolatum* (Charpentier, 1840) (Odonata, Anisoptera, Libellulidae) can extend the flight period and in the Mediterranean environment can survive in winter as an imago to reach the following spring (KEMP, 1990; JÖDICKE & LOPAU, 2000; UTZERI, 2001). Late season records are generally referable to plain zones, even in Central Europe (cf. e.g. BORKENSTEIN & JÖDICKE, 2022; FIORENZA *et al.*, 2024).

Late autumn observations of the taxon in the Friulan Alpine zone in years prior to the present investigation prompted this study aimed at establishing the duration of the flight season and what activity is carried out, also in order to determine if there is reproductive behavior.

2. – Study area and methods

The investigation was conducted from 2018 to 2023 in a stretch of the Tagliamento River valley near the village of Enemonzo (370-400 m a.s.l., 46°24'30"N 12°53'00"E; Carnic Alps; North-eastern Italy). Even though individuals in flight have been recorded in mid-November at sites further inside the Alpine system and at higher altitudes (e.g. near a pond at 760 m a.s.l. in the Municipality of Arta Terme), the above-mentioned area was chosen since it is characterized by small watercourses and waterbodies and marshy zones near the Tagliamento which favor the presence of the species and thus the possibility of contact. The surveyed environments were characterized by abundant herbaceous and shrubby vegetation along the banks and in some stretches also by arboreal vegetation, the latter nonetheless always present nearby. The most represented shrub and tree species were: *Salix* sp., *Alnus incana*, *Fraxinus excelsior*, *Tilia cordata*, *Pinus sylvestris*, *Picea abies*.

By means of visual encounter surveys in the hydrographic network and waterbodies, Odonata were searched for (with particular attention to individuals of the species under study), mainly on sunny days from mid-November onwards: their presence, type of activity and weather conditions were noted.

The weather data were obtained from the ARPA FVG – OSMER and GRN meteorological station of Enemonzo and by *in situ* measurements.



Figure 1 - Basking male of *Sympetrum striolatum* at the end of November (Photo G. Rassati). / **Figura 1** - Maschio di *Sympetrum striolatum* in termoregolazione ectotermica a fine novembre (Foto G. Rassati).

Year	Lr	Lo
2018	28 Nov	28 Nov
2019	3 Dec	2 Dec
2020	29 Nov	28 Nov
2021	25 Nov	24 Nov
2022	1 Dec	27 Nov
2023	28 Nov	26 Nov

Table 1 - Records of *Sympetrum striolatum* in the study area. Lr: latest record; Lo: latest oviposition. / **Tabella 1** - Records di *Sympetrum striolatum* nell'area di studio. Lr: record più tardivo; Lo: ovideposizione più tardiva.

3. – Results and discussion

Individuals (♂♂ and ♀♀) of *Sympetrum striolatum* were active until the end of November (Fig. 1) in all years of the investigation and in 2019 and 2022 until the beginning of December when (in 2019) oviposition was also recorded (Tab. 1). The only other Odonata on the wing until mid-November and late November were *Chalcolestes viridis* (Vander Linden, 1825) and *Aeshna cyanea* (Müller, 1764), respectively.

The activities of *Sympetrum striolatum* were mainly concentrated in the hours of sunshine (on completely sunny days, generally from 9.00/9.30 to 15.00/15.30 in mid-November, 30-40 minutes later in the morning and earlier in the afternoon in the last days of November). However, individuals were observed even after a few days of inactivity (demonstrating a good ability to cope with adverse periods) caused by abundant rain and wind conditions, which are quite frequent in November in Carnia, as well as on days with only flashes of clear sky when they remained at the basking sites for much of the time. The latter were usually on the ground or close to it along the banks of the watercourses a short distance from the water, and secondarily on the vegetation even a few meters from the bank (also near the forest edge), especially on days with little wind. The positioning near the water was certainly preferred since, as the watercourses were generally small with banks close to one another, this allowed good shelter from the wind. Different positioning of the basking sites according to the presence or absence of wind has also been highlighted in other investigations (BORKENSTEIN & JÖDICKE, 2022), which also confirmed the preference, as perches for warm-up, of pale and sunny substrates (e.g. light-colored stones, dry leaves, dry branches and in general dead wood, both on the ground and protruding from the vegetation) (see also TORRALBA BURRIAL & OCHARAN, 2004).

On days when thermoregulation occurred easily thanks to solar radiation and air temperature, inspection, feeding and territorial defense flights as well as reproductive activities were regularly observed, and oviposition took place in sunny stretches of the watercourses. As in its congeners (*Sympetrum vicinum*; MAY, 1998), the role of

thermoregulation and of the number of hours of sunshine was very important (cf. CORBET, 1999; BORKENSTEIN & JÖDICKE, 2022). In fact, its success in thermoregulation allowed the recording of individuals in flight at temperatures between 3 and 4 °C and copulation and oviposition at temperatures between 6 and 7 °C.

Endothermic warm-up was observed several times, especially on cloudy and windy days, but wing-whirring was also used at the beginning of the morning or afternoon activity (in situations in which the body was too cold for immediate take-off) before the transfer to the roosting site (treetops), in agreement with what was observed by BORKENSTEIN & JÖDICKE (2022). Wing-whirring could vary from a slight vibration of the wings for a few seconds to strong flapping of the wings for a few minutes interspersed with pauses of a few seconds. When the warm-up was not successful due to adverse weather conditions, the individual was not able to take flight and could even fall to the ground; when successful, the highest zones of the trees were reached with variable heights depending on the structure of the vegetation.

Night frosts were overcome by some individuals, observed on the wing even on days (27 November 2023) when the minimum temperature was between -4 and -5 °C.

On more than one occasion, individuals (♂♂, ♀♀, tandem) were observed moving away from the survey sites or apparently arriving from afar, confirming that dispersal can also occur in the second half of November, as also found by other authors (BORKENSTEIN & JÖDICKE, 2022): in the case of departing tandems this can be interpreted as an attempt (given the risks that the late season brings) to reach other sites where they could oviposit. A daily transfer between feeding/roosting sites and ovipositing sites has been observed in other investigations (see SCHRÖTER *et al.*, 2023 for its implications), although this was not recorded in the present study.

The data reveal an extension of the flight period until the beginning of winter. This is remarkable since it was found in an area along the upper course of the Tagliamento in the Carnic Alpine zone where the autumn climate is characterized by abundant and frequent precipitation (even snow), which also occurred in the period in which the present study was conducted.

The change in phenology is also highlighted by the fact that the study area has been used by the author to carry out zoological and forestry investigations since the 1980s when the late autumn and early winter climatic and site conditions were much harsher: in December the area was almost always covered in snow and the temperatures were usually wintry with consequent icing over of large surfaces (which already took place in November), making successful thermoregulation practically impossible. Therefore, it can be hypothesized that the extension of the flight period is very likely a response to climate changes (see TORRALBA BURRIAL & OCHARAN, 2004), since the activities of Odonata in the late season are strongly affected by climatic conditions (CORBET, 1999) and global warming has had various effects on them also relating to phenology (HASSALL & THOMPSON, 2008; OTT, 2010).

Indicative of the change in phenology of *Sympetrum striolatum* are observations made at the end of November at other sites in Carnia, e.g. close to the But River near the village of Arta Terme. It would be interesting to investigate localities even fur-

ther inside the Alps to determine the extent of the phenomenon involving species of various taxonomic categories (cf. e.g. RASSATI, 2021) and other Odonata: examples of this are observations (also in years prior to the present study) of individuals of *Aeshna cyanea* in flight in mid-November in the Cima Corso Marsh (840 m a.s.l.) and along the course of the Tagliamento near the village of Forni di Sopra (910 m a.s.l.).

Paper submitted on 02/07/2024

REFERENCES

- ARPA FVG – OSMER e GRN. <http://www.meteo.fvg.it/>.
- BORKENSTEIN A. & JÖDICKE R., 2022 – Thermoregulatory behaviour of *Sympetrum striolatum* at low temperatures with special reference to the role of direct sunlight (Odonata: Libellulidae). *Odonatologica*, 51(1/2): 83-109.
- CORBET P.S., 1999 – Dragonflies: behaviour and ecology of Odonata. Harley Books, Colchester.
- FIORENZA T., CHIANDETTI I., PONTARINI R. & ZANDIGIACOMO P., 2024 – Damigelle e Dragoni. Atlante delle libellule del Friuli Venezia Giulia. Editrice CO.EL., Udine.
- HASSALL C. & THOMPSON D.J., 2008 – The impacts of environmental warming on Odonata: a review. *International Journal of Odonatology*, 11: 131-153.
- JÖDICKE R. & LOPAU W., 2000 – Overlapping adult generations of the univoltine dragonfly, *Sympetrum striolatum* in southern Greece (Odonata: Libellulidae). *Libellula Supplement*, 3: 41-47.
- KEMP R.G., 1990 – A probable case of an overwintering adult *Sympetrum striolatum* (Charp.) in western Cyprus (Anisoptera: Libellulidae). *Notulae Odonatologicae*, 3: 75-76.
- MAY M.L., 1998 – Body temperature regulation in a late-season dragonfly, *Sympetrum vicinum* (Odonata: Libellulidae). *International Journal of Odonatology*, 1: 1-13.
- OTT J., 2010 – Dragonflies and climatic change - recent trends in Germany and Europe. In: Ott J. (Ed): Monitoring Climatic Change With Dragonflies. *BioRisk*, 5: 253-286.
- RASSATI G., 2021 – Biennial census of Horvath's rock lizard *Iberolacerta horvathi* in two Alpine areas (North-eastern Italy). *Atti Mus. Civ. St. Nat. Trieste*, 62: 235-246.
- SCHRÖTER A., BORKENSTEIN A. & JÖDICKE R., 2023 – Why do mature dragonflies migrate? A critical analysis of Corbet's chapter "Spatial displacement by flight" with reference to *Sympetrum striolatum* (Odonata: Libellulidae). *Odonatologica*, 52(1/2): 61-78.
- TORRALBA BURRIAL A. & OCHARAN F.J., 2004 – Presencia y comportamiento invernal de adultos de *Sympetrum striolatum* en el NE de España (Odonata: Libellulidae). *Boln. Asoc. esp. Ent.*, 28(3-4): 189-191.
- UTZERI C., 2001 – Winter oviposition of *Sympetrum striolatum* (Charp.) in central Italy (Anisoptera: Libellulidae). *Notulae odonatologicae*, 5(8): 106-107

DIVERSITY, ABUNDANCE AND COMPOSITION OF ANT SPECIES (HYMENOPTERA, FORMICIDAE) IN SELECTED URBAN GREEN AREAS OF TRIESTE (FRIULI VENEZIA GIULIA, ITALY) IN THE YEAR 2018

SILVIA ROCIO CASTRO-DELGADO¹, ANDREA COLLA²

¹c/o Museo Civico di Storia Naturale di Trieste, Via dei Tominz 4, 34139 Trieste, Italia,
e-mail: castrodelgado.silviarocio@gmail.com

²Museo Civico di Storia Naturale di Trieste, Via dei Tominz 4, 34139 Trieste, Italia,
e-mail: andrea.colla@comune.trieste.it

Abstract - Urbanization and seasonal changes affect biodiversity. However, urban green areas are critical habitats to support biological communities. Ants are a very important group, due to their high abundance, their participation in many ecological processes and, above all, because they provide ecosystem services in natural and urban habitats. Still, this group has not been sufficiently studied, especially in urban landscapes. In this research, we evaluated the ant communities in six urban green areas of Trieste (here named Bosco Bovedo (BB), Bosco Farneto 01 (BF1), Bosco Farneto 02 (BF2), Giardino Pubblico (GP), Museo (Mu) and Orto Lapidario (OL)) repeatedly for three periods, and one (Villa Necker (VN)) for only one period, in 2018. In total, 38 species of ants were recorded, of which four species were not considered in the analyses. Overall, the two most common ant species resulted: *Aphaenogaster subterranea* (Latreille, 1798) and *Crematogaster schmidti* (Mayr, 1853). The urban green areas with the highest species richness, the highest Shannon diversity and the highest number of occurrences were Mu and OL, both with the highest structural heterogeneity provided by the high diversity of plants and the presence of stones. *C. schmidti* was mainly present in woodlands, while the number of occurrences of *Lasius emarginatus* (Olivier, 1792) was higher in the urban parks and managed mixed green area (GP and OL, respectively). When analyzing the results in a temporal manner, it was observed that species richness, number of occurrences and diversity of Shannon decreased in the period July-August, the hottest months. Some species were no longer recorded in this period, others decreased their presence, while others increased it. However, the decrease in these variables in this period was not abrupt in the OL and Mu compared to the other areas. Urban green areas are essential for maintaining diversity, especially when urbanization and global warming are expected to continue their increase. This research is a "picture" of the ant community present in 2018. Since social ecological systems are dynamic and unpredictable, a future monitoring program could help to prevent the degradation of the integrity of these areas and the services they provide to humans.

Key words: ants, Trieste, urban green areas, diversity, community.

Riassunto - **Diversità, abbondanza e composizione delle specie di formiche (Hymenoptera, Formicidae) in aree urbane selezionate di Trieste (Friuli Venezia Giulia, Italia) nell'anno 2018.** L'urbanizzazione e i cambiamenti stagionali influenzano la biodiversità. Comunque, le aree verdi urbane sono habitat critici per supportare le comunità biologiche. Le formiche sono un gruppo molto importante, a causa della loro elevata abbondanza, della loro partecipazione a molti processi ecologici, e soprattutto perché forniscono servizi ecosistemici in habitat naturali e urbani. Tuttavia, questo gruppo non è stato sufficientemente studiato, soprattutto nei paesaggi urbani. In questa ricerca, abbiamo valutato le comunità di formiche in sei aree verdi urbane di Trieste (qui denominate Bosco Bovedo (BB), Bosco Farneto 01 (BF1), Bosco Farneto 02 (BF2), Giardino Pubblico (GP), Museo (Mu) e Orto Lapidario (OL)) ripetutamente per tre periodi e una (Villa Necker (VN)) per un solo periodo, nel 2018. In totale, sono state registrate 38 specie di formiche, di cui quattro specie non sono state considerate nelle analisi. Nel complesso, le due specie di formiche più comuni sono risultate: *Aphaenogaster subterranea* (Latreille, 1798) e *Crematogaster schmidti* (Mayr, 1853). Le aree verdi urbane con la più alta ricchezza di specie, la più alta diversità di Shannon e il più alto numero di occorrenze sono state Mu e OL, entrambe con la più alta eterogeneità strutturale fornita dall'elevata diversità di piante e dalla presenza di pietre. *C. schmidti* era presente principalmente nei boschi, mentre il numero di occorrenze di *Lasius emarginatus* (Olivier, 1792) era più alto nei parchi urbani e nell'area verde mista gestita (rispettivamente GP e OL). Analizzando i risultati in modo temporale, si è osservato che la ricchezza di specie, il numero di occorrenze e la diversità di Shannon sono diminuiti nel periodo luglio-agosto, i mesi più caldi. Alcune specie non sono state più registrate in questo periodo, altre hanno ridotto la loro presenza, mentre altre l'hanno aumentata. Tuttavia, la diminuzione di queste variabili in questo periodo non è stata brusca in OL e Mu rispetto alle altre aree. Le aree verdi urbane sono essenziali per mantenere la diversità, soprattutto quando si prevede che l'urbanizzazione e il riscaldamento globale continueranno ad aumentare. Questa ricerca è una "fotografia" della comunità di formiche presente nel 2018. Poiché i sistemi ecologici sociali sono dinamici e imprevedibili, un futuro programma di monitoraggio potrebbe aiutare a prevenire il degrado dell'integrità di queste aree e dei servizi che forniscono agli esseri umani.

Parole chiave: formiche, Trieste, aree verdi urbane, diversità, comunità.

1. – Introduction

Ants (Hymenoptera, Formicidae) are an important group of insects that can be found in almost all biogeographic zones (HOLLDÖBLER, WILSON, 1990; BOLTON, 1995; SEIFERT, 2018; AntWeb, 2024). They also have high species richness (16,772 valid species registered to date according to AntWeb, 2024), very high abundance (DAVIDSON, PATRELL-KIM, 1996; SCHULTHEISS *et al.*, 2022), and together with termites contribute significantly to terrestrial animal biomass (FITTKAU, KLINGE, 1973; HOLLDÖBLER, WILSON, 1990; DIAL *et al.*, 2006; TUMA *et al.*, 2020). This is because they are colonial and eusocial insects (WILSON, HÖLLDÖBLER, 2005; NOWAK *et al.*, 2010). Ants can become dominant in a wide variety of terrestrial habitats (HOLLDÖBLER, WILSON, 1990; DAVIDSON, PATRELL-KIM, 1996) and in urban landscapes they are one of the most abundant groups of arthropods (YOUNGSTEADT *et al.*, 2015; SANTOS, 2016). The success of their abundance is mainly due to the pact they have made with species of trophobiont insects that feed on plants, such as aphids (Aphidae), scale insects (Coccoidea) or similar (Hemiptera) that feed them with sugary compounds (DAVIDSON, PATRELL-KIM, 1996; DAVIDSON *et al.*, 2003). Ants have a wide variety of interactions with other organisms, especially with plants, and thus, their impact on them can be so strong that many plant species have coevolved to have them as allies, just like myrmecophytes and other angiosperms (HOLLDÖBLER, WILSON, 1990; DAVIDSON, MCKEY, 1993; NELSEN *et al.*, 2018; PARKER, KRONAUER, 2021; NELSEN *et al.*, 2023). Many and varied animal species depend so much on ants that without them, they would become extinct (HOLLDÖBLER, WILSON, 1990; WILSON, 2004; PARKER, KRONAUER, 2021), showing ants as a “key taxon” in many habitats (PARKER, KRONAUER, 2021).

In all regions of the world, in more natural than urban ecosystems, ants contribute to many ecological processes and influence a wide range of ecosystem services (HOLLDÖBLER, WILSON, 1990; FOLGARAIT, 1998; DEL TORO *et al.*, 2012; DEL TORO *et al.*, 2015; WILLS, LANDLS, 2018; SEIFERT, 2018). In urban landscapes, generally, ants are not very popular and some publications on their role in these environments often characterize them as pests that cause damage to buildings infrastructure, contamination of stored food and direct damage from their painful stings (RUST, SU, 2012; SANTOS, 2016). However, recent reviews highlight the positive contribution of ants to urban ecosystem processes and the benefits they can give to humans, that is, the ecosystem services they offer us. The review of PERFECTO, PHILPOTT (2023), group these services into: 1) soil improvement: by building and maintaining their nests, ants can move large amounts of underground soil to the surface layers, thus helping to aerate and decompact it. In addition, they help to nourish the soil. 2) seed dispersion: ants are important for seed dispersal of approximately 11,000 species of angiosperm plants (LENGYEL *et al.*, 2009; LENGYEL *et al.*, 2010). In urban landscapes, seed removal rates of myrmecochorous plant species can be high but depend on ant species composition (THOMPSON, MCLACH-

LAN, 2007). Both services can be very useful in ecological restoration projects (DE ALMEIDA *et al.*, 2024). 3) Scavenging: several studies have shown that scavenging ants, which are typically generalist species, help remove food waste from highly urbanized landscapes, reducing it and thus preventing it from being available to rats and other arthropods that can be vectors of human diseases. 4) Pests control: the role of ants as biocontrollers of pest populations has been documented in various places around the world, particularly in agricultural and some urban landscapes, and they have been proposed as a healthier alternative to the use of toxic pesticides (ANJOS *et al.*, 2022). In Italy, the studies by SCHIFANI and colleagues (2023), have determined that ants *Crematogaster scutellaris* (Olivier, 1792) and *Tapinoma magnum* Mayr, 1861 were skilled at preying on the larvae of *Cydia pomonella* (Lepidoptera, Tortricidae). Similarly, CASTRACANI *et al.*, 2017 and SCHIFANI *et al.*, 2023, suggested that ants such as *Crematogaster scutellaris* and parasitoids may be integrated in the control of *Halyomorpha halys* (Hemiptera, Pentatomidae), the brown marmorated stink bug, also present in the urban landscapes of Trieste, although further studies need to be carried out. Likewise, SCHIFANI *et al.*, 2020, tested successfully the use of artificial extrafloral nectaries to increase ant activity in pear trees and their results determined that high ant activity was significantly related to a lower incidence of the fungus *Ventura pyrina*, and a decreased presence of *Cydia pomonella* caterpillars. Studies elsewhere in Europe and around the world have documented ants preying on mites, ticks (KAR *et al.*, 2021; KAR *et al.*, 2022; DIYES *et al.*, 2017) and termites (TUMA *et al.*, 2020). All these services depend on the species composition of the ant community (PERFECTO, PHILPOTT, 2023). Many ant species inhabiting urban landscapes, in addition to being generalist predators, have mutualistic associations with Hemiptera (PERFECTO, PHILPOTT, 2023), in Europe in particular with aphids (HOLDOBLER, WILSON, 1990). Aphids can be a pest for plants, so this association can be problematic, however when ants are tending them, they increase their foraging activity on these plants and can reduce herbivores that cause more damage to plants than the aphids themselves (PERFECTO, PHILPOTT, 2023). In addition, some recent studies have determined that ants do not affect the abundance patterns of aphids in urban areas (KORÁNYI *et al.*, 2021) and that interactions between both organisms were lower in urban areas than in cultivated areas (KÖK *et al.*, 2022). There is still much to study on this topic, especially at the local level.

Anthropogenic land use change is one of the main causes of biodiversity loss (JAUREGUIBERRY *et al.*, 2022), especially insect biomass and diversity (SÁNCHEZ-BAYO, WYCKHUYS, 2019; FENOGLIO *et al.*, 2020; WAGNER *et al.*, 2021). Urbanization is one of the most extreme forms of environmental change and one of the most important drivers of species decline, as this phenomenon involves habitat loss, paving surfaces, construction of houses, buildings, parking lots, light pollution, simplification of vegetation restricted to small areas and chemical contamination, among others (MCKINNEY, 2002, 2008; SVENNINGSEN *et al.*, 2024). Urban landscapes both in Italy and in the world are expanding and about Italy, urban sprawl with transformation of natural or agricultural land to artificial land is still

expected to continue to increase (MUNAFÒ *et al.*, 2023). Urbanization also impacts the ant community: BUCZKOWSKI, RICHMOND (2012) assessed the ant community in an area before, during, and after a natural habitat was converted to urban and found that ant diversity and abundance decreased by 84 and 85%, respectively. Similar results were found by SANFORD *et al.*, 2009, finding that species richness and abundance of ants decrease with high degree of urbanization. Likewise, urbanization tends to change the composition of ant species as it favors generalist species, which are highly adaptive and can have positive or negative effects on the provision of ecosystem services (PERFECTO, PHILPOTT, 2023).

Green areas within urban landscapes can help to conserve biodiversity and, in particular, ant communities and the ecosystem services they provide. Urban green areas are public or private spaces covered with vegetation, which are directly or indirectly available to the public. Typical green areas in urban landscapes are “parks”; other areas are “urban woodlands”, “abandoned green areas” where vegetation has grown spontaneously and “green roofs”, among others. The vegetation that makes up these urban areas generally comprises native, alien, ornamental and invasive plants. In Trieste, some studies on the plant community in urban green areas have identified mixed communities between native and exotic species, the latter being more frequent in more urban green areas (TORDONI *et al.*, 2017). Urban green areas are habitats that host biological diversity including endemic and threatened species (SANDSTRÖM *et al.*, 2006; JONES, LEATHER, 2012; IVES *et al.*, 2016; LEPCZYK *et al.*, 2017; FUSCO *et al.*, 2024). The review by NIELSEN *et al.*, 2014, determined that the diversity of habitats and the habitat heterogeneity of urban parks increases the species richness of many taxa, this being a decisive factor. Urban green areas help mitigate urban heat, important service especially with the ongoing global warming (ARAM *et al.*, 2019; WONG *et al.*, 2021). Furthermore, urban green areas not only play an important role in the conservation of biodiversity, they also positively influence some aspects of human health, such as attention, mood and physical activity (KONDO *et al.*, 2018). However, urban green areas are very heterogeneous, and some contain less diversity than others. This is because there are several factors that influence their capacity to host biological diversity, and these can be intrinsic and extrinsic. An intrinsic factor, that is specific to the taxa, is their ability to be more resilient to change. Extrinsic factors can be local and regional climatic conditions (invertebrates are highly sensitive to climate change) and factors that depend on human management such as: age of the site (the successional state in which it is found); size of the area; fragmentation (internal areas with concrete); isolation of the area; use of the surrounding land (is the urban green area surrounded by a city? by forest? what kind of panarchy?); contamination with pesticides (aphicides, for example); mowing; composition of plant species (native, alien, invasive, ornamental), presence of trees, amount of water, among others (PRATHER *et al.*, 2012; LEPCZYK *et al.*, 2017; JONES, LEATHER, 2012; THEODOROU *et al.*, 2020; PARR, BISHOP, 2021; PENG *et al.*, 2020).

In recent decades, several studies have documented the massive loss of terrestrial insects (biomass, abundance and diversity) (CAMERON *et al.*, 2011; BROOKS *et*

al., 2012; HALLMANN *et al.*, 2017; LEATHER, 2017; SÁNCHEZ-BAYOA, WYCKHUYSB, 2019; WAGNER, 2020; HALLMANN *et al.*, 2021; HARVEY *et al.*, 2023). Historically, the loss of diversity not only implies the decrease of ecosystem services, but also makes these areas more vulnerable to the impacts of climate change (floods, droughts), as well as to invasions of non-native species and may weaken the ability of the system to adapt to catastrophic changes on longer time scales (FOLKE *et al.*, 1996; DE LEO, LEVIN, 1997; PETERSON *et al.*, 1998).

Under these circumstances, urban green areas become critical as they could function as biodiversity refuges. Knowing the composition, richness and abundance of a group as important as ants within urban areas is necessary especially to determine what type of management should be carried out to avoid degradation of its integrity and consequent loss of ecosystem services that a green area provides us. With this background, our main objectives of the study are to:

- characterize the community of ants in the urban area of Trieste, in terms of abundance, diversity, richness and species composition.
- determine which urban green areas have the greatest diversity values in the year 2018
- determine the variation in diversity in the periods evaluated in 2018

This project originated at the Natural History Museum of Trieste in December 2017; The first results were published in ZARA *et al.*, 2021. Based on the results obtained in this study, the extrinsic factors that were evaluated by ZARA *et al.*, 2021, and others obtained from the literature, we will later discuss the influence on ant communities in the different urban green areas evaluated.

2. – Materials and methods

2.1 - Study area

The present study was carried out in Trieste, which is located in the North-East of Italy, Friuli Venezia Giulia, on the Adriatic coast and near the border with Slovenia (Fig. 1). Within Trieste, seven (07) urban green areas were selected (Fig. 2), and in each of these the community of ants was evaluated. The locations are:

1. “Orto Lapidario”, here named the same “Orto Lapidario”, abbreviation: OL (45.64574 N; 13.77226 E; 59 m.a.s.l.);
2. “Giardino Pubblico Muzio De Tommasini”, here indicated as “Giardino Pubblico”, abbrev.: GP (45.65412 N; 13.78549 E; 2 m.a.s.l.);
3. “Giardino Militare di Villa Necker”, here indicated as “Villa Necker”, abbreviation: VN (45.643759 N; 13.761970 E; 2 m.a.s.l.);
4. Via Cumano, green area close to “Museo di Storia Naturale”, indicated as “Museo”, abbrev.: Mu (45.63915 N; 13.79985 E; 71 m.a.s.l.);
5. “Bosco Farneto”, sampling station 1, here indicated as “Bosco Farneto 1”, abbreviation: BF1 (45.64779 N; 13.81454 E; 145 m.a.s.l.);

6. “Bosco Farneto”, sampling station 2, here indicated as “Bosco Farneto 2”, abbreviation: BF2 (45.65239 N; 13.79784 E; 105 m.a.s.l.);
7. “Bosco Bovedo”, here indicated the same: “Bosco Bovedo”, abbreviation: BB (45.68227; 13.76421; 178 m a.s.l.).



Fig. 1: Geographical Location of the Study Area.

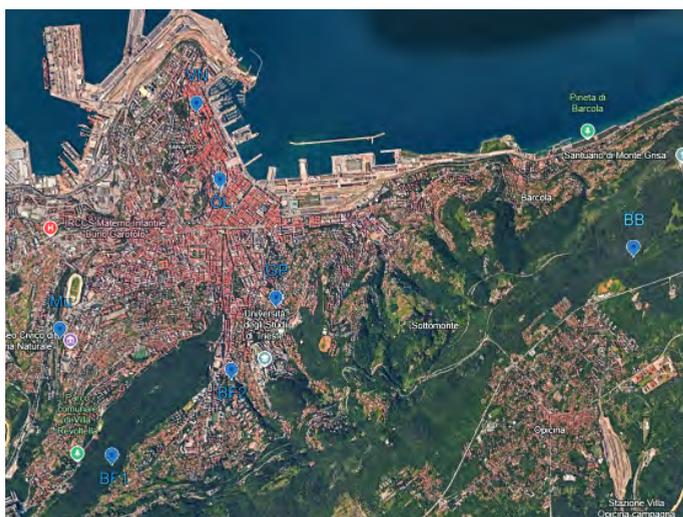


Fig. 2: Geographic location of the evaluated areas: Bosco Bovedo (BB), Bosco Farneto 01 (BF1), Bosco Farneto 02 (BF2), Giardino Pubblico (GP), Museo (Mu), Orto Lapidario (OL) and Villa Necker (VN).

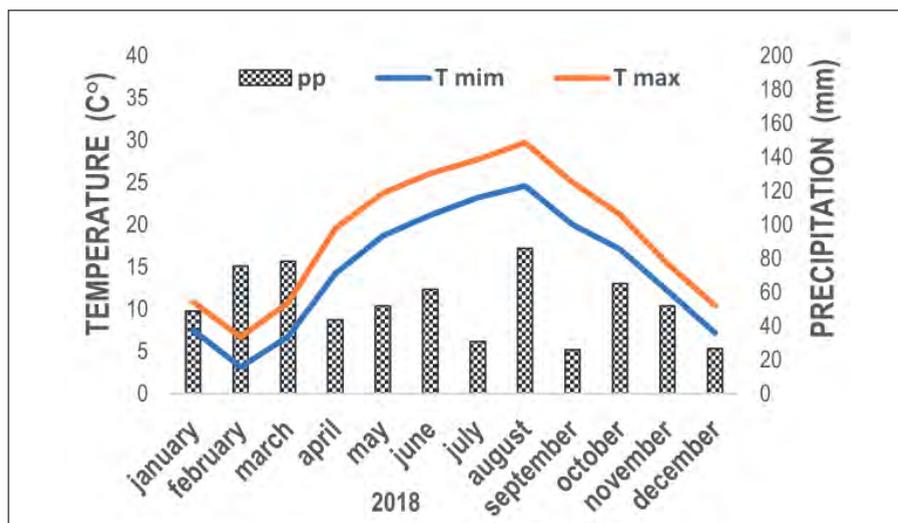


Fig. 3: Fluctuation of the variables monthly accumulated precipitation and maximum and minimum monthly average temperature at the “Molo Badiera” station of Trieste, 2018.

The evaluation of the plant communities carried out in the examined locations determined that the stations with the highest number of species of vascular plants were Mu and OL, followed by GP, BB and finally, BF1 and BF2 (ZARA *et al.*, 2021).

All these urban green areas have developed on the soil named “Flysch”, a sequence of sedimentary rocks, sandstone and marlstone. Likewise, these areas can be grouped in the following four main ecotopes observed in Trieste (spaces with similar biotic and abiotic conditions):

2.1.1 - Woodlands that surround the city of Trieste: To this category belong “Bosco Bovedo” (Bovedo Wood) and “Bosco Farneto” (Farneto Wood), the last here divided in the sampling stations 1 and 2. They are characterized by having two well-differentiated vertical strata, a tree layer, with a well-defined canopy and an herbaceous layer. Bosco Bovedo is more peripheral and still connected to the forests of the Karst, the limestone plateau above the town; Bosco Farneto extends from the Karst towards the center, but the ecological corridor connecting it to the extra-urban ecosystems has been compromised by important road junctions built in the early years of the present century. The original vegetation of these woodlands was lost due to anthropogenic disturbances, that resulted in a change in composition and structure of the vegetation. “Bosco Farneto” was maintained by the Austrian empire since 1533. In 1750, Maria Teresa of Austria hired rangers to protect it; in 1919 it was notably destroyed, when the city was left without firewood and the local government authorized the cutting of trees with this purpose. In 1933 they began to reforest it, however the work stopped in 1945; at the end of the Second World War, the wood was again deforested so in-

tensely that only a few *Quercus* spp trees remained. In 1949, the wood was reforested again, with both native and introduced species. Currently, the whole “Bosco Farneto” has 91,54 hectares, characterized by a mixture of native species spontaneously grown and artificially introduced species. The tree layer is characterized by the presence of *Quercus petraea*, *Populus alba*, *Populus nigra*, *Ostrya carpinifolia*, *Pinus nigra*, etc. The herbaceous layer is made up of *Sesleria autumnalis*, that forms a thick mat that prevents colonization by *Hedera helix* and *Rubus* spp., although there are areas within the forest where both species are present. Likewise, the presence of *Ruscus aculeatus* has been recorded (MASIELLO, 2008). No historical information on “Bosco Bovedo” has been found, but it is believed to have been impacted in the same way as “Bosco Farneto”. The vegetation structure and composition of plant species is similar, the only notable difference being the abundant presence of sedimentary stones 5 to 60 cm long (on average) in “Bosco Bovedo”. In these three sampling stations, located within these woodlands, trail traces made by people who usually walk in these areas can be observed. During the monitoring, families of wild boar (*Sus scrofa*) also were observed in both stations of the Farneto wood.

2.1.2 - Urban Parks: This category includes “Giardino Pubblico Muzio De Tommasini” (Public Garden Muzio De Tommasini) and “Villa Necker”. Both places are in central areas of the city, isolated from other green areas and characterized by tree, shrubby and herbaceous layers, the last cut from time to time to keep it low. The tree layer is composed of both introduced and native species, the herbaceous one by introduced grass species as *Cynodon dactylon*, and great abundance of ivy (*Hedera helix*). In “Giardino Pubblico” there were mapped (2018) 368 trees belonging to 49 species, of which the most common represented by *Morus kagayamae* and *Aesculus hippocastanum*, non-native species. The shrub layer consisted mainly of native shrub species such as *Buxus sempervirens* and introduced species such as *Aucuba* spp. and *Pittosporum* spp. (ZARA *et al.*, 2021). Some areas of the park, especially where the *Pittosporum* spp. grows, have bare soil, without grass. In addition, this park is irrigated in summer to keep the area green and the leaves of trees and bushes falling to the ground are collected all year round, especially in autumn and winter. In Villa Necker in addition to *Aesculus*, *Pinus nigra* is present, in Trieste and surroundings widely planted in the past, under the Austrian empire. “Giardino Pubblico” was created in 1854, on an area of 03 hectares; it is open to public and although without present connection with “Bosco Farneto”, it is relatively close (from 300 to 350 meters in a straight line). An evaluation of the level of polycyclic aromatic hydrocarbons carried out by A.R.P.A. F.V.G. in 2015-2016 determined that “Giardino Pubblico” presents a “diffuse anthropogenic contamination in the metropolitan area”, due to the concentration levels of Benzo-Pyrene, Benzo-Anthracene, and other pollutants, exceeding the permitted levels in urban areas (SCHIOZZI, 2019). Therefore, when evaluating the ant community in this area in 2018, the levels of contamination were probably the same. “Villa Necker” is a park created in 1775 and then radically transformed in 1827 (DE MARCO, 2014), it covers an area of 4.5 hectares, in the center of the city,

closer to the sea than to “Bosco Farneto” (the last approximately 2500 m away) and it is part of a military area, still not open to public.

2.1.3 - Managed mixed green area: This category is represented by “Orto Lapidario” (Lapidary Garden). It is an open-air museum (“Museo dell’Orto Lapidario”) of 01 hectare, created in 1833, where stone artefacts of different dimensions (tombstones, sculptural elements and inscriptions from Trieste, Aquileia and the surrounding area), mainly from the Roman and Medieval era, are on display, lying on the grass. As for the vegetal cover, this green area shows the dominance of an herbaceous layer, with some trees that only shade approximately 30% of the garden. In 2018, the herbaceous layer consisted by grasses of Poaceae family, such as *Festuca* sp., and some shaded areas covered by *Hedera helix*. The tree layer included approximately 100 trees, almost all located on the edges of the evaluated area: 20 species were counted, of which the most abundant were *Celtis australis* (33 ind.) and *Prunus domestica* (31 ind.). Other species of fruit trees were also present, such as *Prunus amygdalus* (4 ind.), *P. cerasifera* (4 ind.), *P. serotina* (4 ind.), *Ficus carica* (3 ind.), *Sambucus nigra* (3 ind.) and *Morus alba* (2 ind.), among others. The garden is irrigated in summer to keep it green. Being a museum open to the public, the stones lying on the grass are protected to prevent manipulation. It is isolated in the city center, surrounded by buildings. The herbaceous layer is cut from time to time.

2.1.4 - Abandoned green areas: This category is here represented by the green area located in Via Cumano (Cumano Street), in front of the entrance to the museum complex currently enclosing the “Museo di Storia Naturale” (Museum of Natural History) of Trieste, and the “Museo della Guerra per la Pace Diego De Henríquez” (Diego De Henríquez War for Peace Museum). It is a green strip of approximately 2.4 hectares, with dense vegetation where native plants spontaneously grow, plants introduced in the past, and invasive ones live mixed together. According to the evaluation carried out by ZARA *et al.*, 2021, the vegetation cover includes mainly native species such as *Hedera helix*, *Rubus ulmifolius* and *Clematis vitalba*, and invasive species such as *Robinia pseudoacacia* and *Ailanthus altissima*. Throughout this strip there is an area shaded by an arboreal covering, and another uncovered one, where the herbaceous layer receives direct sunlight. There is no access to the public, so the herbaceous layer grows freely. This strip of vegetation has a certain degree of connectivity with the “Bosco Farneto”.

2.2 - Climate of Trieste

In general, the warmest months in Trieste are July and August, while the coldest is February. The wettest month (with the highest rainfall) is usually October, and the driest one (with the lowest rainfall) is February. Another climatic characteristic of Trieste is the presence of Bora, a continental cold wind coming from ENE, rather frequent in winter months and characterized by discontinuous gusts that can exceed 150 km/h. The year 2018 has been classified as decidedly warm (A.R.P.A., 2019),

with monthly average temperatures almost always higher than the values of the 10 preceding years. This thermal anomaly was in line with what happened in most of Europe. Precipitation values for the year 2018 were lower than those of previous years (A.R.P.A., 2019), reaching in the maximum in the usually drier august. The monthly values of precipitation and the maximum and minimum average monthly temperature registered by the “Molo Bandiera” meteorological station of Trieste are reported in the following figure (Fig. 3).

2.3 - Ant sampling

Establishment of transects and sampling stations in selected locations: In each locality two transects were established, 100 meters long, parallel or in a straight line and separated from each other between 20 to 50 meters, approximately. In each transect, five pitfall traps were installed, separated from each other by 20 meters. In total, in each locality 10 pitfall traps were placed per period. The temporal effort was 14 to 15 days per locality and repeated for three periods. “Villa Necker” was evaluated only in the last period. The traps of all the sites were placed during the same 3 or 4 days, in such a way that all the traps were subjected to the same meteorological conditions. Each pitfall trap was tagged with a code, to identify it easily when picked up. Sampling in the three different periods was done on the same transects. In total 190 traps were placed, however, 18 of these were lost because they were manipulated or destroyed by humans or animals.

Pitfall traps are a proven technique to estimate the abundance and species composition of ground surface-active ants in an area (BESTELMEYER *et al.*, 2000; UNDERWOOD, FISHER, 2006). The trap consisted of a plastic container 750 ml capacity, filled halfway with a solution of killing and preserving agent (propylene glycol, “Parafly”, blue color, diluted to 20%, mixed with a large spoon of detergent to break the surface tension, and with 150 grams of salt). The plastic container was buried at ground level. When collected, each trap was closed with its respective pressure cap and identified by labels with code of the location, the date, and the trap number.

2.4 - Evaluation Dates

In each locality the pitfall traps were left for 14 to 15 days for three periods (except VN): from 24th April to May 09th; from 29th May to 13th June and from 19th July to 03th August.

2.5 - Ant processing and identification

All the traps were taken to the entomology laboratory of the “Museo di Storia Naturale” (Natural History Museum) of Trieste. All the worker ants collected in the traps were counted and identified to genus and species level using specialized bibliography such as: MÜLLER, 1923; WILSON, 1955; COLLINGWOOD, 1979; SEIFERT, 1992; GOULET, HUBER, 1993; RADCHENKO, ELMES, 2010; CZEKES *et al.*, 2012; KARAMAN, AKTAC, 2013; BOER, 2013; SCHMIDT, SHATTUCK, 2014; SEIFERT, GALKOWSKI, 2016; CSÓSZ *et al.*, 2015; WAGNER *et al.*, 2017; STEIN-

ER *et al.*, 2018; SEIFERT, 2018. The species *Lasius casevitzi* Seifert, Galkowski, 2016 was determined by B. Seifert in 2018, and the species of *Temnothorax* (*T. affinis* (Mayr, 1855); *T. lichtensteini* (Bondroit, 1918); *T. nylanderi* (Foerster, 1850); *T. parvulus* (Schenck, 1852) and *T. turcicus* (Santschi, 1934)) were determined by S. Csősz in 2020. Antweb (<https://www.antweb.org/>) was also used for further comparisons. For examining the specimens, we used a stereoscope Leica MZ16, equipped with a camera Leica Flexacam C1; the software Leica LAS X was used for the biometric measurements necessary for the determination, and the software Helicon Focus 6 for the stacking. The collected specimens were deposited in the Museum collections.

2.6 - Data analysis

After the determination of the species, the quantification of their abundances and the elaboration of a matrix with all the data, the data analysis was performed. The information analysis was carried out with the following biological variables: species richness (number of species), number of occurrences of each species in the traps, diversity (Shannon-Wiener: H') and equitability (Pilou: J'). In addition, a similarity analysis (Morisita index) was performed using the grouping methodology (cluster or dendrogram), which allows identifying groups or associations and detecting relationships between localities. To calculate the variables and obtain the dendrograms, the PAST version 3.20 software was used (HAMMER *et al.*, 2001).

Species richness was calculated on three space-time scales: total richness or whole area richness, richness for each locality in total, and for each locality per period. Species accumulation curves were constructed to compare the richness among the localities and among the periods (COLWELL, CODDINGTON, 1994; GOTELLI, COLWELL, 2001; JIMÉNEZ-VALVERDE, HORTAL, 2003). Species accumulation curves are graphs that represent “the accumulated number of species” versus the sampling effort used (COLWELL, CODDINGTON, 1994). The sampling effort used has been defined with the accumulated number of pitfall traps, thus, when the sampling effort increases, the rate at which new species are added to the inventory declines asymptotically (COLWELL, CODDINGTON, 1994; JIMÉNEZ-VALVERDE, HORTAL, 2003; MAGURRAN, MCGILL, 2010). The axes of these graphs were defined as the “number of pitfall traps” on the X axis, and the “statistical average of species addition with the increase of each trap” on the Y axis. This average was calculated by 100 times randomizing the order in which the traps were added, and it was calculated for each value of n. between 1 and the total number of traps. This randomization process has served to “smooth the curve” and is detailed in COLWELL, CODDINGTON (1994). Calculations were performed with PAST software version 3.20 (HAMMER *et al.*, 2001).

In total, 38 species belonging to 23 genera were recorded. However, four of these species: *Hypoponera eduardi* (Forel, 1894), *Ponera coarctata* (Latreille, 1802), *Stigmatomma denticulatum* Roger, 1859 and *Strumigenys argiola* (Emery, 1869), which are underground foraging ants (hypogean or cryptobiotic), were not considered in analyses because they are not adequately sampled by the pitfall traps (SUAREZ *et*

al., 1998; BESTELMEYER *et al.*, 2000; UNDERWOOD, FISHER, 2006; DUNN *et al.*, 2007). In fact, except for *P. coarctata*, each of the other just mentioned species was only recorded with a single individual in the entire study. For effective assessment of hypogean ant communities, other sampling methods should be used, such as Winkler traps or Berlese traps.

3. – Results

3.1 – Total Richness and Total Number of Occurrences

A total of 17899 ant individuals, distributed through 34 species from 19 genera, were collected considering all 172 pitfall traps (six localities repeatedly evaluated for three months, and one more locality evaluated only one month). The list of all collected species is shown in Fig. 4.

	SPECIES	BB	BF1	BF2	GP	Mu	OL	VN
1	<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille, 1798)	X	X	X	X	X	X	X
2	<i>Crematogaster schmidti</i> (Mayr, 1853)	X	X	X	X	X	X	X
3	<i>Prenolepis nitens</i> (Mayr, 1853)	X	X	X	X	X	X	X
4	<i>Lasius emarginatus</i> (Olivier, 1792)	X	X	X	X	X	X	X
5	<i>Myrmecina graminicola</i> (Latreille, 1802)	X	X	X	X	X	X	X
6	<i>Temnothorax lichtensteini</i> (Bondroit, 1918)	X	X	0	X	X	X	X
7	<i>Formica gagates</i> (Latreille, 1798)	X	X	X	X	X	0	0
8	<i>Solenopsis fugax</i> (Latreille, 1798)	X	0	0	X	X	X	X
9	<i>Lasius casevitzii</i> Seifert (Galkowski, 2016)	X	0	0	X	X	X	X
10	<i>Stenamma striatum</i> (Emery, 1895)	0	X	X	X	X	0	X
11	<i>Colobopsis truncata</i> (Spinola, 1808)	0	X	X	0	X	X	X
12	<i>Camponotus lateralis</i> (Olivier, 1792)	X	X	0	X	X	X	0
13	<i>Temnothorax parvulus</i> (Schenck, 1852)	X	X	X	0	X	0	0
14	<i>Plagiolepis pygmaea</i> (Latreille, 1798)	X	0	0	0	X	X	X
15	<i>Dolichoderus quadripunctatus</i> (Linn., 1771)	X	X	X	X	0	0	0
16	<i>Temnothorax turcicus</i> (Santschi, 1934)	0	X	0	X	X	X	0
17	<i>Tetramorium immigrans</i> (Santschi, 1927)	0	0	0	X	X	X	0
18	<i>Lasius myops</i> (Forel, 1894)	X	0	0	0	X	X	0
19	<i>Camponotus fallax</i> (Nylander, 1856)	X	X	X	0	0	0	0
20	<i>Messor structor</i> (Latreille, 1798)	0	0	0	0	X	X	0
21	<i>Tapinoma erraticum</i> (Latreille, 1798)	0	0	0	0	X	X	0
22	<i>Myrmica sabuleti</i> (Meinert, 1861)	0	0	0	0	X	X	0
23	<i>Formica cunicularia</i> (Latreille, 1798)	0	0	0	0	X	X	0
24	<i>Temnothorax affinis</i> (Mayr, 1855)	0	X	X	0	0	0	0
25	<i>Camponotus aethiops</i> (Latreille, 1798)	X	0	0	0	X	0	0
26	<i>Pheidole pallidula</i> (Nylander, 1849)	0	0	0	0	0	X	0
27	<i>Monomorium Monomorium</i> (Bolton, 1987)	0	0	0	0	0	X	0

	SPECIES	BB	BF1	BF2	GP	Mu	OL	VN
28	<i>Aphaenogaster epirotes</i> (Emery, 1895)	X	0	0	0	0	0	0
29	<i>Myrmica specioides</i> (Bondroit, 1918)	0	0	0	0	X	0	0
30	<i>Temnothorax rogeri</i> (Emery, 1869)	0	0	0	0	0	X	0
31	<i>Aphaenogaster ovaticeps</i> (Emery, 1898)	0	0	0	0	0	X	0
32	<i>Camponotus piceus</i> (Leach, 1825)	0	0	0	0	0	X	0
33	<i>Formica sanguinea</i> (Latreille, 1798)	0	0	0	0	X	0	0
34	<i>Temnothorax nylanderi</i> (Foerster, 1850)	0	0	X	0	0	0	0

Fig. 4: Ant species list registered in the urban green areas of Trieste in 2018.

They are all European native taxa, so at least in 2018, no alien or invasive species was found in the assessed areas. In general, the most common ant species were *Aphaenogaster subterranean* (Latreille, 1798) (recorded in 148 traps) and *Crematogaster schmidti* (Mayr, 1853) (in 100 traps), followed by *Formica gagates* Latreille, 1798 (in 79 traps), *Prenolepis nitens* (Mayr, 1853) (in 61 traps), *Lasius emarginatus* (Olivier, 1792) (in 60 traps), *Myrmecina graminicola* (Latreille, 1802) (in 57 traps) and *Temnothorax lichtensteini* (Bondroit, 1918) (in 50 traps). All these seven species represented 21% of the total and 60% of the number occurrences. The remaining species were recorded in less than 50 traps. Among these, the presence of *Lasius casevitzii* stands out, a species initially found in Corsica and in the past considered endemic there, where it's a common ant (SEIFERT, GALKOWSKI, 2016). *L. casevitzii* was later registered also in Izola, Piran and Ankarán (BRACKO, 2023), Slovenian coastal localities not far from Trieste. In this study, this species manifested its highest abundance and highest occurrence in “Bosco Bovedo” (BB) (Fig. 8).

3.2 – Spatial variation - richness and number of occurrences of ants' species in each locality

Rarefaction curves (Fig. 5), species accumulation curves (Fig. 6) and the values of the biological variables for each locality (Fig. 7) showed that the sites with the highest species richness were “Museo” (Mu) and “Orto Lapidario” (OL).

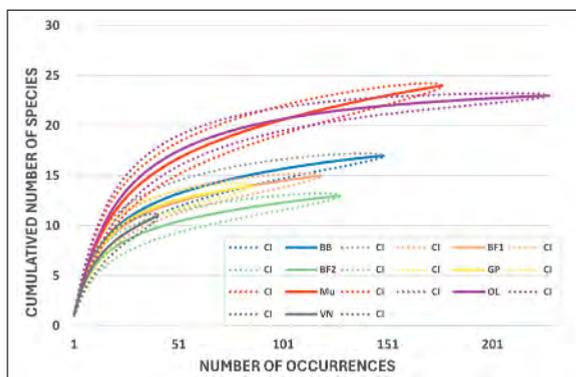


Fig. 5 Rarefaction curves for ant species richness obtained with the data recorded for each locality. Outer lines of same color show upper and lower 95% confidence intervals.

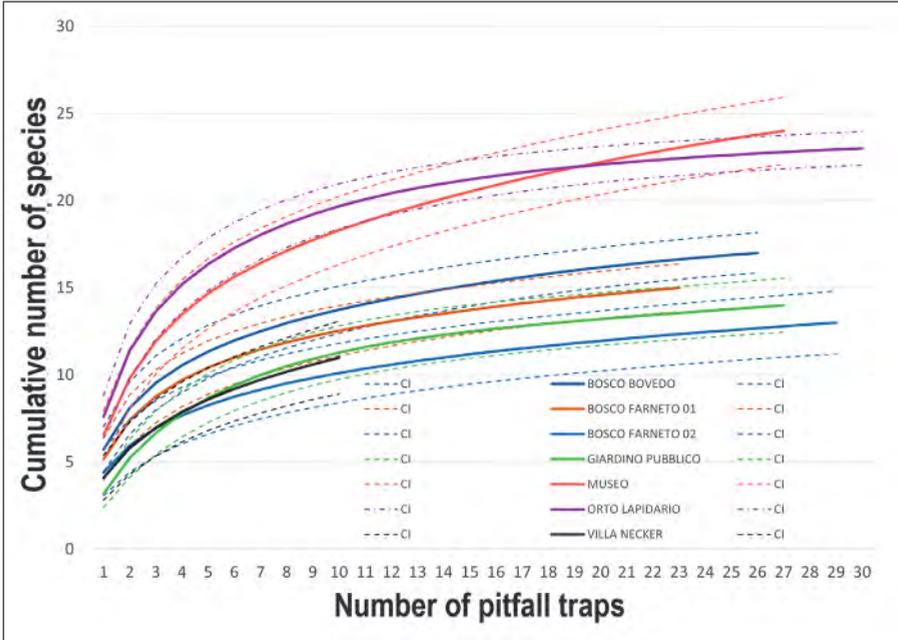


Fig. 6: Species accumulation curves obtained with the data recorded for each locality. Dashed outer lines of same color show upper and lower 95% confidence intervals.

Similarly, in both places Shannon diversity, abundances and number of occurrences were higher. The lowest richness, occurrence and diversity were found in “Villa Necker” (VN), but this is because it was the only location evaluated for a single month, instead of three. The other localities showed richness values that vary from 13 to 17 species, with “Bosco Bovedo” (BB) registering the highest values.

Biological Variables	Locality							TOTAL
	BB	BF1	BF2	GP	Mu	OL	VN	
Richness	17	15	13	14	24	23	11	34
Number of occurrences	149	119	128	86	177	228	41	928
Total abundance	3131	7267	1119	744	184w3	3486	309	17889
Shannon Diversity	3,52	3,40	3,03	3,36	3,97	4,10	3,01	4,23
Equitability_J	0,86	0,87	0,82	0,88	0,87	0,91	0,87	0,83

Fig. 7: Biological Variables of the Localities Evaluated in Trieste.

The values of the biological variables of “Bosco Farneto 01” (BF1) and “Bosco Farneto 02” (BF2) were similar, and although the richness was like that of “Giardino Pubblico” (GP), the abundance of ants and the number of occurrences in the woodlands were much higher. The species *A. subterranea*, *C. schmidtii*, *P. nitens*,

L. emarginatus and *M. graminicola* were encountered in all the localities evaluated (Fig. 8). The number of occurrences of *A. subterranea* was almost similar in all sites. *C. schmidti* was mainly present in woodlands, while the number of occurrences of *L. emarginatus* was higher in the green areas more surrounded by the town, such as GP and OL. *Temnothorax parvulus* (Schenck, 1852) and *Dolichoderus quadripunctatus* (Linnaeus, 1771) were registered only in four localities respectively, all of these with a high presence of trees.

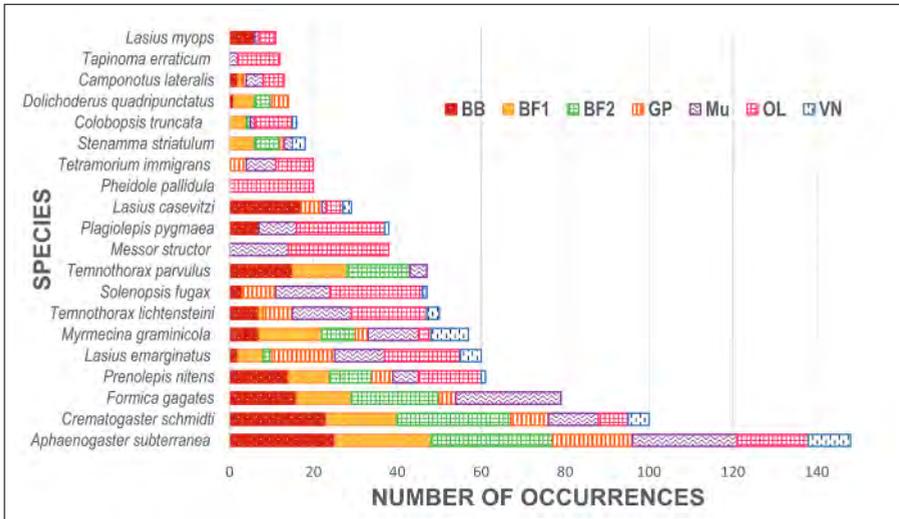


Fig. 8: Number of occurrences of ant species in the evaluated localities.

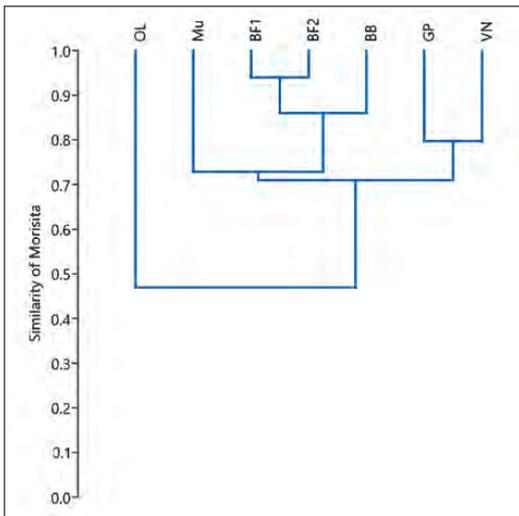


Fig. 9: Dendrogram comparing different communities of ant species from different localities.

The occurrence of *T. parvulus* was much higher in the woodlands (15 traps in BB; 13 traps in BF1 and 15 traps in BF2); it was also present in the “Museo” site (Mu), but in much less quantity (4 traps). *D. quadripunctatus* was recorded in BB (01 trap), BF1 (05 traps), BF2 (04 traps) and GP (04 traps). *T. lichtensteini* was present in 6 of the 7 evaluated localities, but the number of its occurrences was higher in Mu (14 traps) and OL (18 traps) than in the other locations (7 to 0 traps). *Tetramorium immigrans* Santschi, 1927 was only registered in GP, Mu and OL (in 4, 7 and 9 traps, respectively). *Monomorium monomorium* Bolton, 1987 and *Pheidole pallidula* (Nylander, 1849) were only registered in OL.

The woodlands (BB, BF1 and BF2) had a very similar ant species composition (Fig. 9). BF1 and BF2 shared 75% of the species. This group (BF1 + BF2) shared 50% of the species with BB. On the other hand, the urban parks (GP and VN) shared 56% of the species. Mu and the woodlands had 59% of the species in common, and 60% with the urban parks. OL shared 41% of species with the woodlands and 50% of species with the urban parks. This area (OL) was separated in the graph from the others by the species recorded only there, such as *Aphaenogaster ovaticeps* (Emery, 1898), *M. monomorium*, *P. pallidula* and *Temnothorax rogeri* Emery, 1869.

3.3 - Temporal variation - richness and number of occurrences of ant species in each period evaluated

In general, richness of species decreases in the July-August period, the hottest months, although the differences were not significant (Fig. 10, 11). The number of occurrences and Shannon’s diversity also decreased. These results are due to the fact that some species of ants were no longer recorded in the hottest months, as for example *P. nitens* and *Temnothorax turcicus* (Santschi, 1934); other species decreased their presence, and others like *A. subterranea*, *C. schmidtii* and *L. emarginatus* increased (Fig. 12).

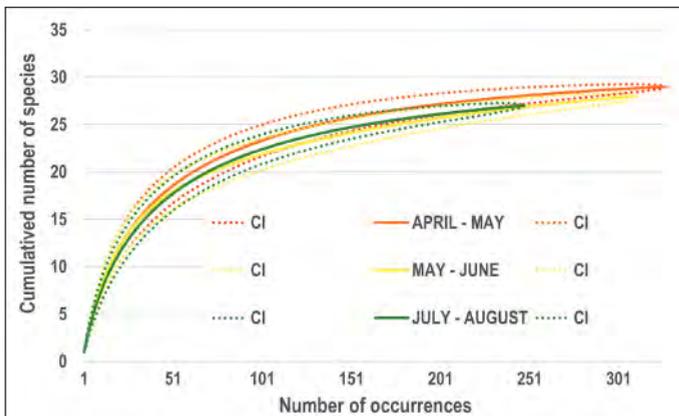


Fig. 10: Rarefaction curves for ant species richness obtained with the data recorded for each period. Outer lines of same color show upper and lower 95% confidence intervals.

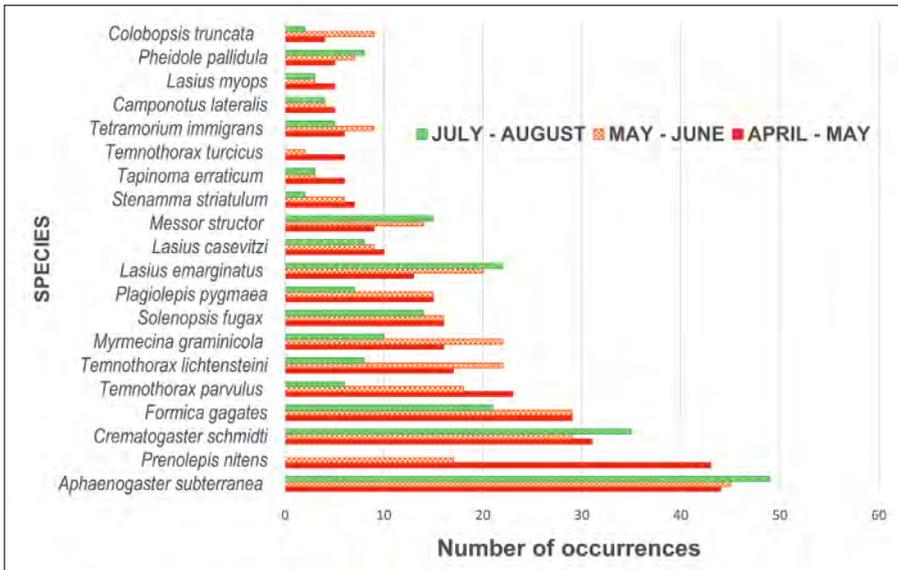


Fig. 12: Number of occurrences per period evaluated for the 20 most abundant ant species.

Biological Variables	Evaluated time period		
	APRIL - MAY	MAY - JUNE	JULY - AUGUST
Richness	29	28	27
Number of occurrences	328	311	248
Diversity of Shannon	4,19	4,16	4,00
Equitability_J	0,86	0,87	0,84

Fig. 11: Biological variables by period evaluated (these calculations do not include the results obtained in Villa Necker).

3.4 - Spatiotemporal variation - richness and number of occurrences of ant species in each locality and each evaluated period

Number of species, of occurrences, diversity of Shannon and equitability by locality and period showed the same patterns observed at broader space-time scales; Mu and OL had the highest values, and overall, the biological variables decreased in the warmer period (July-August: Fig. 13, 14).

Localities	Time period	Richness	Number of occurrences	Shannon_H	Equitability_J
BB	A-M	13	62	3,42	0,92
	M-G	13	57	3,40	0,92
	L-A	10	30	2,67	0,80
BF1	A-M	13	44	3,44	0,93
	M-G	10	38	3,15	0,95
	L-A	9	37	2,92	0,92
BF2	A-M	9	49	2,89	0,91
	M-G	12	51	3,13	0,87
	L-A	6	28	2,08	0,80
GP	A-M	14	36	3,44	0,90
	M-G	9	21	2,86	0,90
	L-A	9	29	2,89	0,91
Mu	A-M	17	50	3,76	0,92
	M-G	17	65	3,77	0,92
	L-A	18	62	3,73	0,90
OL	A-M	22	87	4,10	0,92
	M-G	19	79	4,00	0,94
	L-A	19	62	3,81	0,90

Fig. 13: Biological variables by localities and period evaluated.

It is also observed that the decrease in diversity in Mu and OL was small, while in the woodlands, especially in BB and BF1, the decrease was abrupt.

The analysis of the distribution of occurrences by period and by area resulted in that, except for OL and Mu, occurrences in woodlands were more equitable in April-May, while in the hottest period (July-August) *A. subterranea* and *C. schmidti* tended to dominate the community (Fig. 15 a, b, c). On the other hand, in the GP the dominant species in this period were *A. subterranea* and *L. emarginatus*. The last increased its presence in this area during the warmer period (Fig. 15 d). In addition, in VN, the dominant species were *A. subterranea* and *M. graminicola* (Fig. 15 g).

Neither in Mu nor in OL there were dominant species recorded in any of the periods evaluated. The presence of the species was more equitable. In OL, the species *P. nitens* was the most present in April-May, while in July-August it was absent (Fig. 15 e). *M. structor*, on the other hand, was always present in the three periods evaluated. In Mu (Fig. 15 f) *A. subterranea* and *F. gagates* were the most present species in all the evaluated periods, but particularly in July-August, the hottest months, these two species increased their presence much more than the others.

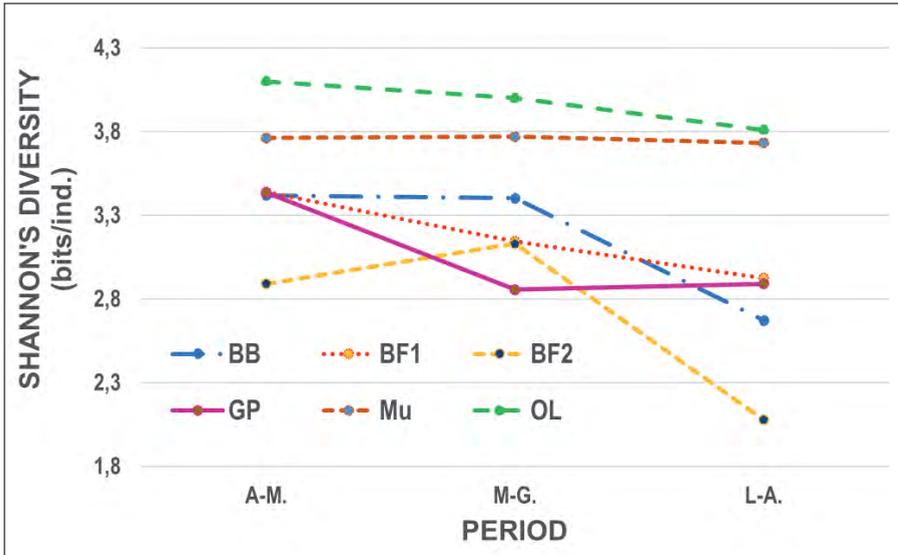


Fig. 14: Diversity of Shannon by locality and period.

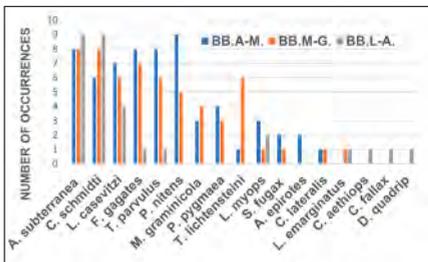


Fig. 15 A

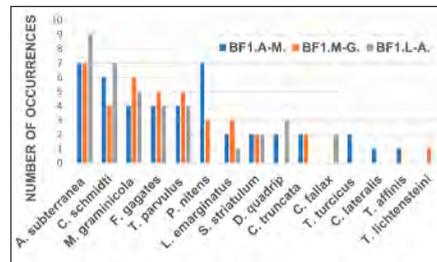


Fig. 15 B

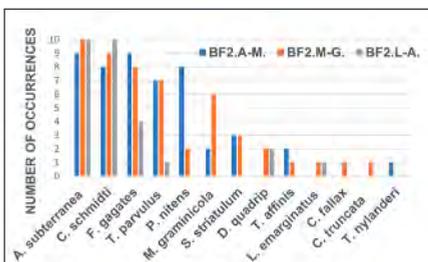


Fig. 15 C

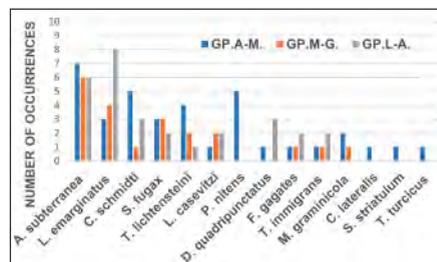


Fig. 15 D

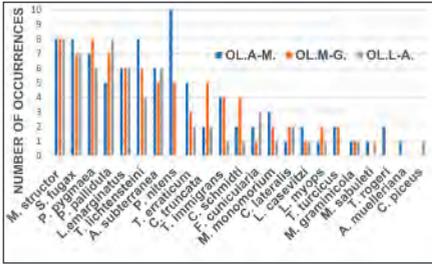


Fig. 15 E

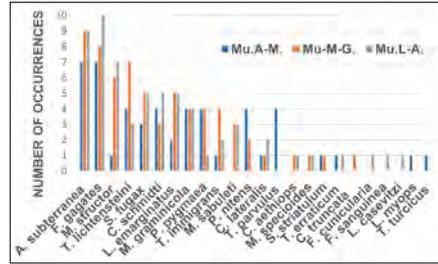


Fig. 15 F

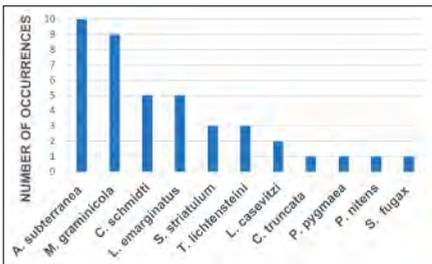


Fig. 15 G

Fig. 15: Distribution of the number of occurrences of ant species by locality and by period: A) BB, B) BF1, C) BF2, D) GP, E) OL, F) Mu and G) VN

4.- Discussion and conclusion

This study presents the first evaluation of ant diversity with systematic sampling carried out in Trieste and represents a picture of the ant community in the urban green areas evaluated in 2018. As a result, we have collected 14% of the 267 species recorded throughout Italy to date (SCHIFANI 2022). The record of *Lasius casevitzi* should be highlighted, which was initially considered endemic to Corsica. All of these are native species, that have been able to persist in these urban green areas.

The species recorded as most common in this study have a geographical range within the Palearctic region wide (BOROWIEC 2014, SEIFERT 2018). Several studies in northern Europe have also demonstrated that species of ants, and invertebrates in general, with wide geographical distributions are common in urban environments (ANTONOVA, PENEV 2006).

Aphaenogaster subterranea is an omnivorous, heat-tolerant species that commonly nests under stones and at the base of trees (SEIFERT 2018). In Germany it is present only below 600 m altitude, in regions with warm local climates (SEIFERT 2018). In Greece it's very common (BOROWIEC, SALATA 2021). In Slovenia it is widely distributed (BRACKO 2023). In Italy it is common and widespread distributed in the center and the south (RIGATO, TONI 2011), it has been recorded in almost all of Veneto and it is very likely to be found throughout Italy (SCUPOLA 2018).

Crematogaster schmidti is a dendrophilous, territorial, and aggressive species (KARAMAN 2010, SEIFERT 2018, BOROWIEC, SALATA 2021). It can be found

from NE Italy to Afghanistan and Iran and throughout the Balkans, being common in the mediterranean and submediterranean part of Montenegro and in Greece, up to 800 m.a.s.l. It has not been found in Germany or the surrounding countries (KARAMAN 2010, SEIFERT 2018, BOROWIEC, SALATA, 2021). *C. schmidti* and *C. scutellaris* are allopatric species (KARAMAN 2010). In Italy, *C. schmidti* has apparently been registered only in Friuli Venezia Giulia and rare in Veneto (SCUPOLA 2018), but in Trieste it turned out to be very common, occupying the woodlands and the evaluated urban green areas settled on Flysh type soil. *C. scutellaris* has not been found in any of the areas evaluated, however it has been recorded in some areas of the Karst (Castro-Delgado, records not yet published). Like *A. subterranea*, *C. schmidti* turns out to be a heat-tolerant species according to the results.

Prenolepis nitens is a cryophilic ant (LŐRINCZI 2016), a heat-intolerant species with a geographical distribution almost similar to that of *C. schmidti*. It has been registered throughout Slovenia (BRACKO 2023). In Greece it is a rare species (BOROWIEC, SALATA 2021). In Italy it lives only in the Northeast, and the Veronese area is the most western limit of its distribution (SCUPOLA 2018). According to our results, in Trieste this species is most active in April and May. Not a single individual was recorded in July-August in six of the seven areas evaluated. Only in VN, which was only evaluated in this last period, eight individuals were recorded in a single pitfall trap. This was probably because in VN much of the ground was densely covered with ivy (*Hedera helix*), which is very common in shady areas of Trieste. As a soil covering, it maintains a certain degree of humidity and lower temperature. Also, because the pitfall trap was probably close to the nest. Some individuals of *P. nitens* have been recorded walking in the woodlands of Trieste in January, apparently the only active species of ant during these winter observations (Castro-Delgado, records not yet published), just as LŐRINCZI (2016) observed in an oak forest in mid-western Hungary. In fact, *P. nitens* looks for food in the coldest months of the year, conditions that other species of ants cannot tolerate. Its activity period is very similar to that of *Prenolepis imparis*, a sister species from the Nearctic region, of which the temperature tolerance of foraging workers ranges from 0 °C to 18.5 °C, with peak activity in a range of 7 to 18 °C (HÖLLDOBLER, WILSON 1990). *P. nitens* generally nests deep in the ground, but also in hollow tree roots and dead tree stumps (SEIFERT 2018).

The geographical distribution of *Lasius emarginatus* within the Palearctic region is as wide as that of *A. subterranea* (BOROWIEC 2014, SEIFERT 2018). *L. emarginatus* has been recorded in almost all of Slovenia (BRACKO 2023) and in almost all of Italy (SCUPOLA 2018). It is an aggressive and anthropophilous species, very common in urban areas, such as in gardens and urban parks, and other places in the urban area. In Trieste it has been collected inside houses (Castro-Delgado, records not yet published). It makes its nests under stones, in dead trunks on the ground, under the bark of dead trees, in crevices of rocks and walls (SEIFERT 2018, BRACKO 2023).

Myrmecina graminicola is found in almost the entire Palearctic region, from Norway, United Kingdom, Denmark to Turkey and northern Algeria (BOROWIEC 2014,

SEIFERT 2018). It has been registered in Germany (SEIFERT 2018) and in almost all of Slovenia (BRACKO 2023).

All the above-mentioned species, apart from *L. casevitzi*, were found by MÜLLER (1923) in the “Bosco Farneto” (also known as “boschetto”, and so mentioned by him) and in other urban green areas (position not better specified) of Trieste between 1911 and 1920. In the case of “Bosco Farneto” they were collected before it was completely deforested (MASIELLO 2008).

Similar studies in urban green areas of other European countries recorded other species as abundant and common. In Northern Europe, VEPSÄLÄINEN *et al.*, (2008) found *Lasius niger* (Linnaeus, 1758) as the most abundant species in the urban green areas in Helsinki (Finland), followed by *Myrmica rubra* (Linnaeus, 1758). In Eastern Europe, in the urban green areas evaluated in Warsaw (Poland), *Lasius niger* and *Myrmica rugosa* Mayr, 1865 were the most abundant, followed by *Myrmica rubra*, *Lasius flavus* (Fabricius, 1782) and *Lasius brunneus* (Latreille, 1798) (ŚLIPIŃSKI *et al.*, 2012). In Southern Europe, in the urban parks evaluated in Cordoba and Seville (Spain), *Lasius grandis* Forel, 1909, *Pheidole pallidula*, *Tapinoma nigerrimum* Nylander, 1856, and exotic *Cardiocondyla mauritanica* Forel, 1890 were the most abundant species and the most widely distributed (CARPINTERO, REYES-LÓPEZ 2014).

The diversity of species in each locality is a selection of a regional set of species that overlap their geographical ranges (ARITA, RODRÍGUEZ, 2002; ANTONOVA, PENEV, 2006; VEPSÄLÄINEN *et al.*, 2008). Therefore, it depends on the geographical position of the city and intrinsic and extrinsic factors of the ant species. In urban areas, the ant species that are normally selected have the capacity to buffer anthropogenic impacts because they have a certain degree of resilience, and this is mainly due to their eusociality. The degree of “superorganism resilience” depends on their life history, the size of the colony, the number of nests and queens (WILSON, HÖLDOBLER 2005, STRAUB *et al.*, 2015). Extrinsic factors that cause some areas to host more diversity and abundance of ants than others include: habitat heterogeneity, competitive interactions, use of surrounding areas, climatic conditions at regional and local levels (e.g., temperature, humidity, and precipitation), and human management of the area.

The size of the area, its shape, its age and the distance to the edge of the city can also influence ant species richness and composition. YAMAGUSHI (2004), demonstrated a positive relation between species richness and the size of the park in Tokio and Chiba City (Japan). CARPINTERO, REYES-LÓPEZ (2014) found that species richness and diversity were positively affected by urban park size and negatively affected by distance to the edge of the city in Spain. In addition, they found that the age of the urban park influences the composition of species. Their conclusions were in agreement with the theory of island biogeography by MAC ARTHUR, WILSON (1967, 1963).

On the contrary, in this study, we found the highest diversity and the highest richness of ant species in the OL and the Mu, the two smallest locations evaluated (1

ha and 2,5 ha, respectively). Other studies have obtained the same results, for example CLARKE *et al.*, (2008) and GIBB, HOCHULI (2002) found that smaller urban park supported more ant species than large parks, and others did not find a significant relationship between area size and ant species richness (DAUBER *et al.*, 2006). Therefore, in these cases, other factors must be more important, such as the presence of appropriate habitats that allow the colonization of the species and the presence of food resources that allow their maintenance.

Habitat heterogeneity commonly has a positive relationship with the diversity of animal species, as several studies have shown (MACARTHUR, MACARTHUR 1961, TEWS *et al.*, 2004, CASTRO-DELGADO 2010, STEIN *et al.*, 2014, NIELSEN *et al.*, 2014). This is because it can provide more niches, more diversity of resources, and microclimatic diversity, such that the number of species that coexist in the area increases. Studies of ant communities have also found a positive relationship between habitat heterogeneity and species richness: PACHECO, VASCONCELOS (2012), NOOTEN *et al.*, (2019) and CASTELLARINI *et al.*, (2024) found higher ant species richness in heterogeneous environments than in homogeneous ones. LAS-SAU, HOCHULI (2004) found the opposite, so further studies are desirable.

Likewise, plant species richness also has a positive relationship with habitat heterogeneity, since areas with greater vegetal diversity tend to be structurally more complex (ZEMP *et al.*, 2019, PERLES-GARCIA *et al.*, 2021, COVERDALE, DAVIES 2023). Both OL and Mu showed the highest richness of plant species (75 and 76 species, respectively, according to ZARA *et al.*, 2021). In both locations it was observed that in one part of the area the tree crowns formed a canopy that shaded the ground; on the other hand, areas exposed to the sun were covered with a high diversity of herbaceous species. In OL, especially, was found a high diversity of planted fruit trees, that can advantage ants directly, or indirectly by increasing the food web, attracting phytophagous insects, which at the same time can attract other species of higher trophic levels, such as ants. In addition, in both places, stones were observed on the grass. In particular, OL displayed stones of various sizes (epigraphs, headstones and sculptures) lying on the grass, protected from human manipulation due to their historical value. All these factors create a diversity of microclimates, niches and food resources that favors the coexistence of a high diversity of ants.

The localities evaluated within the forest (BB BF1+2) once belonged to the same forest habitat that surrounded the town, now fragmented by urban expansion; in fact, the plant communities evaluated in these locations were similar (ZARA *et al.*, 2021), as were the ant communities. However, the values of the biological variables (richness and Shannon diversity) of the ant community were higher in BB: this is because among these localities, the richness of plant species was slightly higher in BB (49 species) than in the two localities evaluated in BF (BF1: 45 species and BF2: 38 species) (ZARA *et al.*, 2021). Moreover, the species richness of BB is influenced by the high presence of sedimentary stones scattered on the local herbaceous layer. This factor is important, since ants usually make their nests under stones. The scarcity of stones on the ground in BF1+2 is most likely since people used them for their

constructions, being BF closer to the historical center of the town. The stones have thermoregulatory properties, creating micro-habitats that offer a gradient of temperature and humidity and protecting the soil from quick heating and drying, and the nests from direct exposition to rains. Species that use stones for their nest often prefer flat ones, and are less vulnerable to low humidity and high temperatures than those that nest exclusively in the ground (HÖLLDOBLER, WILSON 1990).

Both urban parks evaluated (GP, VN) also presented a very similar species composition, although Villa Necker was only evaluated for one period. The richness value of the GP was almost similar to that of the BF 01, but the number of occurrences and total abundance were low, not only in comparison with this woodland but also with all the other locations. A similar situation was found by the study by RAJESH *et al.*, (2022): urbanization did not affect the richness, but did negatively impact the abundance of ants. The results obtained in GP are probably a consequence of the interaction of a set of factors: non-native ornamental plant species; soil contaminated with polycyclic aromatic hydrocarbons; physical impact of people walking and crushing the ants along the paths of the park (considering that it is a park in the center of the city, intensively frequented by people); compacted soil, with periodical cleaning of leaf litter.

The characteristics of the habitat, and of the vegetation in particular, can significantly affect the species composition (UNO *et al.*, 2010, SILVA *et al.*, 2017). The locality “Museo” represents an ecological corridor, connecting the sampled area with the extraurban seminatural habitats. Thus, the ants that live in forests and those that live in open areas are found together in this locality. Areas with trees whose crowns form a canopy prevent sunlight from entering directly into the soil, keeping it moist and cold. These conditions would prevent many ant species from establishing themselves in those areas, as observed by CLARKE *et al.*, (2008) in the urban forests of San Francisco. MENKE *et al.*, (2010) and ABDEL-DAYEM *et al.*, (2021) found that species richness did not vary between the urban, suburban and rural areas evaluated, however, the composition of ant species varied between the sites.

When analyzing the dynamics over time in each area here considered, it was observed that in woodlands, shaded areas created by the canopy, in the warmest period (July-August) heat-intolerant species decreased, and heat-tolerant species increased their presence: as a result, equitability decreased. Likewise, the species number and diversity decreased. This is because the temperature in the woodlands also increases in the summer, even though the ground surface is shaded. On the other hand, in urban green areas like OL and Mu both characterized by co-presence of shady areas covered by tree canopy and open areas covered with grasses, the diversity was high in the three periods, but it decreased slightly in the last one. In these places, heat-intolerant species coexisted with tolerant ones during the first sampling periods due to wider range temperatures, but when the temperature increased, heat-intolerant species decreased, while other heat-tolerant species began to appear.

Similar results were found in some studies carried out in Mediterranean communities in Spain wooded areas, but the dominant ones were heat-intolerant species. In

areas with high vegetation cover, the relative abundance of heat-intolerant species increased, leading to a decrease in evenness values, while in open areas, species evenness was always high. These studies concluded that in open areas ant communities are regulated by temperature variations, while in areas with vegetation cover (with trees and shrubs), competitive interactions seem to be the greatest structuring force of the community (CROS *et al.*, 1997, RETANA, CERDA 2000, SÁNCHEZ-GARCÍA *et al.*, 2022).

Invertebrates, in general, are sensitive to weather conditions, especially changes in temperature (PRATHER *et al.*, 2012). In particular ants, because more than thermophiles, they are “a highly thermally responsive taxon” that display a thermal performance curve that increases with temperature up to a maximum level before declining (PARR, BISHOP 2021). This helps us to understand the decrease in the values of the biological variables calculated for the ant community in the warmest period. The temperature is the main physical factor affecting ant activity and diversity (HÖLLDOBLER, WILSON 1990, PORTER, TSCHINKEL 1993, CERDÁ *et al.*, 1998, DUNN *et al.*, 2007, PARR, BISHOP 2021, SÁNCHEZ-GARCÍA *et al.*, 2022).

Although temperature is very important, there is much evidence that interspecific competition also influences seasonal patterns of ant activity (HÖLLDOBLER, WILSON 1990, UNO *et al.*, 2010, SÁNCHEZ-GARCÍA *et al.*, 2022). For example, in this study, *Prenolepis nitens* showed the highest peak of activity in April-May, spring; in Dunn’s study, it was *Prenolepis imparis* (Say, 1836) (DUNN *et al.*, 2007). In this way the competition between *Prenolepis* spp. and other species of ants is reduced (TSCHINKEL 1987).

The coexistence of several species during the same period could be due to several factors, such as the fact that it is more advantageous to search for food during this period of the year; the dietary specialization, as is the case of *Messor structor* (Latreille, 1798) and the other species in the OL and, the various patterns of daily activity, since some species can go out to look for food during the day, while the others do so at night (CERDÁ *et al.*, 1998, DUNN *et al.*, 2007).

Although no invasive ant species were recorded in this study, their presence could also influence the diversity of native ants in urban green areas, generally in a negative way, as many studies in various places around the world have demonstrated (SUAREZ *et al.*, 1998, TOUYAMA *et al.*, 2003, HOLWAY, SUAREZ 2006, UNO *et al.*, 2010, PHILPOTT *et al.*, 2014, ZINA *et al.*, 2022, RAJESH *et al.*, 2022).

Humidity and precipitation are also important factors that determine richness and composition of ant species: in general, ants in all habitats are subject to desiccation stress (HÖLLDOBLER, WILSON 1990, GIBB *et al.*, 2019, PARR, BISHOP 2021). For example, in the Neotropics, ant diversity is lower in the dry season, characterized by lower rainfall and high temperatures (QUEIROZ *et al.*, 2023), and in the tropical dry forest biomes with the lowest annual rainfall (SILVA *et al.*, 2017). In arid US cities (Tucson, Arizona), ant abundance was significantly higher in irrigated urban parks than in urban remnants and the desert (MIGUELENA, BAKER 2019).

Finally, another important factor that influences the diversity of ant species is the

social ecological system in which the community is nested and its panarchy. Each of the seven urban green areas evaluated is a small ecosystem embedded and subordinated to a broader socio-ecological system, where connectivity (spatial, functional) is basic. What happens in larger spatiotemporal systems has the potential to influence these localities. For example, the climate and its seasonality impact the territory on a very broad spatial scale. Therefore, it affects all the areas evaluated in the same way, however, the characteristics of each habitat create climatic conditions at the local level, determining, together with other factors, as already seen, diversity and composition of organisms, and it is the same with the government's management of the city's green areas. The urban green areas within the city of Trieste are artificial or, when semi-natural, managed by man for a long time, so it depends a lot on us what kind of green area we want to obtain. For example, the "Farneto wood" was first completely deforested after the Second World War, and then reforested, using both native and non-native species. In the case of OL, the high diversity of plants has been a human choice, with the creation of areas with shade and areas open to the sun, as well as areas with historical stones on the grass protected from human access and irrigation: the result is a mosaic of different niches that certainly influenced the high richness of ant species. The Mu site does not receive irrigation and many of the plant species are spontaneous, but it showed high structural diversity and is a biological corridor. Highly urbanized areas can also act as ecological corridors as they facilitate the movement of native or non-native ant species tolerant to heat and water stress (MENKE *et al.*, 2010). The surroundings of the urban green areas of the city influence biological diversity values and species composition, because they are connected, and this facilitates migration and allows the recolonization of species that may have been lost due to habitat modification.

Green urban areas like OL are key to maintain biological diversity in urban areas, especially when climate forecasts for Europe indicate that heat and drought levels will increase even more within a few years (SUAREZ-GUTIERREZ *et al.*, 2023, PERKINS-KIRKPATRICK *et al.*, 2024, SETTANTA *et al.*, 2024). To date it is not known what the response of ant communities will be to ongoing climate change. The literature review by PARR, BISHOP (2021) indicates that ant communities in temperate areas will probably not be affected and, on the contrary, will benefit. This is because several species of ground-nesting ants can move the nest to different depths and many others can modify their daily foraging schedules to avoid high temperatures. In fact, probably at the community level, richness is not affected by an increase in temperature, but the species composition is: with an increase in temperature the heat-intolerant ant species can become locally extinct, while the species that live further South begin to migrate North, as frequently happens with other animal species and registered in recent times also in Trieste, for example with the colonization by the mediterranean hornet, *Vespa orientalis* (BRESSI *et al.*, 2019).

In conclusion, all these factors and others not reviewed interact in a complex way and determine the diversity and species composition of ants in the urban green areas evaluated. This study is just a picture of the ant community of the seven urban

green areas in 2018, because all natural ecological systems change over time, and it is extremely difficult to determine a normal state for communities whose measurable properties are often dynamics (HOLLING 1973, DE LEO, LEVIN 1997, FOLKE *et al.*, 2004, HOLLING 2004, FOLKE *et al.*, 2010, DE PALMA *et al.*, 2018). Given the high importance of ants and ongoing climate change, we need to understand how these and other taxonomic groups will respond, so a long-term monitoring program of these and other areas of Trieste is important (DE PALMA *et al.*, 2018), especially in times of reports for Italy of invasive ant species such as *Solenopsis invicta* Buren, 1972 (MENCHETTI *et al.*, 2023, MENCHETTI *et al.*, 2024).

Lavoro consegnato il 9 ottobre 2024

ACKNOWLEDGMENTS

We thank the Natural History Museum of Trieste for the use of the instruments of the microscopy laboratory and for the consultation of the comparison collections and the scientific library. We also thank Dr. Bernard Seifert for the determination of *Lasius casevitzii*, and Dr. Sándor Csósz for the determination of *Temnothorax* spp. A thank also to Marco Virgilio for the revision of the climate data, and to Dr. James Trager for the critical reading of the work and the English check.

REFERENCES

- ABDEL-DAYEM M.S., SHARAF M.R., MAJER J.D., AL-SADOON M.K., ALDAWOOD A.S., ALDHAFER H.M., ORABI G.M., 2021 - Ant diversity and composition patterns along the urbanization gradients in an arid city. *Journal of Natural History*. 55 (39, 40): 2521-2547.
- ANJOS D.V., TENA A., VIANA-JUNIOR A.B., CARVALHO R.L., TOREZAN-SILINGARDI H., DEL-CLARO K., PERFECTO I., 2022 - The effects of ants on pest control: a meta-analysis. *Proceedings of the Royal Society B*. 289: art. 20221316.
- ANTONOVA V., PENEV L., 2006 - Change in the zoogeographical structure of ants (Hymenoptera: Formicidae) caused by urban pressure in the Sofia region (Bulgaria). *Myrmecologische Nachrichten*. 8: 271-276.
- ANTWEB, 2024 - Version 8.108. California Academy of Science. <https://www.antweb.org>. Accessed 14 August 2024.
- ARAM F., GARCÍA E.H., SOLGI E., MANSOURNIA S., 2019 - Urban green space cooling effect in cities. *Heliyon*. 5 (4).
- ARITA H.T., RODRÍGUEZ P., 2002 - Geographic range, turnover rate and the scaling of species diversity. *Ecography*. 25 (5): 541-550.
- A.R.P.A., 2019: Report meteo FVG del 2018.
- BESTELMEYER B.T., AGOSTI D., ALONSO L.E., SILVESTRE R., CRF B., BROWN JR. W.L., DELABIE J.H.C., 2000 - Field techniques for the study of ground-dwelling ants: an overview, description and evaluation. In: *Ants. Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity*. Eds. Agosti D., Majer J.D., Alonso L.E., Schultz T.R., Smithsonian Institution Press, Washington: 122-144.
- BOER P., 2013 - Revision of the European ants of the *Aphaenogaster testaceopilosa*-group (Hymenoptera: Formicidae). *Tijdschrift voor Entomologie*. 156: 57 - 93.
- BOLTON B., 1995 - *A New General Catalogue of the Ants of the World*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts. 504 pp.
- BOROWIEC L., SALATA S., 2021 - Notes on ants (Hymenoptera, Formicidae) from Western Greece. *Annals of the Upper Silesian Museum in Bytom, Entomology*. 30 (005).
- BOROWIEC L., 2014 - *Catalogue of ants of Europe, the Mediterranean Basin and adjacent regions (Hymenoptera: Formicidae)*. Genus. 1: 1-340.

- BRAČKO G., 2023 - Atlas of the ants of Slovenia. Biotechnical Faculty, Ljubljana, 252 pp.
- BRESSI N., COLLA A., TOMASIN G., 2019 - Orientali verso nord: insediamento di una popolazione urbana di calabrone orientale (*Vespa orientalis* Linnaeus, 1771) a Trieste, NE Italy (Hymenoptera, Vespidae). *Atti Mus. Civ. Stor. Nat. Trieste*. 60 (11): 273-275.
- BROOKS D.R., BATER J.E., CLARK S.J., MONTEITH D.T., ANDREWS C., CORBETT S.J., ..., CHAPMAN, J.W., 2012 - Large carabid beetle declines in a United Kingdom monitoring network increases evidence for a widespread loss in insect biodiversity. *Journal of applied Ecology*. 49 (5): 1009-1019.
- BUCZKOWSKI G., RICHMOND D.S., 2012 - The effect of urbanization on ant abundance and diversity: A temporal examination of factors affecting biodiversity. *PLoS One*. 7 (8): e41729.
- CAMERON S.A., LOZIER J.D., STRANGE J.P., KOCH J.B., CORDES N., SOLTER L.F., GRISWOLD T.L., 2011 - Patterns of widespread decline in North American bumblebees. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 108 (2): 662-667.
- CARPINTERO S., REYES-LÓPEZ J., 2014 - Effect of park age, size, shape and isolation on ant assemblages in two cities of Southern Spain. *Entomological Science*. 17 (1): 41-51.
- CASTELLARINI F., CUEZZO F., TOLEDO E.L., BUFFA L., ORECCHIA E., VISINTÍN A., 2024 - Local and landscape drivers of ground-dwelling ant diversity in agroecosystems of Dry Chaco. *Agriculture, Ecosystems, Environment*. 367: 108955.
- CASTRACANI C., BULGARINI G., GIANNETTI D., SPOTTI F.A., MAISTRELLO L., MORI A., GRASSO D.A., 2017 - Predatory ability of the ant *Crematogaster scutellaris* on the brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys*. *Journal of Pest Science*. 90: 1181-1190.
- CASTRO-DELGADO S.R., 2010: Diversidad de hexápodos del suelo y caracterización de las parcelas en restauración en Tabaconas (San Ignacio, Cajamarca). Tesis Mg. Sc. Ciudad de Lima, Perú, UNALM. 163 pp.
- CERDÁ X., RETANA J., CROS S., 1998 - Critical thermal limits in Mediterranean ant species: trade-off between mortality risk and foraging performance. *Functional Ecology*. 12 (1): 45-55.
- CLARKE K.M., FISHER B.L., LEBUHN, G., 2008 - The influence of urban park characteristics on ant (Hymenoptera, Formicidae) communities. *Urban Ecosystems*. 11: 317-334.
- COLLINGWOOD C.A., 1979 - The Formicidae (Hymenoptera) of Fennoscandia and Denmark. *Scandinavian Science Press, Klampenborg*.
- COLWELL R.K., CODDINGTON J.A., 1994 - Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*. 345 (1311): 101-118.
- COVERDALE T.C., DAVIES A.B., 2023 - Unravelling the relationship between plant diversity and vegetation structural complexity: A review and theoretical framework. *Journal of Ecology*. 111 (7): 1378-1395.
- CROS S., CERDÁ X., RETANA J., 1997 - Spatial and temporal variations in the activity patterns of Mediterranean ant communities. *Ecoscience*. 4 (3): 269-278.
- CSÓSZ S., HEINZE J., MIKÓ I., 2015 - Taxonomic synopsis of the Ponto-Mediterranean ants of *Temnothorax nylanderi* species-group. *PLoS One*. 10 (11): e0140000.
- CZEKES Z., RADCHENKO A.G., CSOSZ S., SZASZ-LEN I., BENEDEK K., MARKO B., 2012 - The genus *Myrmica* Latreille, 1804 (Hymenoptera: Formicidae) in Romania: distribution of species and key for their identification. *Entomologia romanica*. 17: 29-50.
- DAUBER J., BENGTTSSON J.A.N., LENOIR, L., 2006 - Evaluating effects of habitat loss and land-use continuity on ant species richness in seminatural grassland remnants. *Conservation Biology*. 20 (4): 1150-1160.
- DAVIDSON D.W., MCKEY D., 1993 - The evolutionary ecology of symbiotic ant-plant relationships. *J.Hyn Res* 2:13-83.
- DAVIDSON D.W., PATRELL-KIM L., 1996 - Tropical arboreal ants: why so abundant? In: GIBSON, A.C. (Ed.) - Neotropical biodiversity and conservation. Los Angeles, CA, USA: Mildred E. Mathias Botanical Garden, University of California. 127-140.
- DAVIDSON D.W., COOK S.C., SNELLING R.R., CHUA T.H., 2003 - Explaining the abundance of ants in lowland tropical rainforest canopies. *Science*. 300 (5621): 969-972.
- DE ALMEIDA T., ARNAN X., CAPOWIEZ Y., HEDDE M., MESLÉARD F., DUTOIT T., BLIGHT O., 2024 - Ants in restoration ecology: why, what's and the way forward. *Land Degradation, Development*. 35 (4): 1284-1295.

- DE LEO G.A., LEVIN S., 1997 - The multifaceted aspects of ecosystem integrity. *Conservation ecology*. 1 (1).
- DE MARCO D., 2014 - ScoprendoTrieste.it - Villa Necker. <https://danieledemarco.wordpress.com/2014/08/01/villa-necker/online>. Accessed 14 August 2024.
- DE PALMA A., SANCHEZ-ORTIZ K., MARTIN P.A., CHADWICK A., GILBERT G., BATES A.E., ..., PURVIS A., 2018 - Challenges with inferring how land-use affects terrestrial biodiversity: study design, time, space and synthesis. *Next Generation Biomonitoring*. 58: 163–199.
- DEL TORO I., RIBBONS, R.R., ELLISON, A.M. 2015: Ant-mediated ecosystem functions on a warmer planet: effects on soil movement, decomposition and nutrient cycling. *Journal of animal ecology*. 84 (5): 1233-1241.
- DEL TORO, I., RIBBONS R.R., PELINI S.L., 2012 - The little things that run the world revisited: a review of ant-mediated ecosystem services and disservices (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News*. 17 (0): 133-146.
- DIAL R.J., ELLWOOD M.D., TURNER E.C., FOSTER W. A., 2006 - Arthropod abundance, canopy structure, and microclimate in a Bornean lowland tropical Rain Forest I. *Biotropica*. 385: 643-652.
- DIYES G.C.P., KARUNARATHNA N.B., SILVA T.H.S.E., KARUNARATNE W.A.I.P., RAJAKARUNA R.S., 2017 - Ants as predators of the spinose ear tick, *Otobius megnini* (Dugès) in Sri Lanka. *Acarologia*. 57 (4): 747-753.
- DUNN R.R., PARKER C.R., SANDERS N.J., 2007 - Temporal patterns of diversity: assessing the biotic and abiotic controls on ant assemblages. *Biological Journal of the Linnean Society*. 91 (2): 191-201.
- FENOGLIO M.S., ROSSETTI M.R., VIDELA M., 2020 - Negative effects of urbanization on terrestrial arthropod communities: a meta-analysis. *Global Ecology and Biogeography*. 29 (8): 1412-1429.
- FITTKAU E.J., KLINGE H., 1973 - On biomass and trophic structure of the central Amazonian rain forest ecosystem. *Biotropica*. 2-14.
- FOLGARAIT P.J., 1998 - Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. *Biodiversity, Conservation*. 7: 1221-1244.
- FOLKE C., CARPENTER S., WALKER B., SCHEFFER M., ELMQVIST T., GUNDERSON L., HOLLING C.S., 2004 - Regime shifts, resilience and biodiversity in ecosystem management. *Annu.Rev.Ecol.Evol. Syst.* 35 (1): 557-581.
- FOLKE C., CARPENTER S.R., WALKER B., SCHEFFER M., CHAPIN T., ROCKSTRÖM J., 2010 - Resilience thinking: integrating resilience, adaptability and transformability. *Ecology and society*. 15(4).
- FOLKE C., HOLLING C.S., PERRINGS C., 1996 - Biological diversity, ecosystems, and the human scale. *Ecological applications*. 6 (4): 1018-1024.
- FUSCO T., FATTORINI S., FORTINI L., RUZZIER E., DI GIULIO A., 2024 - Ground spiders (Chelicerata, Araneae) of an urban green space: intensive sampling in a protected area of Rome (Italy) reveals a high diversity and new records to the Italian territory. *Biodiversity Data Journal*: 12.
- GIBB H., HOCHULI D.F., 2002 - Habitat fragmentation in an urban environment: large and small fragments support different arthropod assemblages. *Biological conservation*. 106 (1): 91-100.
- GIBB H., GROSSMAN B.F., DICKMAN C.R., DECKER O., WARDLE G.M., 2019 - Long-term responses of desert ant assemblages to climate. *Journal of Animal Ecology*. 88 (10): 1549-1563.
- GOTELLI N.J., COLWELL R.K., 2001 - Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology letters*. 4 (4): 379-391.
- GOULET H., HUBER J.T., 1993 - Hymenoptera of the world: an identification guide to families. *Research Branch Agriculter. Canada IV Series*: 680 pp.
- HALLMANN C.A., SORG M., JONGEJANS E., SIEPEL H., HOFLAND N., SCHWAN H., ..., DE KROON H., 2017 - More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS One*. 12 (10): e0185809.
- HALLMANN C.A., SSYMANK A., SORG M., DE KROON H., JONGEJANS E., 2021 - Insect biomass decline scaled to species diversity: general patterns derived from a hoverfly community. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 118 (2): e2002554117.
- HAMMER Ø., HARPER D.A.T., RYAN P.D., 2001 - PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electrónica*. 4 (1): 9 pp.

- HARVEY J.A., TOUGERON K., GOLS R., HEINEN R., ABARCA M., ABRAM P.K., ..., CHOWN S.L., 2023 - Scientists' warning on climate change and insects. *Ecological monographs*. 93 (1): e1553.
- HÖLLDOBLER B., WILSON E.O. 1990 - *The Ants*. Springer-Verlag.
- HOLLING C.S. 1973 - Resilience and stability of ecological systems. *Annu. Rev. Ecol. Systemat.* 4 (1): 1–23.
- HOLLING C.S. 2004 - From complex regions to complex worlds. *Ecology and society*. 9(1).
- HOLWAY D.A., SUAREZ A.V. 2006: Homogenization of ant communities in mediterranean California: the effects of urbanization and invasion. *Biological conservation*. 127 (3): 319-326.
- IVES C.D., LENTINI P.E., THRELFALL C.G., IKIN K., SHANAHAN D.F., GARRARD G.E., ..., KENDAL D. 2016 - Cities are hotspots for threatened species. *Global Ecology and biogeography*. 25 (1): 117-126.
- JAUREGUIBERRY P., TITEUX N., WIEMERS M., BOWLER D.E., COSCIEME L., GOLDEN A.S., ..., PURVIS A. 2022 - The direct drivers of recent global anthropogenic biodiversity loss. *Science advances*. 8 (45): eabm9982.
- JIMÉNEZ-VALVERDE A., HORTAL J. 2003 - Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista ibérica de aracnología*. 8: 151-161.
- JONES E.L., LEATHER S.R. 2013 - Invertebrates in urban areas: a review. *EJE*. 109 (4): 463-478.
- KAR S., AKYILDIZ G., SIRIN D., RODRIGUEZ S.E., CAMLITEPE Y. 2021 - First evidence of predation of the ant species *Lasius alienus* on the poultry red mite *Dermanyssus gallinae*. *Acarologia*. 61 (1): 115-120.
- KAR S., SIRIN D., AKYILDIZ G., SAKACI Z., TALAY S., CAMLITEPE Y. 2022. Predation of ant species *Lasius alienus* on tick eggs: impacts of egg wax coating and tick species. *Scientific Reports*. 12 (1): 14773.
- KARAMAN C., AKTAC N.H. 2013 - Descriptions of Four New Species of *Camponotus* Mayr (Hymenoptera: Formicidae), with a Key for the Worker Caste of the *Camponotus* of Turkey. *Journal of the Kansas Entomological Society*. 86 (1): 36 - 56.
- KARAMAN M.G. 2010 - New data of the genus *Crematogaster* Lund, 1831 (Hymenoptera: Formicidae) in Crna Gora (Montenegro), Part i: *Crematogaster scutellaris* group of species. *Turkish Journal of Entomology*. 34 (4): 419-434.
- KÖK Ş., AKTAÇ N., KASAP I. 2022 - Ant (Hymenoptera: Formicidae) aphid (Hemiptera: Aphididae) interactions in different habitats from Turkey with new mutualistic associations. *Agricultural and Forest Entomology*. 24(1):124-136.
- KONDO M.C., FLUEHR J.M., MCKEON T., BRANAS C.C. 2018 - Urban green space and its impact on human health. *International journal of environmental research and public health*. 15 (3): 445.
- KORÁNYI D., SZIGETI V., MEZŐFI L., KONDOROSY E., MARKÓ V. 2021 - Urbanization alters the abundance and composition of predator communities and leads to aphid outbreaks on urban trees. *Urban Ecosystems*. 24: 571-586.
- LASSAU S.A., HOCHULI D.F. 2004 - Effects of habitat complexity on ant assemblages. *Ecography*. 27 (2): 157-164.
- LEATHER S. R. 2017 - "Ecological Armageddon"-more evidence for the drastic decline in insect numbers. *Annals of Applied Biology*. 172 (1): 1-3.
- LENGYEL S., GOVE A.D., LATIMER A.M., MAJER J.D., DUNN R.R. 2009 - Ants sow the seeds of global diversification in flowering plants. *PloS one*. 4 (5): e5480.
- LENGYEL S., GOVE A.D., LATIMER A.M., MAJER J.D., DUNN R.R. 2010 - Convergent evolution of seed dispersal by ants, and phylogeny and biogeography in flowering plants: a global survey. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*. 12 (1): 43-55.
- LEPCZYK C.A., ARONSON M.F., EVANS K.L., GODDARD M.A., LERMAN S.B., MACIVOR, J.S. 2017 - Biodiversity in the city: fundamental questions for understanding the ecology of urban green spaces for biodiversity conservation. *BioScience*. 67(9): 799-807.
- LŐRINCZI G. 2016 - Winter activity of the European false honeypot ant, *Prenolepis nitens* (Mayr, 1853). *Insectes Sociaux*. 63: 193-197.
- MACARTHUR, MACARTHUR, 1961 - On bird species diversity. *Ecology*. 42 (3): 594-598.
- MACARTHUR R.H., WILSON E.O. 1963 - An equilibrium theory of insular zoogeography. *Evolution*. 373-387.
- MACARTHUR R.H., WILSON E.O. 1967 - *The Theory of Island Biogeography*. MacArthur RH, editor. *Monographs in Population Biology*. Princeton University Press 10: 1796430.

- MAGURRAN A.E., MCGILL B.J. (Eds.). 2010 - Biological diversity: frontiers in measurement and assessment. OUP Oxford.
- MASIELLO D. 2008 - "La storia forestale del Boschetto" in "Bosco Farneto. Storia natura e sentieri del "Boschetto" di Trieste", Ed. Regione Autonoma Friuli – Venezia Giulia, Trieste.
- MCKINNEY M. L. 2002 - Urbanization, biodiversity, and conservation. *Bioscience*. 52 (10): 883-890.
- MCKINNEY M. L. 2008 - Effects of urbanization on species richness: a review of plants and animals. *Urban ecosystems*. 11: 161-176.
- MENCHETTI M., SCHIFANI E., ALICATA A., CARDADOR L., SBREGA E., TORO-DELGADO E., VILA R. 2024 - Response to Genovesi *et al.*: Ant biosurveillance should come before invasion. *Current Biology*. 34 (2): R51-R52.
- MENCHETTI M., SCHIFANI E., ALICATA A., CARDADOR L., SBREGA E., TORO-DELGADO E., VILA R. 2023 - The invasive ant *Solenopsis invicta* is established in Europe. *Curr. Biol*. 33: R896–R897.
- MENKE S.B., GUÉNARD B., SEXTON J.O., WEISER M.D., DUNN R.R., SILVERMAN J. 2011 - Urban areas may serve as habitat and corridors for dry-adapted, heat tolerant species; an example from ants. *Urban Ecosystems*. 14: 135-163.
- MIGUELENA J.G., BAKER P.B. 2019 - Effects of urbanization on the diversity, abundance, and composition of ant assemblages in an arid city. *Environmental Entomology*. 48 (4): 836-846.
- MULLER G. 1923 - Le formiche della Venezia Giulia e della Dalmazia. *Boll. Soc. Adriat. Sci. Nat. Trieste*. 28: 11-180.
- MUNAFÒ M. (a cura di). 2023 - Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Edizione 2023. Report SNPA 37/25. Edizione 2023. Report SNPA 37/26. Edizione 2023. Report SNPA 37/27
- NELSEN M.P., MOREAU C.S., KEVIN BOYCE C., REE R.H. 2023 - Macroecological diversification of ants is linked to angiosperm evolution. *Evolution Letters*. 7 (2): 79-87.
- NELSEN M.P., REE R.H., MOREAU C.S. 2018 - Ant–plant interactions evolved through increasing interdependence. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 115 (48): 12253-12258.
- NIELSEN A. B., VAN DEN BOSCH M., MARUTHAVEERAN S., VAN DEN BOSCH C. K. 2014 - Species richness in urban parks and its drivers: A review of empirical evidence. *Urban ecosystems*. 17: 305-327.
- NOOTEN S., SCHULTHEISS P., ROWE R C., FACEY S.L., COOK J.M. 2019 - Habitat complexity affects functional traits and diversity of ant assemblages in urban green spaces (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News*. 29
- NOWAK M.A., TARNITA C.E., WILSON E.O. 2010 - The evolution of eusociality. *Nature*. 466 (7310): 1057-1062.
- PACHECO R., VASCONCELOS H.L. 2012 - Habitat diversity enhances ant diversity in a naturally heterogeneous Brazilian landscape. *Biodiversity and Conservation*. 21: 797-809.
- PARKER J., KRONAUER D.J. 2021 - How ants shape biodiversity. *Current Biology*. 31 (19): R1208-R1214.
- PARR C.L., BISHOP T.R. 2022 - The response of ants to climate change. *Global change biology*. 28 (10): 3188-3205.
- PENG M. H., HUNG Y. C., LIU K. L., NEOH K.B. 2020 - Landscape configuration and habitat complexity shape arthropod assemblage in urban parks. *Scientific reports*. 10 (1): 16043.
- PERFECTO I., PHILPOTT S.M. 2023 - Ants (Hymenoptera: Formicidae) and ecosystem functions and services in urban areas: a reflection on a diverse literature. *Myrmecological News*. 33.
- PERKINS-KIRKPATRICK S., BARRIOPEDRO D., JHA R., WANG L., MONDAL A., LIBONATI R., KORNUHUBER K. 2024 - Extreme terrestrial heat in 2023. *Nature Reviews Earth, Environment*. 5 (4): 244-246.
- PERLES-GARCIA M.D., KUNZ M., FICHTNER A., HÄRDITL W., VON OHEIMB G. 2021 - Tree species richness promotes an early increase of stand structural complexity in young subtropical plantations. *Journal of Applied Ecology*. 58 (10): 2305-2314.
- PETERSON G., ALLEN C.R., HOLLING C.S. 1998 - Ecological resilience, biodiversity, and scale. *Ecosystems*. 1: 6-18.
- PHILPOTT S.M., COTTON J., BICHER P., FRIEDRICH R.L., MOORHEAD L.C., UNO S., VALDEZ M. 2014 - Local and landscape drivers of arthropod abundance, richness, and trophic composition in urban habitats. *Urban Ecosystems* 17: 513-532.

- PORTER S.D., TSCHINKEL W.R. 1993 - Fire ant thermal preferences: behavioral control of growth and metabolism. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 32: 321-329.
- PRATHER C.M., PELINI S.L., LAWS A., RIVEST E., WOLTZ M., BLOCH C.P., ..., JOERN A. 2013 -Invertebrates, ecosystem services and climate change. *Biological Reviews*. 88 (2): 327-348.
- QUEIROZ A.C., MARQUES T.G., RIBAS C.R., CORNELISSEN T.G., NOGUEIRA A., SCHMIDT F.A., ..., DIEHL-FLEIG E. 2023 - Ant diversity decreases during the dry season: A meta-analysis of the effects of seasonality on ant richness and abundance. *Biotropica*. 55 (1): 29-39.
- RADCHENKO A.G., ELMES G.W. 2010 - Myrmica (Hymenoptera: Formicidae) ants of the Old World. Volume 3. *Fauna Mundi*. Warszawa 791 pp.
- RAJESH T.P., MANOJ K., PRASHANTH BALLULLAYA U., SHIBIL V.K., ASHA G., VARMA, S., ..., SINU, P.A. 2022 - Urban tropical forest islets as hotspots of ants in general and invasive ants in particular. *Scientific Reports*. 12 (1): 12003.
- RETANA J., CERDÁ X. 2000 - Patterns of diversity and composition of Mediterranean ground ant communities tracking spatial and temporal variability in the thermal environment. *Oecologia*. 123: 436-444.
- RIGATO S., TONI I. 2011 - Short notes 21. Hymenoptera, Formicidae. In: NARDI, G., WHITMORE, D., BARDIANI, M., BIRTELE, D., MASON, F., SPADA, L., CERRETTI, P. (Eds.): *Biodiversity of Marganai and Montimannu (Sardinia)*. - Research in the framework of the ICP Forests network. *Conservazione Habitat Invertebrati*, 5. Sommacampagna, Verona: Cierre Edizioni, Italy
- RUST M.K., SU N.Y. 2012 - Managing social insects of urban importance. *Annual review of entomology*. 57(1): 355-375.
- SÁNCHEZ-BAYO F., WYCKHUYS K. A. 2019: Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. - *Biological conservation* 232: 8-27.
- SÁNCHEZ-GARCÍA D., CERDÁ X., ANGULO E. 2022 - Temperature or competition: Which has more influence on Mediterranean ant communities? *Plos one*. 17 (4): e0267547.
- SANDSTRÖM U.G., ANGELSTAM P., MIKUSIŃSKI G. 2006 - Ecological diversity of birds in relation to the structure of urban green space. *Landscape and urban planning*. 77 (1-2): 39-53.
- SANFORD M.P., MANLEY P.N., MURPHY D.D. 2009 - Effects of urban development on ant communities: implications for ecosystem services and management. *Conservation Biology*. 23 (1): 131-141.
- SANTOS M.N. 2016 - Research on urban ants: approaches and gaps. *Insectes Sociaux*. 63 (3): 359-371.
- SCHIFANI E. 2022 - The new checklist of the Italian fauna: Formicidae. *Biogeographia – The Journal of Integrative Biogeography*. 37(1).
- SCHIFANI E., CASTRACANI C., GIANNETTI D., SPOTTI F.A., REGGIANI R., LEONARDI S., ..., GRASSO D.A. 2020 - New tools for conservation biological control: Testing ant-attracting artificial Nectaries to employ ants as plant defenders. *Insects*. 11(2), 129.
- SCHIFANI E., GIANNETTI D., GRASSO D.A. 2023 - Predatory abilities of two Mediterranean ants on the eggs and larvae of the codling moth *Cydia pomonella*. *Insects*. 14 (2): 97.
- SCHIFANI E., GIANNETTI D., COSTI E., FRANCONI G., CAMPOSTRINI A., MAISTRELLO L., GRASSO D.A. 2023 - Interactions between egg parasitoids and predatory ants for the biocontrol of the invasive brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys*. *Journal of Applied Entomology*. 147 (9): 868-874.
- SCHIOZZI L. 2019 - Phytoremidio: L'esperienza della Città di Trieste nell'ambito della gestione di una contaminazione diffusa dei suoli. PPT. - *Fitotecnologie per la Gestione e la Bonifica di Siti Contaminati* - Pesaro 1 - 19.
- SCHMIDT C.A., SHATTUCK, S.O. 2014 - The higher classification of the ant subfamily Ponerinae (Hymenoptera: Formicidae), with a review of ponerine ecology and behavior. *Zootaxa*. 3817(1): 1-242.
- SCHULTHEISS P., NOOTEN S.S., WANG R., WONG M.K., BRASSARD F., GUÉNARD B. 2022 - The abundance, biomass, and distribution of ants on Earth. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 119(40).
- SCUPOLA A. 2018 - *Le formiche del Veneto*. WBA Handbooks. 9, 336 pp.
- SEIFERT B., GALKOWSKI C. 2016 - The Westpalaearctic *Lasius paralienus* complex (Hymenoptera: Formicidae) contains three species. *Zootaxa*. 4132 (1): 44-58.
- SEIFERT, B. 1992: A Taxonomic Revision of the Palaearctic Members of the Ant Subgenus *Lasius* s. str. (Hymenoptera: Formicidae). - *Abh. Ber. Naturkundemus Gorlistz* 66 (5): 1 - 67.

- SEIFERT B. 2018: The Ants of Central and Northern Europe. - Lutra, 408 pp.
- SETTANTA G., FRASCHETTI P., LENA F., PERCONTI W., PIERVITALI E. 2024 - Recent tendencies of extreme heat events in Italy: from 1991 to present days (No. EGU24-12207). Copernicus Meetings.
- SILVA L.F., SOUZA R.M., SOLAR R.R., DE SIQUEIRA NEVES F. 2017 - Ant diversity in Brazilian tropical dry forests across multiple vegetation domains. *Environmental Research Letters*. 12 (3): 035002.
- ŠLIPÍŇSKI P., ŽMIHORSKI M., CZECHOWSKI W. 2012 - Species diversity and nestedness of ant assemblages in an urban environment. *European Journal of Entomology*. 109(2).
- STEIN A., GERSTNER K., KREFT H. 2014 - Environmental heterogeneity as a universal driver of species richness across taxa, biomes and spatial scales. *Ecology letters*. 17 (7): 866-880.
- STEINER F.M., CSŐSZ S., MARKÓ B., GAMISCH A., RINNHOFER L., FOLTERBAUER C., ..., SCHLICK-STEINER B.C. 2018 - Turning one into five: Integrative taxonomy uncovers complex evolution of cryptic species in the harvester ant *Messor "structor"*. *Molecular phylogenetics and evolution*. 127: 387-404.
- STRAUB L., WILLIAMS G.R., PETTIS J., FRIES I., NEUMANN P. 2015 - Superorganism resilience: eusociality and susceptibility of ecosystem service providing insects to stressors. *Current Opinion in Insect Science*. 12: 109-112.
- SUAREZ A.V., BOLGER D.T., CASE T.J. 1998 - Effects of fragmentation and invasion on native ant communities in coastal southern California. *Ecology*. 79 (6): 2041-2056.
- SUAREZ-GUTIERREZ L., MÜLLER W.A., MAROTZKE J. 2023 - Extreme heat and drought typical of an end-of-century climate could occur over Europe soon and repeatedly. *Communications Earth, Environment*. 4 (1): 415.
- SVENNINGSSEN C.S., PETERS B., BOWLER D.E., DUNN R.R., BONN A., TØTTRUP A.P. 2024 - Insect biomass shows a stronger decrease than species richness along urban gradients. *Insect Conservation and Diversity*. 17 (2): 182-188.
- TEWS, J., BROSE, U., GRIMM, V., TIELBÖRGER, K., WICHMANN, M. C., SCHWAGER, M., JELTSCH, F. 2004: Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. *Journal of biogeography*. 31(1): 79-92.
- THEODOROU, P., RADZEVIČIŪTĒ, R., LENTENDU, G., KAHNT, B., HUSEMANN, M., BLEIDORN, C., ..., PAXTON, R.J. 2020 - Urban areas as hotspots for bees and pollination but not a panacea for all insects. *Nature communications*. 11(1): 576.
- THOMPSON, B., MCLACHLAN, S. 2007 - The effects of urbanization on ant communities and myrmecochory in Manitoba, Canada. *Urban Ecosystems*. 10: 43-52.
- TORDONI E., NAPOLITANO R., NIMIS P., CASTELLO M., ALTOBELLI A., DA RE D., ..., BACARO G. 2017 - Diversity patterns of alien and native plant species in Trieste port area: exploring the role of urban habitats in biodiversity conservation. *Urban Ecosystems*. 20: 1151-1160.
- TOUYAMA Y., OGATA K., SUGIYAMA T. 2003 - The Argentine ant, *Linepithema humile*, in Japan: assessment of impact on species diversity of ant communities in urban environments. *Entomological Science*. 6 (2): 57-62.
- TSCHINKEL W.R. 1987 - Seasonal life history and nest architecture of a winter-active ant, *Prenolepis imparis*. - *Insectes Sociaux*. 34 (3): 143-164.
- TUMA J., EGGLETON P., FAYLE, T.M. 2020 - Ant-termite interactions: an important but under-explored ecological linkage. *Biological Reviews*. 95 (3): 555-572.
- UNDERWOOD E.C., FISHER B.L. 2006 - The role of ants in conservation monitoring: if, when, and how. *Biological conservation*. 132 (2): 166-182.
- UNO S., COTTON J., PHILPOTT S.M. 2010 - Diversity, abundance, and species composition of ants in urban green spaces. *Urban Ecosystems*. 13: 425-441.
- VEPSÄLÄINEN K., IKONEN H., KOIVULA M.J. 2008 - The structure of ant assemblages in an urban area of Helsinki, southern Finland. *Ann Zool Fennici*. 45: 109-127
- WAGNER D. L. 2020 - Insect declines in the Anthropocene. *Annual review of entomology*. 65 (1): 457-480.
- WAGNER D.L., GRAMES, E.M., FORISTER, M.L., BERENBAUM, M.R., STOPAK, D. 2021 - Insect decline

- in the Anthropocene: Death by a thousand cuts. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 118(2): e2023989118.
- WAGNER H.C., ARTHOFER W., SEIFERT B., MUSTER C., STEINER F.M., SCHLICK-STEINER B.C. 2017 - Light at the end of the tunnel: integrative taxonomy delimits cryptic species in the *Tetramorium caespitum* complex (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecol News*. 25: 95-129.
- WILLS B.D., LANDIS D.A. 2018 - The role of ants in north temperate grasslands: a review. *Oecologia*. 186 (2): 323-338.
- WILLSON S. K. 2004 - Obligate army-ant-following birds: a study of ecology, spatial movement patterns, and behavior in Amazonian Peru. *Ornithological Monographs*. 1-67.
- WILSON E. O. 1955 - A monographic revision of the ant genus *Lasius*. *Bulletin of the museum of Comparative Zoology, Harvard*, 113, 2-pls.
- WILSON E.O., HÖLLDOBLER B. 2005 - Eusociality: origin and consequences. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102 (38): 13367-13371.
- WONG N.H., TAN C.L., KOLOKOTSA D.D., TAKEBAYASHI H. 2021 - Greenery as a mitigation and adaptation strategy to urban heat. *Nature Reviews Earth, Environment*. 2 (3): 166-181.
- YAMAGUCHI T. 2004 - Influence of urbanization on ant distribution in parks of Tokyo and Chiba City, Japan I. Analysis of ant species richness. *Ecological Research*. 19: 209-216.
- YOUNGSTEADT E., HENDERSON R.C., SAVAGE A.M., ERNST A.F., DUNN R.R., FRANK S.D. 2015 - Habitat and species identity, not diversity, predict the extent of refuse consumption by urban arthropods. *Global change biology*. 21 (3): 1103-1115.
- ZARA L., TORDONI E., CASTRO-DELGADO S., COLLA A., MACCHERINI S., MARIGNANI M., ..., BACCARO G. 2021 - Cross-taxon relationships in Mediterranean urban ecosystem: A case study from the city of Trieste. *Ecological Indicators*. 125: 107538.
- ZEMP D.C., EHBRECHT M., SEIDEL D., AMMER C., CRAVEN D., ERKELENZ J., ..., KREFT H. 2019 - Mixed-species tree plantings enhance structural complexity in oil palm plantations. *Agriculture, Ecosystems, Environment*. 283: 106564.
- ZINA V., FONSECA A., DUARTE G., CONDE S., FERNANDES M.R., FERREIRA M.T., FRANCO J.C. 2022 - Ant diversity is enhanced by ecological infrastructures in agroecosystems: A case study in irrigated mediterranean farmland. *Agronomy*. 12 (11): 26.

Atti Mus. Civ. St. Nat. Trieste	65	2024	159-166	XII 2024	ISSN: 0365-1576
---------------------------------	----	------	---------	----------	-----------------

CONTRIBUTO ALLA CONOSCENZA DELLA PRESENZA DEL GATTO SELVATICO (*FELIS SILVESTRIS SILVESTRIS*) IN PROVINCIA DI PORDENONE

CLAUDIO BEARZATTO

Via Fanna, 7 - 33090 - Arba (PN). E-mail: claudio.bearzatto@yahoo.it

Riassunto: Scopo del presente lavoro è quello di riassumere le segnalazioni di Gatto selvatico pubblicate per la Provincia di Pordenone e di incrementarne le conoscenze divulgando lo studio della sua presenza realizzato in un'area mai indagata prima, ubicata lungo il torrente Còlvera in comune di Maniago.

Parole chiave: Gatto selvatico, video trappole, Provincia di Pordenone, ritrovamenti

Summary: The aim of this work is to summarize the reports of Wild Cat published for the Province of Pordenone and to increase knowledge by disseminating the study of its presence carried out in an area never investigated before, located along the Còlvera stream in the municipality of Maniago.

Keywords: Wildcat, video traps, Province of Pordenone, findings

Introduzione

Il Progetto Gatto Selvatico Italia (collegamento n. 1) è stato creato per aggregare in un unico database i dati nazionali sulla specie. Anche a livello inferiore è possibile aggregare i dati provenienti da pubblicazioni a scala locale. In provincia di Pordenone non è mai stato effettuato uno studio sistematico su questo felide per cui la distribuzione corologica e temporale delle informazioni relative alla sua presenza sono alquanto disomogenee. I dati di presenza sono scarsi, frammentati nel tempo, sul territorio e variamente pubblicati. Il presente lavoro riassume quelli attualmente pubblicati e diversamente divulgati e porta un contributo relativo ad una zona mai indagata prima. Infatti durante lo studio dei mammiferi del torrente Còlvera mediante videotrappolaggio realizzato nel 2021-2022 (Bearzatto, 2022) è stato ripreso anche un esemplare di gatto del fenotipo selvatico. Durante lo svolgimento di tale studio le riprese a questa specie sono andate aumentando per cui è stato deciso, nello stesso periodo, di realizzare uno studio parallelo mirato su questo felide. Lo scopo di tale ricerca mirata è diventato, quindi, quello di conoscere approfonditamente la presenza del Gatto selvatico lungo il tratto mediano del torrente Còlvera in comune di Maniago. Essa viene qui usata per incrementare la conoscenza su questo animale in provincia di Pordenone che al tempo dello studio era piuttosto scarsa. Il progetto nazionale può anche essere utile per comprendere la frammentazione degli habitat e delle popolazioni che sono fra i fattori limitanti che riguardano la conservazione di questo felide (collegamento n. 2).

Riassunto delle informazioni attualmente disponibili

Per oltre quarant'anni dal 1970, anno del primo dato disponibile proveniente da Tramonti (Ragni & al. 1987), al 2013, anno del primo esemplare filmato vivo da Marescutti S. (com. pers.), i dati di presenza pubblicati sono relativi solamente a ritrovamenti di animali morti investiti. In totale sono stati pubblicati 9 ritrovamenti, ma nella realtà sono 8 a causa di un esemplare riportato due volte. Lapini riferisce di un maschio investito presso Pielungo, Vito d'Asio (Lapini L., 1989). Riferisce anche di un maschio investito a Borgo Pitagora in comune di Meduno e lo colloca nel 1996 (Lapini & al, 1996) scrivendo che “è stato da poco investito un ♂ adulto [il 21.IX.1996, c/o B.go Pitagora, 200 m ad Ovest di Casa Zatti, m 300, Meduno dint., Pordenone, L. Dreon leg.]”, ma lo ripete collocandolo erroneamente nel 1995 (Lapini L., 2006b) scrivendo “Nel 1995 fu investito un grosso maschio presso Borgo Pitagora (Meduno, Pordenone) (L. Dreon leg.: LAPINI *et al.*, 1996)”. Lapini continua riportando che qualche anno dopo venne raccolta una femmina presso il Cementizillo (ora BuzziUnicem n.d.r.) in comune di Fanna. Ed ancora investimenti successivi in Comune di Montereale Valcellina e ancora presso Fanna. Un esemplare è stato investito all'inizio del 2006 presso la Cava Livenzetta in comune di Caneva e in giugno un altro, sempre investito da automobili, in comune di Tramonti di Sopra. Finalmente Marescutti S. (com. pers.) produce la prima prova di un esemplare in vita per la provincia di Pordenone. Infatti in aprile 2013 a Lestans, in comune di Sequals, filma un esemplare validato da Fiorenza T. come fenotipo riconducibile alla forma selvatica (collegamento n. 3). Nel 2017 durante una sua conferenza Lapini riporta di una riproduzione nel 2014 in comune di Clauzetto. Nel 2015 il primo studio in provincia su questa specie riporta la presenza di 11 individui in un'area compresa nei comuni di Tramonti di sotto, Meduno, Travesio, Castelnovo del Friuli e Clauzetto (Fonda *et al.*, 2021). Lapini riporta durante la già citata conferenza del 2017 anche una presenza, nel 2016, in comune di Travesio. In dicembre 2021 in rete (collegamento n. 4) viene pubblicato un video da video trappola eseguito a Dardago. Relativamente al 2022 sono presenti, sul sito nazionale di raccolta dati di questo felide (collegamento n. 5), due dati di Fiorenza T. per il comune di Sequals, uno per il comune di Spilimbergo ed uno per il comune di Aviano. Infine, a corredo del presente lavoro, si rende nota l'indagine che, da settembre 2021 a novembre 2022, ha monitorato una zona mai indagata prima in Comune di Maniago, durante la quale sono stati ripresi 5 esemplari del fenotipo *silvestris* e 2 del fenotipo *silvestris* x *catus*.

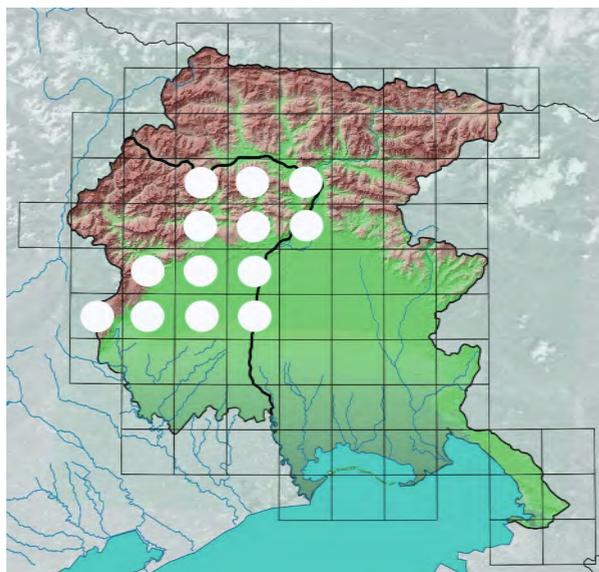


Fig. 1: Sintesi cartografica delle informazioni attualmente disponibili in letteratura e diversamente pubblicate, aggiornata a fine novembre 2022 (comprensiva dell'indagine inedita a corredo del presente lavoro).

Fig. 1: Cartographic summary of the information currently available, updated at the end of November 2022 (including the unpublished survey accompanying this work).

Area di studio

L'area di studio è situata lungo il torrente Còlvera in provincia di Pordenone, in Friuli Venezia Giulia. Il tratto, mai indagato prima, oggetto dell'indagine inedita che si rende nota a corredo del presente lavoro va dal ponte della strada che collega il comune di Arba alla frazione di Campagna di Maniago (strada che rappresenta il limite nord della ZPS - IT3311001 "Magredi di Pordenone") fino alla zona industriale a sud delle "Peschiere" di Maniago. La lunghezza dell'area di studio è di circa 5 km. I confini laterali sono rappresentati dalle scarpate naturali del torrente, che determinano una larghezza media dell'area di studio di ca. 800 mt. La superficie totale è di circa 180 ettari. È una zona di pianura la cui altitudine va da ca. 207 mt s.l.m. del greto attivo, fino a ca. 226 mt s.l.m. in cima alle sponde naturali. Nel tratto oggetto del presente studio si rinvengono gli stessi habitat, sia aperti sia boscati, presenti nella zona sottoposta a protezione: Boschi ripari planiziali dominati da *Salix alba* e/o *Populus nigra* (92A0) - Praterie evolute su suolo calcareo delle Prealpi (62A0) - Prati da sfalcio dominati da *Arrhenatherum elatius* (6510) - Arbusteti ripari prealpini dominati da *Salix eleagnos* (3240). Inoltre la fascia golenale è caratterizzata dalla presenza di appezzamenti variamente coltivati inframezzati da molte siepi naturali e anche di alcuni appezzamenti in pausa colturale.

Materiali e metodi

L'indagine inedita che si rende nota a corredo del presente lavoro è stata realizzata per mezzo di un monitoraggio basato sul videotrappolaggio. Per 15 mesi sono stati effettuati campionamenti in continuo, da settembre 2021 a novembre 2022 compresi, per un totale di 2671 giorni trappola, mediante l'utilizzo di 11 video trappole posizionate in 18 posti diversi. Sono state usate video trappole dotate di sensore PIR e illuminatore a infrarosso invisibili, per riprendere anche al buio senza disturbare gli animali come avviene, invece, con gli illuminatori a luce visibile. La lunghezza impostata dei video va da 30 a 180 secondi. Le video trappole sono state lasciate in situ fino a quando fornivano dati sufficienti, ma venivano anche dislocate in altri punti in base ad esigenze di studio. Dal momento che sono sempre maggiori le probabilità di incrocio fra la forma selvatica europea (*Felis silvestris silvestris*) e domestica (*Felis silvestris catus*), la loro distinzione sta diventando sempre più problematica per la presenza di numerosi incroci criptici con fenotipo *silvestris* ma indice intestinale e genoma *catus* (Lapini 2022). Per questa ragione i dati ottenuti tramite videotrappolaggio con il presente studio sono stati valutati da Sforzi A. attraverso lo studio del modello disegno-colore degli esemplari ripresi. Nel presente lavoro i gatti ripresi sono classificati C2 oppure C4 utilizzando i criteri indicati da Sforzi & Lapini (2022).

Risultati

Lo studio ha permesso di identificare 5 esemplari di Gatto selvatico del fenotipo *silvestris*, 7 esemplari di gatto "domestico" (*Felis silvestris catus*), probabilmente sinantropici, e 2 esemplari del fenotipo *silvestris* x *catus*. In totale sono stati realizzati 84 video ai gatti selvatici di cui 73 notturni (87%) e 11 diurni (13%). La durata complessiva della loro presenza nei video è di quasi 25 minuti (ca. 20 minuti di riprese notturne e poco meno di 5 minuti di riprese diurne), con un minimo di un secondo, un massimo di 180 secondi per una media 35 secondi nelle riprese notturne. La durata delle singole riprese diurne vanno da un minimo di 4 secondi ad un massimo di 60 secondi per una media di 26 secondi. Il tasso di successo della cattura è stato di 1 cattura/32 giorni trappola. A livello annuale nei mesi di agosto e settembre si è avuto un incremento costante delle riprese fino al massimo numero verificatosi in ottobre. Sempre su base annua il Gatto selvatico della zona di studio risulta attivo prevalentemente nelle ore notturne con la massima attività serale tra le 21:00 e le 22:00 e la massima attività mattutina tra le 04:00 e le 05:00 quasi sovrapponibile a quanto rilevato a livello nazionale (Lazzeri & al. 2022). Su 5 esemplari del fenotipo *silvestris*, ben 4 sono stati ripresi anche di giorno tra le 8:00 e le 10:00 e tra le 15:00 e le 19:00 nei mesi estivi di agosto e settembre, presenza diurna leggermente in ritardo rispetto alla primavera riscontrata in un'area costiera mediterranea italiana (Ferretti & al. 2022). Due di questi, esemplari giovani, sono stati ripresi entrambi in agosto ed uno anche in settembre; gli altri due, adulti, sono stati ripresi uno in agosto e l'altro

in ottobre. Tale intensa attività diurna può essere dovuta all'aumentata mobilità degli animali presenti che possono comprendere anche i giovani, presumibilmente, qui nati in primavera. Numerose sono state le interazioni tra il Gatto selvatico ed il gatto "domestico". Tre esemplari di gatto "domestico" sono entrati ed usciti da una tana ispezionata anche da un esemplare di Gatto selvatico alla minor distanza temporale di un mese; ambedue le specie, a distanza di tre giorni, sono state riprese passare esattamente nello stesso posto; ambedue le specie sono state riprese mentre cacciavano in due stazioni di videotrappolaggio differenti a distanza di 10 giorni in una, e di un mese nell'altra. Questa simpatria tra due specie interfeconde può portare ad un impoverimento genetico del Gatto selvatico con un aumento del rischio di estinzione della specie pura (Lioy *et al.*, 2022). Infatti il suo stato di conservazione risulta minacciato anche dall'ibridazione con il gatto domestico (*Felis catus*), nonché dalla trasmissione di potenziali patogeni da parte di quest'ultimo (collegamento n. 2).



Fig. 2: Esemplare n. 1. Classificazione: C2, possibile giovane.

Fig. 2: Specimen no. 1. Classification: C2, possible young.



Fig. 3: Esemplare n. 2. Classificazione: C2, possibile adulto.

Fig. 3: Specimen no. 2. Classification: C2, possible adult.



Fig. 4: Esemplare n. 3. Classificazione: C2, possibile giovane.

Fig. 4: Specimen no. 3. Classification: C2, possible young.



Fig. 5: Esemplare n. 4. Classificazione: C2, possibile giovane.

Fig. 5: Specimen no. 4. Classification: C2, possible young.



Fig. 6: Esemplare n. 5. Classificazione: C2, possibile adulto.

Fig. 6: Specimen no. 5. Classification: C2, possible adult.



Fig. 7: Esemplare n. 6. Classificazione: C4.

Fig. 7: Specimen no. 6. Classification: C4.



Fig. 8: Esemplare n. 7. Classificazione: C4.

Fig. 8: Specimen no. 7. Classification: C4.

RIGRAZIAMENTI

Un sentito ringraziamento ad Andrea Sforzi per la classificazione degli animali.

BIBLIOGRAFIA

- BEARZATTO C., 2022 – Indagine sulla teriofauna, mediante videotrappolaggio, di un tratto del corso planiziale del torrente Còlvera (Friuli Venezia Giulia, Nord-Est Italia). *Atti Mus. Civ. St. Nat. Trieste* 63 217-219.
- FERRETTI F., LAZZERI L., SFORZI A., 2022 – Spatio-temporal patterns of the European wildcat in a Mediterranean coastal area, *Mammalian Biology*.
- FONDA F., BACARO G., BATTISTELLA S., CHIATANTE G., PECORELLA S., PAVANELLO M., 2022 – Population density of European wildcats in a pre-alpine area (northeast Italy) and an assessment of estimate robustness. *Mammal Research* 67, 9-20.
- LAPINI L., 1989 – Il Gatto selvatico nella regione Friuli-Venezia Giulia in FAUNA AA.VV. FAUNA BOLLETTINO DEGLI OSSERVATORI FAUNISTICI DEL FRIULI VENEZIA GIULIA Anno 1 - Numero 1, 64-67 UDINE.
- LAPINI L., A. DALL'ASTA, L. DUBLO, M. SPOTO & E. VERNIER., 1996 – Materiali per una teriofauna dell'Italia nord-orientale (Mammalia, Friuli-Venezia Giulia). *Gortania, Atti del Museo Friulano di Storia Naturale* 17: 149-248.
- LAPINI L., 2006b – Attuale distribuzione del gatto selvatico *Felis silvestris silvestris* Schreber, 1775 nell'Italia nord-orientale (Mammalia: Felidae). *Boll. Mus. Civ. St. Nat. Venezia* 57: 221-34.
- LAPINI L., 2017 – Conferenza “Il gatto selvatico un'affascinante ed elusiva presenza nel Friuli Venezia Giulia”. Conferenza organizzata da Centro Cinofilo Lupo Nero e Parco Prealpi Giulie, Venzone, 17 marzo 2017.
- LAPINI L., 2022 – Teriofauna dell'Italia nord-orientale (Mammalia regione Friuli Venezia Giulia) *GORTANIA* 89-132.
- LAZZERI L., FAZZI P., LUCCHESI M., MORI E., VELLI E., CAPPAIN, CIUTI F., FERRETTI F., FONDA F., PANICCIA C., PAVANELLO M., PECORELLA S., SANGIULIANO A., SFORZI A., SICLARI A., SPADA A., 2022 – The rhythm of the night: patterns of activity of the European wildcat in the Italian peninsula. *Mammalian Biology - Zeitschrift fur Säugetierkunde*. 3. 10.1007/s42991-022-00276-w.
- LIOY F.G., FRANCULLI D., CALANDRI S., 2022 – Show me your tail, if you have one! Is inbreeding depression occurring in wildcats (*Felis silvestris silvestris*) from Italy?. *Mamm Res* 67, 153–161 (2022); <https://doi.org/10.1007/s13364-022-00627-5>.
- RAGNI B., LAPINI L., PERCO FR., 1987 – Situazione attuale del gatto selvatico *Felis silvestris silvestris* e della Lince *Lynx lynx* nell'Area delle Alpi sud-orientali. *BIOGEOGRAPHIA* - vol. XIII - 1987, 867-901.
- SFORZI A., LAPINI L., 2022 – Novel criteria to evaluate European wildcat observations from camera traps and other visual material. *Hystrix online* (2022-06-24), <https://doi.org/10.4404/hystrix-00488-2021>.

SITOGRAFIA

- 1: <https://www.nnb.isprambiente.it/it/citizen-science/progetto-gatto-selvatico>
- 2: <https://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/cartella-progetti-in-corso/biodiversita-1/progetto-gatto-selvatico>
- 3: <http://www.astorefvg.org/forum/viewtopic.php?f=5&t=211&p=564&hilit=gatto#p564>
- 4: Facebook Vallone di San Tomè
- 5: <https://www.museonaturalemaremma.it/gatto-selvatico-italia/>

PRIMA SEGNALAZIONE PER L'ITALIA DI UNA FEMMINA DI GATTO SELVATICO EUROPEO *FELIS SILVESTRIS SILVESTRIS* (SCHREBER 1777) CON CINQUE CUCCIOLI

TIZIANO FIORENZA*, MARCO CATELLO**, FRANCO CHIUCH***, TANIA LANZUTTI****, ANDREA SFORZI*****

*Via Morosina, 17/c, 33100-Udine; e-mail: tizianofiorenza@libero.it

** Neuhäuser Straße 43, 79199 Kirchzarten (D), Progetto Lince Italia; e-mail: marcocatello@gmx.de

***Via Monsignor Faidutti, 10, 33040-San Leonardo (UD)

****Via Casali Molino Cainer, 20, 33047-Remanzacco (UD); e-mail: tania@scubla.it

*****Strada Corsini, 5, 58100-Grosseto; e-mail: direzione@museonaturalemaremma.it

Abstract: On 10 May 2023, in Ussivizza, municipality of San Leonardo (UD), Friuli Venezia Giulia, a female European wildcat and her five kittens were observed. The event, documented with a video lasting a few minutes, is very rare. Although within the variability of the life traits of the species, it has never been reported before in Italy.

Key words: European Wildcat *Felis silvestris silvestris*, Schreber, 1777, Breeding, Natisone Valleys, North-Eastern Italy

Riassunto: Il 10 maggio 2023, in località Ussivizza, comune di San Leonardo (UD), in Friuli Venezia Giulia sono stati osservati una femmina di gatto selvatico europeo e cinque cuccioli. L'evento, documentato con un video di alcuni minuti, costituisce un fatto di grande rarità che, sebbene già noto per la specie, non risulta sia mai stato segnalato fino ad ora per l'Italia.

Parole chiave: Gatto selvatico europeo *Felis silvestris silvestris*, Schreber, 1777, Riproduzione, Valli del Natisone, Italia nord-orientale

1. – Introduzione

Negli ultimi decenni il gatto selvatico ha espanso la sua presenza in alcune aree del nostro paese (Spada *et al.* 2022) inclusa l'area delle Alpi Orientali (Lapini, 2006; Fiorenza, 2012; Catello *et al.*, 2012; Lapini, 2022; Fiorenza *et al.*, 2023). Sebbene non siano stati condotti ad oggi studi di dettaglio sul fenomeno, il numero di osservazioni sembrerebbe indicare una stabilizzazione delle popolazioni nelle aree storicamente occupate da decenni e la lenta, ma costante colonizzazione di aree nella porzione occidentale a margine dell'areale noto per la specie. La disponibilità di osservazioni, sebbene risenta del limite che l'identificazione degli esemplari sia basata solo sul fenotipo (Sforzi & Lapini, 2022), consente tuttavia in alcuni casi di raccogliere interessanti informazioni ancillari sulla biologia della specie. Ad oggi maggior parte delle osservazioni avvenute in Friuli Venezia Giulia e Veneto contavano 1 o 2 cuccioli per femmina, fino ad un massimo di 4 rilevati in Alta val Torre nel 2020 in un anno caratterizzato da una notevole proliferazione di topo selvatico dal collo giallo *Apodemus flavicollis* e di arvicola rossastra *Myodes glareolus* (Fiorenza *et al.* 2023). Il valore medio di composizione di una cucciolata si attesta di norma intorno a 3, più

raramente 4 giovani, sebbene siano stati citati in altri paesi estremi da 1 a 7 in condizioni naturali e da 1 a 8 in cattività (Raydelet, 2009). In Germania sono state riportate alcune cucciolate numerose, composte da fino a cinque gattini (Knapp *et al.* 2000). Nello stesso lavoro si evidenziano anche le difficoltà oggettive che spesso limitano o rendono complesso il conteggio delle cucciolate in natura. In ogni caso, il limite numerico superiore costituisce un evento talmente raro da dover essere interpretato come aneddótico, tanto che in Italia ad oggi, non risultano segnalate cucciolate superiori a quattro.

2. – Materiali e Metodi

La diffusione degli smartphone, dotati di videocamere di crescente qualità, ha consentito ad un sempre più elevato numero di persone di effettuare negli ultimi anni riprese che sarebbero state pressoché impossibili nel recente passato. Nel contesto delle segnalazioni zoologiche, informazioni di questo tipo raccolte da privati cittadini in modo spesso occasionale possono fornire un importante contributo conoscitivo su aspetti biologici, comportamentali e distributivi di molte specie: quella che oggi viene chiamata “citizen science”. Unitamente alle segnalazioni raccolte mediante fototrappole, queste fonti di informazione consentono di effettuare osservazioni in alcuni casi sorprendenti. In questo contesto deve essere collocata l’osservazione oggetto di questa breve comunicazione, realizzata casualmente dal signor Franco Chiuch in data 10 maggio 2023. Si tratta di in una ripresa video della durata di 3 minuti e 48 secondi, effettuata in località Ussivizza/Ušiuca, località situata a circa 350 m s.l.m., nel complesso delle Valli del Natisone, in Comune di San Leonardo, Provincia di Udine. Il video, registrato in pieno giorno, mostra una femmina dal fenotipo tipico del Gatto selvatico europeo che verosimilmente si appresta ad attraversare una strada asfaltata, seguita da ben cinque piccoli. L’identificazione tassonomica dell’esemplare adulto è stata effettuata considerando i caratteri fenotipici diagnostici del mantello noti per la specie (Ragni e Possenti, 1996).

3. – Risultati e discussione

L’evento riportato in questa breve nota può essere considerato eccezionale, in quanto una simile circostanza ad oggi non risulta che sia stata mai registrata in Italia. Il sito dell’osservazione è lungo una strada di collegamento fra Merso di Sopra/Gorjema Mersa e la stessa Ussivizza/Ušica, non lontano da quest’ultima località, in area a bassa densità abitativa e con scarsa presenza umana, con una pressione antropica considerata bassa o medio bassa (AA.VV, 2009). L’area risulta ampiamente inclusa nell’areale noto di *Felis silvestris silvestris*. L’ambiente è caratterizzato da una formazione boscosa per lo più consolidata nei decenni successivi il secondo conflitto mondiale e attualmente caratterizzata da boschi misti di castagno (in parte naturale)

e carpino, boschi freschi a frassino maggiore (*Hacquetio-Fraxinetum*), boschi di versante fresco ad aceri e tigli (*Ornithogalo-Carpinetum tilietosum cordatae*) intercalati da modeste formazioni aperte a prati arborati e prati stabili falciabili (arrenatereti) su un suolo proprio del Paleocene p.p. – Eocene medio, caratterizzato dalle alternanze pelitico-arenacee ben stratificate con calciduriti e calcareniti talora in potenti banchi carbonatici.

La inusuale numerosità della cucciolata, l'età ridotta dei piccoli e le condizioni al contorno della osservazione hanno creato le condizioni per una osservazione prolungata della scena, difficilmente ottenibili in altro contesto. La femmina ha infatti indugiato, pur in presenza di un osservatore a distanza relativamente ravvicinata, per consentire a tutti i cuccioli di attraversare la strada, risalire la scarpata relativamente ripida coperta da vegetazione, e metterli in salvo. Ciò ha permesso una prolungata osservazione (quasi 4 minuti) di tutti i soggetti e del loro comportamento in natura.

L'esemplare adulto oggetto dell'osservazione mostra un modello disegno-colore tipico del gatto selvatico europeo *Felis silvestris* (categoria C2 *sensu* Sforzi & Lapini 2022). Similmente, anche i cinque piccoli, di un'età stimata di circa un mese e mezzo, mostrano un mantello potenzialmente riconducibile a *Felis silvestris silvestris*, sebbene in questo caso l'attribuzione specifica sia resa più complessa dal mantello giovanile, risultando quindi meno chiaramente leggibile. A questa età, infatti, per il mimetismo caratteristico della specie, i caratteri diagnostici tipici degli adulti non sono ancora chiaramente visibili, in quanto mascherati in parte dal cosiddetto "disegno evanescente", che scomparirà gradualmente nel tempo. Tutto ciò considerato, tuttavia, il fenotipo materno e l'assenza di caratteri riconducibili a *catus* portano a considerare plausibile l'ipotesi che si l'osservazione si riferisca complessivamente a 6 esemplari di gatto selvatico europeo. Tale precisazione origina dal fatto che gatto selvatico europeo e gatto domestico sono interfecondi e danno luogo, nei casi di incrocio, a prole fertile, che in alcuni casi può mantenere un fenotipo *silvestris*. Tuttavia l'incidenza del fenomeno è relativamente contenuta, soprattutto nelle aree caratterizzate da popolazioni stabili della sottospecie selvatica. Solo una eventuale analisi genetica, effettuata con tecniche molecolari recenti (Mattucci *et al.* 2016), potrebbe definire con maggiore livello di approfondimento la questione.



Fig. 1: Regione Friuli Venezia Giulia con indicazione di massima della località della ripresa



Fig 2: Immagine tratta dal video del Sig. Chiuch che evidenzia le caratteristiche della femmina di *Felis silvestris silvestris* (valutabile come C2)



Fig 3: Immagine tratta dal video del Sig. Chiuch che consente il conteggio dei cuccioli



Fig 4: Immagine tratta dal video del Sig. Chiuch che evidenzia le caratteristiche fenotipiche dei cuccioli

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 2009 – Carta della natura del Friuli Venezia Giulia. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, Università degli Studi di Trieste.
- CATELLO M., TORMEN G., DEON R., VENDRAMI S., LOSSO C. & RAGNI B., 2021 – The European wildcat (*Felis silvestris silvestris*, Schreber, 1777) in the Veneto region (Italy). *Atti del Mus. St. Nat. della Maremma* n. 25: 45 – 54.
- FIORENZA T., 2012 – I Mammiferi del Friuli Venezia Giulia. Immagini, descrizioni, curiosità. Edizioni Coel., Udine, 216 pp.
- FIORENZA T., TOLAR L., TOMASI MUTTAR N., 2023 – Il fantasma dei boschi. Il Tiglio edizioni, 110 pp..
- KNAPP J., HERMANN M., TRINZEN M., 2000. Artenschutzprojekt wildkatze (*Felis silvestris silvestris* SCRHEBER, 1777) in Rheinland-Pflaz. *Oko – Log Freilandforschung*, 211 pp.
- LAPINI L., 2006 – Attuale distribuzione del gatto selvatico europeo *Felis silvestris silvestris* SCHREBER, 1775 nell'Italia nord-orientale (Mammalia: Felidae). *Boll. Mus. Civ. St. Nat. Ven.*, 57: 221 – 234.
- LAPINI L., 2022 – Teriofauna dell'Italia Nord-orientale (Mammalia: Regione Friuli Venezia Giulia). *Gortania* 44; 89 – 132.
- MATTUCCI, F., OLIVEIRA, R., LYONS, L., ALVES, P., and RANDI, E. (2016). European wildcat populations are subdivided into five main biogeographic groups: Consequences of Pleistocene climate changes or recent anthropogenic fragmentation?, *Ecol. Evol.*, 6, 3–22.
- RAGNI, B.; POSSENTI, M. 1996 - Variability of Coat-colour and Markings System in *Felis silvestris*. *Ital. J. Zool.* 1996, 63, 285–292
- RAYDELET P., 2009 – Le Chat Forestier. *Les Sentiers du Naturaliste*, Delachaut et Niestlé.
- SFORZI A, LAPINI L., 2022 - Novel criteria to classify European wildcat observations from camera traps and other visual material. *Hystrix, Ital. J. Mamm.* 33: 201–203.
- SFORZI A., 2021 - Integrating institutional data collection and collaborative monitoring to empower biodiversity conservation: the Italian wildcat project. In: Proceedings of the Conference “Fauna 2020: the European wildcat in Italy” Spoleto, 2020. *Atti del Museo di Storia Naturale della Maremma*, 25: 103-111.
- SPADA A., FAZZI P., LUCCHESI M., LAZZERI L., MORI E. and SFORZI A. 2022 - An update on the Italian distribution of the European wildcat. Poster, Conference: XII Congresso Italiano di Teriologia.

Atti Mus. Civ. St. Nat. Trieste	65	2024	173-174	XII 2024	ISSN: 0365-1576
---------------------------------	----	------	---------	----------	-----------------

FIELD OBSERVATIONS AND SHORT NOTES
OSSERVAZIONI NATURALISTICHE E NOTE BREVI

**FIRST RECORD OF THE ALIEN APHID, *APHIS ILLINOISENSIS*,
IN NORTHERN ITALY**

NICOLA BRESSI

Museo Civico Storia Naturale Trieste; nicola.bressi@comune.trieste.it

Riassunto – Prima osservazione di *Aphis illinoisensis* in nord Italia. *Aphis illinoisensis* è stato osservato in un vigneto presso Trieste; la sua presenza è stata naturalmente contenuta da predatori naturali, evitando danni alle viti.

Keywords: *Aphis illinoisensis*, Italy, Trieste

On July 12th 2024, following a report by a winegrower about “strange aphids on the vines”, the presence of the alien aphid of American origin *Aphis illinoisensis* was observed in the locality of Sales (Sgonico, Trieste), 250 m a.s.l..

All specimens were present on only two adjacent young plants of *Vitis vinifera*, in a recently planted vineyard (two years old) of the ‘Malvasia’ variety. The vineyard, which is not grassed, is only treated with sulphur and copper.

Some aphid specimens were collected, determined (BLACKMAN & EASTOP, 2024) and conserved in the entomological collection of the Trieste Natural History Museum (inv. H0499/5).

This is the first report of this alien species for Friuli Venezia Giulia and northern Italy. However, the presence of *Aphis illinoisensis* might have been expected, given that this species has been found in neighbouring Slovenia (SELJAK, 2021) in insular (COCUZZA & BARBAGALLO, 2011) and central Italy (CASIRAGHI A., 2021), as well as in various parts of Europe (MOUTTET & BALMÈS, 2021).

After duly reporting the situation to the Friuli Venezia Giulia Region’s ERSA Plant Protection Service, the situation was monitored with biweekly visits.

The colony, after an initial expansion that never involved any plants other than the first two adjacent ones, was intensely predated by various animals: sparrows, chrysops, hoverflies, hymenoptera and ladybirds. After only a month, not a single specimen remained.

No ant species were noted among the *Aphis illinoisensis* colony in question.

At present, and on the territory under consideration, *Aphis illinoisensis* may be considered an alien but not an invasive species.



Fig. 1: *Aphis illinoisensis* observed near Sales (Sgonico, Trieste)

ACKNOWLEDGMENTS

To Martin Lovrenčič for noticing the unusual presence and allowing continued free access to the terrain, and to Andrea Colla for supporting the collection.

REFERENCES

- BLACKMAN R.L., EASTOP V.F., 2024 - Aphids on World's plants. An online identification and information guide. Online at <http://www.aphidsonworldsplants.info> [accessed 13.07.24]
- CASIRAGHI A., 2021 - First record of the invasive grapevine aphid *Aphis illinoisensis* Shimer, 1866 (Hemiptera: Aphididae) in mainland Italy. *Bonn zoological Bulletin* 70 (2): 373–375. doi.org/10.20363/BZB-2021.70.2.373
- COCUZZA G.E., BARBAGALLO S., 2011 - The appearance of the American aphid, *Aphis illinoisensis*, in grapes in Sicily. *Informatore Agrario* 67 (34): 81–83.
- MOUTTET R., BALMÈS V., 2021 - Un nouveau puceron sur vigne en France: *Aphis illinoisensis* Shimer, 1866 (Hemiptera, Aphididae). *Bulletin de la Société entomologique de France* 126 (2): 206–208.
- SELJAK G., 2021 - Prva najdba črne trtne uši (*Aphis illinoisensis* Shimer, 1866) v Sloveniji (Hemiptera, Aphidoidea: Aphididae). *Acta Entomologica Slovenica* 29: 1.

FIELD OBSERVATIONS AND SHORT NOTES
OSSERVAZIONI NATURALISTICHE E NOTE BREVI

**ALIEN FRESHWATER HYDROZOAN JELLYFISH
CRASPEDACUSTA SOWERBII IN REKA RIVER, SLOVENIA**

NICOLA BRESSI, ANDREA COLLA

Museo Civico Storia Naturale Trieste

Riassunto – Medusa d’acqua dolce aliena, *Craspedacusta sowerbii*, nel fiume Reka/Timavo in Slovenia.

Dopo le prime osservazioni del 2016, nel 2024 si conferma la presenza in Slovenia (Reka / Timavo superiore) della medusa aliena *Craspedacusta sowerbii*.

Keywords: *Craspedacusta sowerbii*, alien hydrozoa, Reka, Slovenia,

In July 2016, some freshwater jellyfish were observed in the Upper Reka River shortly before its sinking near Škocian (Divača, Slovenia). It has not been possible to photograph them, although they were determined as the alien jellyfish of Asian origin *Craspedacusta sowerbii*, which was already present in Italy, Austria, Hungary and Croatia (ABONYI et al., 2008; DIDŽIULIS & ŽUREK, 2013) as well as in multiple locations around the world (DURAND, 2024).

On August 11th 2024, other jellyfish were observed at the same spot and it was possible to film and photograph them.

Environmental DNA (eDNA) analysis by the University of Trieste has detected genetic sequences of *Craspedacusta sowerbii* in samples collected from the water of Reka/Timavo at the bottom of the Luftloch Cave (7477/6442VG in Italy) on July 25th, 2024 (Manfrin, pers. comm.).

These findings not only confirm the identification of *Craspedacusta sowerbii* but also prove the establishment of a naturalized population in the Reka river in Slovenia.



Fig. 1: *Craspedacusta sowerbii* from Reka River (Divača, Slovenia)

ACKNOWLEDGMENTS

Arianna Sbelz for video and picture of the jellyfish; Massimo Avian, Chiara Manfrin, Alberto Pallavicini and Piero Giuliani (University of Trieste, Department of Life Sciences) for identification and eDNA analysis; Marco Restaino, Raffaele Bruschi and the Società Adriatica di Speleologia Trieste for collecting water samples.

BIBLIOGRAFIA

- ABONYI A., KRASZNAI E., KOVÁCS K., PADISÁK J. – 2008: The freshwater jellyfish (*Craspedacusta sowerbii* Lankester, 1880) in Hungarian waters. *Folia Musei Historico Naturalis Bakonyensis*, 25. pp. 19-24. ISSN 0231-035X
- DIDŽIULIS V. & ŽUREK R. - 2013: NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – *Craspedacusta sowerbii*. – From: Online Database of the European Network on Invasive Alien Species – NOBANIS www.nobanis.org, Date of access 18/09/2024.
- DURAND G., 2024 - (propos de Guillaume Marchessaux, spécialiste et enseignant à l'université de Palerme, cité dans l'article) «Faut-il craindre l'invasion des mystérieuses méduses d'eau douce?». On line at: www.20minutes.fr/planete/4107075-20240827-faut-craindre-invasion-mysterieuses-meduses-eau-douce?

FIELD OBSERVATIONS AND SHORT NOTES
OSSERVAZIONI NATURALISTICHE E NOTE BREVI

**PRESENCE OF AN ABUNDANT AND NEW POPULATION OF THE
TICK *HYALOMMA MARGINATUM* NEAR TRIESTE (NE ITALY)
AND KOPER (SW SLOVENIA)**

NICOLA BRESSI, ANDREA COLLA

Museo Civico Storia Naturale Trieste

Riassunto – Presenza di una nuova e consistente popolazione della zecca *Hyalomma marginatum* presso Trieste (Italia NE) e Koper (Slovenia SW). *Hyalomma marginatum* è stata osservata in un gran numero di individui in una landa presso Dolina (Trieste, Italia) e in una presso Rakitovec (Koper, Slovenia). Tali popolazioni risultano di nuovo insediamento, forse a causa del nostro inquinamento climatico.

Keywords: *Hyalomma marginatum*, Italy, Slovenia, Trieste, Koper

Hyalomma marginatum is a Mediterranean tick that has often been found in central and even northern Europe, where it arrives as a result of migratory birds and imported domestic livestock (ECDC, 2024). However, no established populations were known in northern Italy and Slovenia.

In April 2024 two populations of *Hyalomma marginatum* were detected in a meadow heath on Monte Stena, 441 m a.s.l. (Dolina, Trieste, NE Italy) and Nadg-lavinjak, 888 m a.s.l., (Rakitovec, Koper, SW Slovenia).

These populations -which had never been detected in previous years, despite multiple observations in the area- consisted of many individuals that, as typical for *Hyalomma marginatum* (EMELIANOVA, 2006), visually located possible hosts, following them (us) in the open field on trails.

The establishment of such populations of *Hyalomma marginatum* in environments once characterised by very harsh winters, may be attributable to the milder winters resulting from our climate pollution.

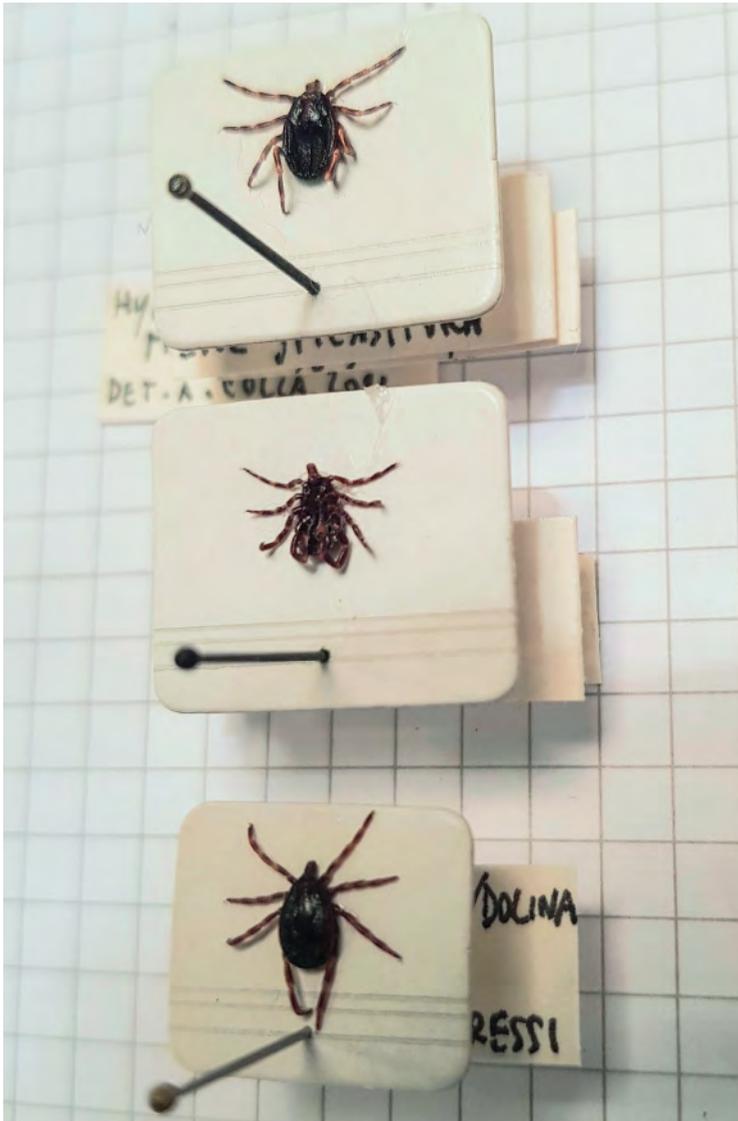


Fig. 1: *Hyalomma marginatum* from Monte Stena (Dolina, Trieste)

REFERENCES

- ECDC, 2024 - *Hyalomma marginatum*, Factsheet for experts. Online at <https://www.ecdc.europa.eu/en/disease-vectors/facts/tick-factsheets/hyalomma-marginatum> [accessed 10.10.24]
- EMELIANOVA I.N., 2006 - Ecology of the tick genus *Hyalomma* Koch 1844 (Acarina: Ixodidae) in Central Caucasus and adjacent territories. State University of Stavropol, 2006.

INDICE

PREFAZIONE	pag. 5
Louis TAVERNE, Luigi CAPASSO	pag. 7
Osteology and relationships of <i>Italoelops foreyi</i> gen., and sp. nov. (Teleostei, Elopiformes) from the Albian (Lower Cretaceous) of Pietraroja (Campania, Southern Italy)	
Luigi CAPASSO	pag. 23
Implicazioni paleoecologiche e paleoambientali della presenza di uova di selacei nell'Hettangiano (Giurassico Inferiore) di Pechgraben (Bayreuth, Germania sudorientale)	
Alceo TARLAO, Rajka RADOIČIĆ†, Giorgio TUNIS	pag. 29
Le rudiste della classica località di Bačevica (Serbia orientale)	
Bruno GREGO, Renato ZAMBURLINI, Andrea COLLA	pag. 95
Le zanzare (Diptera, Culicidae) di Trieste e dintorni (Italia, Friuli venezia giulia)	
Francesca TAMI, Paolo FONTANA, Paola TIRELLO	pag. 103
Ortotteri e mantidi del monte Sabotino (Friuli Venezia Giulia)	
Gianluca RASSATI	pag. 119
Late Season Presence and Oviposition OF <i>Sympetrum striolatum</i> (Charpentier, 1840) in Carnia (Eastern Alps, North-eastern Italy)	
Silvia ROCIO CASTRO-DELGADO, Andrea COLLA	pag. 125
Diversity, abundance and composition of ant species (hymenoptera, formicidae) in selected urban green areas of Trieste (Friuli Venezia Giulia, Italy) in the year 2018	
Claudio BEARZATTO	pag. 159
Contributo alla conoscenza della presenza del Gatto selvatico (<i>Felis silvestris silvestris</i>) in provincia di Pordenone	
Tiziano FIORENZA, Marco CATELLO, Franco CHIUCH, Tania LANZUTTI, Andrea SFORZI	pag. 167
Prima segnalazione per l'Italia di una femmina di Gatto selvatico europeo <i>Felis silvestris silvestris</i> (Schreber 1777) con cinque cuccioli	

FIELD OBSERVATIONS AND SHORT NOTES
OSSERVAZIONI NATURALISTICHE E NOTE BREVI

- Nicola BRESSI pag. 173
First record of the alien aphid, *Aphis illinoisensis*, in northern Italy
- Nicola BRESSI, Andrea COLLA pag. 175
Alien freshwater hydrozoan jellyfish *Craspedacusta sowerbii*
in Reka River, Slovenia
- Nicola Bressi, Andrea COLLA: pag. 177
Presence of an abundant and new population of the tick
Hyalomma marginatum near Trieste

NORME PER GLI AUTORI

Gli Atti del Museo Civico di Storia Naturale di Trieste pubblicano studi, ricerche e osservazioni sulla storia naturale e i rapporti con l'uomo, di specie, ambienti e ecosistemi; in modo particolare se presenti nella Venezia Giulia, nelle regioni nord-adriatiche o nelle collezioni e attività dei Musei Scientifici Triestini. I lavori devono pervenire in formato Word o compatibile a: bibliotecamsn@comune.trieste.it (Atti del Museo Civico di Storia Naturale di Trieste, Via Tomazin 4, I-34139, Trieste, Italia; tel +390406758227/665). Si raccomanda la stesura in lingua inglese o italiana. La Direzione, sentiti i referee, si riserva le decisioni circa la pubblicazione dei lavori. La responsabilità scientifica dei lavori è degli Autori.

LINEE GUIDA

La prima pagina deve contenere, nell'ordine: Titolo del lavoro, scritto in maiuscolo e grassetto; Nome e cognome dell'Autore o degli Autori, scritto in maiuscolo e in tondo; I loro indirizzi, scritti in minuscolo e in tondo; Abstract e Key words (in inglese), con un massimo di 20 righe; deve iniziare con la traduzione in inglese del titolo originale; Riassunto breve e parole chiave (in italiano), con un massimo di 20 righe; Eventuale riassunto in una terza lingua; Testo.

TESTO: il testo deve essere suddiviso in sezioni sempre con titoli in grassetto e sottotitoli in tondo, numerati progressivamente con numeri arabi senza punto finale. Esempi:

1. – Premessa ; 2. – Materiali e metodi ; 3. – Risultati ; 3.1 – Alcune considerazioni sugli Hydroadephaga

FIGURE: Fotografie, grafici, disegni, diagrammi, tavole e tabelle sono considerati figure e vanno indicati progressivamente con i numeri arabi; nel testo i rimandi alle figure vanno indicati nel seguente modo: Fig. 1, Fig. 2,Figg. 1-3 oppure (Fig. 1) ecc.

La loro posizione nel testo deve essere chiaramente indicata.

Le figure devono essere inviate in buona risoluzione, in formato "JPG", "TIF", "PNG" o compatibile, risoluzione minima 300 dpi con le dimensioni di stampa, e devono consentire eventuali riduzioni fino al formato di 117 x 180 mm, compresa la didascalia.

DIDASCALIE E LEGENDE: devono essere riportate su fogli a parte, corredate da traduzione in inglese se il testo è in italiano, e di traduzione in italiano se il testo è in un'altra lingua.

CITAZIONI BIBLIOGRAFICHE: i rimandi alla bibliografia devono essere citati nel testo come negli esempi seguenti:

GRIDELLI (1927) oppure (GRIDELLI, 1927) ; (ZANINI, 1908, 1917; POLLI, ALBERTI, 1969; ABRAMI, 1972) ; VARONE *et al.*, 1922 oppure (VARONE *et al.*, 1992) (quando ci sono più di due Autori). In altre parti del testo (Riassunti, Abstracts, note a piè di pagina, didascalie di Figg.) i rimandi stessi vanno indicati con carattere maiuscolo.

BIBLIOGRAFIA: nella bibliografia i riferimenti devono essere riportati in ordine alfabetico per Autore. Il cognome e l'iniziale del nome dell'Autore sono da comporre con carattere maiuscolo. Più lavori dello stesso Autore devono seguire l'ordine cronologico e se pubblicati nello stesso anno, l'anno va contrassegnato con lettere in ordine alfabetico. Solo i titoli dei periodici e non quelli delle monografie vanno riportati in corsivo. Si vedano i seguenti esempi:

GARBINI A., 1919a - ..., GARBINI A., 1919b - ..., GARBINI A., 1919c - ...

HUXLEY A., 1972 – Piante perenni ed acquatiche. S.A.I.E., Torino. 420 pp.

MAGRINI P., VANNI S., 1992 – Un nuovo *Ocys* dell'Italia meridionale (Coleoptera, Carabidae). *Boll. Soc. ent. Ital., Genova*. 123 (3): 213-216, 1 fig.

NOTE: il testo può essere corredato di note a piè di pagina che devono essere numerate progressivamente.

BOZZE: le correzioni delle bozze di stampa dovranno essere effettuate entro 20 giorni dalla loro consegna.

COPIE: Ogni autore riceverà una copia del volume a stampa e il pdf del suo lavoro.

In presenza di più autori dovrà essere indicato un referente per il contatto con la redazione, assieme al recapito postale, e-mail e telefonico.

GUIDELINES FOR THE AUTHORS

Atti di Trieste Natural History Museum publishes studies, researches, notes and overviews about the natural history and the human dimension of species, ecosystems and environment; mostly concerning the Northern Adriatic regions or the collections and activities of the Scientific Museums of Trieste. Manuscripts must be sent in Word or compatible to bibliotecamsn@comune.trieste.it (Atti del Museo Civico di Storia Naturale di Trieste, Via Tominz 4, I-34139, Trieste, Italia; tel +390406758227/665). The contributions should be written in English or Italian. The Museum, after consulting the referees, reserves the decision about the publication of the papers. The scientific responsibility of the papers belongs to the Authors.

GUIDELINES

The first page must be written as follow: Title of the work capitalized and bold; Name and surname of the Author or Authors capitalized and Roman; Their addresses small Roman; Abstract and key words (in English and/or Italian) up to a maximum of 20 lines; Possible summary in a third language; Text.

TEXT: the text can be subdivided in sections always with the titles in bold and subtitles in Roman, progressively numbered with Arabic numbers without full stop. Examples:

1. – Introduction ; 2. – Materials and methods ; 3. – Results ; 3.1 – some considerations on Hydroadephaga

FIGURES: Photographs, Charts, Drawings, Diagrams, Plates, Tables, Slides have to be considered as Figures and numbered progressively by Arabic numbers; in the text, the references marks to the figures have to be indicated as follows:

Fig. 1, Fig. 2,Figg. 1-3 or (Fig. 1) etc. The figures position in the text has to be clearly indicated. Figures have to be sent in high quality "JPG", "TIF", "PNG" or compatible extension, minim 300 dpi with the print dimension, and have to enable reductions to 117 x 180 mm dimensions, captions included.

CAPTIONS AND KEYS: they have to be supplied on different pages, with English translation if the main text is in a different language. The captions have to be numbered with the indications concerning their positioning in the text.

BIBLIOGRAPHICAL REFERENCES: the reference marks to the bibliography have to be mentioned in the text as in following examples: GRIDELLI (1927) or (GRIDELLI 1927) ; (ZANINI, 1908, 1017; POLLI, ALBERTI, 1969; ABRAMI, 1972) ; VARONE *et al.*, 1922 or (VARONE *et al.*, 1922) (when there are more than two authors).

In other parts of the text (summaries, abstracts, footnotes, captions) the same reference marks have to be indicated in capital letters.

BIBLIOGRAPHY: in the Bibliography reference marks have to be drawn in alphabetical order according to the author. The surname and the first letter of the name of the Author have to be in capital letters. More works by the same Author have to follow the chronological order and, if published in the same year, the year has to be marked with letters, in alphabetical order. Only the magazines titles have to be written in *italics*, and not the titles of the monographs. Please see the following examples:

GARBINI A., 1919a - ..., GARBINI A., 1919b - ..., GARBINI A., 1919c - ...

HUXLEY A., 1972 – Pianta perenni ed acquatiche. S.A.I.E., Torino. 420 pp.

MAGRINI P., VANNI S., 1992 – Un nuovo *Ocys* dell'Italia meridionale (Coleoptera, Carabidae). *Boll. Soc. Ent. Ital., Genova* 123 (3): 213-216, 1 fig.

FOOTNOTES: the text can be completed with footnotes that have to be progressively numbered.

PROOFS: proofs have to be corrected and returned to the Editor within 20 days upon receipt.

COPIES: the Authors will receive one printed copy of the volume plus a pdf copy of their works.

In case of more than one Author, one person will be the main contact with the Editor (address, e-mail and phone number must be indicated).



Finito di stampare nel mese di dicembre 2024 da Grafiche Filacorda, Udine



comune di trieste

ISSN: 0365-1576
COPIA OMAGGIO