

MONITORAGGIO BIOACUSTICO DEI CHIROTTERI E DEGLI INSETTI ORTOTTERI NEL BOSCO DI CASTENEDOLO (BRESCIA)

CHRISTIANA SOCCINI¹, VINCENZO FERRI², MARCO PESENTE³, GIANNI PAVAN⁴

Parole chiave – Bioacustica, Chiroptera, Orthoptera, Bosco di Castenedolo.

Riassunto – Si riportano i risultati delle ricerche bioacustiche sui Chiropteri e Ortoteri, svolte dalla primavera alla tarda estate del 2022 all'interno dell'area interessata da una estesa piantumazione arboreo-arbustiva mirata alla costituzione di una grande foresta di pianura: l'Ex Cava di Santa Giustina a Castenedolo, poco a sud della città di Brescia. I sensori acustici utilizzati sono stati i microfoni audio-ultrasonici Dodotronic Ultramic 384K programmati per una registrazione continuativa in automatico. Complessivamente sono stati acquisiti e distinti 11952 contatti acustici relativi a 7 specie di Chiropteri. La specie più rilevata è stata *Pipistrellus kuhlii* (43,10%), seguita da *Tadarida teniotis* (30,38%) e *Pipistrellus pipistrellus* (25,65%). Interessanti i rilevamenti per questa parte della provincia di Brescia di *Myotis emarginatus* e di *Miniopterus schreibersii*. Le 22 specie di Ortoteri segnalate rappresentano il 6% del totale conosciuto per l'Italia e sono rappresentative della ricca artropodofauna presente. Tra esse 11 specie localizzate o dal canto flebile, come *Platycleis grisea*, *Pholidoptera aptera*, sono state accertate solo grazie a un monitoraggio bioacustico complementare che si rivela una metodologia essenziale per i censimenti faunistici di un territorio.

Key words – Bioacoustic, Chiroptera, Orthoptera, Castenedolo's Wood.

Abstract – *Bioacoustic Monitoring of Insecta Orthoptera and Chiroptera in Castenedolo's Wood (Castenedolo, Brescia, North Italy)*. We report results of the bioacoustic research on Chiroptera and Orthoptera, carried out from spring to late summer of 2022 within the area affected by an extensive tree-shrub planting aimed at the establishment of a large plain forest: the Ex Cava di Santa Giustina in Castenedolo, just south of the city of Brescia. The acoustic sensors used were the Dodotronic Ultramic 384K audio-ultrasonic microphones programmed for continuous automatic recording. Altogether 11952 acoustic contacts relating to 7 species of Chiroptera were acquired and distinguished. The most detected species was *Pipistrellus kuhlii* (43.10%), followed by *Tadarida teniotis* (30.38%) and *Pipistrellus pipistrellus* (25.65%). The surveys of *Myotis emarginatus* and *Miniopterus schreibersii* for this part of the province of Brescia are interesting. The 22 species of Orthoptera reported represent 6% of the total known for Italy and are representative of the rich arthropod fauna present. Among them, 11 localized or with a faint song species, such as *Platycleis grisea* and *Pholidoptera aptera*, have been ascertained only thanks to complementary bioacoustic monitoring with dedicated equipment, which is an essential methodology for faunal censuses of a territory.

INTRODUZIONE

Una delle più grandi sfide per la conservazione della biodiversità è gestire e mitigare le minacce determinate dalle attività umane, dalla riduzione degli habitat localmente al cambiamento climatico globale, e ridurre l'alto tasso di perdita di specie da esse causato. Nonostante ciò, molto spesso è difficile avere un quadro generale completo che permetta di prendere decisioni efficaci, in quanto la comprensione della maggior parte dei sistemi biologici è basata su una copertura di dati limitata sia spazialmente

che temporalmente. In questo contesto si inserisce l'Ecoacustica, una scienza interdisciplinare emergente che indaga i suoni naturali e antropici e il loro rapporto con l'ambiente (PUJANOVSKI *et al.*, 2011), che attraverso l'utilizzo del monitoraggio acustico passivo (P.A.M.) permette di registrare dati su grande scala spaziale e temporale (PAVAN, 2015). In questo contesto si considerano come oggetti di studio il paesaggio sonoro e l'ambiente acustico (che si estende nella gamma ultrasonica non udibile dall'uomo) come espressione della vitalità, biodiversità e ricchezza della fauna presente in un ecosistema.

¹ Corso Martiri della Libertà 58, 25100, Brescia.

² Via Valverde 4, 01016, Tarquinia (Viterbo) ✉ csnarcadia@gmail.com

³ Via Villa 19, 37052, Casaleone (Verona).

⁴ Università di Pavia, Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Via Taramelli 24, 27100, Pavia.

Attraverso l'analisi del paesaggio sonoro e dell'ambiente acustico si possono raccogliere informazioni a lungo termine sulla distribuzione delle specie animali e sulle variazioni nelle dinamiche delle comunità biologiche a causa delle attività antropiche e del cambiamento climatico, fornendo anche informazioni indispensabili per avviare interventi di habitat management (DUMYAHN & PIJANOWSKI, 2011; PAVAN, 2017).

In questo ambito si è inserita la nostra ricerca che, con l'installazione di una serie di sensori acustici audio e ultrasonici, ha monitorato nel territorio comunale di Castenedolo, poco a sud di Brescia, l'area dell'Ex Cava di argilla di Santa Giustina oggi in progressiva rinaturalizzazione e in conversione verso una foresta di pianura: il Bosco di Castenedolo.

La ricerca si è concentrata sui gruppi faunistici particolarmente sonori: uccelli, anfibi, omotteri cicadidi, ortotteri, e chiroterri. In questo lavoro si presentano i risultati riguardanti questi ultimi due gruppi.

Gli ortotteri sono importanti bioindicatori degli effetti del cambiamento climatico globale. Inoltre, sono di grande importanza funzionale negli ecosistemi terrestri aperti e poveri di nutrienti, ad esempio come risorsa alimentare cruciale per molte specie di vertebrati. Il loro rilevamento attraverso la bioacustica integra e migliora le metodologie classiche. Il monitoraggio bioacustico è fondamentale per la conoscenza dei Chiroterri presenti stabilmente o occasionalmente in un dato territorio.

La ricerca è parte di un più articolato e complesso progetto scientifico partecipante al Quarry Life Award 2022 di Heidelberg Materials (FERRI *et al.*, in prep.).

MATERIALI E METODI

Il Bosco di Castenedolo

L'area considerata, situata nella parte sud-orientale della collina di Castenedolo, era stata coltivata a fossa per trarne argilla destinata alla cemenzeria Italcementi di Rezzato (CIGONNETTI *et al.*, 2016). Dopo la chiusura definitiva avvenuta nel 2011 vi è stato attivato un progetto di recupero ambientale che ha previsto un rimboschimento compensativo per un'area di circa 20 ettari (progetto autorizzato dalla Provincia di Brescia con atto n. 3838 del 16.11.2011, in accordo con il Comune di Castenedolo in base ad una specifica convenzione con la Società Italcementi S.p.A.). Gli interventi di piantumazione (suddivisi in 3 lotti funzionali con più di 30.000 tra alberi e arbusti messi a dimora) si sono conclusi nel 2015; negli anni successivi sono stati effettuati i necessari interventi colturali e di manutenzione. I terreni sono esposti a sud, e contornati da fasce alberate naturali o di precedente piantumazione. Tutta l'area di recente è stata inclusa nel PLIS

“Bosco di Castenedolo”, area protetta di livello sovramunicipale individuata e proposta dal Comune di Castenedolo. I nostri rilevamenti bioacustici hanno interessato 4 settori riguardanti habitat distinti (Fig. 1).

Le Stazioni di monitoraggio

Queste le caratteristiche delle 4 stazioni di monitoraggio bioacustico:

Stazione 1 – Scarpata meridionale, esposizione N-W, della fossa di cava con bosco spontaneo di *Robinia pseudacacia*, *Salix alba*, *Salix caprea*, *Carpinus betulus*, *Alnus glutinosa*, *Populus alba*, *Populus nigra* e diversi arbusti, in vicinanza di un vascone ad uso irriguo con presenza d'acqua, durante le ricerche, fino alla metà di luglio.

Stazione 2 – Piantumazione 2014-2017 di specie arboree diverse (*Salix alba*, *Salix caprea*, *Carpinus betulus*, *Fraxinus excelsior*, *Tilia platyphyllos*, *Tilia cordata*, *Ulmus minor*, *Acer campestre*, *Acer platanoides*, *Prunus avium*, *Sorbus torminalis*) e arbusti (*Crataegus monogyna*, *Cornus mas*, *Cornus sanguinea*, *Euonymus europaeus*, *Prunus spinosa*, *Ligustrum vulgare*, *Rosa canina*) con ampia superficie libera assimilabile a prato polifita.

Stazione 3 – Parte boschiva matura, con alberature almeno ventennali; oltre ad alcune delle specie citate per la Staz. 2 anche *Alnus glutinosa*, *Populus alba*, *Populus nigra*, *Quercus robur*, *Morus alba*, *Morus nigra*. con sottobosco di erbacee nitrofile infestanti e *Rubus* sp.

Stazione 4 – Scarpata settentrionale, esposizione S-E, della fossa di cava, con bosco spontaneo consolidato di *Robinia pseudacacia*, diversi arbusti, *Clematis vitalba*, *Rubus* sp. e *Humulus lupulus*.

Strumentazione per il rilevamento bioacustico

Sono stati utilizzati 4 registratori Dodotronic Ultramic 384K (www.dodotronic.com) dotati di sensori in grado di rilevare una ampia gamma di frequenze fino a 160 kHz, dal ronzio di un piccolo insetto fino ai segnali di ecolocalizzazione ad alta frequenza dei chiroterri. Se utilizzati con una batteria USB esterna, questi dispositivi permettono la registrazione autonoma a lungo termine.

Il rilevamento in automatico e continuativo nelle 4 Stazioni del Bosco di Castenedolo è stato eseguito con programmazione per registrare 10 minuti ogni 30 minuti, per 24 h al giorno. I dati acustici sono stati registrati in files wav a 16 bit, con frequenza di campionamento di 250 kHz, senza alcuna compressione. Gli strumenti sono stati posizionati ad almeno 1,5 metri di altezza.

L'analisi dei dati

Le registrazioni sono state raccolte e trasferite al server dell'Università di Pavia, per essere facilmente con-



Fig. 1 – Mappa della Ex Cava di argilla di “Santa Giustina” con indicate le 4 Stazioni di monitoraggio.

divise tra i membri del Team (Gianni Pavan, Vincenzo Ferri, Marco Pesente) e pre-elaborate con il software SeaPro SABIOD sviluppato dal CIBRA (Centro Interdisciplinare per la Bioacustica e la Ricerca Ambientale) per produrre, a livello di ciascuna giornata di monitoraggio, spettrogrammi compatti in grado di fornire una visione generale della struttura del paesaggio sonoro durante il giorno e la notte. In questo modo è stato possibile poi selezionare agevolmente le giornate più adatte per ulteriori analisi di dettaglio, e scartare le giornate con eventi climatici avversi. Inoltre, queste viste compatte consentono un facile confronto tra siti e periodi e mostrano schemi riconoscibili e ripetitivi meritevoli di ulteriori indagini con l’ascolto o la generazione di spettrogrammi ad alta risoluzione, in grado di mostrare i dettagli necessari per l’identificazione delle specie o di particolari eventi acustici.

Riconoscimento delle specie

In questo primo lavoro vengono trattati gli Ortoteri (*Insecta Orthoptera*) e i Chiroteri (*Mammalia Chiroptera*). I nostri Chiroteri utilizzano brevi emissioni ad alta frequenza, tra 11 e 150 kHz, generati attraverso la la-

ringe e proiettati all’esterno attraverso la bocca o il naso (Rinolofi), per orientarsi e catturare le prede, analizzando gli echi riflessi dagli oggetti che si trovano lungo il loro percorso (ecolocalizzazione, anche chiamato biosonar nella letteratura anglosassone). L’ecolocalizzazione è per loro fondamentale per evitare gli ostacoli, per sfuggire i predatori e per cacciare insetti in volo.

Gli Ortoteri sono gli insetti più “sonori”, strofinano una parte del loro corpo contro un’altra (stridulazione alare o stridulazione con le zampe posteriori), producendo trilli e stridulazioni ritmiche o incessanti, spesso a frequenze anche ultrasoniche, da 2 a 50 kHz (ROBILLARD *et al.* 2013; HART *et al.* 2015; BUZZETTI *et al.* 2020). Essendo il loro canto un fattore importante nel comportamento riproduttivo ne deriva che il canto è altamente specie-specifico e che quindi la maggior parte delle specie può essere identificata grazie ai loro suoni (MASSA *et al.*, 2012).

Nella nostra ricerca per l’analisi bioacustica indirizzata al riconoscimento delle emissioni ultrasoniche dei Chiroteri le sequenze registrate sono state preventivamente divise in file standard della durata di 5 se-

condi utilizzando il software Kaleidoscope (WILDLIFE ACOUSTIC, INC., 2016). L'analisi è stata poi effettuata con il software BatSound versione 4.03 (Pettersen Elektronik AB, Upsala, Sweden), per ottenere misure di frequenza (dallo spettrogramma), tempo (dall'oscillogramma) e frequenza di massima energia (dallo spettro di potenza) degli ultrasuoni. L'identificazione acustica definitiva a livello di specie e/o gruppo dei Chiroteri è avvenuta riferendosi ai lavori base di RUSSO & JONES (2002) e BARATAUD (2015).

Per quanto riguarda gli Ortoteri le analisi sono state effettuate con Audacity (<https://www.audacityteam.org/>) e riferendosi alla guida sonora di ODÉ (2012). Per la rappresentazione grafica Raven Lite 2.0.4 (The Cornell Lab of Ornithology) con FFT 512 per l'analisi spettrale.

RISULTATI

Sforzo di Campo

Il monitoraggio ecoacustico è iniziato nella prima settimana di Aprile 2022 e le registrazioni sono continuate fino alla metà di Luglio, con una media di 44 giorni di permanenza sul campo dei sensori in ciascuna stazione e con una media di 281 ore di registrazione attiva in ciascuna stazione (Tab. 1).

Per integrare le segnalazioni bioacustiche di Ortoteri sono state effettuate 10 sessioni di ricerca diretta sul campo a vista in tutte le zone accessibili, con una metodica assimilabile al Systematic Sampling Survey, SSS (HEYER *et al.*, 1994), indicativamente a cadenza quindicinale e durata di 3 ore ciascuna.

Ore di registrazione	1.127
Totale dati acquisiti	1,93 TB
Numero di files WAV (10 minuti di registrazione)	6.765
Numero di files WAV analizzati (5 secondi)	811.800
Numero di files con almeno un contatto bioacustico positivo (uccelli, pipistrelli, cavallette, grilli, cicale)	15.132

Tab. 1 – Quadro generale del monitoraggio bioacustico realizzato all'interno del Bosco di Castenedolo (Ex Cava di argilla di Santa Giustina).

Orthoptera

Sono state accertate 22 specie di Orthoptera, di cui 5 solo attraverso le registrazioni acustiche e 9 solo con le ricerche di campo (Tab. 2). Tra le specie segnalate bioacusticamente, *Tettigonia viridissima* (43%) e *Melanogryllus desertus* (28%) sono risultate le più frequenti. Interessante la presenza di *Oecanthus pellucens* nel settore meri-

dionale, dove permangono piccole zone umide relitte e dove durante le coltivazioni cerealicole è attiva una irrigazione canalizzata.

Specie	Famiglia	Tipo di rilevamento
<i>Phaneroptera nana</i>	Tettigonidae	bioac
<i>Anisoptera fusca</i>	Tettigonidae	oss+bioac
<i>Ruspolia nitidula</i>	Tettigonidae	bioac
<i>Tettigonia viridissima</i>	Tettigonidae	oss+bioac
<i>Decticus albifrons</i>	Tettigonidae	oss+bioac
<i>Platycleis grisea</i>	Tettigonidae	bioac
<i>Pholidoptera aptera</i>	Tettigonidae	bioac
<i>Eupholidoptera schmidtii</i>	Tettigonidae	oss+bioac
<i>Gryllus campestris</i>	Gryllidae	oss+bioac
<i>Melanogryllus desertus</i>	Gryllidae	oss+bioac
<i>Acheta domesticus</i>	Gryllidae	oss
<i>Oecanthus pellucens</i>	Gryllidae	oss+bioac
<i>Gryllotalpa gryllotalpa</i>	Gryllotalpidae	bioac
<i>Pezotettix giornae</i>	Acrididae	oss
<i>Calliptamus italicus</i>	Acrididae	oss
<i>Anacridium aegyptium</i>	Acrididae	oss
<i>Acrida ungarica</i>	Acrididae	oss
<i>Locusta migratoria</i>	Acrididae	oss
<i>Oedipoda caerulea</i>	Acrididae	oss
<i>Oedipoda germanica</i>	Acrididae	oss
<i>Omocestus rufipes</i>	Acrididae	oss+bioac
<i>Chorthippus dorsatus</i>	Acrididae	oss

Tab. 2 – Ortoteri. Le specie rilevate con ricerca diretta e/o bioacusticamente nel Bosco di Castenedolo.

Elenco delle specie

Per la nomenclatura, la distribuzione generale e la bioacustica delle specie si è fatto riferimento a MASSA *et al.* (2012). Corotipi secondo VIGNA TAGLIANTI *et al.* (1992, 1999). Si riportano gli oscillogrammi e spettrogrammi delle specie contattate acusticamente e per la cui rappresentazione grafica è stato utilizzato Raven Lite 2.0.4 (The Cornell Lab of Ornithology) impostato con FFT 512 per l'analisi spettrale. I files analizzati sono stati acquisiti da uno degli autori (M.P.) utilizzando un microfono con parabola da 53 cm di diametro collegato a un registratore digitale con frequenza di campionamento di 96 o 192 kHz e archiviazione in file wav a 24 bit senza alcuna compressione.

Famiglia TETTIGONIDAE KRAUSS, 1902*Phaneroptera nana* FIEBER, 1853

Corotipo: Centroasiatico-Europeo-Mediterraneo

Comune in tutte le regioni italiane

Bioacustica: canto serale e notturno; corti suoni ripetuti regolarmente (Fig. 2)

Anisoptera fusca (FABRICIUS, 1793)

Corotipo: Turanico-Europeo-Mediterraneo

Diffusa in tutta Italia, isole comprese.

Bioacustica: canto diurno; deboli sequenze con ticchetti e fruscii lunghi anche qualche minuto (Fig. 3).

Ruspolia nitidula (SCOPOLI, 1786)

Corotipo: Turanico-Europeo-Mediterraneo

Diffusa in quasi tutta Italia, Sardegna e Sicilia comprese.

Bioacustica: canto notturno, continuativo con sillabe ripetute 70-100 al sec (Fig. 4).

Tettigonia viridissima LINNAEUS, 1758

Corotipo: Centroasiatico-Europeo-Mediterraneo

Molto comune in tutte le regioni italiane.

Bioacustica: canto parzialmente diurno e notturno; molto intenso con 2 sillabe caratteristiche che si ripetono ogni 12-16 sec (Fig. 5).

Decticus albifrons (FABRICIUS, 1775)

Corotipo: Centroasiatico-Europeo-Mediterraneo

Comune in buona parte della penisola e nelle isole.

Bioacustica: canto diurno e serale; schiocchi ripetuti regolarmente con una frequenza di 2-10 al sec (Fig. 6).

Platycleis grisea (FABRICIUS, 1781)

Corotipo: Europeo

In tutte le regioni italiane con maggiore diffusione in quelle settentrionali.

Bioacustica: canto diurno e notturno; consiste in deboli versi ripetuti regolarmente con frequenza di 2-4 al sec (Fig. 7).

Pholidoptera aptera (FABRICIUS, 1793)

Corotipo: S-Europeo

Frequente, nelle regioni settentrionali italiane, intero arco alpino.

Bioacustica: canto diurno e notturno; rumorosa, con sequenze ripetute ogni 5-10 sec per una durata fino a 20 sec (Fig. 8).

Eupholidoptera schmidtii (FIEBER, 1861)

Corotipo: E-Europeo

È segnalato per il nord-est italiano (dal Friuli all'Emilia Romagna e Marche).

Bioacustica: canto diurno e notturno; consiste in sillabe

regolari emesse ad una frequenza di circa 0,5-2 al sec; picco di frequenza a 8-9 kHz (Fig. 9).

Famiglia GRYLLIDAE LAICHARTING, 1871*Gryllus campestris* LINNAEUS, 1758

Corotipo: Turanico-Europeo-Mediterraneo

Comune nelle regioni settentrionali e centrali italiane.

Bioacustica: canto diurno e notturno; serie di forti e melodiosi versi ripetuti regolarmente ad una frequenza di 1-4 sec (Fig. 10).

Melanogryllus desertus (PALLAS, 1771)

Corotipo: Centroasiatico-Europeo

Comune in tutta la penisola italiana ed in Sicilia.

Bioacustica: canto diurno e notturno; versi flebili ripetuti regolarmente ad una frequenza di 1-2 al sec (Fig. 11).

Acheta domesticus (LINNAEUS, 1758)

Corotipo: Centroasiatico-Europeo-Mediterraneo

Specie antropofila diffusa in tutte le regioni italiane.

Bioacustica: canto serale e notturno; versi melodiosi ripetuti regolarmente ad una frequenza di 1-3 al sec.

Oecanthus pellucens (SCOPOLI, 1763)

Corotipo: Paleartico

Comune in tutte le regioni italiane.

Bioacustica: canto serale e nei mesi estivi anche notturno; serie di forti e melodiosi versi ripetuti regolarmente ad una frequenza di 1-2 al sec. Ogni verso di circa 15-30 sillabe (Fig. 12).

Famiglia GRYLLOTALPIDAE LEACH, 1815*Gryllotalpa gryllotalpa* (LINNAEUS, 1758)

Corotipo: S-Europeo

Comune, nelle regioni italiane settentrionali e centrali.

Bioacustica: canto serale e notturno; canto forte e melodioso con crepitio continuo, sequenze di 30-50 al sec (Fig. 13).

Famiglia ACRIDIDAE MACLEAY, 1821*Pezotettix giornae* (ROSSI, 1794)

Corotipo: Europeo-Mediterraneo

Molto comune in tutte le regioni italiane.

Bioacustica: non emette suoni.

Calliptamus italicus (LINNAEUS, 1758)

Corotipo: Centroasiatico-Europeo

Frequente in Italia peninsulare.

Bioacustica: emissione di deboli suoni con le mandibole da parte del maschio in corteggiamento.

Anacridium aegyptium (LINNAEUS, 1764)

Corotipo: Centroasiatico-Europeo-Mediterraneo

Molto comune e diffusa in tutte le regioni italiane.

Bioacustica: emette un sordo crepitio, sbattendo le tegmine in volo o quando è posata sulle chiome degli alberi (MASSA *et al.*, 2012)

Acrida ungarica mediterranea DIRSH, 1949

Corotipo: Afrotropicale-Mediterraneo

Frequente e nota per tutte le regioni italiane, isole incluse.

Bioacustica: non emette suoni.

Locusta migratoria cinerascens FABRICIUS, 1781

Corotipo: Afrotropicale-Indiano-Mediterraneo

Comune in tutte le regioni italiane.

Bioacustica: entrambi i sessi emettono suoni, ma solo in vicinanza di altri individui e solo come suono di allarme. Brevi versi che durano circa 2 sec.

Oedipoda caerulescens (LINNAEUS, 1758)

Corotipo: Centroasiatico-Europeo-Mediterraneo

Molto diffusa in tutte le regioni italiane.

Bioacustica: i maschi emettono flebili suoni mediante lo sfregamento delle zampe posteriori.

Oedipoda germanica (LATREILLE, 1804)

Corotipo: S-Europeo

Distribuita e comune in tutte le regioni peninsulari.

Bioacustica: in fase di confronto tra rivali in presenza di femmine i maschi emettono flebili suoni mediante lo sfregamento delle zampe posteriori.

Omocestus rufipes (ZETTERSTEDT, 1821)

Corotipo: Asiatico-Europeo

Distribuita e comune in tutte le regioni

Bioacustica: canto diurno; richiamo consistente in un crepitio che dura 5-15 sec (Fig. 14).

Chorthippus dorsatus (ZETTERSTEDT, 1821)

Corotipo: Centroasiatico-Europeo

Presente dalle regioni settentrionali fino al Lazio e Abruzzo.

Bioacustica: canto diurno, con sfregamenti/ronzii di 1 sec ripetuti ogni 1-3 sec.

Chiroptera

Complessivamente sono stati acquisiti e distinti 11952 contatti acustici relativi a 7 specie di Chiropteri (Tab. 3). La specie maggiormente rilevata è stata *Pipistrellus kuhlii* (43,10% dei contatti), seguita da *Tadarida tenio-*

tis (30,38%) e *Pipistrellus pipistrellus* (25,65%). Interessanti faunisticamente i rilevamenti per questa parte della provincia di Brescia di *Myotis emarginatus* e di *Miniopterus schreibersii*.

Taxa	Totale contatti	Totale %
<i>Myotis emarginatus</i>	3	0,03
<i>Eptesicus serotinus</i>	8	0,07
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	5.151	43,10
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	3.066	25,65
<i>Hypsugo savii</i>	72	0,60
<i>Miniopterus schreibersii</i>	21	0,18
<i>Tadarida teniotis</i>	3.631	30,38
Totale contatti	11.952	

Tab. 3 – **Chiropteri**. Numero di contatti rilevati per ogni singolo taxon identificato nel Bosco di Castenedolo. Un contatto = presenza con almeno una ecolocalizzazione in un file analizzato di 5 secondi.

Elenco delle specie

Per la nomenclatura LANZA (2012), per la situazione in Lombardia: SPADA *et al.* (2018);

Famiglia VESPERTILIONIDAE GRAY, 1821

Myotis emarginatus (E. GEOFFROY, 1806)

È segnalata per la provincia di Brescia, dove sono noti siti di svernamento e swarming in cavità ipogee nelle aree carsiche frequentate da almeno 50-60 individui ciascuno (SPADA *et al.*, 2011).

Il vespertilio smarginato è considerato a rischio (NT) dalla Lista Rossa dei Vertebrati Italiani (RONDININI *et al.*, 2013). Questa specie è inserita tra quelle ad elevata priorità di conservazione per la regione Lombardia, presentando un valore di Priorità Complessiva di 12 in base alla D.G.R. n. 7/4353 del 20/04/2001.

Pipistrellus pipistrellus (SCHREBER, 1774)

Con *P. kuhlii* è la specie più comune e diffusa in Lombardia. È considerata a minor preoccupazione (LC) dalla Lista Rossa dei Vertebrati Italiani (RONDININI *et al.*, 2013).

Pipistrellus kuhlii (Kuhl, 1817)

È la specie più diffusa in Lombardia. È considerata a minor preoccupazione (LC) dalla Lista Rossa dei Vertebrati Italiani (RONDININI *et al.*, 2013).

Hypsugo savii (Bonaparte, 1837)

Segnalata in tutta la Lombardia, anche se non abbondante. È specie considerata a minor preoccupazione (LC) dalla Lista Rossa dei Vertebrati Italiani (RONDININI *et al.*, 2013).

Famiglia MINIOPTERIDAE DOBSON, 1875

Miniopterus shreibersii (KUHLE, 1817)

Segnalata per la provincia di Brescia con un roost stagionale in una grotta dell'area carsica, frequentato da circa 50 individui.

La specie è considerata vulnerabile (VU) dalla Lista Rossa dei Vertebrati Italiani (RONDININI *et al.*, 2013) a causa del declino della popolazione superiore al 30% negli ultimi 30 anni, dovuto principalmente al disturbo negli ambienti di rifugio (GIRC, 2007). È tra le specie ad elevata priorità di conservazione per la Lombardia, presentando un valore di Priorità Complessiva di 11 in base alla D.G.R. n. 7/4353 del 20/04/2001

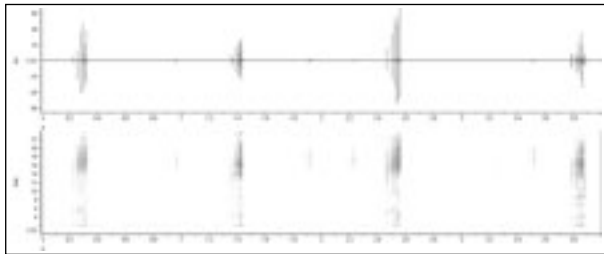


Fig. 2 – Oscillogramma e spettrogramma di *Phaneroptera nana*

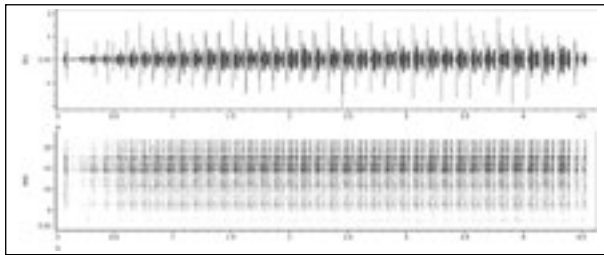


Fig. 3 – Oscillogramma e spettrogramma di *Anisoptera fusca*

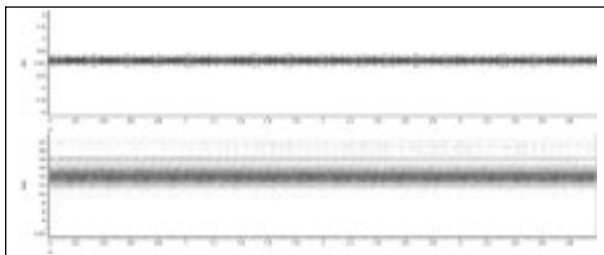


Fig. 4 – Oscillogramma e spettrogramma di *Ruspolia nitidula*

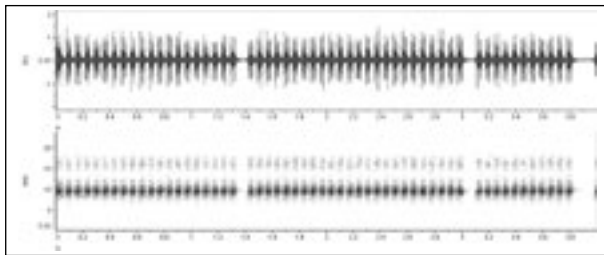


Fig. 5 – Oscillogramma e spettrogramma di *Tettigonia viridissima*

Famiglia MOLOSSIDAE GERVAIS, 1856

Tadarida teniotis (RAFINESQUE, 1814)

Segnalata in quasi tutte le province lombarde, ma con bassa densità. La specie è considerata a minor preoccupazione (LC) dalla Lista Rossa dei Vertebrati Italiani (RONDININI *et al.*, 2013) ed è però inserita tra le specie ad elevata priorità di conservazione per la Lombardia, presentando un valore di Priorità Complessiva di 10 in base alla D.G.R. n. 7/4353 del 20/04/2001.

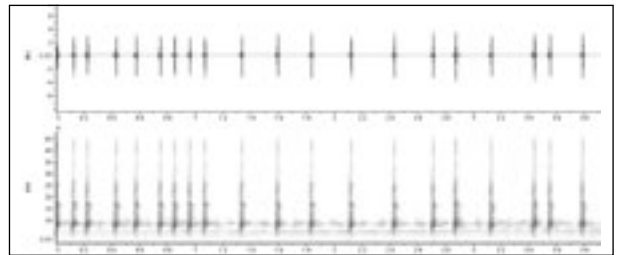


Fig. 6 – Oscillogramma e spettrogramma di *Decticus albifrons*

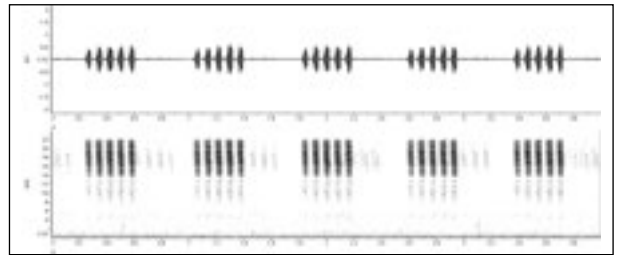


Fig. 7 – Oscillogramma e spettrogramma di *Platycleis grisea*

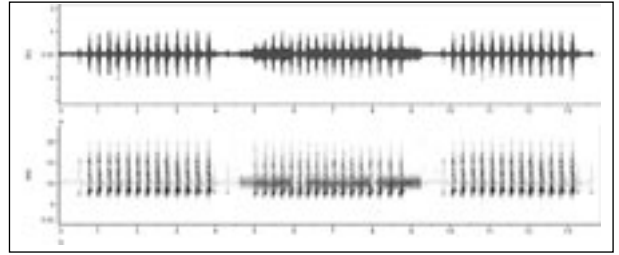


Fig. 8 – Oscillogramma e spettrogramma di *Pholidoptera aptera*

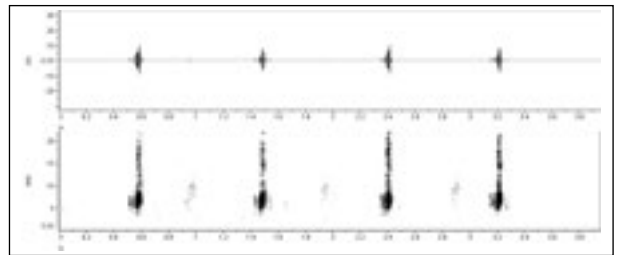
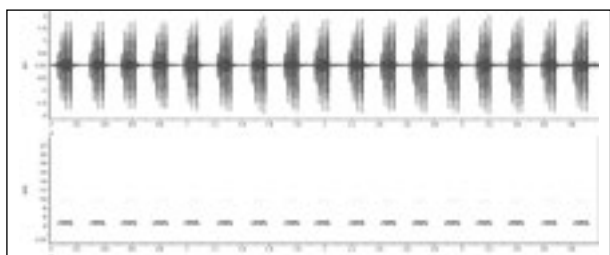
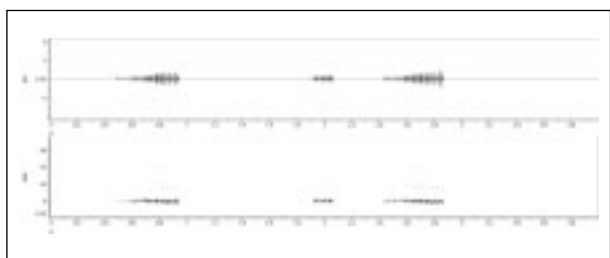
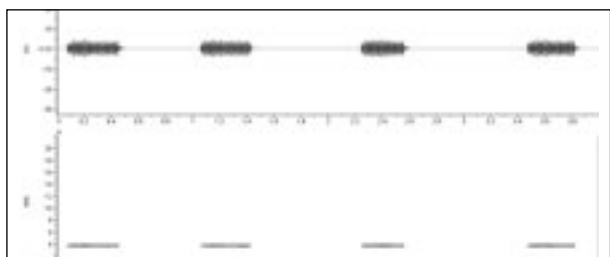
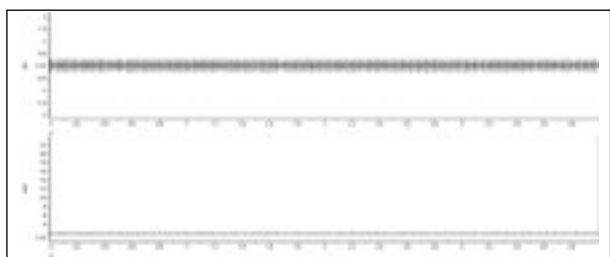
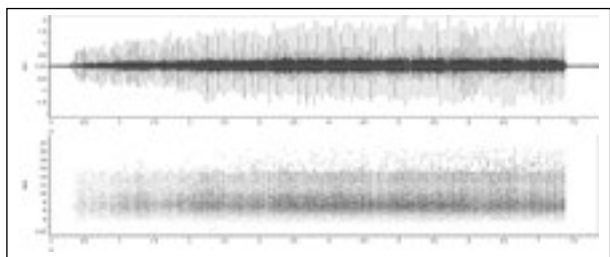


Fig. 9 – Oscillogramma e spettrogramma di *Eupholidoptera schmidti*

Fig. 10 – Oscillogramma e spettrogramma di *Gryllus campestris*Fig. 11 – Oscillogramma e spettrogramma di *Melanogryllus desertus*Fig. 12 – Oscillogramma e spettrogramma di *Oecanthus pellucens*Fig. 13 – Oscillogramma e spettrogramma di *Gryllotalpa gryllotalpa*Fig. 14 – Oscillogramma e spettrogramma di *Omocestus rufipe*

CONCLUSIONI

Le specie di Chirotteri segnalate sono quasi tutte antropofile (che trovano rifugio presso le abitazioni e altri manufatti nei vicini borghi cittadini), come *Pipistrellus kuhlii*, *Pipistrellus pipistrellus* e *Hypsugo savii*, o specie abili volatrici (che arrivano per la ricerca delle prede da rifugi distanti anche chilometri), come *Miniopterus schreibersii* e *Tadarida teniotis*.

Per aumentare la ricchezza in specie e “attrarre” piccoli vespertili, come *Myotis emarginatus* e *Plecotus sp.* (il primo effettivamente accertato con una limitata frequentazione ed i secondi accertati in zone umide presso Ghedi, dati inediti V. Ferri), è importante favorirne la permanenza: la giovane età degli alberi del Bosco di Castenedolo non permette ancora l’esplicitarsi di adeguati rifugi nei tronchi per questi e altri Chirotteri fitofili. A questo fine è stata già avviata la realizzazione e la messa a dimora di bat boxes: tra giugno e luglio 2022 ne sono state posizionate ad una altezza di sicurezza una dozzina. Nei prossimi mesi, in collaborazione con l’Associazione “La Collina dei Castagni”, ne saranno collocate almeno un’altra ventina, iniziando dalla primavera del 2023 un monitoraggio della loro effettiva occupazione.

Gli Ortoteri hanno una importanza ecologica significativa nell’economia degli habitat terrestri perché alcuni gruppi, erbivori primari come gli Acrididae, possono consumare una percentuale considerevole della produzione erbacea annuale; inoltre questi insetti contribuiscono alla dieta di molti animali come rettili, uccelli, mammiferi e altri artropodi, favorendo l’incremento di biodiversità generale di un territorio. Nel nostro studio i risultati riguardanti l’Ortotterofauna sono interessanti: le 22 specie segnalate rappresentano circa il 6 % dei taxa fino ad ora conosciuti per l’Italia (MASSA *et al.*, 2012) e sicuramente un numero elevato per le caratteristiche generali del territorio indagato. Grazie alle ricerche bioacustiche sono state individuate 11 specie abbastanza elusive; a parte l’ubiquitaria *Tettigonia viridissima* quasi tutte le altre specie frequentano le zone ecotonali, come gli argini con intricati roveti o le limitate superfici con impaludamenti stagionali o la presenza di raccolte d’acqua, e le aree aperte all’interno dei rimboschimenti. Il completamento del ripristino dovrà considerare il mantenimento di questi ecotoni e lasciare le ampie radure prative create a causa delle fallanze post-piantumazione, favorendo se possibile le erbacee nettarifere autoctone, con l’obiettivo gestionale di sostenere la biodiversità degli insetti, in particolare degli impollinatori selvatici, e l’attuale relitta e ricca artropofauna terricola, piuttosto che forzare il rimboschimento. Pertanto si ritiene essenziale che gli sfalci programmati annualmente per favorire lo sviluppo degli arbusti e alberi e la frequentazione del pubblico in sicurezza siano limitati, al meglio una sola volta l’anno, da effettuarsi tra la tarda estate sino all’inizio autunno.

Ringraziamenti – Si ringraziano il Dott. Matteo Cavagnini, Ugo Cavagnini e tutti i volontari dell'Associazione "La Collina dei Castagni" di Castenedolo, e il Dott. Federico Novelli per la collaborazione durante

l'intensa fase di rilevamento. Un ringraziamento particolare a Federica Doneda, di Heidelberg Materials/Italcementi per l'attenzione e il supporto tecnico durante le ricerche.

BIBLIOGRAFIA

- 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.
- BARONI D., BONIFACINO M., CRISTIANO L., ROSSI R., PEDROTTI L., SINDACO R. 2018a. The Orthoptera fauna of the Stelvio National Park. *Bollettino della Società Entomologica Italiana*, 150(1): 3–20. Doi: <https://doi.org/10.4081/BollettinoSEI.2018.3>.
- CIGOGNETTI, ZOLA, FORELLI E FILIPPINI, 2007 (relazione inedita). Relazione preliminare per la proposta di istituzione Parco Locale di Interesse Sovracomunale PARCO AGRICOLO COLLINA DI CASTENEDOLO D.G.R. Lombardia n. 8/6148 del 12.12.2007". Comune di Castenedolo, Provincia di Brescia.
- CIGLIANO M.M., BRAUN H., EADES D.C., OTTE D. 2020. Orthoptera Species File. Version 5.0/5.0. Consulted on 31 Oct 2020. Available at: <http://Orthoptera.SpeciesFile.org>.
- DUMYAHN S.L., PIANOWSKI B.C., 2011. Soundscape conservation. «Landscape Ecology» 26: 1327-1344.
- FERRARI U., TIRONI E., 2004. Protocollo d'intesa tra Regione Lombardia e Provincia di Brescia finalizzato all'attuazione della Direttiva 92/43/CEE – Formazione della RETE NATURA 2000 – Coordinamento scientifico del monitoraggio nei Siti di Interesse Comunitario proposti per la costituzione della rete europea NATURA 2000 in relazione agli aspetti faunistici. RELAZIONE TECNICA. Provincia di Brescia, Assessorato Assetto Territoriale, Parchi e V.I.A.
- FERRI V., SOCCINI C., PAVAN G., PESENTE M., (in prep.). L'Ecoacustica per il monitoraggio faunistico di due Boschi di pianura in Lombardia: Il Bosco di Castenedolo e la Foresta di Bosco Fontana.
- GIRC, 2007. Lista Rossa dei Chiroteri Italiani. www.pipistrelli.net
- HEYER R.W., DONNELLY M.A., MCDIARMID R.W., HAYEK L. & FOSTER M.S. (Eds.), 1994. Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard Methods for Amphibians. M.S.Foster Series Editor, Smithsonian Inst., pp. 362.
- HOCHKIRCH A., NIETO A., GARCÍA CRIADO M., CÁLIX M., BRAUD Y., BUZZETTI F.M., CHOBANOV D., ODÉ B., PRESA ASENSIO J.J., WILLEMSE L., ZUNA-KRATKY T., BARRANCO VEGA P., BUSHELL M., CLEMENTE M.E., CORREAS J.R., DUSOULIER F., FERREIRA S., FONTANA P., GARCÍA M.D., HELLER K.G., IORGU I.Š., IVKOVIĆ S., KATI V., KLEUKERS R., KRIŠTÍN A., LEMONNIER-DARCEMONT M., LEMOS P., MASSA B., MONNERAT C., PAPAPAVLOU K.P., PRUNIER F., PUSHKAR T., ROESTI C., RUTSCHMANN F., ŞIRIN D., SKEJO J., SZÖVÉNYI G., TZIRKALLI E., VEDENINA V., BARAT DOMENECH J., BARROS F., CORDERO TAPIA P.J., DEFAUT B., FARTMANN T., GOMBOC S., GUTIÉRREZ-RODRÍGUEZ J., HOLUŠA J., ILLICH I., KARIJALAINEN S., KOČÁREK P., KORSUNOVSKAYA O., LIANA A., LÓPEZ H., MORIN D., OLMO-VIDAL J.M., PUSKÁS G., SAVITSKY V., STALLING T., TUMBRINCK J. 2016. European Red List of Grasshoppers, Crickets and Bush-crickets. Publications Office of the European Union, Luxembourg: 86 pp.
- IORIO C., FONTANA P., BARDIANI M., SCHERINI R., MASSA B. 2018. Nuovi dati sulla distribuzione in Italia di alcuni Ortoteri (Orthoptera, Ensifera, Caelifera). *Bollettino della Società Entomologica Italiana*, 150(3): 111–112. Doi: <https://doi.org/10.4081/BollettinoSEI.2018.111>
- IORIO C., SCHERINI R., FONTANA P., BUZZETTI F.M., KLEUKERS R., ODÉ B., MASSA B. 2019. Grasshoppers and crickets of Italy. A photographic field guide to all the species. WBA Handbooks, 10: 577 pp.
- MASSA B., FONTANA P., BUZZETTI F.M., KLEUKERS R., ODÉ B. 2012. Fauna d'Italia XLVIII. Orthoptera. Calderini, Bologna, 563 pp.
- ODÉ B. 2012. Guida sonora agli Ortoteri d'Italia. In: Massa B., Fontana P., Buzzetti F., Kleukers R.M.J.C., Odé B. Fauna d'Italia, XLVIII. Orthoptera. Calderini, Milano. Attached DVD.
- PAVAN G., 2015. Bioacustica e Ecologia acustica. In: Renato Spagnolo (a cura di) Acustica. Fondamenti e applicazioni, Cap. 18, pp 803-828, UTET Università, Torino.
- PAVAN G., 2017. Fundamentals of Soundscape Conservation. In: Farina A. & Gage S.H. (eds) "Ecoacoustics. The ecological role of sound", pp 235-258, Wiley.
- PIANOWSKI B.C., VILLANUEVA-RIVERA L.J., DUMYAHN S.L., FARINA A., KRAUSE B.L., NAPOLETANO B.M., GAGE S.H., PIERETTI N., 2011. Soundscape Ecology: The Science of Sound in the Landscape. *BioScience* 61(3): 203-216.
- RONDININI C., BATTISTONI A., PERONACE V., TEOFILI C. (compilatori), 2013. Lista Rossa IUCN dei Vertebrati Italiani. Comitato Italiano IUCN e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma.
- RUFFO S., STOCH F. (eds) 2005. Checklist e distribuzione della fauna italiana. Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona, 2 serie, Sezione Scienze della Vita, 16, 307 pp.
- RUSSO D., JONES G., 2002. Identification of twenty-two bat species (Mammalia : Chiroptera) from Italy by analysis of time-expanded recordings of echolocation calls. *Journal of Zoology*. 258: 91-103.
- SARDET É., ROESTI C., BRAUD Y. 2015. Cahier d'identification des Orthoptères de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Bi-otope, Mèze (collection Cahier d'Identification), 304 pp.
- 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

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—The Journal of Integrative Biogeography*, 16(1): 159–179. Doi: 10.21426/B61611037.

VIGNA TAGLIANTI A., AUDISIO P.A., BIONDI M., BOLOGNA M.A., CARPANETO G.M., DE BIASE A., FATTORINI S., PIATTELLA E., SINDACO R., VENCHI A., ZAPPAROLI M. 1999. A proposal for a chorotype classification of the Near East fauna, in the framework of the Western Palearctic region. *Biogeographia—The Journal of Integrative Biogeography*, 20(1): 31–59. Doi: 10.21426/B6110172.