

**Zeitschrift:** Bollettino della Società ticinese di scienze naturali  
**Herausgeber:** Società ticinese di scienze naturali  
**Band:** 112 (2024)

**Artikel:** Produttività di ditteri a larva edafica (Diptera) negli ambienti palustri delle Bolle di Magadino (Cantone Ticino, Svizzera)  
**Autor:** Giollo, Lorenzo / Pollini Paltrinieri, Lucia / Patocchi, Nicola  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1055163>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 22.12.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Produttività di ditteri a larva edafica (Diptera) negli ambienti palustri delle Bolle di Magadino (Cantone Ticino, Svizzera)

Lorenzo Giollo<sup>1</sup>, Lucia Pollini Paltrinieri<sup>2</sup> e Nicola Patocchi<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Fondazione Bolle di Magadino, Vicolo Forte Olimpo 3, 6573 Magadino, Svizzera

<sup>2</sup> Museo cantonale di storia naturale, Viale Carlo Cattaneo 4, 6900 Lugano, Svizzera

\* [fbm@bluewin.ch](mailto:fbm@bluewin.ch)

**Riassunto:** La riserva naturale delle Bolle di Magadino rappresenta un importante rifugio per numerose specie a livello regionale e internazionale. Alla diversità di habitat e di specie presenti nella riserva naturale corrisponde un'importante diversificazione delle funzioni ecologiche frutto delle interazioni tra loro. Nel caso degli uccelli migratori, che usano la Bolle per sostare lungo il loro viaggio verso i quartieri estivi o invernali, è fondamentale potervi trovare consistenti risorse nutritive per recuperare energia. Gli ambienti palustri sono aree molto produttive grazie alle condizioni microclimatiche e topografiche favorevoli. La regolazione artificiale dei livelli del Verbano e la necessità di eseguire interventi per contenere le pullulazioni di zanzare hanno portato alla realizzazione di un programma di monitoraggio che permetta di quantificare la produttività di insetti a larva edafica (importanti nel regime alimentare dei migratori in sosta), descriverne l'evoluzione nel tempo e metterla in relazione con questi fattori. Nel confronto tra i due periodi sotto esame (1998-2001 e 2021-2022), particolare attenzione è stata data ai Chironomidae (Diptera: Nematocera). A seconda degli anni e dell'andamento meteorologico, fra aprile e settembre si sono potute misurare produttività che variano tra 1.1 e 3.8 miliardi di ditteri nei ca. 60 ha di paludi della riserva, cifre che rilevano l'efficacia della funzione di sito di sosta. Se da un lato i trattamenti per contenere le pullulazioni di zanzare sembrano non influire in modo significativo sulla produttività di tali organismi, il regime idrico e i livelli medi del lago rappresentano un importante fattore determinante. La fenologia annuale e la composizione specifica delle comunità di ditteri sono influenzate dalle sommersioni primaverili-estive prolungate, dovute in parte alla nuova gestione di accumulo delle acque del lago, che dal 2007 ha visto un innalzamento delle soglie massime di regolazione nel periodo 15 marzo-15 settembre. I risultati segnalano in particolare uno slittamento temporale del picco della produttività dovuto a queste sommersioni, che comporta un potenziale deficit di risorse nutritive per gli uccelli migratori durante il loro passaggio primaverile.

**Parole chiave:** chironomidae, monitoraggi faunistici, paludi, produttività, trappole ad emergenza

## Productivity of Diptera with edaphic larvae in the marshes of the Bolle di Magadino (Canton of Ticino, Switzerland)

**Abstract:** The natural reserve of the Bolle di Magadino provides an important refuge for numerous species of both regional and international importance. The habitat and species diversity in the nature reserve is reflected in the variety of ecological functions resulting from the interactions amongst them. In the case of migratory birds, which use the reserve as a stopover, it is essential to be able to find substantial nutritional resources to regain energy. Marshes are very productive areas due to their favourable microclimatic and topographic conditions. The artificial regulation of the water levels of Lake Verbano and the need to carry out interventions to contain mosquito swarms have led to the creation of a monitoring programme with the aim to quantify the productivity of edaphic larvae insects (important in the diet of migratory birds), describe their evolution over time and relate it to these two factors. When comparing the two periods under review (1998-2001 and 2021-2022), particular attention was paid to the Chironomidae (Diptera: Nematocera). Depending on the year and the weather pattern, between April and September we could measure a productivity ranging from 1.1 to 3.8 billion dipterans in the approximately 60 ha of marshland in the reserve, which underlines the importance of the function of the reserve as a stopover site. While the interventions to contain mosquito swarms do not seem to significantly influence the productivity of these organisms, the water regime and average lake levels are an important determining factor. The annual phenology and the specific composition of the dipteran communities are influenced by the prolonged spring-summer submersions, in part due to the new water storage management strategy of the lake, which has seen an increase in the maximum regulation threshold between the 15<sup>th</sup> of March and the 15<sup>th</sup> of September since 2007. The results point to a temporal shift in peak productivity due to the new management strategy and consequent higher water table, resulting in a potential deficit of food resources for migratory birds during their spring passage.

**Keywords:** chironomidae, emergence traps, faunistic monitoring, marshes, productivity

## INTRODUZIONE

Gli ambienti palustri sono tra i più importanti siti di sosta per gli uccelli migratori (Overdijk & Navedo 2012; Khani et al. 2015; Lardelli & Scandolaro 2023). La riserva naturale delle Bolle di Magadino ricopre questo rilevante ruolo a livello internazionale fungendo da luogo di scalo strategico nel tragitto che gli uccelli compiono tra Africa ed Europa, in particolare durante le migrazioni primaverili, grazie alla posizione cruciale a ridosso della barriera delle Alpi (Lardelli & Scandolaro 2023). In questo contesto, la capacità delle Bolle di fungere da fonte di sostanziali risorse nutritive per queste e altre specie risulta perciò fondamentale. L'ecologia delle zone umide, e delle comunità di specie che le abitano, è regolata principalmente dai regimi idrici (Orsholm & Elenius 2022). È stato dimostrato come il livello del Verbano giochi un ruolo determinante sulla capacità di utilizzo delle Bolle quale luogo di sosta da parte degli uccelli migratori (Giuntini et al. 2023); un livello del lago troppo elevato nei mesi primaverili, e la conseguente sommersione delle paludi, risulta sfavorevole. Negli ambienti palustri, ampiamente presenti nelle Bolle, i Chironomidae (Diptera: Nematocera) rappresentano spesso il gruppo di macroinvertebrati più ricco e abbondante (Karima 2021) e fungono da consistente fonte di cibo per una *guild* trofica comprendente numerose specie (Armitage 1995; Adler & Courtney 2019; Orsholm & Elenius 2022). L'impatto negativo di una prolungata sommersione primaverile risiede perciò verosimilmente nel legame fra il regime idrico e la capacità produttiva degli ambienti interessati, così come l'accessibilità a tali ambienti per gli uccelli. Al fine di comprendere le relazioni fra il regime idrico e la produttività degli ambienti palustri delle Bolle, nel 1998 è stata avviata una serie di monitoraggi: una prima campagna si è svolta tra il 1998 e il 2001, una seconda tra il 2003 e il 2004 (parziale, non considerata nel presente lavoro), e una terza tra il 2021 e il 2022. I risultati ottenuti permettono di quantificare la produttività di tali ambienti e di metterla in relazione con le fluttuazioni dei livelli del lago; la produttività viene qui intesa come la quantità di emergenze (sfarfallamento) di adulti di ditteri a larva edafica.

Questi monitoraggi fungono inoltre da strumento di controllo dei potenziali effetti su organismi non-target dei trattamenti con *Bacillus thuringiensis* spp. *israelensis* (Bti), effettuati per contenere le pullulazioni di zanzare (Diptera: Nematocera: Culicidae) (Flacio et al. 2014). Dal 1943 le fluttuazioni naturali del Verbano sono alterate dalla regolazione artificiale effettuata con lo sbarramento della Miorina a Sesto Calende. Questa diga permette l'accumulo di acqua nei periodi favorevoli per poi essere distribuita a valle nei periodi durante i quali l'acqua scarpeggia. Questo obiettivo si è tradotto in particolar modo nella modifica delle medie mensili invernali e primaverili, con quasi 1 m in più di sommersione media rispetto alla situazione naturale. Va sottolineato che, invece, le quote estreme di sommersione e i valori mini del lago (siccità) sono ancora naturali. Dal 2007 la quota di regolazione primaverile-estiva è stata ulteriormente aumentata di 0.25(0.35) m (UFAM

2020), spostando ulteriormente la linea di sponda verso l'interno dell'area protetta.

Le prime campagne di monitoraggio non hanno rilevato diminuzioni nella produttività degli ambienti palustri dovute ai trattamenti con Bti (Pollini 2002; Pollini 2010), ma si è per contro osservato un forte legame fra regime idrico annuale del lago e quantità di insetti sfarfallati. L'ultima campagna (2021-2022) fornisce un primo confronto dopo oltre un ventennio dai primi monitoraggi e ha permesso di investigare gli effetti dei cambiamenti nella regolazione del lago ed eventuali effetti a lungo termine dei trattamenti sulla produttività degli ambienti palustri. L'articolo presenta i principali risultati dell'ultima campagna e del confronto con la prima.

## MATERIALI E METODI

Per informazioni più dettagliate sulle campagne 1998-2001 e 2003-2004 si rimanda ai relativi rapporti disponibili presso la Fondazione Bolle di Magadino (Pollini 2002; Pollini 2010).

### Metodo di cattura

I campionamenti sono stati realizzati con fotoelettrotrappole (trappole ad emergenza) che permettono la cattura di organismi a larva edafica che emergono dalla porzione di terreno sulla quale sono posati (Fig. 1). Le trappole sono costituite da una struttura piramidale, coperta da una rete a trama molto fitta, che viene fissata nel terreno tramite un quadrato metallico; la parte superiore ha un'apertura sulla quale è posizionato un collettore contenente un liquido conservante composto di acqua (80%), glicole etilenico (20%), e un'aggiunta di detergente per piatti. In seguito all'emergenza gli insetti volano verso l'alto attratti dalla luce e cadono nel liquido. Ogni trappola copre una superficie di 0.5 m x 0.5 m (0.25 m<sup>2</sup>) e in ogni stazione sono state posate tre trappole posizionate a triangolo a una distanza di ca. 1 m l'una dall'altra, per un totale di 0.75 m<sup>2</sup> di campionamento per stazione.

### Stazioni

Al fine di rilevare in modo rappresentativo i vari ambienti interessati dalle emergenze di ditteri a larva edafica, le stazioni di campionamento sono state distribuite nei vari settori della riserva secondo un gradiente di quote. Durante la campagna 2021-2022 sono state investigate otto stazioni, già campionate nelle campagne precedenti (Allegato 1), distribuite in una fascia di quote compresa tra 193.58 m e 194.24 m s.l.m. in paludi aperte e prati tampone in zone agricole, toccando diverse tipologie ambientali quali cariceti, parvocariceti, megaforbieti e pseudocanneti. Al fine di ottenere un confronto con paludi esterne alla riserva delle Bolle, tre ulteriori stazioni sono state indagate nelle paludi di Sabbie d'Oro e Bozza Monvallina, due Zone Speciali di Conservazione (ZSC) sulla sponda sinistra del lago, in Provincia di Varese. Queste stazioni sono state ubicate in un cariceto, un canneto e un filipenduleto, tra 193.87 m e 194.23 m s.l.m. di quota. Le caratteristiche stazionali



Figura 1: Esempio di stazione di campionamento; stazione 19 (194.18 m), prato umido nelle Bolle centrali, maggio 2021 (foto: FBM).

delle stazioni in Provincia di Varese e il confronto con quelle delle Bolle di Magadino sono descritte anche in Carabella et al. (2022).

Le quote indagate, nonostante siano comprese in una fascia apparentemente contenuta, nel contesto palustre-ripariale rappresentano differenze sostanziali. Poche decine di centimetri determinano la modifica delle associazioni vegetali.

### Periodi

Tutte le campagne di monitoraggio sono state svolte tra aprile e settembre/ottobre e le trappole sono rimaste attive tra 112 e 169 giorni a seconda dell'anno. Ogni dieci giorni le trappole venivano svuotate e nuovamente riempite con del liquido nuovo. L'Allegato 2 riporta le date dei periodi di campionamento nelle Bolle nel 2021 e 2022.

### Evoluzione dei livelli del Verbano

Al fine di descrivere l'evoluzione dei livelli del lago e metterla in relazione con i dati faunistici sono stati estratti i dati idrologici, disponibili sulla piattaforma pubblica dell'Osservatorio Ambientale della Svizzera italiana (UCA 2023).

### Analisi

Gli animali catturati sono stati smistati all'ordine. I ditteri sono stati identificati a livello di famiglia e i Chironomidae maschi alla specie.

Nel 2021 alcune stazioni sono state sommerse per un periodo particolarmente lungo, aspetto che ha permesso di indagare l'effetto di sommersioni prolungate. Le stazioni 3, 9, 10 e 13 sono state costantemente som-

merse tra fine maggio e fine agosto, mentre le stazioni 2, 6, e 19 sono rimaste in asciutta. La stazione 4 si è trovata a livello del lago ed è stata considerata come non sommersa. Le stazioni 3, 9 e 13 sono state soggette a due trattamenti, a fine maggio e a fine luglio (periodi 2 e 8, ca. 15 kg/ha), mentre tutte le altre a nessuno. Nel 2022, invece, nessuna stazione è andata sott'acqua e nessuna è stata soggetta a trattamenti. L'effetto del trattamento (Bti) sul numero di emergenze totali di ditteri nel loro insieme e di Chironomidae nei 16 periodi di campionamento del 2021, così come sulle emergenze totali annuali nelle differenti stazioni, è stato testato con modelli lineari generalizzati a distribuzione poissoniana, considerando da un lato le stazioni che sono state trattate (3, 9, 13) e dall'altro quelle non sono state trattate (2, 4, 6, 10, 19). L'effetto della sommersione prolungata sul numero totale di ditteri nel loro insieme e di Chironomidae per periodo, così come sulle emergenze totali annuali nelle differenti stazioni, è stato testato con modelli lineari generalizzati a distribuzione poissoniana considerando da un lato le stazioni che sono state costantemente sommerse (3, 9, 10, 13) e dall'altro quelle che non sono andate sott'acqua, o soltanto puntualmente (2, 4, 6, 19).

Le analisi statistiche sono state eseguite con il programma R 4.3.2 e i pacchetti dplyr (1.1.4) e ggplot2 (3.5.0). Il numero di stazioni indagate e di giorni di cattura è variato nei diversi anni di campionamento; per poter paragonare fra loro i risultati dei vari anni e avere un'immagine dell'evoluzione temporale, le quantità di insetti sfarfallati sono state calibrate per superficie campionata e numero di giorni di cattura. È stata indagata qualitativamente l'evoluzione temporale, nei e tra i vari



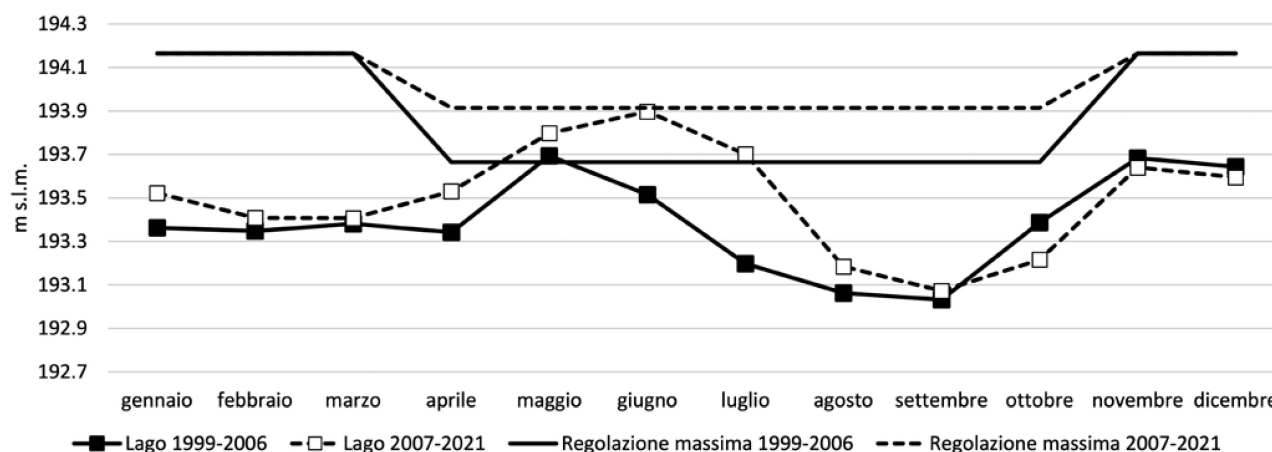


Figura 2: Evoluzione annuale della quota media mensile del lago e livello massimo di regolazione estiva, prima e dopo l'inizio della fase test (2007). Le linee con i quadrati indicano la quota media mensile tra il 1999 e il 2006 (linea continua, quadrati neri) e tra il 2007 e il 2021 (linea tratteggiata, quadrati bianchi). Le linee senza quadrati indicano il livello massimo di regolazione tra il 1999 e il 2006 (linea continua; 194.16 m in inverno, 193.66 m in estate) e tra il 2007 e il 2021 (linea tratteggiata; 194.16 m in inverno e 193.91 m in estate). Dati: UFAM (2020); UCA (2023).

anni, della produttività di ditteri nel loro insieme e delle varie famiglie, così come la variazione dell'abbondanza relativa delle famiglie più rappresentative sul totale dei ditteri. Al fine di evidenziare eventuali tendenze altitudinali, le stazioni sono state categorizzate in tre fasce di quote: bassa (193.57-193.71 m), media (193.81-193.88 m) e alta (> 194.00 m). Infine, è stata indagata l'evoluzione delle comunità di Chironomidae confrontando l'abbondanza relativa delle specie più rappresentative.

## RISULTATI

### Evoluzione dei livelli del Verbano

La figura 2 mostra le medie mensili della quota del lago prima e dopo l'innalzamento di 0.25 m della soglia massima di regolazione estiva; la nuova gestione idrica comporta una maggiore quantità di acqua principalmente nei mesi estivi di giugno e luglio. Il fenomeno è stato particolarmente importante nel 2021 quando, in seguito a un repentino innalzamento del livello delle acque a fine maggio, il lago ha potuto essere mantenuto tra 193.80 e 193.90 m per tre mesi, anche grazie alle consistenti piogge cadute in quel periodo. Il 2022 è stato, per contro, un anno particolarmente secco e il Verbano non ha mai superato la quota 193.00 m. Osservando l'evoluzione dei livelli negli anni precedenti l'innalzamento della soglia massima di regolazione, si nota come tra il 1998 e il 2001, in seguito all'usuale innalzamento primaverile, il livello del lago si sia invece sempre abbassato gradualmente a partire da fine luglio. Al contrario vi è stata una maggior differenza fra un anno e l'altro nel periodo invernale. Mentre l'inverno tra il 1998 e il 1999 è stato relativamente secco, i due seguenti sono stati molto più bagnati; in particolare, nell'autunno del 2000 il lago ha raggiunto la quota storica di 197.57 m ed è restato particolarmente alto fino all'estate seguente (UCA 2023).

### Evoluzione delle emergenze di ditteri ed effetto delle sommersioni

#### Emergenze nel biennio 2021-2022

Nel 2021 sono stati catturati 26'967 ditteri nelle stazioni delle Bolle e 11'902 in quelle italiane, dei quali il 44% e il 48% rispettivamente erano Chironomidae (Allegato 3). Nel 2022 le catture totali sono state 30'763 nelle stazioni delle Bolle e 15'506 in quelle italiane, mentre i Chironomidae rappresentavano rispettivamente il 29% e il 16%. Nel 2021 sono state rilevate 38 famiglie nelle Bolle e 28 nelle stazioni italiane, mentre nel 2022 sono state rispettivamente 41 e 27. Di queste, nelle Bolle, Cecidomyiidae (26%; 19%), Chironomidae (44%; 29%) e Sciaridae (17%; 37%) sono risultate in entrambi gli anni le famiglie con il maggior numero di individui costituendo insieme la quasi totalità dei ditteri, precisamente l'87% nel 2021 e l'84% nel 2022. In termini di variazione tra il primo e il secondo anno si evidenziano un'importante diminuzione di Chironomidae e un forte aumento di Sciaridae, questi ultimi più che raddoppiati. Nelle stazioni italiane si osserva una situazione globalmente simile, in particolar modo nel 2021. Le catture del primo anno mostrano infatti una dominanza di Cecidomyiidae (15%), Chironomidae (48%) e Sciaridae (18%), che insieme costituiscono l'81% dei ditteri, in proporzioni simili a quanto osservato nelle Bolle. La variazione tra il primo e il secondo anno è anch'essa simile, caratterizzata principalmente da una diminuzione di Chironomidae (16%) e un aumento di Sciaridae (31%). Nel 2022 si osserva tuttavia anche un'esplosione di Phoridae (30%), quintuplicati rispetto all'anno precedente. Questo fenomeno risulta meno importante nelle Bolle se vengono considerate tutte le stazioni insieme, ma emerge se queste vengono suddivise per fasce di quota; un aumento nella produttività di Phoridae si osserva in particolare nelle stazioni delle fasce "media" e "alta", corrispondenti alle quote delle stazioni italiane.

*Trattamenti e sommersione 2021-2022*

I trattamenti del 2021 non hanno avuto alcun effetto significativo sul numero di emergenze di ditteri nel loro insieme né di Chironomidae nei periodi durante i quali sono stati effettuati (periodi 2 e 8) così come nei periodi seguenti. La sommersione durante il periodo estivo (maggio-agosto; periodi 2-10) ha avuto un effetto significativo sul numero di emergenze di ditteri nel loro insieme nei periodi 2 (GLM,  $p = 0.041$ ), 3 (GLM,  $p = 0.030$ ), 4 (GLM,  $p = 0.019$ ), 5 (GLM,  $p = 0.015$ ) e 14 (GLM,  $p = 0.039$ ), ma non su quello di Chirono-

midae. Escludendo dalle analisi la stazione 3, che ha prodotto considerevolmente più ditteri di tutte le altre, la sommersione risulta avere un effetto significativo nei periodi 2 (GLM,  $p = 0.040$ ), 4 (GLM,  $p = 0.047$ ), 5 (GLM,  $p = 0.025$ ) e 8 (GLM,  $p = 0.017$ ) (Fig. 3); in questi periodi, dalle stazioni sommerse sono emersi meno ditteri. Per contro, analizzando i dati di tutte le stazioni complessivamente, la sommersione non ha avuto nessun effetto sul totale globale di emergenze di ditteri nel loro insieme (GLM,  $p = 0.438$ ).

Confrontando l'evoluzione annuale delle catture tra il

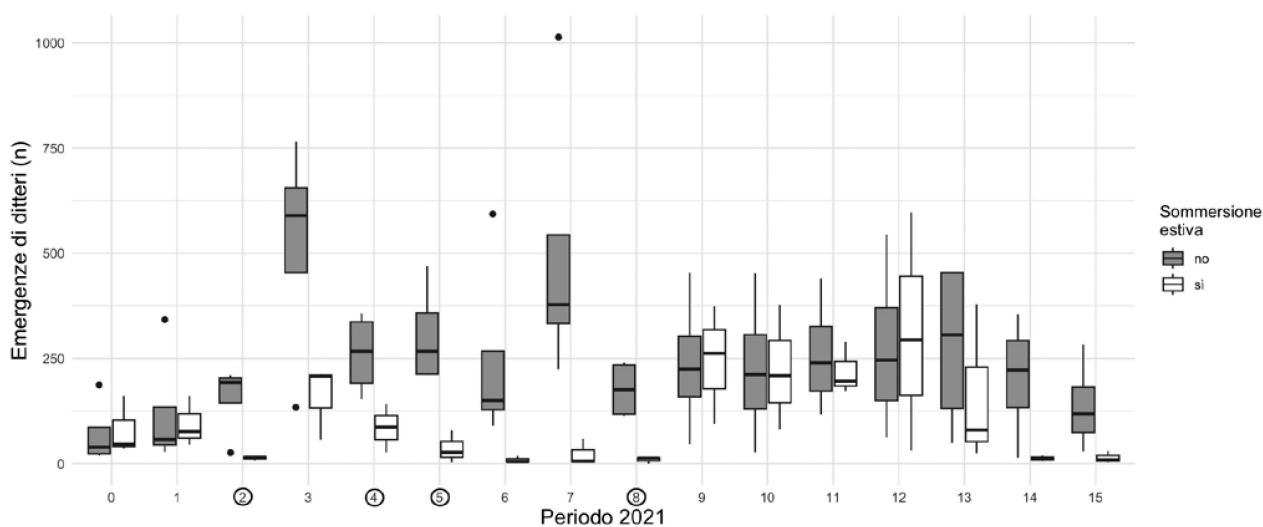


Figura 3: Evoluzione delle emergenze di ditteri nei vari periodi di cattura nel 2021 (0: 19-30 aprile; 15: 23 settembre - 4 ottobre; v. Allegato 2). Le stazioni sono state categorizzate in due gruppi: in bianco quelle che sono state sommerse durante il periodo primaverile-estivo (periodi 2-10), in grigio quelle che non sono state sommerse. I cerchi indicano i periodi nei quali la differenza delle emergenze fra le due categorie è significativa (GLM, valori  $p < 0.05$ ). Non sono inclusi i dati della stazione 3.

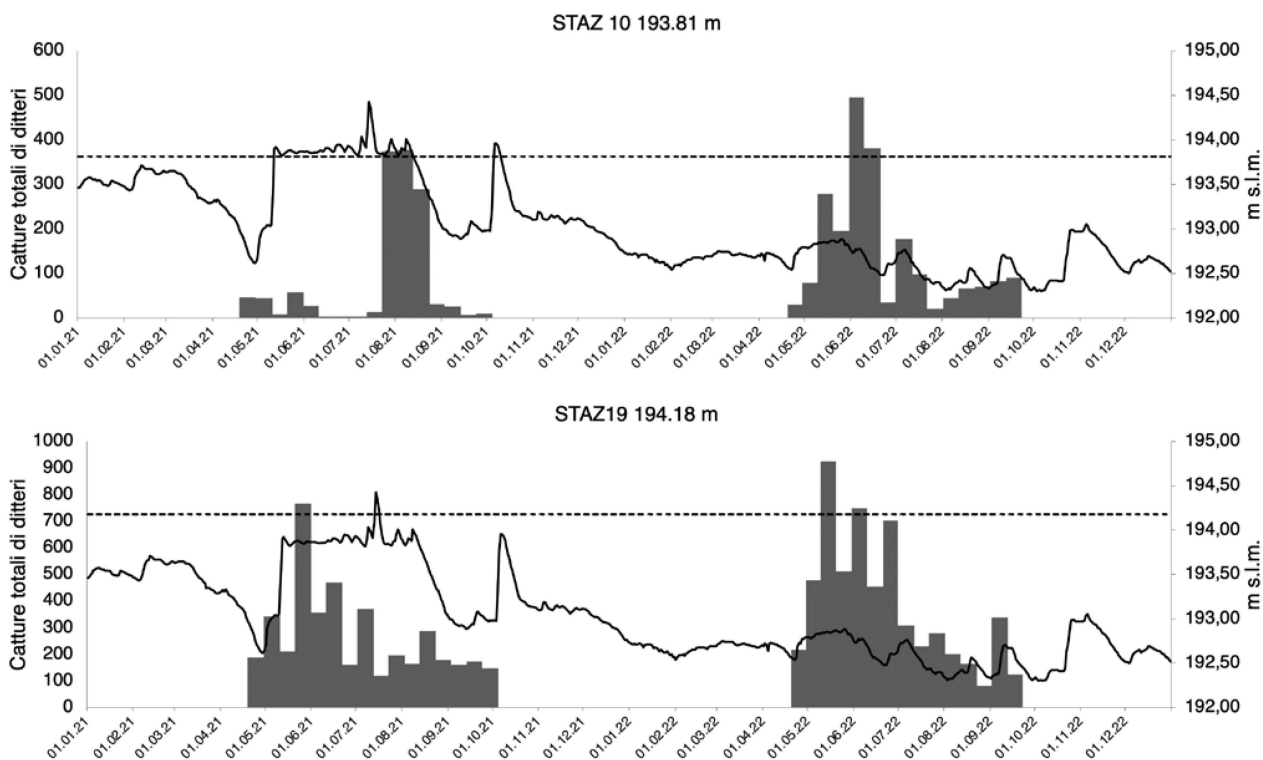


Figura 4: Esempio della fenologia delle catture totali di ditteri nel 2021 e nel 2022 in due stazioni; a confronto la stazione 10 che è stata sommersa nel 2021 (sopra) e la stazione 19 che è rimasta in asciutta (sotto). Le colonne in grigio indicano il numero totale di emergenze; la linea continua indica la quota del lago; la linea tratteggiata indica la quota della stazione. Dati idrologici: UCA (2023).

2021 e il 2022 si osserva una differenza nella fenologia delle emergenze in base alla sommersione (Fig. 4). Nelle stazioni sommerse nel 2021 il picco di emergenze è avvenuto tra agosto e settembre, mentre nelle stazioni rimaste in asciutta è avvenuto tra maggio e giugno. Nel 2022 in tutte le stazioni le emergenze sono state maggiori tra maggio e giugno.

#### *Evoluzione della produttività tra il 1998 e il 2022*

La produttività di ditteri misurata nelle Bolle – intesa come emergenze giornaliere al metro quadrato – è stata di 27.20 individui nel 1998, 35.55 nel 1999, 15.93 nel 2000, 10.16 nel 2001, 26.59 nel 2021 e 32.87 nel 2022 (Fig. 5). Considerando che nella riserva sono presenti all'incirca 60 ha di paludi con habitat simili a quelli campionati, possiamo stimare che le emergenze totali di ditteri tra aprile e settembre sono state 2.9 miliardi nel 1998, 3.8 nel 1999, 1.7 nel 2000, 1.1 nel 2001, 2.8 nel 2021 e 3.5 nel 2022.

La produttività giornaliera media di Chironomidae è stata di 8.73 individui nel 1998, 27.10 nel 1999, 3.35 nel 2000, 1.98 nel 2001, 11.73 nel 2021 e 9.47 nel 2022. Sul totale dei ditteri, i Chironomidae hanno rappresentato il 32% nel 1998, il 76% nel 1999, il 24% nel 2000, il 19% nel 2001, il 44% nel 2021, e il 29% nel 2022. Né per i ditteri nel loro insieme, né per i Chironomidae, è stata evidenziata una tendenza lineare, mentre è stata osservata una forte variazione fra i vari anni. La produttività di ditteri è risultata bassa nel 2000 e ancor di più nel 2001, mentre quella di Chironomidae è stata particolarmente alta nel 1999, molto più che negli altri anni.

La suddivisione in fasce di quota non ha evidenziato tendenze lineari in termini di produttività (Allegato 4). Si osserva, ciononostante, una differenza fra le quote “bassa” e “media”, dove la produttività ha subito considerevoli fluttuazioni, e la fascia “alta” che mostra invece maggiore stabilità. Questo fenomeno è particolarmente marcato nei Chironomidae, la cui produttività

nella fascia “alta” è rimasta bassa e pressoché invariata negli anni (Allegato 4b).

#### *Specie di Chironomidae*

Nel quadriennio 1998-2001 la specie di gran lunga più abbondante è stata *Pseudosmittia angusta* (Edwards, 1929) (tra l'80% e il 94% dei Chironomidae) ed è stata catturata principalmente nelle stazioni 10 (1999, 2000, 2001), 9 (1999), 13 (1999) e 3 (1998). Nel 2021, la specie è stata catturata principalmente nella stazione 2 e, considerate tutte le stazioni, rappresentava una parte nettamente meno importante dei Chironomidae (13%). La specie catturata in maggior numero nel 2021 è stata *Pseudosmittia forcipata* (Goetghebuer, 1921), la cui abbondanza relativa (26%) è aumentata nettamente rispetto alle prime campagne (< 5%). Anche questa specie è stata catturata principalmente nella stazione 2. Fra le altre specie relativamente più abbondanti nel 2021 figurano *Polypedilum tritum* (Walker, 1856) (16%), *Polypedilum* gr. *nubeculosum* (Meigen, 1804) (15%) e *Paratanytarsus lauterborni* (Kieffer, 1909) (12%), tutte catturate principalmente nella stazione 3. Nessuna di queste tre specie è stata catturata nella prima campagna. Nel 2022, *Pseudosmittia angusta* (Edwards, 1929), è stata nuovamente la specie largamente più abbondante (73%) ed è stata catturata principalmente nella stazione 13. La seconda specie più abbondante (17%) è stata *Smittia nudipennis* (Goetghebuer, 1913), catturata principalmente nella stazione 19.

## DISCUSSIONE

Il presente articolo fornisce una prima valutazione della produttività di insetti a larva edafica delle paludi delle Bolle di Magadino. L'importanza delle paludi quali serbatoio di risorse naturali, la necessità di eseguire trattamenti per contenere le pullulazioni di zanzare e i potenziali effetti sui Chironomidae (Feijóo Fariña et al.

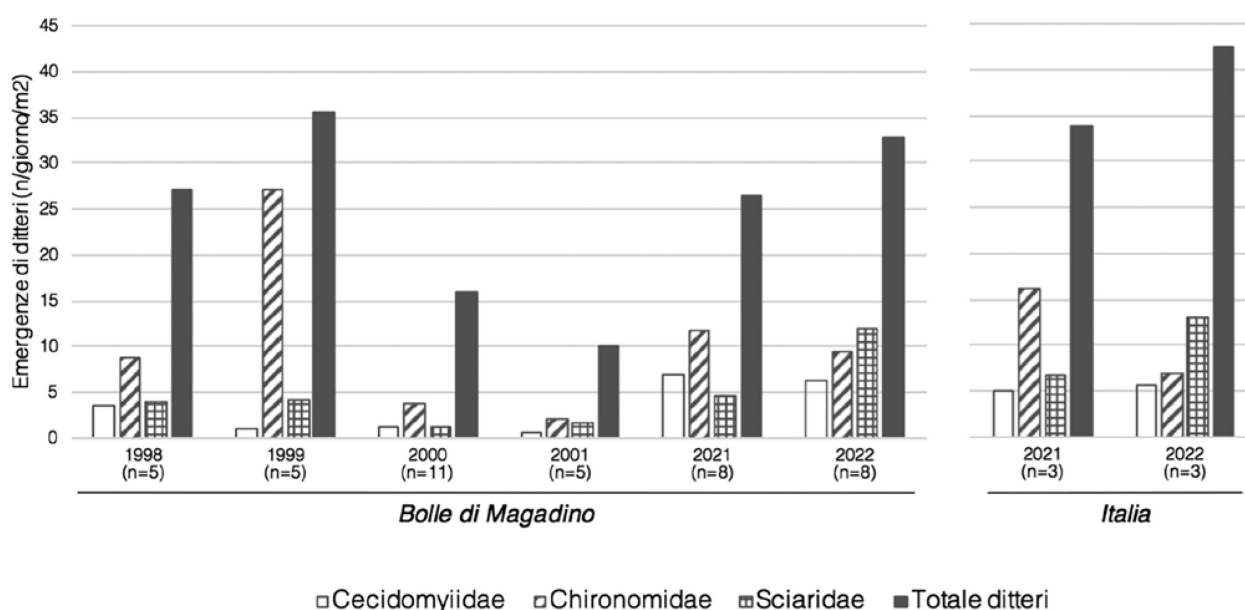


Figura 5: Evoluzione della produttività (emergenze medie giornaliere al metro quadrato) di ditteri nelle Bolle di Magadino e nelle stazioni italiane. Sono riportate le tre famiglie più numerose e i ditteri nel loro insieme.

2014), importante risorsa per una consistente *guild* trofica (Adler & Courtney 2019), così come la regolazione artificiale dei livelli del Verbano, hanno reso opportuno poter quantificare e descrivere nel tempo le emergenze di ditteri a larva edafica e di metterle in relazione con questi fattori.

In base ai dati raccolti tra il 1998 e il 2022 nell'ambito di questo progetto, si stima che negli anni la produttività media giornaliera all'ettaro, tra la primavera e l'estate (aprile-settembre), fluttui tra 101'600 e 355'500 individui, con variazioni importanti anche fra due anni consecutivi. Considerata la superficie totale di paludi presenti nella riserva (ca. 60 ha), ciò equivale a un totale di sfarfallamenti che fluttua tra 1.1 e 3.8 miliardi in sei mesi. Indagini simili condotte in ambienti planiziali soggetti alle periodiche esondazioni dei fiumi Reno, in Germania, e Dalälve, in Svezia, hanno rilevato, se confrontate alle Bolle, delle grandezze di produttività minori (Allgeier et al. 2019) o simili (Lundström et al. 2010). Inoltre, le indagini riportate da Lundström et al. (2010), svolte su più anni consecutivi, rivelano ugualmente importanti fluttuazioni annuali, dinamica tipica degli ambienti temporanei.

I risultati delle nostre indagini non mostrano alcuna tendenza lineare tra il 1998 e il 2022, che indichi una differenza positiva o negativa della produttività degli ambienti delle Bolle. La produttività globale di ditteri e in particolare quella di Chironomidae del 2021 e del 2022 è inferiore a quella riscontrata nel 1999, ma è paragonabile a quella del 1998 ed è superiore a quella del 2000 e 2001. Ciò indica come, finora, i trattamenti con Bti e le modifiche apportate alla gestione dei livelli del lago non hanno portato ad una diminuzione delle emergenze di questi insetti negli ambienti palustri aperti della riserva. Tuttavia, vi è un chiaro legame fra le emergenze e il regime idrico in quanto si osservano delle tendenze annuali legate all'evoluzione del livello del lago. La bassa produttività che ha caratterizzato il 2001, anche in termini di emergenze assolute, è molto probabilmente dovuta all'eccezionale esondazione dell'autunno precedente: gli ambienti indagati sono rimasti sommersi per tutto l'inverno e in parte anche nella primavera e nell'estate 2001, compromettendo lo sviluppo delle specie semiacquatiche legate agli ambienti temporaneamente sommersi. Seppure più contenuta, una simile dinamica ha caratterizzato anche l'anno precedente. Inversamente, nell'inverno tra il 1998 e il 1999 il livello del lago è rimasto basso ed è cresciuto gradualmente durante la primavera, aspetto che ha probabilmente favorito i ditteri, sfarfallati in grandi numeri nel 1999. Come osservato da Moller Pillot (2005), nei prati umidi, le zone che restano sommerse per tutto l'inverno sono povere in Chironomidae. Sembra dunque che, in anni di importante apporto idrico tra l'autunno e l'inverno, la possibilità di mantenere alto il livello del lago comprometta lo sviluppo di questi insetti negli ambienti interessati.

Grazie alle indagini condotte nelle stazioni di Sabbie d'Oro e Bozza Monvallina, per la prima volta si è inoltre potuto confrontare la produttività delle Bolle con quella di paludi esterne alla riserva, per di più mai trattate con Bti. Le stazioni indagate nelle paludi italiane

si situano a quote corrispondenti a quelle delle fasce "media" e "alta" delle Bolle e, nonostante peculiarità pedologiche e botaniche, le loro associazioni vegetali presentano varie similitudini con le stazioni delle Bolle situate alle stesse quote. Le grandezze di produttività di ditteri a larva edafica e le dinamiche di variazione osservate fra il 2021 e il 2022 nei due sistemi sono paragonabili. L'abbondanza relativa delle famiglie più rappresentative varia in modo quasi identico nei due sistemi; sia nelle Bolle sia nelle paludi italiane abbiamo osservato principalmente una forte diminuzione di Chironomidae e un forte aumento di Sciaridae. La similitudine di questa variazione, considerate le differenze in termini di trattamenti, riflette la criticità del regime idrico nel plasmare le comunità di questi insetti. I due anni sono stati molto diversi in termini di precipitazioni ed evoluzione del livello del lago e ciò ha probabilmente favorito, in alternanza, queste due famiglie a diversa idrofilia. Gli Sciaridae sono infatti anch'essi legati ad ambienti umidi ma risultano globalmente meno idrofili rispetto ai Chironomidae (Shin et al. 2013) e perciò beneficiano di anni nei quali gli ambienti sono meno bagnati, mostrando considerevoli sfarfallamenti. L'influenza del regime idrico sull'emergenza degli insetti risulta anche dall'analisi puntuale della situazione annuale. Già con le indagini condotte tra il 1998 e il 2001 si è potuto constatare come in seguito ai singoli trattamenti con Bti non si sia assistito a delle flessioni importanti della produttività (Pollini 2002); quando invece vi è stata una diminuzione del numero di insetti sfarfallati, questa è riconducibile agli eventi di sommersione e alla loro durata, dinamica osservata anche nel 2021. Categorizzando le stazioni secondo due fattori – il trattamento e la sommersione – abbiamo osservato che il trattamento non ha un effetto significativo sulle emergenze né di ditteri né di Chironomidae nei vari periodi di campionamento, mentre la sommersione ha un effetto sulle emergenze di ditteri. Fra maggio e agosto del 2021, quando il livello del lago è rimasto stabile tra 193.80 m e 193.90 m, le stazioni che sono state sommerse hanno prodotto significativamente meno ditteri rispetto alle stazioni che sono rimaste in asciutta (Fig. 3). Si osserva inoltre una differenza nella fenologia di schiusa caratterizzata da uno slittamento del picco delle emergenze dovuto alla sommersione (Fig. 4). In assenza di sommersione – prolungata – la produttività degli ambienti indagati è maggiore tra maggio e giugno; laddove c'è sommersione, invece, il picco di emergenze avviene generalmente a fine estate. Nel 2022, anno particolarmente secco, la produttività di tutte le stazioni è infatti stata maggiore tra maggio e giugno. Ciò indica come la capacità produttiva delle paludi delle Bolle in particolari periodi dell'anno è fortemente legata all'evoluzione del livello del lago.

Le differenze fenologiche osservate nel 2021 riflettono inoltre le diverse comunità di Chironomidae, specie responsabili dei picchi delle emergenze; se il picco primaverile è dovuto principalmente a *Pseudosmittia angusta*, quello di fine estate è dovuto – perlomeno nel 2021 – a *Paratanytarsus lauterborni*, *Polypedium tritum* e *Polypedium gr. nubeculosum*. Il genere *Pseudosmittia* comprende specie



terrestri o semiacquatiche (Moller Pillot 2005; Andersen et al. 2013), che quindi sopportano o necessitano un certo tenore idrico ma hanno bisogno anche di periodi senza sommersione. Sebbene per certe specie sia stato osservato uno sfarfallamento in acqua, normalmente l'emergenza avviene, in caso di sommersione, quando l'ambiente torna in asciutta (Moller Pillot 2005). I nostri risultati mostrano tendenze simili. Durante la prima campagna di indagini, in modo particolare nel 1999 e nel 2000, *Pseudosmittia angusta* è stata rilevata più massicciamente nella stazione 10, a quota 193.81 m slm. In questi anni gli sfarfallamenti sono stati più intensi dopo una breve sommersione, quando la stazione è tornata in asciutta; le nostre osservazioni sembrano indicare in particolare che la specie benefici di una sommersione temporanea tra aprile e giugno. Nel 2021 *P. angusta* è stata catturata maggiormente nella stazione 2 (194.04 m slm), che è stata sommersa soltanto per pochi giorni a metà luglio. Il picco delle emergenze è però avvenuto poco dopo il repentino innalzamento del lago, a fine maggio, fin poco sotto la quota della stazione, evento che ha probabilmente creato le condizioni di umidità del terreno idonee alla schiusa delle uova e lo sviluppo delle larve. Nello stesso anno, la stazione 10 e quelle a quote inferiori sono rimaste sott'acqua per un periodo probabilmente troppo lungo per *P. angusta*. Nel 2022, anno in cui nessuna stazione è stata sommersa, *P. angusta* è stata catturata principalmente nella stazione 13 (193.58 m slm), alla quota più bassa fra quelle indagate. Le tre specie responsabili del picco di fine estate nel 2021 – *Paratanytarsus lauterborni*, *Polypedilum tritum* e *Polypedilum* gr. *nubeculosum* – sono invece prettamente acquatiche e tipiche di ambienti permanenti quali ruscelli, fiumi, stagni, paludi e litorali lacustri (Epler et al. 2013). Le catture sono avvenute principalmente nella stazione 3, a quota 193.67 m slm, che è stata sommersa tra fine maggio e fine agosto. Queste specie non sono state rilevate durante le prime campagne mentre nel 2021 figuravano fra quelle globalmente più abbondanti. Il fatto che queste specie acquatiche siano state rilevate soltanto in un anno, e che nel 2022 non vi è stata sommersione degli ambienti studiati, non ci permette ancora di trarre conclusioni solide ma ci spinge ad interpretare questo cambiamento delle comunità come una potenziale conseguenza della nuova gestione della regolazione del lago, il cui livello massimo consentito è di 0.25 m maggiore rispetto agli anni dei primi campionamenti (UFAM 2020). Parallelamente, ciò è potenzialmente all'origine anche delle variazioni osservate in *Pseudosmittia angusta*; tra il 1998 e il 2001 e nel 2022 la specie ha costituito tra l'73% e il 94% dei Chironomidae ed è stata catturata in stazioni a quote comprese tra 193.58 m slm e 193.81 m slm, mentre nel 2021 l'abbondanza relativa è stata solo del 13% e le catture sono avvenute principalmente a 194.04 m slm. La diminuzione dell'abbondanza di questa specie osservata nel 2021, inoltre, è difficilmente riconducibile ai trattamenti poiché le specie più sensibili al Bti hanno larve filtratrici (Pont et al. 1999) mentre quelle di *P. angusta*, in quanto specie semi-terrestre, sono colletttrici e si nutrono di materia organica nei primi orizzonti del terreno (Delettre comm. pers.).

I risultati di questo studio indicano come la fenologia e la composizione specifica delle comunità di ditteri a larva edafica nelle paludi delle Bolle siano influenzate in particolare dall'evoluzione annuale del livello del lago. Considerando il ruolo di questi organismi quale sostanziale fonte di cibo, le tempistiche della loro emergenza rappresentano un fattore limitante per i predatori che ne dipendono. Le nostre osservazioni suggeriscono che quanto riscontrato da Giuntini et al. (2022), ovvero che un livello del lago particolarmente alto in primavera sfavorisce gli uccelli migratori, sia dovuto a uno slittamento della produttività e di conseguenza della disponibilità di risorse nutritive. Nello specifico, una sommersione prolungata, da fine primavera a metà estate, come osservato nel 2021 fino alla quota 193.90 m slm, posticipa il picco della produttività. Giuntini et al. (2022) hanno pure osservato come la sommersione delle paludi sia maggiormente problematica per le specie il cui passaggio avviene all'inizio del periodo delle migrazioni (marzo-inizio aprile), come ad esempio la capinera *Sylvia atricapilla* (Linnaeus, 1758) e il migliarino di palude *Emberiza schoeniclus* (Linnaeus, 1758). I dati dei monitoraggi esposti nel presente articolo ci permettono di descrivere il fenomeno soltanto a partire da fine aprile, non è perciò possibile confermare la dinamica per queste specie in particolare. Tuttavia, la chiara tendenza emersa dai risultati, che segnalano un effetto bloccante della sommersione sulla produttività, lascia intuire la causa dei problemi osservati nelle specie di uccelli con picco migratorio precoce, le quali sono confrontate con le sommersioni di marzo e aprile. Al fine di confermare o meno tale dinamica, sarà in futuro ragionevole monitorare la produttività degli ambienti più precocemente nella stagione, idealmente già da febbraio-marzo.

## CONCLUSIONI

I risultati ottenuti con queste campagne di monitoraggio indicano che, sebbene certe specie possano essere realmente sensibili al larvicida a base di Bti, i trattamenti effettuati nelle Bolle di Magadino finora non hanno portato a una diminuzione della produttività di ditteri a larva edafica. Sono state evidenziate delle fluttuazioni quantitative e qualitative delle emergenze che sono però riconducibili all'evoluzione del livello del lago e che rappresentano dinamiche tipiche degli ambienti temporanei soggetti a sommersione quali le paludi indagate. Se l'attuale regolazione del lago sembra non influire sulla produttività assoluta di questi ambienti, osserviamo, tuttavia, che le comunità di Chironomidae sono influenzate degli eventi di sommersione, i quali giocano un ruolo importante nel definire la fenologia delle emergenze e di conseguenza la disponibilità di risorse nutritive per diversi predatori, in particolare per gli uccelli migratori. Sommersioni prolungate come quella verificatasi fra maggio e agosto 2021 riducono considerevolmente la disponibilità di insetti in questi mesi e, se reiterate negli anni, influenzano negativamente la *guild* trofica ad essi associata.

## RINGRAZIAMENTI

Ringraziamo Brigitte Lods-Crozet per la determinazione alla specie dei Chironomidae maschi e i collaboratori della Fondazione Bolle di Magadino Davide Sargenti e Michael Bindella per il supporto logistico sul terreno. Si ringrazia inoltre il Museo cantonale di storia naturale per il sostegno per aver fornito il materiale necessario alla conservazione dei campioni. Ringraziamo infine i membri della Commissione Scientifica della Fondazione per le considerazioni scientifiche.

## REFERENZE BIBLIOGRAFICHE

- Adler P.H. & Courtney G.W. 2019. Ecological and Societal Services of Aquatic Diptera. *Insects*, 10 (3): 1-23.
- Allgeier S., Kästel, A. & Brühl C.A. 2019. Adverse effects of mosquito control using *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*: Reduced chironomid abundances in mesocosm, semi-field and field studies. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 169: 786-796.
- Andersen T., Sæther O.A., Cranston P.S. & Epler J.H. 2013. The larvae of Orthocladinae (Diptera: Chironomidae) of the Holarctic Region – Keys and diagnoses. In: Andersen T., Cranston P.S. & Epler J.H. (Scientific editors) 2013. The larvae of Chironomidae (Diptera) of the Holarctic Region – Keys and diagnoses. *Insect Systematics & Evolution, Supplement No 66*: 189-386. Lund, Svezia.
- Armitage P.D. 1995. Chironomidae as food, pp. 423-435. In: Armitage P.D., Cranston P.S. & Pinder L.C.V. 1995. The Chironomidae: Biology and ecology of non-biting midges. Chapman & Hall, Londra, 572 pp.
- Carabella M., Aletti R., Guenzani W., Lardelli R., Parnell A., Patocchi N., ... & Scandolaro C. 2022. Gli uccelli del Lago Maggiore. *Quaderni del Gruppo Insubrico di Ornitologia*, nr. 4, 256 pp.
- Delettre Y.R. 1989. Influence de la durée et de l'intensité de l'assèchement sur l'abondance et la phénologie des Chironomides (Diptera) d'une mare semi-permanente peu profonde. *Archiv für Hydrobiologie*, 114: 383-399.
- Epler J.H., Ekrem T. & Cranston P.S. 2013. The larvae of Chironominae (Diptera: Chironomidae) of the Holarctic Region – Keys and diagnoses. In: Andersen T., Cranston P.S. & Epler J.H. (Scientific editors) 2013. The larvae of Chironomidae (Diptera) of the Holarctic Region – Keys and diagnoses. *Insect Systematics & Evolution, Supplement No 66*: 387-556. Lund, Svezia.
- Feijó Fariña B., Flacio E. & Patocchi N. 2014. Quali impatti provoca l'utilizzo di *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti) quale larvicida nella lotta alle zanzare, sulla biodiversità degli ecosistemi delle Bolle di Magadino? Resoconto della bibliografia e delle conoscenze acquisite fino al 31.12.2024. Fondazione Bolle di Magadino. Rapporto interno: 14 pp.
- Flacio E., Rossi-Peduzzi A., Bernasconi-Casati E. & Patocchi, N. 2014. Culicidae fauna from Canton Ticino and report of three new species for Switzerland. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*, 87: 163-182.
- Giuntini S., Tattoni C., Gagliardi A., Martinoli A., Patocchi N., Lardelli R., ... & Preatoni D.G. 2023. Limnology for the ornithologist: effects of Lake Maggiore water level on migratory flows. *Journal of Limnology*, 81: 2123.
- Karima Z. 2021. Chironomidae: Biology, Ecology and Systematics. In: Perveen F.K. 2021. The Wonders of Diptera – Characteristics, Diversity, and Significance for the World's Ecosystems. IntechOpen, <https://doi.org/10.5772/intechopen.95577>
- Khani A., Nourani E., Kafash A., Ilanloo S.S., Alipour J. & Yousefi M. 2015. Artificial waterbodies in Sarakhs county: important stopover sites for migratory waterbirds in north-eastern Iran. *Sandgrouse*, 37: 71-78.
- Lardelli R. & Scandolaro C. 2023. In volo tra Africa ed Europa. Armando Dadò Editore, 224 pp.
- Lundström J.O., Schäfer M.L., Petersson E., Persson Vinnersten T.Z., Landin J. & Brodin Y. 2010. Production of wetland Chironomidae (Diptera) and the effects of using *Bacillus thuringiensis israelensis* for mosquito control. *Bulletin of entomological research*, 100: 117-225.
- Moller Pillot H. 2005. Invloed van inundatie van graslanden op terrestrische dansmuggen (Diptera: Chironomidae). *Nederlandse Faunistische Mededelingen*, 23: 113-123.
- Orsholm J. & Elenius M. 2022. Effects of hydrology on wetland biodiversity. A literature study and development of hydrological indicators. Swedish Meteorological and Hydrological Institute, Report Hydrology 22, 37 pp.
- Ufficio dei corsi d'acqua (UCA) 2023. Osservatorio Ambientale della Svizzera Italiana (OASI). Dati idrologici. <https://www.oasi.ti.ch/web/dati/idrologia-laghi.html> (ultima consultazione: dicembre 2023).
- Overdijk O. & Navedo J.G. 2012. A massive spoonbill stopover episode: identifying emergency sites for the conservation of migratory waterbird populations. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 22: 695-703.
- Pollini L. 2002. Utilizzo del larvicida Bti in ecosistemi naturali ed effetti sulla fauna ditterologica non mirata (non target) nella riserva delle Bolle di Magadino (Ticino, Svizzera). Risultati delle campagne 1998-2001. Fondazione Bolle di Magadino. Rapporto interno: 31 pp.
- Pollini L. 2010. Utilizzo del larvicida Bti in ecosistemi naturali ed effetti sulla fauna ditterologica non mirata (non target) nella riserva delle Bolle di Magadino (Ticino, Svizzera). Risultati delle campagne 2003-2004. Fondazione Bolle di Magadino. Rapporto interno: 47 pp.
- Pont D., Franquet E. & Tournenq J.J. 1999. Impact of different *Bacillus thuringiensis* variety *israelensis* treatments on a chironomid (Diptera Chironomidae) community in a temporary marsh. *Journal of Economic Entomology*, 92: 266-272.
- Shin S., Jung S., Menzel F., Heller K., Lee H. & Lee. S. 2013. Molecular phylogeny of black fungus gnats (Diptera: Sciaroidea: Sciaridae) and the evolution of larval habitats. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 66: 833-846.
- Ufficio federale dell'ambiente (UFAM) 2020. Regolazione del Lago Maggiore. Schede sulla regolazione dei livelli lacustri. Ufficio Federale dell'Ambiente (UFAM), Berna, 2 pp.

Allegato 1: Descrizione delle stazioni. Le “X” indicano gli anni nei quali le stazioni sono state studiate.

No stazione	Altitudine	Ambiente	Tipologia/fisionomia stazionale	Località	Toponimo	C00X	C00Y	1998	1999	2000	2001	2021	2022
1	193.71	Cariceto a grandi carici	Cariceto denso	Piattono	Bolette	709866.782	112128.056	X					
2	194.04	Formazione a <i>Phragmites</i> molto densa, facies terrestre	Pseudocanneto	Piattono	Bolette	709827.035	112154.465	X		X	X	X	X
3	193.67	Cariceto a grandi carici con <i>Phragmites</i> sparso	Cariceto denso	Piattono	Bolette	709731.907	112344.181	X		X	X	X	X
4	193.88	Cariceto a grandi carici	Cariceto denso	Piattono	Bolette	709904.953	112280.291	X		X		X	X
5	194.55	Alte erbe dense	Megaforbie	Piattono	Bolette	709982.421	112215.237	X					
6	194.24	Alte erbe sparse, facies a <i>Deschampsia</i>	Megaforbie	Piattono	Bolette	709954.598	112257.892		X		X	X	X
9	193.65	Cariceto a grandi carici con <i>Phalaris</i>	Cariceto denso	Bolle centrali	Bolette	709924.088	113374.608		X	X		X	X
10	193.83	Cariceto a piccole carici con <i>Molinia</i> sparsa	Parvocariceto a <i>Molinia</i>	Bolle settentrionali	Bo Grasso	709608.886	113612.817		X	X	X	X	X
13	193.58	Cariceto a piccole carici in mosaico con cariceto a grandi carici e molto <i>Phragmites</i>	Parvocariceto e cariceto denso	Bolle settentrionali	Bo Grasso	709661.23	113491.632		X	X		X	X
14	193.61	Nessuna vegetazione, substrato ciottoli e sabbia grossa	Area pioniera senza vegetazione	Bolle settentrionali	Bo Grasso	709928.971	113726.107		X				
15	194.35	Cariceto a grandi carici con <i>Phragmites</i> ben presente	Pseudocanneto a carici	Lischeto	Lischeto	710292.496	112253.054			X			
16	194.43	Cariceto a grandi carici con <i>Phragmites</i> ben presente	Pseudocanneto a carici	Lischeto	Lischeto	710250.055	112338.358			X			
17	194.44	Prateria umida	Prato	Lischeto	Lischeto	710336.29	112344.733			X			
18	194	Arativo	Arativo	Lischeto	Lischeto					X			
19	194.18	Struttura prativa di transizione verso cariceto denso a grandi carici, molto diversificata	Prato umido	Bolle centrali	Bolette	710064.038	113215.578			X	X	X	X
101	193.87	Cariceto a grandi carici con <i>Phragmites</i> sparso	Cariceto con canneto sparso	Bozza	Bozza Monvallina	692019	77280					X	X
102	194.23	Filipenduleto con molto <i>Phragmites</i> e <i>Thelypteris</i>	Filipenduleto	Bozza	Sabbie d'Oro	692425	76536					X	X
103	194.03	Canneto denso	Canneto	Bozza	Sabbie d'Oro	692387	76471					X	X

Allegato 2: Date dei periodi di campionamento delle stazioni delle Bolle nel 2021 e nel 2022.

Periodo	Data
0	19.04-30.04.2021
1	30.04-10.05.2021
2	10.05-20.05.2021
3	20.05-31.05.2021
4	31.05-10.06.2021
5	10.06-21.06.2021
6	21.06-01.07.2021
7	01.07-12.07.2021
8	12.07-22.07.2021
9	22.07-02.08.2021
10	02.08-12.08.2021
11	12.08-23.08.2021
12	23.08-02.09.2021
13	02.09-13.09.2021
14	13.09-23.09.2021
15	23.09-04.10.2021
16	20.04-29.04.2022
17	29.04-09.05.2022
18	09.05-19.05.2022
19	19.05-30.05.2022
20	30.05-09.06.2022
21	09.05-20.06.2022
22	20.06-30.06.2022
23	30.06-11.07.2022
24	11.07-21.07.2022
25	21.07-01.08.2022
26	01.08-11.08.2022
27	11.08-22.08.2022
28	22.08-01.09.2022
29	01.09-12.09.2022
30	12.09-22.09.2022



Allegato 3: Catture totali di ditteri per famiglia nelle Bolle di Magadino e nelle ZSC di Sabbie d’Oro e Bozza Monvallina durante la campagna 2021-2022. In grassetto sono evidenziate le famiglie più abbondanti. Ind. = numero di individui.

	Bolle di Magadino				Sabbie d’Oro e Bozza Movallina			
	2021		2022		2021		2022	
	Ind.	%	Ind.	%	Ind.	%	Ind.	%
Agromyzidae	25	0.093	25	0.081			2	0.013
Anthomyiidae			14	0.046	2	0.017	2	0.013
Anthomyzidae	1	0.004	3	0.010				
Asteiidae	1	0.004	1	0.003	1	0.008		
Bibionidae	1	0.004					4	0.026
Calliphoridae	1	0.004	7	0.023			4	0.026
Carniidae	1	0.004	3	0.010				
<b>Cecidomyiidae</b>	<b>6'951</b>	<b>25.776</b>	<b>5'884</b>	<b>19.127</b>	<b>1'750</b>	<b>14.703</b>	<b>2'079</b>	<b>13.408</b>
Ceratopogonidae	455	1.687	46	0.150	371	3.117	385	2.483
Chaoboridae	2	0.007						
<b>Chironomidae</b>	<b>11'890</b>	<b>44.091</b>	<b>8'860</b>	<b>28.801</b>	<b>5'691</b>	<b>47.815</b>	<b>2'491</b>	<b>16.065</b>
Chloropidae	115	0.426	401	1.304	17	0.143	25	0.161
Culicidae	267	0.990			210	1.764		
Dolichopodidae	496	1.839	546	1.775	172	1.445	215	1.387
Drosophilidae	13	0.048	2	0.007	3	0.025	7	0.045
Empididae	177	0.656	201	0.653	32	0.269	130	0.838
Ephydridae	188	0.697	105	0.341	30	0.252		
Fanniidae					2	0.017		
Heleomyzidae			1	0.003				
Hybotidae	104	0.386	201	0.653	152	1.277	165	1.064
Keroplidae			1	0.003			5	0.032
Lauxaniidae	11	0.041	4	0.013				
Limoniidae	121	0.449	35	0.114	125	1.050	33	0.213
Lonchopidae	31	0.115	4	0.013				
Micropezidae	2	0.007	4	0.013				
Milichiidae			3	0.010			2	0.013
Muscidae	38	0.141	335	1.089			2	0.013
Mycetophilidae	17	0.063	21	0.068	20	0.168	4	0.026
Opomyzidae	4	0.015	3	0.010				
<b>Phoridae</b>	<b>442</b>	<b>1.639</b>	<b>1'389</b>	<b>4.515</b>	<b>712</b>	<b>5.982</b>	<b>4'720</b>	<b>30.440</b>
Pipunculidae	1	0.004						
Psilidae	1	0.004	8	0.026	1	0.008		
Psychodidae	2	0.007	1	0.003	4	0.034	17	0.110
Rhinophoridae	1	0.004	3	0.010				
Sarcophagidae	2	0.007	12	0.039	1	0.008		
Scathophagidae	4	0.015	1	0.003				
Scatopsidae	747	2.770	438	1.424	54	0.454	101	0.651
<b>Sciaridae</b>	<b>4'693</b>	<b>17.403</b>	<b>11'287</b>	<b>36.690</b>	<b>2'351</b>	<b>19.753</b>	<b>4'744</b>	<b>30.595</b>
Sciomyzidae					1	0.008	14	0.090
Sepsidae			4	0.013				
Sphaeroceridae	136	0.504	231	0.751	179	1.504	339	2.186
Stratiomyiidae	1	0.004	1	0.003				
Syrphidae	1	0.004	6	0.020	14	0.118	7	0.045
Tabanidae	1	0.004	11	0.036	4	0.034	4	0.026
Tachinidae			635	2.064	1	0.008	2	0.013
Tipulidae	23	0.085	25	0.081	1	0.008	3	0.019
Ulidiidae			1	0.003				
Indet.					1	0.008		
<b>Totale</b>	<b>26'967</b>		<b>30'763</b>		<b>11'902</b>		<b>15'506</b>	

Allegato 4: Variazione delle emergenze medie giornaliere al metro quadrato di a) ditteri e b) Chironomidae nelle Bolle di Magadino nei vari anni di campionamento, divise per fasce di quota: bassa (193.58-193.71 m; triangoli, linea punteggiata), media (193.83-193.88 m; quadrati, linea tratteggiata) e alta ( $\geq 194.00$  m; cerchi, linea continua).

