

I CHIROTTERI DEL TORRENTE GARZA (LOMBARDIA, BRESCIA). RISULTATI PRELIMINARI

VINCENZO FERRI^{*1,2}, CHRISTIANA SOCCINI¹

Parole chiave – Chiroteri, Torrente Garza, Brescia, rilevamento bioacustico.

Key words – Chiroptera, Garza Torrent, Brescia, bioacoustic survey.

Riassunto – Si presentano i risultati preliminari delle ricerche sui Chiroteri presenti, per spostamento o foraggiamento, lungo il corso del Torrente Garza, che origina dalle Prealpi Bresciane e dopo aver attraversato la città di Brescia ed il territorio dei comuni di Lumezzane, Agnosine, Caino, Nave, Bovezzo, Brescia, Borgosatollo, Castenedolo, Ghedi e Calvisano, conclude il corso nell'alta pianura, con un percorso di circa 45 km. L'area nell'immediato intorno del torrente è fortemente urbanizzata, con un'importante presenza industriale rappresentata da acciaierie e cartiere, di cui alcune ormai dismesse. Il Garza rappresenta per lunghi tratti l'unica linea di permeabilità ecologica e di collegamento tra i residui elementi di naturalità di questo settore del territorio bresciano. Sono state indagate 33 stazioni distribuite in tre tratti abbastanza distinti: montano, pedemontano e di pianura. I rilevamenti con *bat detector* hanno permesso di contattare 10 taxa; *Pipistrellus kuhlii*, *P. pipistrellus* e *Hypsugo savii* sono risultate le specie più comuni; la più alta diversità è nel tratto montano, mentre è risultata interessante la frequentazione dell'area di spaglio finale, tra Ghedi e Calvisano, di *Miniopterus schreibersii* e *Tadarida teniotis*. Lo studio vuole essere un ulteriore approccio metodologico per la valutazione della qualità ecologica di questo corso d'acqua.

Abstract – *Chiroptera of Garza Torrent (Lombardy, Brescia). Preliminary results.*

We present the first results of a survey on bats foraging or moving along the course of Garza creek, which originates from the Brescia Prealps and after having crossed the city of Brescia and the territory of other nine municipalities (Lumezzane, Agnosine, Caino, Nave, Bovezzo, Borgosatollo, Castenedolo, Ghedi and Calvisano), concludes its course in the upper plain, with a length of about 45 km. The area in the immediate vicinity of the stream is highly urbanized, with an important industrial presence represented by steel and paper mills, some of which are now abandoned. Garza creek represents for long stretches the sole line of ecological permeability and connection between the residual elements of naturalness of this sector of the Brescia area. We sampled in 33 sites, distributed in three quite distinct creek sections: mountain, foothills and plains. Bat detectors made it possible to contact 10 taxa; *Pipistrellus kuhlii*, *P. pipistrellus* and *Hypsugo savii* were the most common species; the highest diversity is in the mountain stretch, while the attendance of the final overflow area, between Ghedi and Calvisano, of *Miniopterus schreibersii* and *Tadarida teniotis* was interesting. The study aims to be a further methodological approach for assessing the ecological quality of this water course.

INTRODUZIONE

I chiroteri sono i mammiferi europei a più alto rischio di estinzione poiché richiedono la tutela di molteplici habitat a causa della loro forte specializzazione, della particolare biologia e della vulnerabilità alle rapide modificazioni dell'ambiente e all'interazione con le attività antropiche (HUTSON *et al.*, 2001).

Tra le principali minacce alla biodiversità del gruppo figurano l'alterazione, la frammentazione e la distruzione dei loro habitat di caccia e di rifugio, l'impiego sempre più massiccio di biocidi e di altri trattamenti chimici in agricoltura (CLARK, 1981; O'SHEA & JOHNSON, 2009), nonché le oscillazioni climatiche (ADAMS, 2010; LUČAN *et al.*, 2013) cui si aggiunge la persecuzione diretta da parte dell'uomo, alimentata da scarsa conoscenza scientifica supplita da stereotipi e pregiudizi (WILSON, 1997; NOWAK, 1999). In particolare l'agricoltura intensiva può essere considerata una delle principali cause di riduzione dei chiroteri europei avviatasi durante la seconda metà del XX secolo, a causa dell'uso di prodotti

chimici che ha ridotto drasticamente la disponibilità delle prede.

Per questo i pipistrelli sono ottimi bioindicatori e possono essere utilizzati come indicatori ecologici della qualità dell'habitat (JONES *et al.*, 2009; JONES, 2012; RUSSO & JONES, 2015). Questa possibilità è stata evidenziata e promozionata a livello internazionale da EUROBATS e BatLife Europe, ma sono necessarie ulteriori ricerche in questo campo. Ricerche sempre più favorite dai progressi delle metodologie di rilevamento come il campo del monitoraggio acustico dei pipistrelli, grazie alla disponibilità di strumenti sempre più sofisticati, poco ingombranti e relativamente economici, come i *bat detector* ed i microfoni ultrasonici (FRASER *et al.*, 2020).

L'opportunità di svolgere a partire dall'estate del 2017 campionamenti acustici con *bat detector* lungo l'intero corso del Torrente Garza, ha permesso di fornire un primo inquadramento della chiroterofauna di questo territorio, offrendo un ulteriore approccio metodologico per la valutazione della qualità ecologica di questo ed altri minacciati corsi d'acqua bresciani.

¹Centro Studi Naturalistici Bresciani

²L.Z.B.E., Dipartimento di Biologia, Univ. Roma 2 "Tor Vergata" - via Cracovia 3, Roma - *✉ drvincenzoferr@gmail.com

MATERIALI E METODI

L'Area di studio

Il bacino del Torrente Garza

Il Torrente Garza è un corso d'acqua che nasce da più sorgenti, a quote variabili tra 1200 e 710 m s.l.m., situate alla testata della Val Serpendolo, sul versante meridionale del Monte Prealpa, nel comune di Lumezzane. Percorsa la Val Bertone, si immette nella Valle del Garza, seguendo poi la Statale 237 del Caffaro. Nel tratto montano il Garza scorre tra ripidi versanti boscati a formare una valle molto stretta, dal percorso abbastanza tortuoso e con pendenza piuttosto elevata tra l'8 e il 4% (GROTTOLO *et al.*, 2000). Nel territorio del Comune di Caino riceve piccoli affluenti tra i quali il Surago, il Pusiglie, il Re, il Viur, il Merolta. Dopo circa 20 chilometri raggiunge la periferia di Brescia ove la vallata si apre lasciando spazio a prati e campi coltivati; poco prima della città, per dare sicurezza in caso di possibili piene eccezionali, uno scolmatore può immettere gran parte dell'acqua direttamente nel Fiume Mella. Dopo aver attraversato tutta la città di Brescia, con molti tratti sotterranei, scorre attraverso i comuni di pianura in aree agricole dominate da monoculture intensive, ma anche in prossimità dei

due aeroporti di Ghedi (militare) e Montichiari (civile). Prima di raggiungere l'abitato di Calvisano, il Garza si disperde nei terreni ghiaiosi della campagna, dopo aver percorso in totale circa 45 chilometri. L'ambito territoriale considerato è estremamente diversificato, interessato da aree naturali protette e aree fortemente antropizzate e degradate, soprattutto a causa della presenza di industrie attive o dismesse. Nonostante un relativo miglioramento generale negli ultimi anni, il Torrente Garza ha acque di buona qualità solo nella parte alta del suo corso, mentre nella parte media e bassa le acque risultano inquinate, a causa degli scarichi civili e industriali che tuttora riceve. La situazione, molto probabilmente, è appena migliorata rispetto ai risultati di studi precedenti (GROTTOLO & MAZZOLDI, 1992; GROTTOLO *et al.*, 2000).

I Punti di rilevamento

Sono state individuate 33 stazioni (Fig. 1), delle quali 31 pertinenti il corso del Torrente Garza e due presso importanti pozze d'abbeverata poste in corrispondenza con il tratto sorgentizio, nei comuni di Nave (Pozza Cocca, m 831 s.l.m.) e di Lumezzane (Pozza Le Poffe, m 969 s.l.m.) (Tab. I, Fig. 1-2). Tra le diverse stazioni la distanza media, in linea d'aria, è di circa 1332 metri (range 170-3984 m).

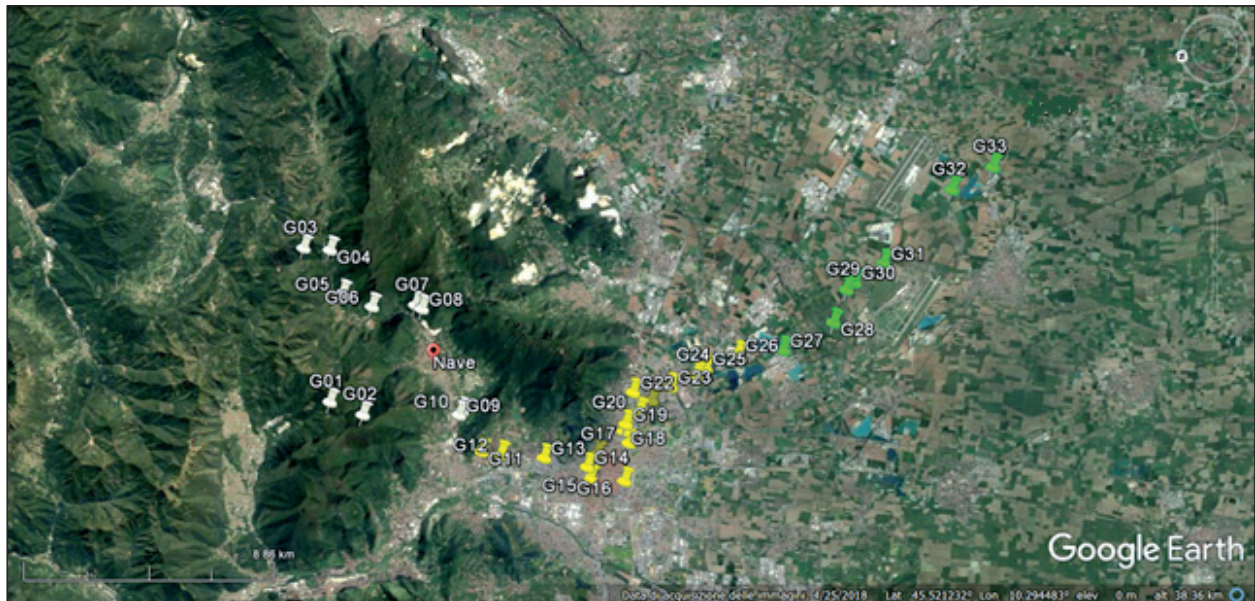


Fig. 1 - Localizzazione delle stazioni di rilevamento considerate lungo il corso del Torrente Garza (v. Tab. I-IV).

Schematicamente, in base alle caratteristiche fisiche, le 33 stazioni considerate possono essere suddivise in tre gruppi:

1) Tratto Montano: comprende le due pozze, Cocca e Le Poffe, che sono situate alla stessa fascia altitudinale e situazione ambientale del tratto sorgentizio del Garza, che risulta di difficile accesso, e 8 stazioni in cui il corso d'acqua è caratterizzato da una facies torrentizia con corrente medio-forte, con substrato a ciottoli, larghezza e

profondità molto limitate;

2) Tratto pedemontano/urbano: 15 stazioni caratterizzate da corrente moderata, letto a ciottoli e ghiaia, profondità e larghezza lievemente maggiori rispetto a quelle del tratto precedente; queste stazioni ricadono tutte nel territorio urbano di Brescia;

3) Tratto di pianura: 8 stazioni caratterizzate da assenza di turbolenza, corrente molto ridotta, larghezza e profondità, di solito, molto maggiori che nei tratti precedenti.

Stazione	Località	Comune	fondo: caratteristiche	corrente
G01	Pozza Cocca di Nave	Nave	limo	nulla
G02	Pozza Le Poffe	Lumezzane	limo	nulla
G03	Val Bertone	Agnosine	massi e ciottoli	elevata
G04	Val Bertone/SP 237	Caino	massi e ciottoli	medio-elevata
G05	abitato Caino	Caino	cemento-massi-ciottoli	medio-elevata
G06	Via Bagnolo Caino	Caino	ciottoli	medio-elevata
G07	Pieve Vecchia	Nave	cemento-ciottoli	medio-elevata
G08	Vecchia cartiera	Nave	ciottoli	media
G09	Via San Giuseppe Bovezzo	Bovezzo	ciottoli - limo	media
G10	Vasca Volano	Nave	ciottoli - limo	media

Tab. I - **Tratto Montano (1)**. Le stazioni individuate per i rilevamenti dei Chiroterri nel **Tratto Montano** (G01-G10) del Torrente Garza. Descrizione e caratteristiche generali.

Stazione	Località	Comune	fondo: caratteristiche	corrente
G11	via Sant' Antonio	Brescia	ciottoli-parziale cementificazione	lenta
G12	Cimitero Mompiano	Brescia	ciottoli-ghiaia	media
G13	Hotel Impero	Brescia	ciottoli-parziale cementificazione	media
G14	Piazza C. Battisti	Brescia	ciottoli-parziale cementificazione	media
G15	Via Leonardo da Vinci	Brescia	ciottoli-parziale cementificazione	media
G16	Via Fratelli Ugoni	Brescia	cementato-lastricato	media
G17	Via XXV Aprile	Brescia	ciottoli - ghiaia - limo	media
G18	Piazzale Canton Mombello	Brescia	ciottoli - limo	media
G19	Via Mantova	Brescia	ciottoli - limo	lenta
G20	Via San Polo	Brescia	ciottoli - limo	lenta
G21	Via Brunelleschi	Brescia	cemento-limo	lenta
G22	Via Giorgione	Brescia	limo - sabbia	lenta
G23	Via Cadizzoni	Brescia	limo - sabbia	lenta
G24	Via Ponte	Brescia	ciottoli - sabbia - limo	lenta
G25	Via Casotti	Brescia	limo	lenta

Tab. II - **Tratto Pedemontano (2)**. Le Stazioni individuate per i rilevamenti dei Chiroterri nel **Tratto Pedemontano** del corso del Torrente Garza. Descrizione e caratteristiche generali.

Stazione	Località	Comune	fondo: caratteristiche	corrente
G26	Via Bettole	Borgosatollo	ciottoli - sabbia - limo	lenta
G27	Loc. Fornasette	Castenedolo	limo	lenta
G28	Depuratore-Cascina Dusi	Castenedolo	limo	lenta
G29	Via Strada Quarti	Ghedi	limo	lenta
G30	S.P. 66	Ghedi	limo	lenta
G31	Loc. Motta Nuova - Invaso	Ghedi	limo	lenta
G32	Via T. Tasso	Ghedi	limo	lenta
G33	Via Brescia	Calvisano	limo	lenta

Tab. III - **Tratto Pianura (3)**. Le Stazioni individuate per i rilevamenti dei Chiroterri nel **Tratto di Pianura** del corso del Torrente Garza. Descrizione e caratteristiche generali.

G01	G02	G03	G04	G05	G06	G07	G08	G09
45.623007°	45.613455°	45.622106°	45.613977°	45.612614°	45.604186°	45.590481°	45.588679°	45.583297°
10.271337°	10.262806°	10.342426°	10.339326°	10.318775°	10.310368°	10.307373°	10.305191°	10.254586°
831	969	462	419	355	312	255	252	197
G10	G11	G12	G13	G14	G15	G16	G17	G18
45.582200°	45.578500°	45.572454°	45.559289°	45.546270°	45.546034°	45.535466°	45.531868°	45.532720°
10.256100°	10.236304°	10.233471°	10.228246°	10.220527°	10.215329°	10.211077°	10.227768°	10.233424°
195	180	173	162	153	149	138	138	136
G19	G20	G21	G22	G23	G24	G25	G26	G27
45.531692°	45.526711°	45.522201°	45.515434°	45.506814°	45.503418°	45.492491°	45.478120°	45.460603°
10.236426°	10.240970°	10.244821°	10.249331°	10.252322°	10.254587°	10.257939°	10.256243°	10.264313°
131	128	128	122	122	119	118	118	117
G28	G29	G30	G31	G32	G33			
45.454664°	45.451758°	45.441366°	45.415644°	45.401444°	45.386423°			
10.277887°	10.280481°	10.286462°	10.313582°	10.320208°	10.339575°			
114	113	109	97	87	83			

Tab. IV - Le 33 stazioni individuate per i rilevamenti dei Chiroterri lungo il corso del Torrente Garza: localizzazione del punto di monitoraggio (latitudine, longitudine, altitudine m s.l.m.).



Fig. 2 - Alcune delle stazioni individuate per la ricerca sui Chiroteri lungo il corso del Torrente Garza (v. Tab. I-IV).

MATERIALI E METODI DI RICERCA

L'attività acustica dei Chiroteri è stata registrata in *real time* nei mesi estivi, tra giugno e settembre, del biennio 2017-2018 con almeno 1 sessione positiva per ciascun stazione individuata (Tabella I-IV), utilizzando 2 microfoni ultrasonici Ultramic 384K (Dodotronic, Castel Gandolfo, Roma) e 1 bat detector D1000X (Pettersson Elektronik AB, Uppsala, Sweden), ad una frequenza di campionamento di 384 kHz, producendo per ciascun evento ultrasonico un file .wav su scheda (*compact flash CF* o *secure digital SD*, in dipendenza dallo strumento utilizzato), della durata di 5 secondi (D1000X) o di 1 minuto (Ultramic 384K).

In ogni stazione, lo strumento di rilevamento è stato posizionato, quando possibile, presso una delle sponde del corso d'acqua; in alternativa su uno dei lati del ponte sovrastante il suo alveo, e lasciato in registrazione automatica in un punto poco visibile; nel caso di sito disturbato per la presenza di persone, si è preferito vigilare lo strumento ed interrompere le registrazioni dopo almeno 4 ore dall'attivazione. In generale, gli apparecchi sono stati programmati quando possibile per attivarsi mezz'ora dopo il tramonto, e spegnersi mezz'ora prima dell'alba. In questo lavoro sono stati considerati solo i contatti acustici registrati dall'inizio di ciascuna sessione (20:30

fino alle 00:30 per un totale quindi di 4 ore di rilevamento. Nel caso di ripetizione di una sessione è stata considerata quella che ha portato al maggior numero di eventi ultrasonori registrati.

In caso di malfunzionamento degli apparecchi, di improvviso maltempo, o di altra causa di sospensione la sessione è stata ripetuta nei giorni immediatamente successivi. In alcune stazioni, per verificare il risultato dei rilevamenti precedenti, sono state effettuate repliche. I campionamenti sono avvenuti solo in serate con almeno 10 °C di temperatura dell'aria, bassa velocità di vento (<4 m/s) e senza pioggia. Prima di passare all'identificazione dei Chiroteri a livello di specie o gruppi di specie, si è provveduto a gestire e archiviare i file audio relativi alle registrazioni. Per il *bat detector* Pettersson è stato necessario rinominare i file indicando la data e l'ora in cui erano stati generati (ultima modifica) nel formato YYYYMMDD_HHMMSS. Per questo è stato utilizzato il *software* Bulk Rename Utility <https://www.bulkrenameutility.co.uk/Download.php>. Per il *bat detector* Ultramic, invece, si è dovuto suddividere i singoli file prodotti dalla registrazione in continuo (e quindi di grandi dimensioni), in file standard della durata di 5 s con il *software* Kaleidoscope <https://www.wildlifeacoustics.com/products/kaleidoscope-pro>.

È stata quindi effettuata una pre-identificazione, uti-

lizzando *software* per la classificazione automatica (Kaleidoscope; SonoChiro), di utilizzo comune e dei quali è nota la soglia di affidabilità (TOFFOLI & RUGHETTI, 2017); l'identificazione definitiva è avvenuta in modo supervisionato tramite il *software* BatSound vers. 4.03 (Pettersson Elektronik AB, Uppsala, Sweden), generando oscillogrammi, spettri di potenza e spettrogrammi per misurare le diverse variabili acustiche, secondo BARATAUD (2015).

Per quanto riguarda il genere *Myotis* non si è proceduto alla identificazione a livello specifico, vista la difficoltà nella determinazione (RUSSO & JONES, 2002), ma i contatti acustici sono stati suddivisi tra quelli originati da *Myotis* di piccola e media taglia, denominati *Myotis* HF, e *Myotis* di grossa taglia (*Myotis myotis* e *M. blythii/oxynathus*) denominati *Myotis* LF.

Per le analisi si è proceduto a confrontare il numero di contatti/ora (Indice di Frequentazione, IF) rilevati in ciascuna stazione, considerando come contatto una sequenza acustica della durata di 5 secondi. I contatti sono stati a loro volta suddivisi in passaggi (transiti senza attività di caccia) e *feeding buzz* (evento di cattura preda), considerando quest'ultimo come indicatore dell'attività di alimentazione. Gli IF complessivi per stazione e per specie sono stati infine rapportati alle classi di abbondanza relativa espresse secondo TONG CHI PAN (2017) (Tab. V). Per ogni tratto fluviale (Montano, Pedemontano, Pianura) sono state calcolate le seguenti metriche univariate di diversità: indice di diversità di Shannon-Wiener (H'), ricchezza non normalizzata (S), evenness (E), ricchezza normalizzata di Margalef (DM) (per una revisione degli indici, vedi MAGURRAN, 2004).

attività totale IF _{tot}	attività per specie	classe di abbondanza relativa		valore
0	0	<i>no bat abundance</i>	Assenza	0
1-40	1-20	<i>low bat abundance</i>	Bassa	1
41-80	21-40	<i>intermediate bat abundance</i>	Intermedia	2
>80	>40	<i>high bat abundance</i>	Elevata	3

Tab. V - Classi di abbondanza relativa per la valutazione dell'attività registrata per ciascuna specie di chiroterri e per ciascuna stazione indagata (adattata da TONG CHI PAN, 2017).

RISULTATI

Durante un totale di 132 ore di sessioni di rilevamento bioacustico, del 2017, nelle 33 stazioni lungo il corso del Torrente Garza, sono stati registrati 1838 *bat passes* (BP) di chiroterri, identificando 10 taxa di cui 8 a livello di specie, 1 a livello di genere (*Myotis* HF) ed 1 a livello di gruppo (*Pipistrellus kuhlii/nathusii*) per la difficoltà di distinzione dei segnali acustici tra queste due specie (Tab. VI). Essi sono: *Rhinolophus ferrumequinum*, *Myotis* HF (ascrivibile quasi sicuramente a

Myotis daubentonii nel Tratto Montano), *Eptesicus serotinus*, *Pipistrellus pipistrellus*, *P. kuhlii*, *P. kuhlii/nathusii*, *Hypsugo savii*, *Miniopterus schreibersii* e *Tadarida teniotis*. Secondo la Lista Rossa dei Vertebrati Italiani (RONDININI *et al.*, 2013), per quanto riguarda lo stato di conservazione, si tratta di 2 specie Vulnerabili (VU, *Rhinolophus ferrumequinum* e *Miniopterus schreibersii*), e di due quasi minacciate (NT: *Eptesicus serotinus* e *Nyctalus leisleri*). *Pipistrellus kuhlii*, con 908 BP (49,4%) è la specie prevalente, seguita da *Hypsugo savii* con 431 BP (23,45%) e da *P. pipistrellus* con 335 BP (18,23%).

specie	Numero Bat Passes			totale BP	% totale
	tratto Montano	tratto pedemontano	Tratto in pianura		
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	2	0	0	2	0,11
<i>Myotis</i> HF	9	6	4	19	1,03
<i>Eptesicus serotinus</i>	16	2	0	18	0,98
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	218	474	216	908	49,40
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	124	152	59	335	18,23
<i>Pipistrellus kuhlii/nathusii</i>	56	23	2	81	4,41
<i>Hypsugo savii</i>	152	190	89	431	23,45
<i>Nyctalus leisleri</i>	4	0	0	4	0,22
<i>Miniopterus schreibersii</i>	2	0	10	12	0,65
<i>Tadarida teniotis</i>	5	11	12	28	1,52
BP_{tot}	588	858	392	1838	

Tab. VI - Numero di contatti acustici (BP) registrati per ciascuna specie nei tre tratti del Torrente Garza durante i rilevamenti bioacustici dei Chiroterri nei mesi estivi del 2017.

L'Indice di Frequentazione generale (IFtot) rilevato è pari a 13,92 BP/h (range: 1-30,75 BP/h). L'attività complessiva (numero medio di contatti ora per tutti i taxa) non è risultata differente nei tre tratti del Garza. Nelle tabelle VII-IX rispettivamente l'attività registrata in ciascuna stazione dei tratti Montano, Pedemontano e Pianura. In tutte le stazioni l'abbondanza relativa dei Chiroteri è risultata "Bassa". *Myotis HF*, *Rhinolophus ferrumequinum* e *Nyctalus leisleri* sono stati rilevati solo nel tratto Montano, che presenta una maggiore ricchezza specifi-

ca rispetto agli altri due tratti indagati (Tab. X). In tale tratto esistono una più alta diversità (H'), ricchezza (S) e ricchezza normalizzata (DM) di chiroteri, comparata con il tratto pedemontano-urbano, il più povero tra tutti (Tab. X). L'evenness (E) diminuisce progressivamente dal tratto Montano alla Pianura al tratto Pedemontano-Urbano, indicando una progressiva concentrazione delle frequenze in poche specie dominanti. Ciò indica uno stress della comunità di Chiroteri, probabilmente indotto dalla forte urbanizzazione (RUSSO & ANCILLOTTO, 2015).

specie	G01	G02	G03	G04	G05	G06	G07	G08	G09	G10
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myotis HF</i>	2	2	1	3	0	0	0	1	0	0
<i>Eptesicus serotinus</i>	0	0	0	1	3	5	7	0	0	0
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	6	14	8	14	6	41	13	32	29	55
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	22	18	12	6	11	8	9	10	7	21
<i>Pipistrellus kuhlii/nathusii</i>	8	7	1	21	4	2	4	2	0	7
<i>Hypsugo savii</i>	18	11	0	12	21	22	21	14	16	17
<i>Nyctalus leisleri</i>	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0
<i>Miniopterus schreibersii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Tadarida teniotis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
BPtot	58	52	22	58	45	78	57	59	52	107
IFtot	14,50	13,00	5,50	14,50	11,25	19,50	14,25	14,75	13,00	26,75
Classe di abbondanza	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tab. VII - Numero di contatti acustici (BP) registrati per ciascuna specie durante i rilevamenti bioacustici dei Chiroteri nelle stazioni individuate del **Tratto Montano** (1) del Torrente Garza. BPtot= numero totale di contatti acustici nella stazione; IFtot= indice di frequentazione nella stazione (BPtot/h).

specie	G11	G12	G13	G14	G15	G16	G17	G18	G19	G20	G21	G22	G23	G24	G25
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myotis HF</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0
<i>Eptesicus serotinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	44	66	14	68	38	30	14	19	9	67	30	6	28	18	23
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	31	17	3	14	12	0	7	13	8	11	20	14	2	0	0
<i>Pipistrellus kuhlii/nathusii</i>	2	4	0	3	8	2	0	1	0	3	0	0	0	0	0
<i>Hypsugo savii</i>	12	27	20	6	28	16	8	11	6	29	12	8	2	0	5
<i>Nyctalus leisleri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Miniopterus schreibersii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tadarida teniotis</i>	0	3	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0
BPtot	89	117	37	91	87	48	29	44	25	123	62	28	32	18	28
IFtot	22,25	29,25	9,25	22,75	21,75	12,00	7,25	11,00	6,25	30,75	15,50	7,00	8,00	4,50	7,00
Classe di abbondanza	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tab. VIII - Numero di contatti acustici (BP) registrati per ciascuna specie durante i rilevamenti bioacustici dei Chiroteri nelle stazioni individuate del **Tratto Pedemontano** (2) del Torrente Garza. BPtot= numero totale di contatti acustici nella stazione; IFtot= indice di frequentazione nella stazione (BPtot/h).

specie	G26	G27	G28	G29	G30	G31	G32	G33
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myotis HF</i>	4	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eptesicus serotinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	32	6	18	16	4	72	30	38
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	0	0	2	12	0	9	8	28
<i>Pipistrellus kuhlii/nathusii</i>	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Hypsugo savii</i>	0	8	0	14	0	27	18	22
<i>Nyctalus leisleri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Miniopterus schreibersii</i>	0	0	0	0	0	8	2	0
<i>Tadarida teniotis</i>	0	0	0	0	0	6	2	4
BPtot	36	14	20	42	4	122	60	94
IFtot	9,00	3,50	5,00	10,50	1,00	30,50	15,00	23,50
Classe di abbondanza	1	1	1	1	1	1	1	1

Tab. IX - Numero di contatti acustici (BP) registrati per ciascuna specie durante i rilevamenti bioacustici dei Chiroterri nelle stazioni individuate del **Tratto Pianura** (3) del Torrente Garza. BPtot= numero totale di contatti acustici nella stazione; IFtot= indice di frequentazione nella stazione (BPtot/h).

Tratto Montano	BP	S	fr	lnfr	H'
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	2	=n1	0,003759	-5,5835	-0,02099
<i>Myotis HF</i>	9	=n2	0,016917	-4,07942	-0,06901
<i>Eptesicus serotinus</i>	16	=n3	0,030075	-3,50405	-0,10539
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	218	=n4	0,409774	-0,89215	-0,36558
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	124	=n5	0,233083	-1,45636	-0,33945
<i>Pipistrellus kuhlii/nathusii</i>	56	=n6	0,105263	-2,25129	-0,23698
<i>Hypsugo savii</i>	152	=n7	0,285714	-1,25276	-0,35793
<i>Nyctalus leisleri</i>	4	=n8	0,007519	-4,89035	-0,03677
<i>Miniopterus schreibersii</i>	2	=n9	0,003759	-5,5835	-0,02099
<i>Tadarida teniotis</i>	5	=n10	0,009398	-4,66721	-0,04386
BPtot	588	10		H'	1,59696
				E	0,69487
				DM	1,41138

Tratto Pedemontano-Urbano	BP	S	fr	lnfr	H'
<i>Myotis HF</i>	6	=n1	0,007186	-4,93567	-0,03547
<i>Eptesicus serotinus</i>	2	=n2	0,002395	-6,03428	-0,01445
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	474	=n3	0,567665	-0,56622	-0,32143
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	152	=n4	0,182036	-1,70355	-0,31011
<i>Pipistrellus kuhlii/nathusii</i>	23	=n5	0,027545	-3,59194	-0,09894
<i>Hypsugo savii</i>	190	=n6	0,227545	-1,48041	-0,33686
<i>Tadarida teniotis</i>	11	=n7	0,013174	-4,32954	-0,05704
BPtot	858	7		H'	1,17429
				E	0,60126
				DM	0,88828

Tratto Pianura	BP	S	fr	lnfr	H'
<i>Myotis HF</i>	4	=n1	0,010256	-4,57985	-0,04697
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	216	=n2	-0,3284	0,553846	-0,59087
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	59	=n3	-0,28502	0,151282	-1,88861
<i>Pipistrellus kuhlii/nathusii</i>	2	=n4	-0,02693	0,005128	-5,273
<i>Hypsugo savii</i>	89	=n5	-0,33662	0,228205	-1,47751
<i>Miniopterus schreibersii</i>	10	=n6	0,025641	-3,66356	-0,09394
<i>Tadarida teniotis</i>	12	=n7	0,030769	-3,48124	-0,10712
BPtot	392	7		H'	1,2252
				E	0,62696
				DM	1,00481

Tab. X - Indici di diversità di Shannon-Wiener (H'), ricchezza non normalizzata (S), evenness (E) e ricchezza normalizzata di Margalef (DM) in ciascun tratto del Torrente Garza considerato rispetto al totale dei contatti acustici (BP) e delle relative frequenze (fr) registrati per ciascuna specie durante i rilevamenti bioacustici 2017 dei Chiroterri.

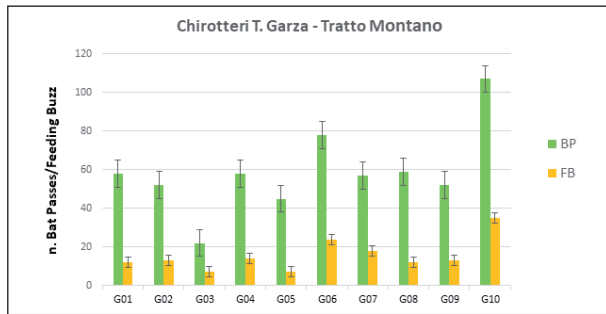


Fig. 3 - Numero di contatti acustici (BP) e di feeding buzz (FB) dei Chiroteri registrati in ciascuna stazione del Tratto Montano (1) del Torrente Garza durante i rilevamenti dei mesi estivi del 2017.

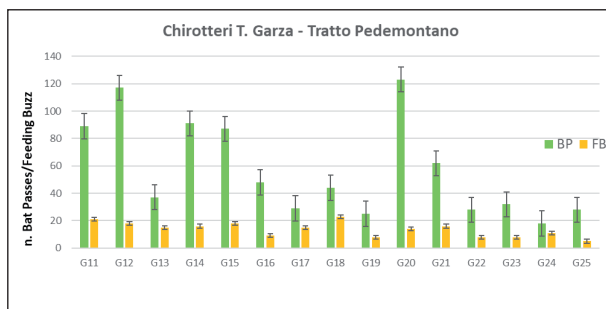


Fig. 4 - Numero di contatti acustici (BP) e di feeding buzz (FB) dei Chiroteri registrati in ciascuna stazione del Tratto Pedemontano (2) del Torrente Garza durante i rilevamenti dei mesi estivi del 2017.

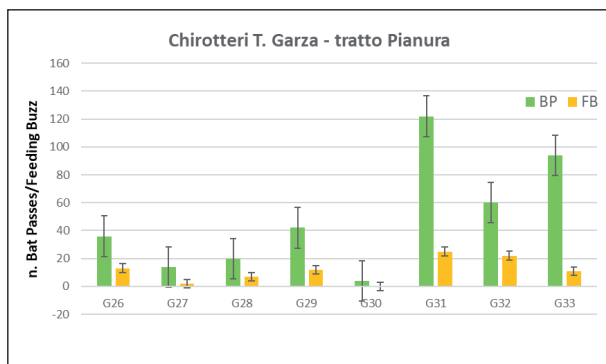


Fig. 5 - Numero di contatti acustici (BP) e di feeding buzz (FB) dei Chiroteri registrati in ciascuna stazione del Tratto Pianura (3) del Torrente Garza durante i rilevamenti dei mesi estivi del 2017.

CONCLUSIONI

Questa ricerca si inserisce nel percorso di approfondimento delle conoscenze sulla presenza e distribuzione dei chiroteri che gli autori stanno svolgendo in territorio bresciano (FERRI & SOCCINI, 2019). Come indicato nel recente “Piano d’Azione per i chiroteri in Lombardia” (SPADA *et al.*, 2018) per molte specie, anche ad elevata priorità di conservazione nella regione, i dati disponibili risultano ancora troppo esigui per permettere una valutazione della consistenza delle popolazioni. L’indiscutibile

e riconosciuta funzione dei Chiroteri di indicatori ecologici (RUSSO & JONES, 2015; RUSSO & ANCILLOTTO, 2015) può fornire una nuova lettura della qualità degli ambienti studiati e monitorati, grazie alla rapida evoluzione delle metodologie di rilevamento bioacustico di questi mammiferi (FRASER *et al.*, 2020). I risultati qui presentati confermano il campionamento acustico di almeno 10 taxa, tra cui due specie di Valore di Priorità Complessiva (VPC) pari a 11 (D.G.R. n. 7/4345 del 20/04/2001) e cioè *Pipistrellus nathusii* e *Miniopterus schreibersii*, e 3 specie con VPC 10 e cioè *Rhinolophus ferrumequinum*, *Nyctalus leisleri* e *Tadarida teniotis*. La ricchezza specifica è comunque maggiore nel tratto montano del Torrente Garza grazie alla buona copertura forestale e alla situazione ottimale delle sue acque almeno fino al termine della Val Bertone (Tab. VII). Proprio in questo tratto sono stati registrati i passaggi di due specie spiccatamente forestali, *Rhinolophus ferrumequinum* e *Nyctalus leisleri*. Le acque del Garza subiscono un rapido peggioramento nel tratto successivo a causa degli insediamenti industriali ed artigianali, degli scarichi fognari dei comuni attraversati (GROTTOLO & MAZZOLDI, 1992) e raggiungono una pessima qualità nel tratto finale, dove si riversano i reflui zootecnici e il dilavamento dei suoli agricoli (GROTTOLO *et al.*, 2000). I rilevamenti in questi due tratti hanno visto la dominanza di specie adattabili e considerate sinantropiche, come *Pipistrellus kuhlii*, che è stata campionata in tutte le stazioni, *P. pipistrellus* e *Hypsugo savii*. Interessante la registrazione lungo il Garza di specie abbastanza localizzate o non frequenti nella provincia come *Eptesicus serotinus*, *Miniopterus schreibersii* e *Tadarida teniotis*. Queste ultime due probabilmente in volo di foraggiamento sulle acque del tratto finale. Proprio l’attività di foraggiamento dei chiroteri e i contatti acustici particolari che si registrano durante la caccia delle loro prede (*feeding buzz*) potrebbero meglio qualificare la situazione del torrente nei tratti studiati (Fig. 3-5). Le prime analisi non hanno evidenziato differenze particolari tra le diverse stazioni, con un massimo valore registrato sulla Vasca Volano di Nave probabilmente correlato alla intensa illuminazione del sito che concentrando l’entomofauna fotosensibile richiama diversi individui delle tre specie ubiquiste (Tab. VII). L’analisi dell’Indice di Frequentazione dei Chiroteri registrati lungo il Garza evidenzia comunque una generale bassa abbondanza relativa di questi minacciati mammiferi e l’urgenza di applicare interventi di conservazione generalizzati come ampiamente riportato nel Piano d’Azione regionale.

Ringraziamenti – Si ringraziano il Dott. Roberto Toffoli per le conferme diagnostiche riguardanti alcuni dei campionamenti acustici dei Chiroteri registrati, il Dott. Corrado Battisti per l’analisi statistica dei dati finali ed un anonimo revisore per le utili indicazioni.

BIBLIOGRAFIA

- ADAMS, R. A., 2010. Bat reproduction declines when conditions mimic climate change projections for western North America. *Ecology*, 91(8), 2437-2445.
- BARATAUD M., 2015. Acoustic ecology of European bats. Species Identification, Study of Their Habitats and Foraging Behaviour. Biotope, Mèze/Muséum national d'Histoire naturelle, Paris.
- CLARK D.R. Jr., 1981. Bats and environmental contaminants: a review. US Fish and Wildlife Service Special Scientific Report, Wildlife No. 235, Washington, DC
- D.G.R. 20 aprile 2001 – n. 7/4345. Approvazione del Programma Regionale per gli Interventi di Conservazione e Gestione della Fauna Selvatica nelle Aree Protette e del Protocollo di Attività per gli Interventi di Reintroduzione di Specie Faunistiche nelle Aree Protette della Regione Lombardia. Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia. Milano - Martedì 5 giugno 2001.
- FERRI V., SOCCINI C., 2019. I Chiroteri dei parchi urbani e corsi d'acqua di Brescia: dati sulla distribuzione e problemi di conservazione. *Natura Bresciana*, 42: 25-34
- FRASER E.E., SILVIS A., BRIGHAM R.M., CZENZE Z.J. (Eds), 2020. Bat Echolocation Research: A handbook for planning and conducting acoustic studies. Second Edition. Bat Conservation International. Austin, Texas, USA.
- GROTTOLO M., MAZZOLDI P., 1992. Indagine sulla qualità delle acque del torrente Garza (Brescia, Lombardia). *Natura Bresciana*, 28: 103-121.
- GROTTOLO M., SINA D., GORBI G., 2000. Immissione del Torrente Garza nel Fiume Chiese: Valutazione di Impatto Ambientale. *Natura Bresciana*, 32: 191-202.
- HUTSON, A.M., MICKLEBURGH, S.P., RACEY, P.A. (comp.), 2001. Microchiropteran bats: global status survey and conservation action plan. IUCN/SSC Chiroptera Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. x + 258 pp.
- JONES G., JACOBS D.S., KUNZ T.H., WILLIG M.R., RACEY P.A., 2009. Carpe noctem: the importance of bats as bioindicators. *Endanger. Species Res.* 8, 93–115
- JONES, G., 2012. What bioindicators are and why they are important. In: Flaquer, C., Puig-Montserrat, X. (Eds.), Proceedings of the International Symposium on the Importance of Bats as Bioindicators. Museum of Natural Sciences Editions, Granollers, pp. 18–19.
- LUČAN R. K., WEISER M., HANÁK V., 2013. Contrasting effects of climate change on the timing of reproduction and reproductive success of a temperate insectivorous bat. *Journal of Zoology*, 290(2), 151-159.
- MAGURRAN A., 2004. Measuring Biological Diversity. Blackwell Science, NY.
- NOWAK R. M., 1999. Walker's mammals of the world (Vol. 1). JHU Press. Papeş, M., & Gaubert, P. (2007). Modelling ecological niches from low numbers of occurrences: assessment of the conservation status of poorly known viverrids (Mammalia, Carnivora) across two continents. *Diversity and distributions*, 13(6), 890-902.
- O'SHEA T.J., JOHNSON J.J., 2009. Environmental contaminants and bats: investigating exposure and effects. In: KUNZ T.H., PARSONS S. (Eds) Ecological and behavioral methods for the study of bats, 2nd edn. Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD, p 500–528
- RONDININI C., BATTISTONI A., PERONACE V., TEOFILI C. (comp.), 2013. Lista Rossa IUCN dei Vertebrati Italiani. Comitato Italiano IUCN e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma.
- RUSSO D., JONSS G., 2015. Bats as bioindicators: an introduction. *Mammalian Biology* 80 (2015) 157–158. <http://dx.doi.org/10.1016/j.mambio.2015.03.005>
- RUSSO D., ANCILLOTTO L., 2015. Sensitivity of bats to urbanization: a review. *Mamm. Biol.* 80(3): 205-212 doi: 10.1016/j.mambio.2014.10.003
- SPADA M., MAZZARACCA S., MOLINARI A., BOLOGNA S., 2018. Azione 13: Piano d'Azione per i Chiroteri in Lombardia e progettazione di misure e interventi di Conservazione. LIFE IP Gestire 2020. Nature Integrated Management to 2020, pp. 359
- TOFFOLI R., RUGHETTI M., 2017. Bat activity in rice paddies: organic and conventional farms compared to unmanaged habitat. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 249, 123-129.
- TONG CHI PAN, 2017. Distribution and preference of landscape features and foraging sites of insectivorous bats in Hong Kong urban parks. Thesis. DOI: 10.5353/th_b5812939.
- WILSON D. E., 2015. Bats in question: the Smithsonian answer book. Smithsonian Institution.