

Liceo Cantonale di Lugano 1

**Approfondimenti di tematiche in biologia**

**I SIRFIDI COME BIOINDICATORI PER L'ANALISI DELLA QUALITÀ DEGLI AMBIENTI**



Lavoro di maturità di:

**Dennis Chirico**

Docente responsabile:

**Luca Paltrinieri**

Anno 2022-2023

## **Approfondimenti di tematiche in biologia**

### **I SIRFIDI COME BIOINDICATORI PER L'ANALISI DELLA QUALITÀ DEGLI AMBIENTI**

Foto di copertina:  
Sirfide del genere *Sphaerophoria*, scattata il 23.05.2022 a Vernate

Se non indicato altrimenti, le fotografie presenti nel testo appartengono a Dennis Chirico.

## Sommario

1	Premessa .....	4
2	Presentazione .....	4
3	Introduzione .....	5
3.1	Obiettivi generali .....	5
3.2	Foreste.....	5
3.2.1	Foreste in Svizzera .....	5
3.2.2	Foreste ticinesi.....	6
3.2.3	Storia della gestione forestale in Ticino .....	8
3.3	Foreste e biodiversità .....	9
3.3.1	Definizione di biodiversità .....	9
3.3.2	Importanza della biodiversità .....	10
3.3.3	Biodiversità nel bosco .....	11
3.4	I Sirfidi (Diptera, Syrphidae).....	11
3.4.1	René Malaise e l'entomologia.....	11
3.4.2	Approfondimento sull'Ordine dei ditteri (Diptera).....	12
3.4.3	Sirfidi: sottofamiglie e generi, mimetismo, identificazione .....	12
3.4.4	I Sirfidi negli ambienti forestali .....	15
3.4.5	I Sirfidi in altri ambienti.....	15
3.5	I Sirfidi e la bioindicazione .....	15
3.5.1	Definizione di bioindicatore .....	15
3.5.2	I Sirfidi come bioindicatori .....	15
4	Metodo e svolgimento .....	16
4.1	Syrph the Net .....	16
4.2	Materiali e tecniche utilizzate.....	18
4.3	Organizzazione dell'attività .....	19
4.4	Campionamento degli insetti .....	19
4.4.1	Definizione di campionamento e tecniche .....	19
4.4.2	Stazione di campionamento .....	19
4.4.3	Periodi di campionamento .....	19
4.5	Smistamento e determinazione .....	20
4.6	Osservazioni .....	21
5	Risultati .....	21
5.1	Risultati dello smistamento completo .....	21
5.2	Risultati faunistici delle specie di Sirfidi .....	25
6	Discussione.....	29
6.1	Analisi presenza dei differenti Ordini di insetti.....	29
6.2	Analisi Syrph the Net .....	29
7	Conclusioni.....	30
8	Ringraziamenti .....	31
9	Bibliografia e sitografia.....	31
10	Allegati .....	33

## 1 Premessa

La mia grande passione è legata all'ingegneria e alla meccanica. Con questo lavoro di maturità ho volutamente scelto di approfondire una tematica completamente diversa, ma non per questo meno affascinante. Essendo infatti cresciuto lontano dalla città ed avendo potuto apprezzare le funzioni ricreative e di svago che il bosco offre, ho sviluppato un particolare interesse verso tematiche legate alla biologia ed all'ecologia. Con questa ricerca ho colto quindi l'opportunità di valutare lo stato di salute di un bosco tramite lo studio del mondo degli insetti che pure mi affascina.

La realizzazione di questo progetto è stata possibile solamente grazie all'aiuto fornito dal professor Paltrinieri che mi ha seguito nella redazione del testo scritto e nell'organizzazione di questo lavoro di maturità, dalla signora Pollini Paltrinieri del Museo Cantonale di Storia Naturale per il suo contributo nell'identificazione degli insetti e per i materiali messi a disposizione e dal Comune di Vernate per l'autorizzazione che mi è stata concessa per la posa della trappola Malaise.

## 2 Presentazione

Stiamo vivendo una situazione ambientale molto fragile e in continuo cambiamento. Siamo confrontati sempre più spesso con disastri ambientali e gravi perdite di biodiversità.

Con questo lavoro di maturità si vuole indagare sullo stato di salute dei boschi ticinesi, dapprima con un approfondimento teorico a proposito della vegetazione presente sul nostro territorio e dell'importanza della biodiversità, successivamente con i risultati dell'esperienza pratica effettuata nel bosco di Vernate seguendo il metodo Syrph the Net (StN); si analizza quindi la presenza di insetti appartenenti alla famiglia dei Sirfidi (Diptera, Syrphidae), per avere delle informazioni oggettive sulla diversità presente e, di conseguenza, sulla qualità del bosco studiato.

Questo metodo di analisi ambientale, Syrph the Net (StN), si basa sul presupposto che ogni specie di sirfide è associata a microhabitat ben definiti (legno morto, cavità di alberi, zone radicali): quindi la presenza di questi insetti è indice della diversità di risorse che l'ambiente studiato offre, ma anche conseguentemente della diversità di molte altre specie vegetali, animali, fungine o di microrganismi unicellulari ad esse collegati.

La parte pratica del lavoro comincia con un periodo di cattura di insetti con l'ausilio di una trappola Malaise e prosegue con l'attività di smistamento e di identificazione degli stessi.

In seguito all'identificazione dei Sirfidi alla specie siamo potuti giungere ai risultati, che purtroppo non sono soddisfacenti: l'indice di integrità ecologica globale è pari al 12% circa, che è indice di una qualità ambientale non soddisfacente. Le analisi StN permettono inoltre di calcolare lo stesso indice per ambienti più ristretti con lo scopo di avere risultati più dettagliati: ad esempio nel bosco studiato per questo lavoro di maturità si possono distinguere un castagneto, una faggeta, prati e pascoli, giardini ornamentali e un bordo d'acqua corrente.

In Ticino, studi simili sono effettuati dal Museo Cantonale di Storia Naturale, che sono il modello su cui è stato sviluppato questo lavoro di maturità. Per questa ricerca, a differenza degli studi condotti da esperti, è stata utilizzata una sola trappola Malaise e per un periodo di soli 4 mesi che, in aggiunta all'eccessivo caldo e alla siccità dell'estate 2022, potrebbero aver sottostimato la reale biodiversità presente nel territorio di studio.

Questo risultato negativo ottenuto è comunque un segnale che ci invita a pensare a nuove strategie per conservare la biodiversità.

### 3 Introduzione

#### 3.1 Obiettivi generali

In Svizzera, il Cantone più ricoperto da boschi è il Ticino (53% della superficie cantonale) (UNP, 2012). Le foreste rappresentano quindi un grande patrimonio culturale, sociale e soprattutto ambientale, in quanto in esse si concentra la maggior parte delle specie viventi vegetali, animali e fungine presenti sul nostro territorio (UNP, 2012).

Solo negli ultimi cinquant'anni, però, abbiamo cominciato a proteggere questa risorsa in quanto luogo di diversità (Küchli & Chevalier, 1992).

L'obiettivo di questo lavoro di maturità di biologia è dunque quello di valutare la biodiversità dei nostri boschi tramite il campionamento e lo studio di insetti. Particolare attenzione sarà prestata a quelli appartenenti all'Ordine dei ditteri e alla famiglia dei Sirfidi, che sono degli ottimi organismi bioindicatori, poiché si suddividono in più specie che utilizzano molte risorse differenti e sono molto soggetti alle attività antropiche (Burgio, Sommaggio & Birtele, 2015).

#### 3.2 Foreste

##### 3.2.1 Foreste in Svizzera

Il territorio svizzero è molto variegato e non uniforme. Lo si può infatti dividere in tre regioni geografiche: le Alpi (58% della superficie totale svizzera), l'Altopiano (31%) e il Giura (11%). La prima regione, inospitale per le attività umane, è caratterizzata, oltre che da un'importanza storica e geopolitica, da ambienti freddi e rocciosi in cui si sono però sviluppate molte specie animali e vegetali: il 20% del territorio alpino è boschivo. Il Giura è caratterizzato da ambienti collinari ricoperti da foreste per quasi il 50% della superficie e da una popolazione poco numerosa. L'Altopiano ospita invece la maggior parte della popolazione svizzera e le sue attività (www.eda.admin.ch, 10.07.2022). In Svizzera possiamo trovare, a seconda della fascia e dell'altitudine in cui si trova il luogo in esame, foreste di vario genere (Ceschi, 2006) come riportato nello schema sottostante, in cui ogni colore corrisponde ad una fascia boschiva. Lo schema è pensato in modo che approssimi il profilo del territorio svizzero.

Tabella 1: semplificazione di uno schema tratto da Ceschi, 2006

Altitudine	Giura	Altopiano	Nord delle Alpi	Alpi	Sud delle Alpi
2000 m.s.l.m					
1600 m.s.l.m					
800 m.s.l.m					
600 m.s.l.m					
< 600 m.s.l.m					

Colore	Fasce	Tipo di bosco
	Collinare	Boschi di latifoglie
	Submontana o montana inferiore	Faggete (anche miste)
	Montana intermedia e superiore	Abete bianco
	Subalpina	Peccio
	Subalpina superiore	Larice

Nonostante le zone alpine, che si trovano al di sopra del livello boschivo, appaiano aride e inospitali, sono anch'esse caratterizzate da un'alta biodiversità. In questi ambienti si sviluppano piante molto interessanti da un punto di vista evoluzionistico: i vegetali presenti sull'arco alpino si sono dovuti infatti adattare a problemi come la scarsità d'acqua, la forte irradiazione solare e la presenza sia di mammiferi erbivori e sia di terreni rocciosi ([www.eda.admin.ch](http://www.eda.admin.ch), 22.11.2022).

### 3.2.2 Foreste ticinesi

Allo stesso modo anche le foreste ticinesi sono molto variegata e comprendono numerose tipologie forestali ("formazione vegetale caratterizzata dalla predominanza, su un'area determinata, di una o più specie arboree", Ceschi, 2006) che si diffondono sul territorio a seconda delle loro esigenze riguardo il tipo di terreno (in termini di povertà/ricchezza e acidità/basicità) e il clima, quindi l'altitudine (Ceschi, 2006).

Le tipologie forestali in Ticino sono dodici e possono essere suddivise dapprima in foreste naturali e in impianti artificiali. In seguito tra le tipologie forestali naturali possiamo distinguere altri due gruppi in base alla forma delle foglie (Ceschi, 2006): a lamina nel caso delle latifoglie e aghiforme nel caso delle conifere (<https://www.treccani.it>, 03.08.2022).

Tabella 2: tipologie forestali ticinesi

Tipologie forestali naturali		Impianto artificiale
Latifoglie	Conifere	
Bosco pioniere	Pecceta (abete rosso)	Piantazione
Bosco golenale e planiziale	Lariceto	
Bosco misto	Abetina (abete bianco)	
Castagneto	Pineta	
Querceto		
Faggeta		
Ostrieto (carpino nero)		

Nella maggior parte dei casi le tipologie forestali prendono il nome della specie più abbondante, però possono esistere più versioni di una stessa tipologia a seconda delle associazioni con altri piccoli arbusti.

Per esempio possiamo osservare la classificazione, che non verrà approfondita, di una faggeta tratta da Ceschi, 2006.

Tabella 3: esempio di classificazione di una faggeta (Ceschi, 2006)

Unità fitosociologica	Esempio
Classe	Bosco di latifoglie
Ordine	Bosco di latifoglie esigenti
Alleanza	Faggeta
Sottoalleanza	Faggeta acidofila
Associazione	Faggeta acidofila a luzula (erba lucciola) bianca
Subassociazione	Faggeta acidofila a luzula bianca con felci

Qui di seguito definiamo le altre tipologie di boschi: il bosco pioniere, quello golenale e planiziale e quello misto di latifoglie.

"Il bosco pioniere è una particolare tipologia di bosco che raggruppa numerosi popolamenti arborei a composizione, struttura, esigenze ecologiche e distribuzione quanto mai eterogenee e diversificate. Occupa spazi liberi, si estende rapidamente e comprende specie eliofile ("in botanica, di pianta (detta anche fotofila) che vegeta bene alla diretta e forte luce del sole [...]"), <https://www.treccani.it/vocabolario/eliofilo/>, 22.07.2022). Rappresenta inoltre il primo stadio per la creazione di un bosco maturo ("in botanica, di organo che ha raggiunto la fase finale del suo sviluppo morfologico e fisiologico [...]"), <https://www.treccani.it/vocabolario/maturo/>, 22.07.2022) o stabile".

Le formazioni di bosco pioniere più diffuse sono i betuleti, gli ontaneti, i pioppeti o i noccioleti (Ceschi, 2006).

I boschi golenali rappresentano la formazione forestale che si diffonde lungo i corsi d'acqua o nei pressi di rive di laghi poiché, per svilupparsi, necessita di terreni influenzati perennemente o periodicamente della presenza di acqua. A questa tipologia boschiva sono stati associati i boschi di pianura (planiziali), i quali nonostante presentino ancora molte caratteristiche simili a quelle dei boschi di golena, in seguito a bonifiche e arginatura di fiumi, si sono evoluti per vivere in ambienti senza una forte relazione con l'acqua (contrariamente alle origini).

“Si tratta senza dubbio degli ecosistemi forestali di maggiore interesse naturalistico per la loro ricchezza ed elevata diversità biologica, ma anche dei più rari e più minacciati” (Ceschi, 2006).

I boschi misti sono invece caratterizzati dalla presenza di variegata specie arboree di latifoglie che convivono senza che nessuna riesca, su larga scala, ad imporsi sulle altre. Questo tipo di boschi si situa tra i 300 e i 1'000 metri di quota; prevalentemente nella fascia dominata dai castagneti. A titolo di esempio citiamo i boschi di forra (che si sviluppano sui versanti ripidi), i boschi di ontano nero e i carpineti (Ceschi, 2006).

Utilizzando la divisione del territorio cantonale in circondari, cercheremo di ricostruire la vegetazione del Ticino localizzando indicativamente le principali tipologie forestali, grazie alla Tabella 1, Tabella 4, Tabella 5 e Figura 1.

Tabella 4: altitudine massima e minima per ogni circondario forestale

Numero circondario	Altitudine massima (m.s.l.m)	Altitudine minima (m.s.l.m)
1	3019 (Piz Blas)	966 (Calonico)
2	2952 (Torent Alto)	303 (Biasca)
3	3210 (Piz Medel)	528 (Comprovasco)
4	2301 (Poncione d' Alnasca)	197 (Gerra)
5	2228 (Camoghè)	278 (Lugano)
6	1636 (Monte Magno)	238 (Pedrinате)
7	3272 (Basòdino)	332 (Maggia)
8	2207 (Pilone)	678 (Loco)
9	2727 (Pizzo di Claro)	239 (Castione)



Figura 1: divisione del Cantone Ticino in circondari forestali (immagine tratta da : <https://www4.ti.ch/dt/da/sf/temi/boschi-e-foreste/boschi-e-foreste/boschi-e-foreste/uffici-forestali-di-circondario/uffici-forestali-di-circondario/>, 25.04.2022)

Tabella 5: dati per ogni circondario (dati tratti da : <https://www4.ti.ch/dt/da/sf/temi/boschi-e-foreste/boschi-e-foreste/boschi-e-foreste/uffici-forestali-di-circondario/uffici-forestali-di-circondario/>, 25.04.2022)

Numero circondario	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Superficie totale (ha)	32'542	32'198	36'014	31'078	20'182	25'221	56'879	17'042	27'231
Superficie boschiva (ha)	7967 (25%)	19041 (60%)	14315 (38%)	16217 (53%)	11654 (58%)	14478 (57%)	28767 (51%)	12422 (73%)	17718 (65%)
Numero comuni	10	14	5	19	31	48	8	9	19
Boschi pionieri	21%	24%	30%	29%	28%	19%	21%	13%	27%
Boschi cedui	1%	10%	6%	0%	57%	73%	18%	0%	46%
Selve	0%	1%	0%	0%	6%	2%	8%	0%	1%
Boschi di conifere	58%	37%	40%	15%	1%	0%	26%	23%	7%
Boschi misti	11%	12%	8%	44% (latifoglie)	2%	0%	18%	52% (latifoglie)	10%
Piantagioni	2%	2%	2%	3%	5%	5%	2%	2%	5%
Improduttivo	7%	14%	14%	9%	1%	1%	15%	10%	4%

Per esempio possiamo notare che nel primo circondario sono presenti prevalentemente (58%) boschi di conifere (Tabella 5), e più in particolare possiamo trovare molti esemplari di abete bianco, peccio e larice (Tabella 1).

Possiamo considerare, sempre come esempio, anche il settimo circondario. Questa regione dovrebbe risultare molto variegata: infatti l'altitudine varia dai 300 m.s.l.m circa fino ai 3272 m.s.l.m del Basòdino (Tabella 4). Secondo la Figura 1 troviamo sia boschi misti di latifoglie, sia conifere.

Lo studio di questo lavoro di maturità si concentra sul bosco di Vernate (Malcantone), nel sesto circondario, dove si trovano principalmente boschi cedui (73%) che si tagliano periodicamente per la legna, lasciando i ceppi da cui si origineranno i nuovi polloni. I boschi cedui sono costituiti da latifoglie che producono buona legna da taglio quali querce, carpini, faggi. (<https://www.treccani.it/enciclopedia/bosco-ceduo/>, 13.07.2022). In più piccola parte si trovano anche boschi pionieri (19%).

Il luogo di studio è caratterizzato principalmente da una foresta castanile. Questo tipo di foresta si estende generalmente dal fondovalle fino ad un'altitudine massima compresa tra i 1000 e i 1100 m.s.l.m, predilige zone soleggiate e substrati acidi poveri di carbonati.

In Ticino il castagno è presente sin dall'epoca dei Romani e grazie all'abbondanza di prodotti che da esso si possono ricavare è conservato anche nella memoria storica e culturale della popolazione (Ceschi, 2006).

### 3.2.3 Storia della gestione forestale in Ticino

In seguito all'ultima glaciazione, detta del Würm e risalente a circa 20'000 anni fa, si è assistito a una rapida diffusione di vegetali che hanno imboschito naturalmente il territorio ticinese e alpino.

A partire dal neolitico (7500 anni fa) la storia delle nostre foreste è stata sempre caratterizzata da attività antropiche, spesso in contrasto con le tendenze evolutive. Il più celebre esempio di influenza umana è avvenuto al tempo dei Romani, quando essi hanno diffuso il castagno nelle fasce collinari e montane al Sud delle Alpi. Infatti, questa pianta che caratterizza tutt'ora il territorio ticinese, si è imposta sulle specie autoctone modificando l'ambiente boschivo (UNP, 2012).

Inoltre, a causa dell'economia di sussistenza sviluppatasi nel 1800, il bosco costituiva l'unica risorsa di energia e di materie prime. Di conseguenza questo ambiente era intensamente sfruttato: oltre a sottrarre erbe, foraggio e castagne, veniva prelevata anche legna (da ardere o da opera) in quantità maggiore di quella che poteva crescere.

A metà del 19° secolo con la nascita, non solo in Ticino, dell'economia forestale, si sono verificati progressi agricoli e si sono sviluppate industria e ferrovia.

Conseguentemente sono arrivate nuove nozioni in ambito biologico ed ecologico come una maggiore conoscenza del sottosuolo e di malattie degli alberi e nuove risorse come il carbone. Queste novità hanno permesso di ridurre la pressione sul bosco, che ha ricominciato a ricrescere in modo naturale (Küchli & Chevalier 1992).

Nel 1900 si è invece sviluppato il concetto di selvicoltura (Küchli & Chevalier 1992) che ha favorito un forte aumento della superficie forestale (60'000 ha dell'inizio del 1900 ai 148'500 ha del 2010) (Sezione forestale, Divisione dell'ambiente & Dipartimento del territorio, 2008).

Con il termine selvicoltura si definisce l'atto di gestire le risorse di un ambiente forestale, in modo da soddisfare le necessità dell'uomo rispettando i tempi di rigenerazione del bosco e gli equilibri che lo caratterizzano.

Esiste anche una selvicoltura definita naturalistica e ha lo scopo di conservare e favorire la biodiversità e di garantire le fasi naturali di sviluppo (Sezione forestale, Divisione dell'ambiente & Dipartimento del territorio, 2008).

Infine, a partire dal 1950, quando è cominciato un utilizzo massiccio del petrolio che ha permesso lo sviluppo della motorizzazione di massa e l'urbanizzazione, il bosco è stato riscoperto come ambiente di biodiversità e ha assunto anche nuove funzioni, come quella ricreativa.

Nonostante la vasta diffusione di cemento, plastica e acciaio, il bosco non mostrava segni di sofferenza. Tuttavia, negli anni Novanta, sono state scoperte gravi malattie negli ambienti boschivi come l'avvelenamento dell'aria, del suolo e delle acque dovuto all'utilizzo di materie sintetiche come quelle sopracitate.

Grazie ad un ulteriore sviluppo di nuove tecnologie e scoperte in ambito selvicolturale sono stati sviluppati nuovi metodi per garantire la protezione e la conservazione degli ambienti boschivi.

Essi con meno pressioni dovute a sostanze inquinanti, continui disboscamenti e sfruttamento eccessivo di risorse, hanno ricominciato a seguire una ricrescita naturale che ha portato ad un generale miglioramento dell'ambiente di vita di moltissime specie sempre meno presenti (Küchli & Chevalier 1992) come i Sirfidi, oggetto di questo lavoro di maturità.

### **3.3 Foreste e biodiversità**

#### **3.3.1 Definizione di biodiversità**

Secondo la Convenzione sulla diversità biologica che si è svolta Rio de Janeiro nel 1992, la diversità biologica è definita come la "variabilità degli organismi viventi di qualsiasi origine, inclusi, tra l'altro, gli ecosistemi terrestri, marini e gli altri ecosistemi acquatici, e i complessi ecologici dei quali questi sono parte; essa comprende la diversità all'interno delle specie (intraspecifica), tra le specie (interspecifica) come pure quella degli ecosistemi." (UNP, 2012)

Dalla definizione, il concetto di biodiversità è presente a 3 livelli: a livello genetico (diversità intraspecifica), a livello specifico (diversità interspecifica) e a livello di habitat ed ecosistemi, (UNP, 2012) secondo Figura 2.

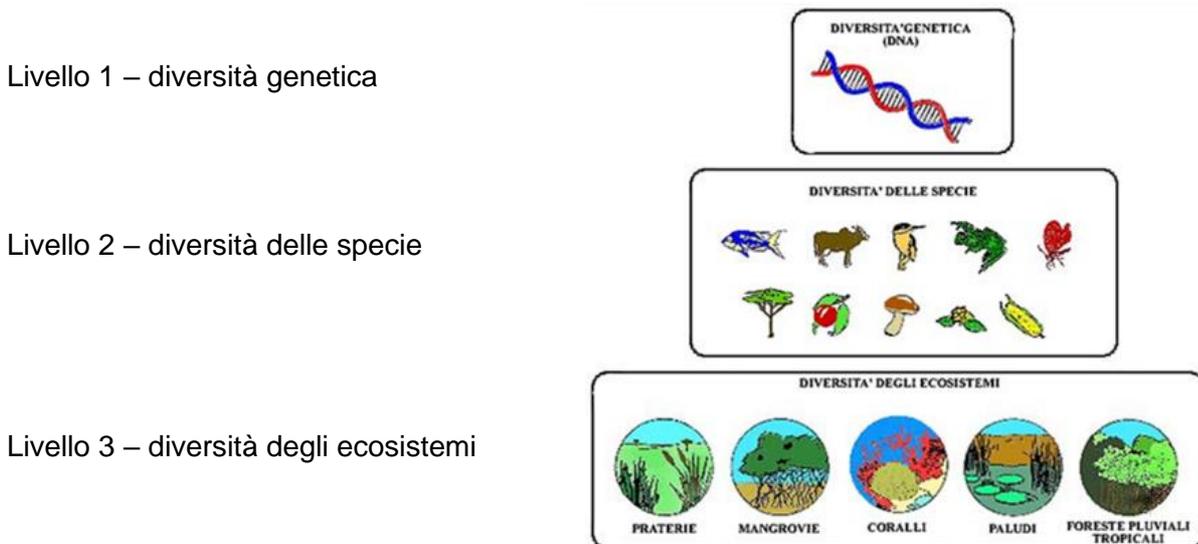


Figura 2: livelli di biodiversità

- Livello 1: Questa prima categoria prende in considerazione la variabilità genetica sviluppatasi grazie ai processi evolutivi di selezione naturale e adattamento alle condizioni ambientali ma, seppur in minor misura, anche a seguito di incroci voluti dall'uomo. Si può analizzare questo parametro sia a livello di individui di una stessa popolazione, o fra individui appartenenti a popolazioni differenti (UNP, 2012).
- Livello 2: Anche definita come variabilità specifica, essa si riferisce alla diversità delle comunità, cioè all'insieme delle specie diverse che vivono in un determinato territorio (UNP, 2012).
- Livello 3: È la variabilità ecologica a livello di comunità o di habitat<sup>5</sup> (UNP, 2012).

“Per habitat si intende il luogo le cui caratteristiche chimico-fisiche (abiotiche) possono permettere ad una data specie di vivere e di svilupparsi, vale a dire l'ambiente che ospita le popolazioni di una specie. La conservazione degli habitat è uno dei principali strumenti di salvaguardia della biodiversità. La distruzione, la frammentazione o il degrado degli habitat devono essere evitati/prevenuti, pena il rischio di estinzione della specie in questione. L'alterazione degli habitat può provocare profonde modifiche, avvantaggiando specie più adattabili e generiche e facendo regredire quelle che possiedono un maggior grado di specializzazione. Un aspetto essenziale della salvaguardia degli habitat è costituito dall'esistenza di corridoi ecologici” (UNP, 2012).

### 3.3.2 Importanza della biodiversità

Le attività antropiche stanno causando una grave perdita di biodiversità, la quale è però preziosa per mantenere in equilibrio gli ecosistemi: in particolare queste dannose attività stanno alterando la struttura trofica, i flussi di energia e i cicli biochimici che si sono instaurati con il lungo e complesso processo evolutivo studiato da Charles Darwin.

Anche l'essere umano fa parte dei processi sopra nominati e dipende dagli ecosistemi e dalle funzioni che essi svolgono.

Per esempio, l'impollinazione, la decomposizione e il riciclo di sostanze nutritive sono compiti che su larga scala non possiamo sostenere senza l'aiuto di altri esseri viventi.

Quotidianamente sul nostro pianeta giungono  $10^{19}$  kcal di energia solare dei quali solo l'1% viene assorbito e convertito in energia chimica dagli organismi produttori, organismi spesso vegetali (ma anche batteri) che sono in grado di svolgere la fotosintesi.

I produttori costituiscono la base della catena alimentare, anche detta struttura trofica. In seguito, troviamo i consumatori primari, che traggono il loro nutrimento dai produttori: sono quindi spesso erbivori. Infine, troviamo i consumatori carnivori secondari e di grado sempre più elevato.

Un particolare tipo di consumatori è costituito dai decompositori: organismi che utilizzano come risorse gli scarti organici provenienti da tutti i livelli trofici come escrementi, carcasse o legno morto, trasformandoli in materia inorganica e restituendoli all'ambiente.

In questo delicato processo ogni produttore e consumatore ha il proprio o i propri predatori specifici; si può quindi notare che la mancanza di anche solo una specie può provocare gravi disequilibri (Reece et al., 2015).

La biodiversità è anche importante per evitare che agenti patogeni, i quali infettano solamente una ristretta gamma di specie, si possano diffondere rapidamente. Per esempio, la diffusione di un agente patogeno in una monocultura è agevolata dal fatto che si trovano piante di una sola specie a stretto contatto. Sarebbe quindi ideale avere più specie per unità di terreno per evitare di devastare intere coltivazioni (Reece et al., 2015). Si può quindi affermare che l'ambiente riesce a mantenere la propria integrità ecologica più a lungo quanto più è ricco di specie: un ambiente molto biodiverso risulterà avere una resilienza maggiore.

In biologia si definisce resilienza come “la velocità con cui una comunità (o un sistema ecologico) ritorna al suo stato iniziale, dopo essere stata sottoposta a una perturbazione che l’ha allontanata da quello stato; le alterazioni possono essere causate sia da eventi naturali, sia da attività antropiche” (<https://www.treccani.it/enciclopedia/resilienza/>, 14.12.2022).

### 3.3.3 Biodiversità nel bosco

In Svizzera, il 40% delle specie vegetali, animali e fungine delle 32'000 contate su tutto il territorio (UNP, 2012) vive nel bosco, che copre complessivamente un terzo della superficie nazionale. Questo ambiente è dunque considerato come rifugio di biodiversità, ma come visto sono necessarie conoscenze e misure concrete per poter mantenerlo in salute.

La flora boschiva svizzera comprende 535 milioni di alberi che si dividono in 50 specie differenti e arbusti come mirtilli e orchidee. Le specie di alberi più diffuse sono abeti rossi, faggi e abeti bianchi. Sono inoltre presenti 5'550 specie di funghi che non solo contribuiscono alla decomposizione del legno morto, ma vivono in stretta simbiosi con gli alberi e costituiscono anche l'alimentazione di parte della fauna boschiva. Quest'ultima è molto diversificata e comprende mammiferi, uccelli e insetti, i quali, con almeno 30'000 specie stimate in Svizzera, costituiscono il gruppo più grande di abitanti del bosco.

Gli insetti hanno di conseguenza una grande importanza nel mantenimento delle foreste: per esempio sono fondamentali per l'impollinazione di piante e arbusti, per il trasporto di semi e per la decomposizione del legno morto.

Il legno morto o morente costituisce la base della vita nel bosco poiché è l'habitat e la risorsa fondamentale di moltissime specie; infatti, il processo di decomposizione necessita dell'intervento di molti esseri viventi. Dapprima il legno viene colonizzato dai cosiddetti insetti pionieri (pioniere, “in ecologia, si dice di organismi, popolazioni, specie e comunità che sono buoni colonizzatori di aree mai precedentemente abitate o di zone che hanno subito una forte perturbazione”, <https://www.treccani.it/enciclopedia/pioniere/>, 22.11.2022) che praticano dei fori nella corteccia, in seguito in questi fori si insediano molte specie di funghi oppure altri insetti per viverci o per deporvi le uova. La decomposizione prosegue poi grazie ad alcuni organismi del suolo che entrano in azione quando il legno è già marcio.

L'importanza del legno consiste anche nel fatto che le specie particolarmente legate a questa risorsa sono a loro volta nutrimento per le altre specie che popolano gli ambienti boschivi, instaurando così un regime trofico. Al giorno d'oggi, per questo motivo, non vengono più eliminati alberi morenti o legna in decomposizione (UFAM, [www.diversità-forestale.ch](http://www.diversità-forestale.ch), 13.07.2022).

## 3.4 I Sirfidi (Diptera, Syrphidae)

### 3.4.1 René Malaise e l'entomologia

L'entomologia è il ramo della zoologia che si propone di studiare gli insetti “la classe più numerosa del regno animale” (<https://www.treccani.it/enciclopedia/entomologia/>, 04.11.2022).

Questa disciplina fonda le sue radici nel VI secolo a.C. con Aristotele ed è stata ulteriormente sviluppata da Linneo nel 1700.

Attualmente la sua specializzazione ha raggiunto livelli elevati grazie a motivi di interesse economico, scientifico, medico e anche amatoriale (<https://www.treccani.it/enciclopedia/entomologia/>, 04.11.2022).

Non bisogna nemmeno dimenticare il contributo fornito da scienziati ed esploratori più contemporanei come René Malaise (29.09.1892 – 01.07.1978), il cui nome non è conosciuto ai più. Egli, grazie alle sue spedizioni ed esplorazioni svolte soprattutto in Asia, contribuì inizialmente allo sviluppo di più rami della biologia come la zoologia, la botanica e la mineralogia, per poi specializzarsi come entomologo.

In seguito ad osservazioni riguardo al comportamento e agli istinti degli insetti, che sono attratti dalla luce e tendono a volare verso l'alto in caso di ostacoli, inventò la cosiddetta trappola Malaise, le cui caratteristiche verranno esposte nei prossimi capitoli.

Questa trappola permise a René Malaise di contribuire allo sviluppo delle conoscenze legate all'entomologia raccogliendo oltre 100'000 insetti, il 75% dei quali ancora sconosciuti alla scienza (Vardal & Taeger, 2011).

### **3.4.2 Approfondimento sull'Ordine dei ditteri (Diptera)**

L'Ordine dei ditteri, con circa 90'000 specie mondiali di cui 15'000 presenti in Europa, è molto vasto e si suddivide nei sottordini dei Nematocera e Brachycera.

Per distinguere i due sottordini bisogna osservare le antenne, la forma del corpo e la venatura delle ali (Chinery, 2016).

La caratteristica comune a tutti gli insetti appartenenti a questo Ordine consiste nelle ali: esse sono solo due a differenza della maggior parte degli altri insetti che ne possiedono quattro. Sono inoltre presenti delle strutture a forma di clava che sporgono dal torace e fungono da stabilizzatori (al posto del secondo paio d'ali, che è stato modificato) chiamate bilancieri

Anche l'apparato boccale di tipo succhiatore, e a volte evoluto per pungere, è presente in tutti i ditteri (Chinery, 2016).

Essi svolgono, come l'80% degli insetti, la metamorfosi completa (olometabolia), ciò significa che il passaggio dagli stadi giovanili (larva) alla forma adulta avviene tramite la formazione di una pupa, l'ultima muta, che riorganizzerà completamente i tessuti e gli organi della larva.

La vita delle larve, che spesso è più lunga rispetto a quella degli insetti adulti, è caratterizzata dalla sola attività di consumare grandi quantità di cibo, che permetteranno una rapida crescita. Lo scopo della forma adulta, di solito alata, è quello di riprodursi.

Altri Ordini di insetti come gli ortotteri (cavallette e grilli), gli emitteri (cimici e afidi) e gli odonati (libellule) seguono una metamorfosi incompleta (eterometabolia): gli stadi giovanili sono a volte già simili alla forma adulta e non necessitano la formazione di una pupa (Reece et al., 2015).

Come detto l'Ordine dei ditteri è molto variegato: "comprende sia le robuste mosche domestiche e i calliforidi, i Sirfidi e i tafani, sia le delicate tipule e zanzare, così come un gran numero di piccole specie chiamate comunemente moscerini" (Chinery, 2016).

Di conseguenza anche il regime alimentare dei ditteri è molto vasto e comprende materia in decomposizione, nettare o polline, ma anche sangue. Possiamo quindi affermare che la maggior parte di questi insetti svolge un ruolo fondamentale nell'economia degli ecosistemi favorendo il riciclo di rifiuti o l'impollinazione. Altre volte, però rischiano di trasmettere malattie sia ad altri animali, sia all'uomo; infatti gli insetti ematofagi come le zanzare e i tafani pungendo possono trasmettere dei parassiti.

Alcuni ditteri assomigliano per l'aspetto e, a volte, per il comportamento a degli imenotteri come api o vespe (Chinery, 2016).

### **3.4.3 Sirfidi: sottofamiglie e generi, mimetismo, identificazione**

#### **3.4.3.1 Sottofamiglie e generi**

I Sirfidi sono una famiglia di insetti comprendente 6'000 specie e che appartiene all'Ordine dei Ditteri (Burgio et al., 2015). Più precisamente all'Ordine Diptera Brachycera Cyclorrhapha (Chinery, 2016). Essi si suddividono inoltre in sottofamiglie e generi (i quali comprendono a loro volta le specie) secondo la Tabella 6.

Tabella 6: divisione in sottofamiglie e generi della famiglia dei Sirfidi in Europa

Sottofamiglia	Genere
MICRODONTIDAE	<i>Microdon</i>
SYRPHINAE	<i>Baccha, Chrysotoxum, Dasysyrphus, Didea, Doros, Epistrophe, Episyrphus, Eriozona, Eupeodes, Ischidon, Lapposyrphus, Leucozonia, Megasyrphus, Melangyna, Melanostoma, Meligramma, Meliscaeva, Paragus, Parasyrphus, Platycheirus, Pyrophaena, Rohdendorfia, Scaeva, Spazigaster, Sphaerophoria, Syrphocheilosia, Syrphus, Xanthandrus, Xanthogramma</i>
ERISTALINAE	<i>Anasimyia, Eristalinus, Eristalis, Eurimyia, Helophilus, Lejops, Mallota, Mesembrius, Myathropa, Parhelophilus</i>
MILESIINAE	<i>Blera, Brachyopa, Brachypalpoides, Brachypalpus, Caliprobola, Callicera, Ceriana, Chalcosyrphus, Cheilosia, Chrysogaster, Chrysosyrphus, Claussenia, Criorhina, Eumerus, Ferdinanda, Hammerschmidtia, Heringia, Ischyroptera, Lejogaster, Lejota, Melanogaster, Merodon, Milesia, Myolepta, Neoascia, Neocnemodon, Orthonerva, Pelecocera, Pipiza, Pipizella, Platynochaetus, Pocota, Portevinia, Psarus, Psilota, Rhingia, Riponnesia, Sericomomyia, Sphecomomyia, Sphegina, Sphiximorpha, Spilomyia, Syritta, Trichopsoomomyia, Triglyphus, Tropidia, Volucella, Xylota</i>

### 3.4.3.2 Mimetismo

I Sirfidi sfruttano il cosiddetto mimetismo batesiano (da Henry Walter Bates) secondo il quale “forme innocue assumono l'aspetto di organismi potenzialmente pericolosi al fine di evitare di essere predati, [...] nel mimetismo batesiano l'organismo cerca di apparire come qualcosa che non è, in questo caso pericoloso, proprio come nel mimetismo più classico in cui l'animale cerca di sembrare un elemento non commestibile” (Burgio et al., 2015).

Anche Charles Darwin ha contribuito allo sviluppo di questa teoria aggiungendo alcune condizioni secondo le quali “gli imitatori e gli imitati abitano sempre nella stessa regione; non troviamo mai un imitatore che viva lontano dalla forma di cui è la contraffazione. Gli imitatori sono quasi invariabilmente insetti rari; gli imitati quasi in tutti casi abbondano in grossi sciami”: (Burgio et al., 2015) questo per fare in modo che i predatori associno l'imitazione al concetto di pericolosità (Burgio et al., 2015).

Si tratta quindi di un processo di coevoluzione con specie pericolose, che pungono, che ha portato i Sirfidi a mimetizzarsi. Esistono addirittura differenze tra Sirfidi della stessa specie, in particolare, possiamo citare *Merodon equestris*, che è una specie polimorfa: assume quindi livree differenti a seconda della specie di Imenottero con cui condivide il proprio habitat (Burgio et al., 2015).

### 3.4.3.3 Identificazione

Come riportato nel paragrafo 3.4.2, la prima e fondamentale caratteristica da osservare per distinguere un Dittero (quindi anche un Sirfide) da un Imenottero è il numero di ali: i Ditteri presentano un paio d'ali e un paio di bilancieri.

Esistono altri possibili elementi di distinzione: secondo le analisi effettuate durante la parte sperimentale di questo lavoro di maturità, sono state osservate delle differenze nella forma del capo, delle antenne, degli occhi, delle zampe e della vita.

Come si può osservare dall'esempio sottostante (tratto da Burgio et al., 2015) in cui si mettono a confronto un esemplare di *Eristalis Tenax* (Diptera, Syrphidae) e un'*Apis Mellifera* (Hymenoptera, Apoidea), i Sirfidi sono caratterizzati da:

- una testa generalmente più arrotondata
- antenne corte e a forma di clava (invece che quelle lunghe e sottili degli Imenotteri)
- occhi più grandi ed arrotondati
- zampe più sottili
- assenza della vite stretta, caratteristica comune a tutti gli Imenotteri eccetto i Sirfidi (sottordine degli Imenotteri)



Figura 3: esemplare di *Eristalis tenax*



Figura 4: esemplare di *Apis mellifera*

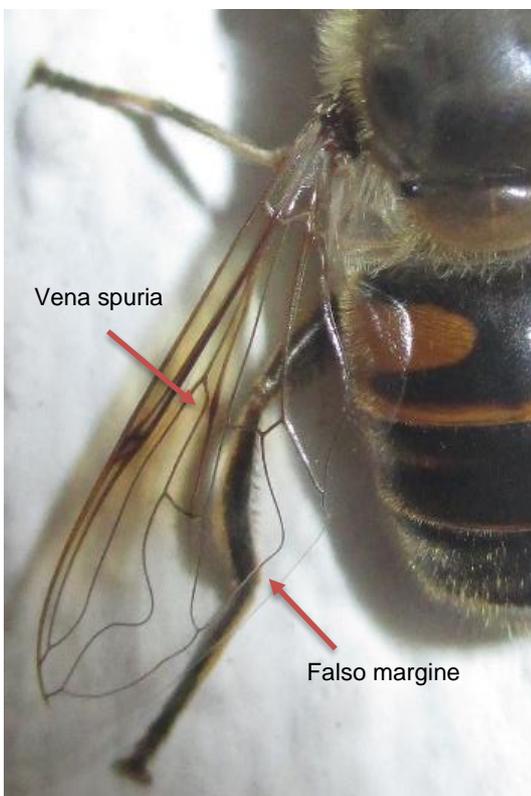


Figura 5: dettaglio alare di un Sirfide (*Eristalis Tenax*)

Anche distinguere i Sirfidi dal resto dei Ditteri non è sempre scontato: in questo caso è necessario osservare la struttura alare.

Le ali dei Sirfidi presentano infatti alcune venature particolari che caratterizzano tutte le specie appartenenti a questa famiglia, come la vena spuria: essa si trova al centro dell'ala senza raggiungere il margine ed essendo finta, ha un colore più chiaro rispetto alle altre.

Questo carattere è quasi sempre presente in tutte le specie, dovrebbe quindi essere sufficiente per la distinzione dei Sirfidi dalle altre famiglie di ditteri (Burgio et al., 2015).

Si può inoltre notare la presenza del cosiddetto falso margine (Chinery, 2016) formato dalla fusione di vene trasversali e longitudinali (Burgio et al., 2015).

### 3.4.4 I Sirfidi negli ambienti forestali

La comunità di Sirfidi presente negli ambienti forestali può essere utilizzata, come approfondiremo in seguito, per valutare lo stato di salute o biodiversità dei boschi.

Questa comunità può essere suddivisa in quattro cenosi a seconda dei microhabitat che ogni specie predilige. Troviamo quindi la cenosi igrofila, legata ad ambienti con presenza di acqua come ad esempio stagni o ruscelli, la cenosi delle formazioni aperte (radure), la cenosi ecotonale che sfrutta le zone di transizione tra foreste e spazi aperti e la cenosi strettamente legata a microhabitat forestali.

I Sirfidi possono anche essere suddivisi in base al regime trofico delle larve:

- specie afidifaghe (afidi o talvolta bruchi di Lepidotteri)
- specie fitofaghe (piante)
- specie micetofaghe (funghi)
- specie parassite di Imenotteri
- specie saproxiliche (legno morto o in decomposizione)

Nonostante l'alimentazione delle larve sia molto variegata, la maggior parte dei Sirfidi, quando adulti, si nutre di nettare o di polline, ed è per questo attirata da zone più aperte come radure o bordi boschivi in cui è presente una grande quantità e scelta di fiori.

Grazie allo stretto legame con il legno morto, risorsa che manca nella maggior parte degli ambienti boschivi, le specie saproxiliche possono fornire importanti ed ulteriori informazioni a proposito dello stato di conservazione delle foreste (Burgio et al., 2015).

### 3.4.5 I Sirfidi in altri ambienti

Esiste una comunità di Sirfidi delle zone umide le cui larve vivono in ambienti acquatici nonostante non riescano ad estrarre il diossigeno direttamente dall'acqua. Queste larve sono dotate di un sifone anale che permette loro di respirare anche quando sono completamente sommerse sul fondo di stagni o paludi a caccia di materiale in decomposizione.

Altre comunità le possiamo trovare in ambienti agrari e in questo caso le larve sono zoofaghe (si nutrono di afidi, larve di altri insetti, e di bruchi di Lepidotteri). Infine, esiste anche una comunità che si sviluppa in ambienti urbani: questo ambiente è ancora poco studiato, ma si può supporre che alcune specie presenti in questo habitat migrino da boschi e campagne (Burgio et al., 2015).

## 3.5 I Sirfidi e la bioindicazione

### 3.5.1 Definizione di bioindicatore

Con il termine bioindicatore ci si riferisce ad "un organismo le cui caratteristiche (presenza o assenza, densità di popolazione, dispersione, successo riproduttivo) sono utilizzate quali indici di attributi di altre specie o di condizioni ambientali di interesse che sono troppo difficili, non convenienti o costose da misurare. In pratica, quindi, un bioindicatore è qualsiasi organismo o gruppo di organismi che permette di ottenere informazioni su un altro ecosistema" (Burgio et al., 2015).

La misurazione di un parametro con un bioindicatore, che ovviamente necessita una correlazione tra l'organismo o il gruppo di organismi scelto e il parametro che si vuole verificare, è di tipo indiretto: pertanto bisogna ricordare che i risultati hanno un maggior margine di incertezza rispetto ad una misura di tipo diretto (con l'utilizzo di uno strumento) (Burgio et al., 2015).

### 3.5.2 I Sirfidi come bioindicatori

I Sirfidi sono ottimi insetti bioindicatori poiché si presentano in un elevato numero di specie e con adattamenti, soprattutto nella fase larvale, assai differenti che permettono loro di adattarsi e rispondere in modo molto differenziato agli stimoli ambientali.

Per esempio, si può pensare agli ambienti boschivi: a parità di tipologia forestale e di vegetazione presente, le popolazioni di Sirfidi legate al legno potranno essere assai differenti a seconda del tipo di gestione del territorio. Infatti, lo sviluppo larvale dei Sirfidi dipende da risorse come alberi caduti a terra, cavità o essudati di piante molto mature, radici o tronchi di piante morte, che non sempre vengono lasciate a disposizione nell'ambiente boschivo a seconda della selvicoltura applicata (Burgio et al., 2015).

## 4 Metodo e svolgimento

### 4.1 Syrph the Net

Il metodo Syrph the Net (StN), sviluppato negli anni Novanta in Europa, è uno strumento utile a ricercatori e gestori di ambienti naturali in quanto grazie ad esso è possibile valutare l'integrità di ecosistemi naturali evidenziandone le possibili disfunzioni.

Questo metodo si fonda sul presupposto che i Sirfidi, considerati dei buoni bioindicatori, sono strettamente legati ad uno specifico ambiente: si può quindi affermare che ogni tipologia ambientale abbia la sua specifica composizione di specie di Sirfidi. Di conseguenza è possibile prevedere in anticipo quali specie sono potenzialmente presenti in un determinato ecosistema, a condizione che quest'ultimo si trovi in un buono stato di biodiversità. (Pollini Paltrinieri et al., 2020)

Per la valutazione del livello di biodiversità non è quindi sufficiente considerare solo il numero di specie presenti, ma soprattutto la relazione (o grado di associazione) che queste specie hanno o dovrebbero avere con l'ambiente analizzato (Burgio et al., 2015).

Esiste, inoltre, un'ampia banca dati StN che raccoglie le esigenze ecologiche, le preferenze di strutture e ambienti, la distribuzione e il grado di minaccia della maggior parte delle specie di Sirfidi presenti in Europa. Da questa banca dati è possibile definire anche il grado d'associazione che ogni specie ha con un determinato ambiente secondo la tabella sottostante (Pollini Paltrinieri et al., 2020).

Tabella 7: codice di associazione tra i Sirfidi e i loro ambienti

Grado di associazione	
-	Nessuna associazione: la specie non è attesa nell'ambiente indicato
1	Associazione minima: la categoria di habitat è usata solo marginalmente dalla specie, la si può trovare in questo habitat solo a determinate condizioni (per esempio la presenza di un habitat supplementare)
2	Associazione media: la categoria di habitat fa parte della normale distribuzione della specie, che verrà quindi predetta per questo habitat
3	Associazione massima: la categoria di habitat è la preferita di una data specie

Di seguito, vengono brevemente spiegati i principali passi da intraprendere per lo svolgimento di una ricerca con questo metodo. Per iniziare lo studio è possibile estrapolare dalla banca dati StN una lista di specie che dovrebbero essere presenti nell'ambiente studiato, valutando gli habitat presenti in loco. Si possono inoltre adattare alla situazione locale i dati appena trovati filtrandoli sulla base di una lista regionale di specie.

In questo modo si otterrà la lista delle specie attese, che verrà confrontata con quella delle specie osservate e presenti sul perimetro di studio.

Dal confronto tra questi due elenchi si otterranno tre gruppi di specie, secondo la Figura 6 e la Tabella 8 (Pollini Paltrinieri et al., 2020).

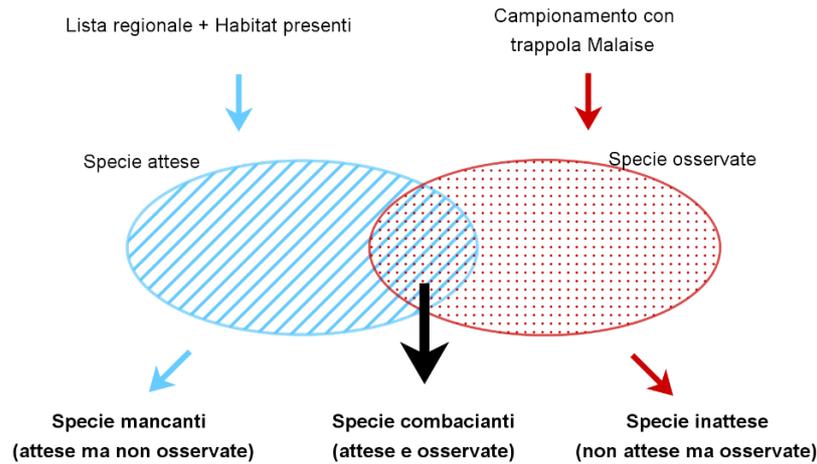


Figura 6: schema dell'applicazione del metodo Syrph the Net (StN)

Tabella 8: complemento allo schema dell'applicazione del metodo StN (Figura 6)

<b>Specie mancanti</b>	Specie attese ma che non sono state osservate
<b>Specie combacianti</b>	Specie attese ed effettivamente presenti nell'ambiente studiato
<b>Specie inattese</b>	Specie osservate ma non attese

È infine possibile calcolare due indici percentuali per dare un valore quantitativo al livello di biodiversità:

- Qualità del modello =  $\frac{\text{nr. specie combacianti}}{\text{nr. specie osservate}}$
- Integrità funzionale =  $\frac{\text{nr. specie combacianti}}{\text{nr. specie attese}}$

L'indice di qualità del modello o di descrizione ci fornisce un'informazione riguardo all'accuratezza della selezione degli habitat: se questo indice è basso significa che ci si trova in presenza di habitat inadeguati per le specie che dovrebbero essere presenti sul luogo di studio.

Invece, l'indice di integrità funzionale permette di valutare il livello di alterazione dei processi necessari alla presenza di un habitat o di un ecosistema (Pollini Paltrinieri et al., 2020).

Tabella 9: interalli percentuali degli indici per la valutazione ambientale StN

Intervallo	Integrità funzionale	Qualità del modello
0 – 20%	Molto bassa	Nettamente insufficiente
21 – 40%	Bassa	Insufficiente
41 – 50%	Media	Media
51 – 75%	Buona	Buona
76 – 85%	Molto buona	Molto buona
86 – 100%	Eccellente	Eccellente

## 4.2 Materiali e tecniche utilizzate

Il metodo StN prevede l'utilizzo, per la cattura dei Sirfidi, della cosiddetta trappola Malaise, definita ad intercezione poiché ideata per catturare insetti che si spostano volando e che, una volta incontrato un ostacolo tendono a spostarsi verso l'alto.

Con la trappola Malaise vengono solitamente catturati insetti appartenenti all'Ordine dei Ditteri, degli Imenotteri, Lepidotteri, Coleotteri e Ortotteri, ma è anche possibile trovare ragni, bruchi o addirittura lucertole (Pollini Paltrinieri et al., 2020).

Il suo raggio d'azione corrisponde circa a 300 metri.



Figura 8: trappola Malaise provvisoria



Figura 7: trappola Malaise definitiva

Una trappola Malaise è costituita da una particolare tenda con delle aperture laterali che direzionano gli insetti verso la cima della trappola dove è presente un barattolo collettore che raccoglie il materiale.

All'interno del barattolo, per conservare il materiale che viene raccolto, è presente una soluzione di alcool al 70% con del sapone, che agisce da tensioattivo e permette agli insetti catturati di precipitare nel liquido e di non rimanere in superficie (Pollini Paltrinieri et al., 2020).



Figura 9: dettaglio del collettore



Figura 10: dettaglio dell'apertura laterale

Per avere un buon raccolto, la trappola dovrebbe essere posizionata in modo perpendicolare al margine boschivo, in una radura o in una zona di transizione tra il bosco e lo spazio aperto: infatti i Sirfidi sono attirati dai fiori e la loro linea di volo segue il margine del bosco.

Se possibile bisognerebbe dirigere il barattolo collettore a Sud, poiché gli insetti in generale sono attirati dalla luce.

La presenza di stagni, ruscelli o cataste di legna, che rappresentano i microhabitat della maggior parte delle larve dei Sirfidi, può migliorare la completezza e la qualità del campionamento. Anche l'utilizzo di tecniche di cattura alternative e complementari alla trappola Malaise posizionata in terra, come i piatti gialli (trappole cromotattiche), il retino entomologico (Pollini Paltrinieri et al., 2020) e la

trappola da sospendere alle chiome degli alberi permettono di ottenere un raccolto più preciso ed affidabile (Burgio et al., 2015).

### 4.3 Organizzazione dell'attività

Il materiale utilizzato per questo lavoro di maturità è stato prelevato su un periodo di circa 4 mesi (da fine aprile a metà agosto 2022). Il barattolo collettore è stato svuotato o cambiato settimanalmente. Per prendere conoscenza in modo più ampio della varietà e complessità del mondo degli insetti, alcuni raccolti sono stati smistati interamente, Ordine per Ordine, mentre dagli altri barattoli sono stati estratti e contati solo i Sirfidi.

## 4.4 Campionamento degli insetti

### 4.4.1 Definizione di campionamento e tecniche

In entomologia, il campionamento permette di ottenere delle stime o delle informazioni riguardo alla presenza di insetti. Nell'ecologia applicata il campionamento permette di dedurre dalla presenza o dall'assenza di una specie eventuali problemi nella gestione del territorio e di impostare così delle politiche ambientali adeguate.

Esistono sia tecniche di campionamento distruttive, sia non distruttive. Per questo lavoro di maturità abbiamo scelto la tecnica distruttiva che è più accurata: gli insetti non possono sfuggire al conteggio (Burgio et al., 2015).

### 4.4.2 Stazione di campionamento

La trappola Malaise utilizzata per questo lavoro di maturità è stata posizionata a Vernate (Malcantone, Ticino) in una zona di transizione accanto ad un castagneto.

Tabella 10: dati della postazione di cattura

Nome stazione	Coordinate	Altitudine	Comune	Toponimo
LavoroMaturità	711'768/94'555	587 m	Vernate	Ra Vall do Vée

La trappola si trova in un prato al margine del bosco Evia, in leggera pendenza e rivolto verso Sud-Est. Sullo stesso prato è presente un sentiero e un serbatoio (serbatoio Pitello). Il terreno risulta essere umido: infatti si possono notare dei rigogliosi giunchi.

Durante il periodo di studio il terreno è stato sfalcato parzialmente due volte.

Il prato, non molto distante dal nucleo di Vernate, è stato per tutto il periodo di analisi caratterizzato dalla presenza di numerose specie di fiori e al suo margine presenta esemplari di piante come robinie (*Robinia pseudacacia*), agrifogli (*Ilex aquifolium*), ciliegi (*Prunus avium*), noccioli (*Corylus Avellana*), castagni (*Castanea sativa*), ginestre (*Genisteae*) e molti rovi (*Rubus ulmifolius*). Come risorsa per le larve dei Sirfidi, nelle immediate vicinanze, si trova della legna tagliata e lasciata a terra in vari stadi di decomposizione e poco distante, un ruscello.

Il bosco Evia si estende da Vernate fino ad Iseo verso Nord e fino a Neggio verso Sud, raggiungendo anche la valle della Magliasina. È un castagneto in cui si possono avvistare anche alberi di faggio (*Fagus Sylvatica*), tiglio (*Tilia cordata*), abete bianco (*Abies alba*) e betulle (*Betula pendula*): segno che l'ambiente sia di tipo pioniero, in via di sviluppo. Il sottobosco è invece caratterizzato principalmente da felci e sono presenti altre risorse quali un piccolo ruscello, alberi morti ancora in piedi, ceppi e altra legna in decomposizione.

### 4.4.3 Periodi di campionamento

Ogni settimana il barattolo collettore è svuotato e riempito nuovamente per 2/3 di alcol (al 70% con una goccia di sapone).

Su 105 giorni totali di campionamento sono state effettuate 13 raccolte.

Tabella 11: periodi di campionamento

Nr. raccolta	Periodo di campionamento	Giorni per raccolta
1	30.04 – 05.05.2022	5
2	05.05 – 14.05.2022	9
3	14.05 – 22.05.2022	8
4	22.05 – 29.05.2022	7
5 + 6	29.05 – 12.06.2022	14
7	12.06 – 19.06.2022	7
8 + 9	19.06 – 03.07.2022	14
10	03.07 – 10.07.2022	7
11	10.07 – 17.07.2022	7
12	17.07 – 24.07.2022	7
13	24.07 – 31.07.2022	7
14	31.07 – 07.08.2022	7
15	07.08 – 13.08.2022	6
<b>Totale</b>	<b>30.04 – 13.08.2022</b>	<b>105</b>

#### 4.5 Smistamento e determinazione

Lo smistamento consiste nel separare a livelli tassonomici alti (da *taxon/taxa*: “nelle scienze biologiche, le categorie sistematiche corrispondenti a entità, raggruppamenti ordinati degli esseri viventi. I *taxa* possono essere di qualsiasi livello gerarchico: in senso decrescente ricordiamo il *phylum*, la classe, l'ordine, la famiglia, il genere e la specie” <https://www.treccani.it/enciclopedia/taxa/>, 14.12.2022) il contenuto del barattolo per facilitarne la determinazione a livello specifico.

Per procedere con l'attività di smistamento e determinazione, il contenuto del barattolo collettore è stato filtrato e spostato in un contenitore pulito in cui si è aggiunto dell'alcool per conservare il materiale in modo definitivo.

Solo alcuni barattoli, in modo da sviluppare una maggiore conoscenza degli insetti, sono stati smistati per Ordine e in alcuni casi sono stati individuati anche alcuni sottordini o famiglie. Gli insetti sono stati inoltre conteggiati.

Dagli altri barattoli sono stati estratti e contati solamente i Sirfidi, che sono inoltre stati determinati al genere (Tabella 6), ma non alla specie.

La determinazione dei Sirfidi alla specie esatta può risultare complicata perché a volte è necessario analizzarne i genitali. Anche in casi più semplici le differenze tra le specie si rivelano essere molto sottili. Infatti, come scrisse il famoso ditterologo S. Wendell Williston nel 1886 in *Synopsis of the North American Syrphidae* “mentre, come regola centrale, i Sirfidi presentano eccellenti caratteri specifici, c'è una rimarchevole scarsità di caratteri genetici o sopragenetici. La ricchezza in specie, le molte forme intermedie, l'assenza di variazioni ben definite, tutto tende a rendere la suddivisione della famiglia come eccezionalmente difficile da definire con chiarezza. Da questa fusione di generi, noi siamo spesso costretti a basare le nostre classificazioni su differenze che appaiono esigue” (Burgio et al., 2015).

## 4.6 Osservazioni

All'inizio dell'attività pratica abbiamo dovuto installare una trappola provvisoria (Figura 8), in attesa di ricevere la trappola Malaise definitiva (Figura 7), più stabile alle intemperie e con un barattolo collettore più ermetico. La trappola definitiva è stata posizionata il 29 maggio 2022.

## 5 Risultati

### 5.1 Risultati dello smistamento completo

Durante lo svolgimento della parte pratica di questo lavoro di maturità sono stati catturati approssimativamente 30-40'000 insetti che sono stati determinati all'Ordine solo parzialmente. Di seguito sono riportati grafici e tabelle a proposito delle raccolte smistate completamente, Ordine per Ordine (periodi 1, 2, 5+6), che espongono la quantità di insetti trovati per ogni Ordine smistato ed eventualmente per alcuni sottordini.

Tabella 12: numero di insetti catturati, divisi in Ordini e nei periodi smistati completamente (1, 2, 5+6)

<b>ORDINI</b>	<b>Sottordini</b>	<b>Periodo 1</b>	<b>Periodo 2</b>	<b>Periodo 5+6</b>
<b>DIPTERA</b>				
	Altro	752	1932	1364
	<i>Syrphidae</i>	6	13	53
<b>HYMENOPTERA</b>				
	Altro	64	322	797
	<i>Apoidea e Vespoidea</i>	-	10	77
	<i>Formicidae</i>	-	7	63
	<i>Symphyta</i>	-	50	42
<b>HEMIPTERA</b>				
	<i>Heteroptera</i>		5	12
	<i>Auchenorrhyncha</i>	54	358	222
	<i>Psylloidea</i>	-	-	-
<b>COLEOPTERA</b>				
	<i>Coleoptera</i>	8	81	162
<b>LEPIDOPTERA</b>				
	<i>Rhopalocera</i>	9	4	1
<b>ALTRO</b>				
	<i>Plecoptera</i>	-	1	8
	<i>Trichoptera</i>	-	3	2
	<i>Ephemeroptera</i>	-	-	-
	<i>Mecoptera</i>	1	11	-
	<i>Orthoptera</i>	1	7	4
	<i>Neuroptera</i>	4	3	-
	<i>Psocoptera</i>	1	11	-
	<i>Aranea</i>	1	6	10
	<i>Tysanoptera</i>	-	3	17
	<i>Dermaptera</i>	-	-	1

I grafici nella pagina seguente (Figura 11, la Figura 12, Figura 13, Figura 14, Figura 15 e Figura 16) rappresentano il numero di individui per Ordine che sono stati trovati nei periodo 1, 2 e 5+6. Ad ogni periodo corrispondo due grafici (parte 1 e parte 2) per fare in modo che i dati degli Ordini di insetti poco presenti possano essere comunque facilmente interpretabili.

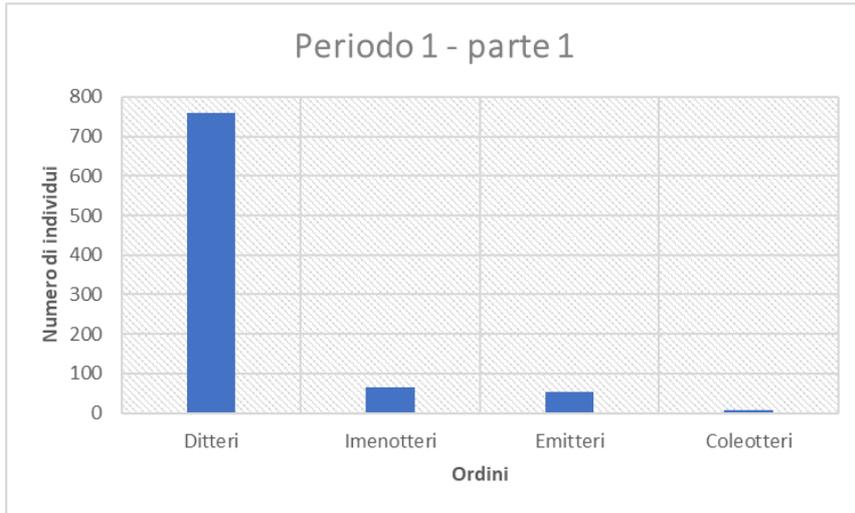


Figura 11: numero di individui per Ordine, periodo 1 - parte 1

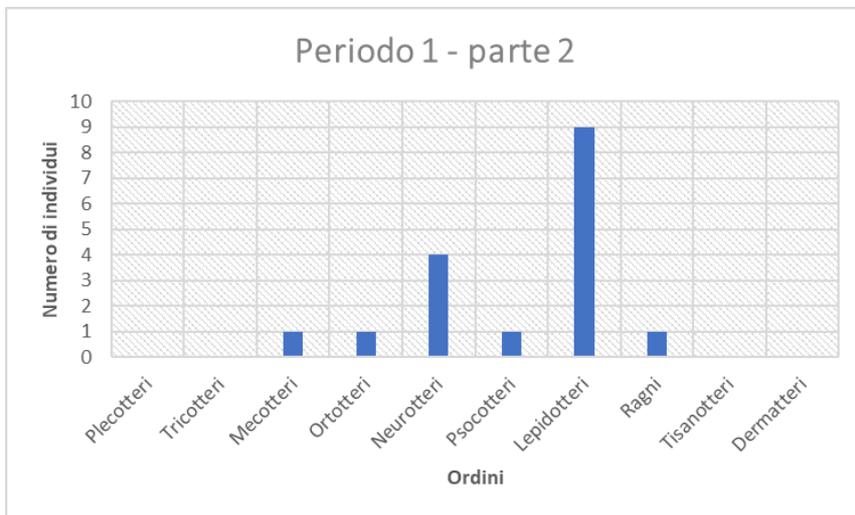


Figura 12: numero di individui per Ordine, periodo 1 - parte 2

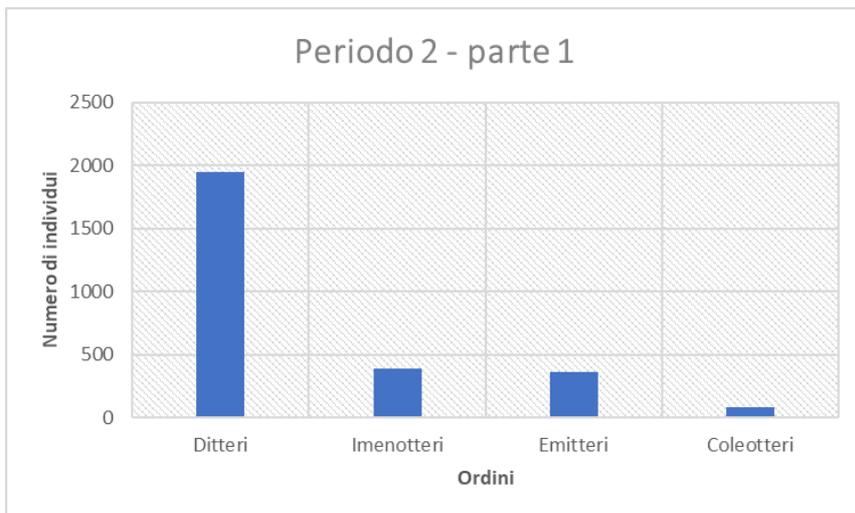


Figura 13: numero individui per Ordine, periodo 2 - parte 1

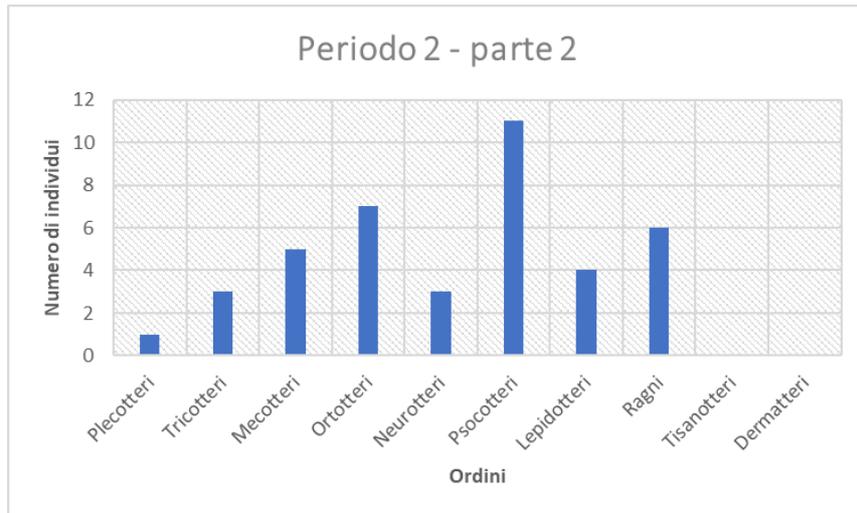


Figura 14: numero di individui per Ordine, periodo 2 - parte 2

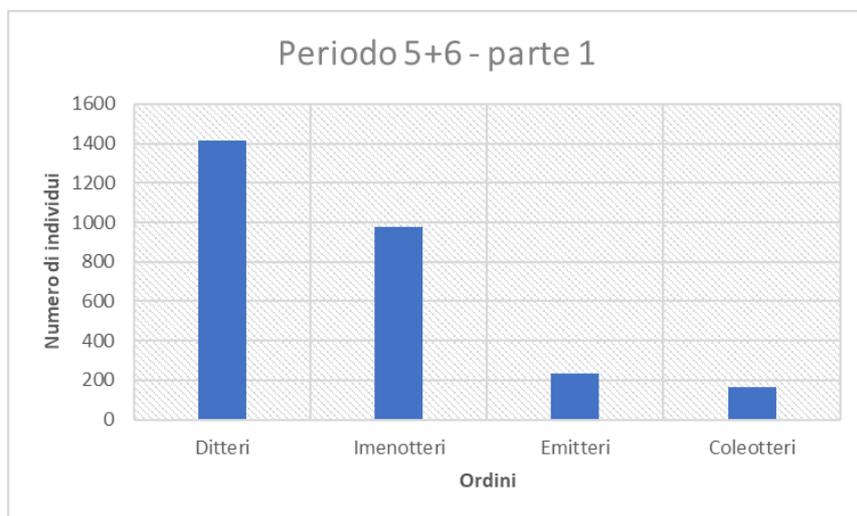


Figura 15: numero di individui per Ordine, periodo 5+6 - parte 1

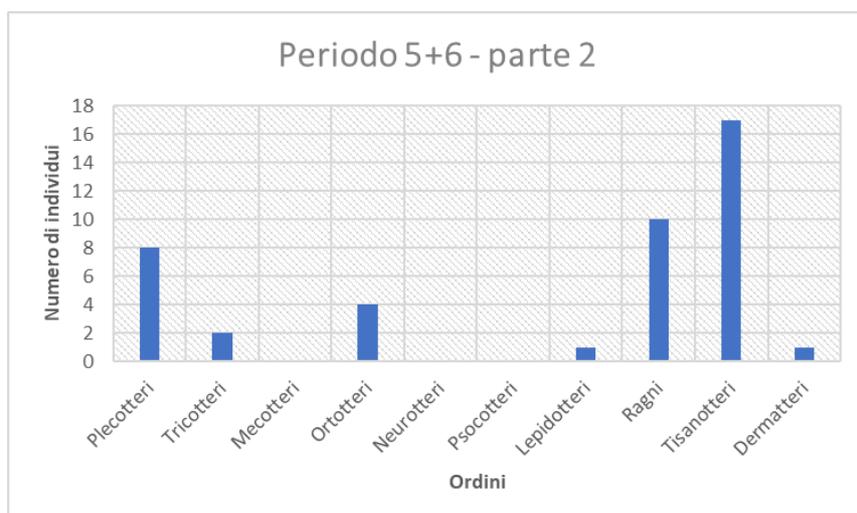


Figura 16: numero di individui per Ordine, periodo 5+6 - parte 2

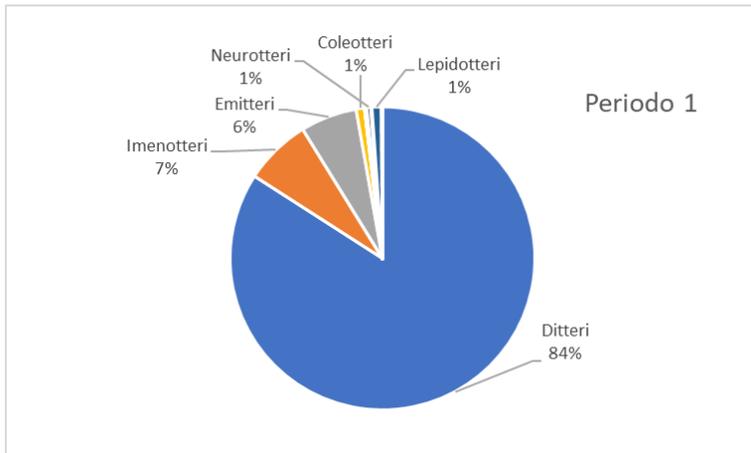


Figura 17: presenza dei vari Ordini in percentuale nel periodo 1 (30.04 – 05.05)

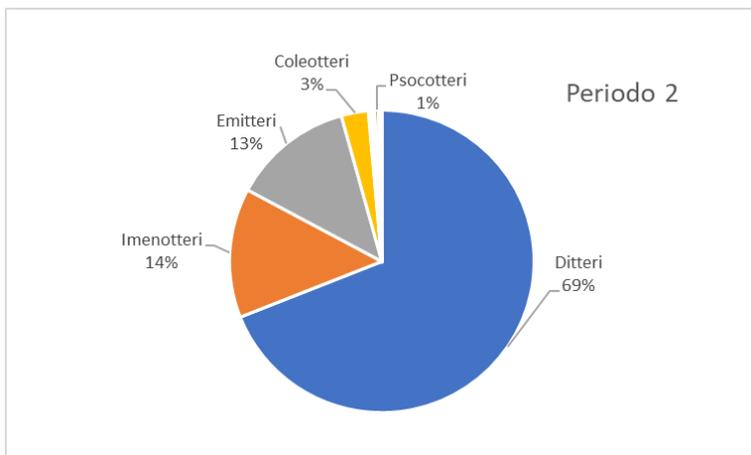


Figura 18: presenza dei vari Ordini in percentuale nel periodo 2 (05.05 – 14.05)

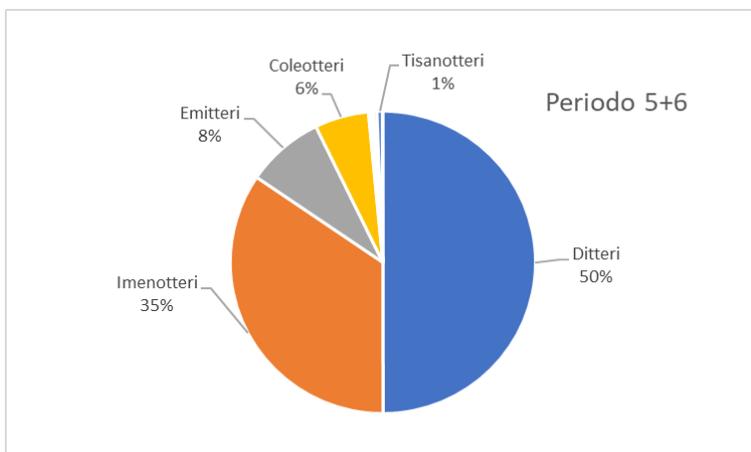


Figura 19: presenza dei vari Ordini in percentuale nel periodo 5+6 (29.05 – 12.06)

I dati delle quantità di insetti trovati per Ordine e periodo sono stati inseriti anche negli aerogrammi della Figura 17, Figura 18 e Figura 19 in modo da poter visualizzare con più semplicità l'andamento della presenza nel tempo degli Ordini più abbondanti. Per una più facile lettura dei grafici sono stati omessi i dati degli Ordini la cui presenza è inferiore all'1%.

Osservando la Figura 17 si può notare una forte presenza di insetti appartenenti all'Ordine dei Ditteri, mentre gli altri Ordini appaiono in quantità decisamente minori. Infatti, la differenza di punti percentuali dei due Ordini maggiormente presenti è del 77%. I Ditteri appaiono quindi 12 volte più frequentemente rispetto agli Imenotteri.

Nella Figura 18 la presenza di Ditteri è comunque molto maggiore rispetto agli altri Ordini, ma la percentuale è minore rispetto al dato del periodo 1. Infine, il grafico della Figura 19 mostra un'ulteriore diminuzione del numero di insetti appartenenti all'Ordine dei Ditteri rispetto al totale e un evidente aumento degli Imenotteri: in confronto al dato precedente (Figura 18) sono presenti in quantità più che doppia. Ora il numero di Ditteri equivale al numero degli insetti appartenenti agli altri Ordini.

La Figura 20 riassume i dati presentati nella Figura 17, Figura 18 e Figura 19; mostra quindi l'andamento delle percentuali di presenza degli Ordini di insetti più abbondanti (Ditteri, Imenotteri, Emitteri e Coleotteri).

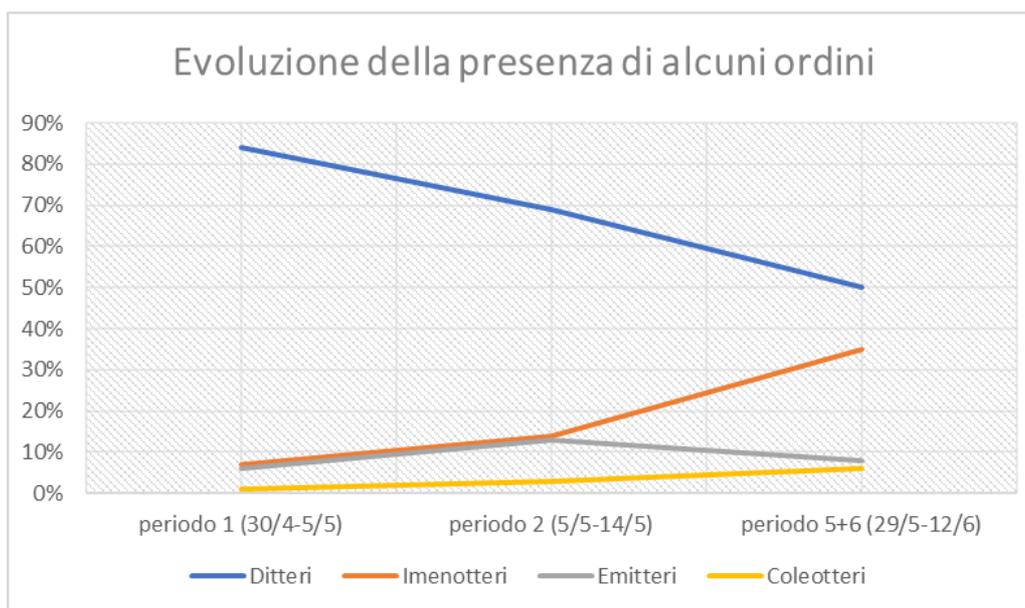


Figura 20: evoluzione temporale della presenza di alcuni Ordini di insetti in percentuale

## 5.2 Risultati faunistici delle specie di Sirfidi

I Sirfidi osservati sono 235 appartenenti a 25 specie differenti, elencate nella Tabella 13. La Tabella 14 divide inoltre il numero di specie di Sirfidi osservate secondo il regime trofico (alimentazione) delle loro larve e mostra anche la percentuale con cui sono presenti rispetto al totale delle specie osservate.

Tabella 13: specie osservate

<b>Specie osservate</b>
<i>Brachypalpus laphriformis</i>
<i>Chrysotoxum vernale</i>
<i>Dasysyrphus albostriatus</i>
<i>Epistrophe eligans</i>
<i>Epistrophe nitidicollis</i>
<i>Episyrphus balteatus</i>
<i>Eumerus ovatus</i>
<i>Eumerus sogdianus</i>
<i>Eupeodes corollae</i>
<i>Eupeodes latifasciatus</i>
<i>Meligramma cincta</i>
<i>Meligramma triangulifera</i>
<i>Merodon equestris</i>
<i>Microdon analis</i>
<i>Paragus bicolor</i>
<i>Paragus haemorrhous</i>
<i>Paragus majoranae</i>
<i>Paragus pecchiolii</i>
<i>Paragus tibialis</i>
<i>Pipizella viduata</i>
<i>Platycheirus albimanus</i>
<i>Platycheirus occultus</i>
<i>Sphaerophoria scripta</i>
<i>Sphaerophoria taeniata</i>
<i>Xanthogramma dives</i>

Tabella 14: regime trofico larvale delle specie osservate in percentuale sul totale

Regime trofico larvale	Numero specie	Percentuale sul totale
Specie fitogaghe	3	12%
Specie saprofaghe (microorganismi)	4	16%
Specie saproxilofaghe	2	8%
Specie zoofaghe (afidofaghe o predatrici)	21	84%

Conoscendo il regime trofico larvale delle specie osservate, ma soprattutto delle specie mancanti, si possono trarre conclusioni ancora più precise per quanto riguarda la valutazione della presenza o assenza di risorse nell'ambiente analizzato.

I periodi di campionamento corrispondono di regola ad una settimana (vedi Figura 21 e Figura 22). Causa imprevisti i periodi 5+6 ed 8+9 durano invece 2 settimane: è quindi possibile stimare il dato settimanale per tutti i periodi dividendo semplicemente il valore dei periodi 5+6 e 8+9, come illustrato in Figura 23 e in Figura 24.

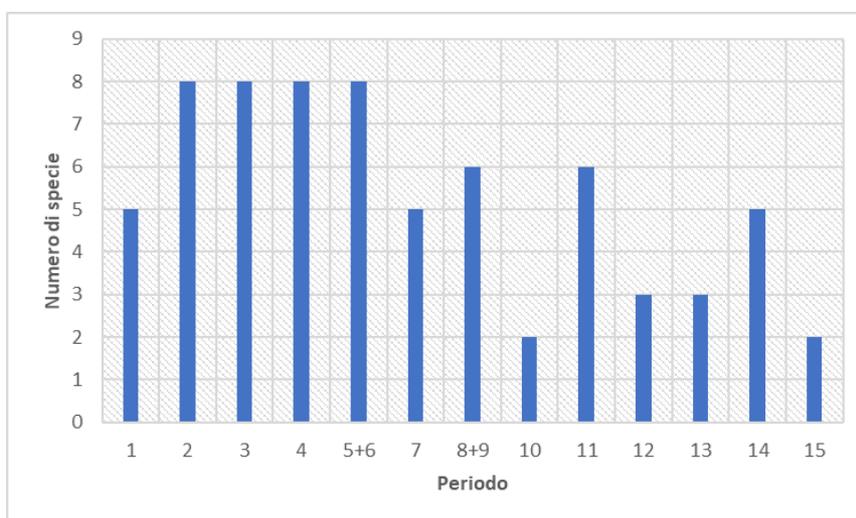


Figura 21: distribuzione numero specie nei periodi di cattura

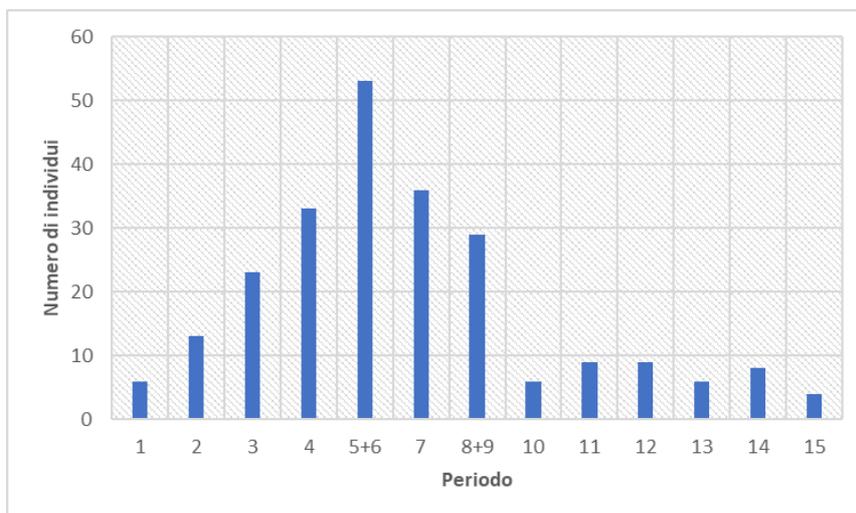


Figura 22: distribuzione numero individui nei periodi di cattura

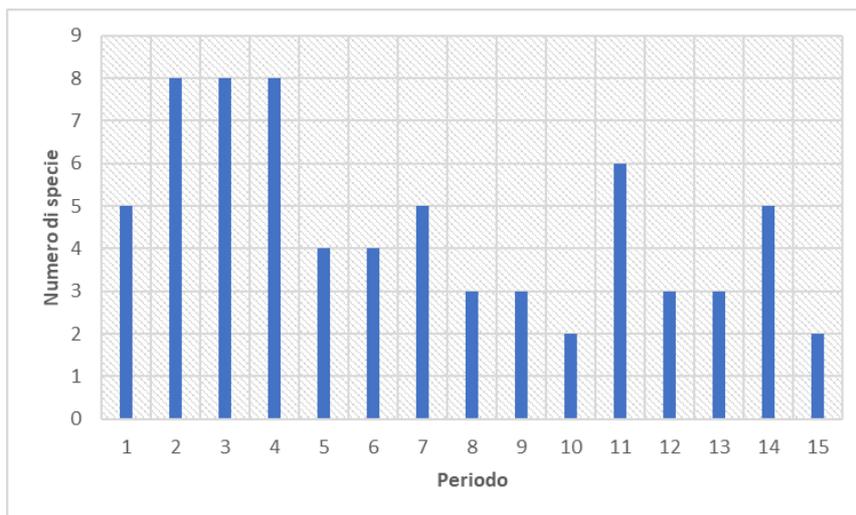


Figura 23: distribuzione stimata numero specie nei periodi di cattura

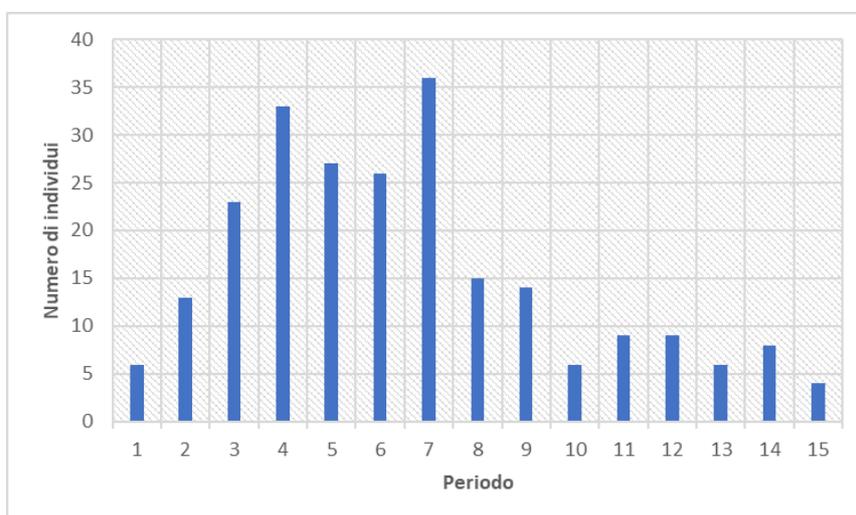


Figura 24: distribuzione stimata numero individui nei periodi di cattura

Di seguito sono presenti le tabelle con il dettaglio dei risultati delle analisi Syrph the Newt (StN) in generale (Tabella 15) e nello specifico di ogni macrohabitat individuato nell'ambiente analizzato e di ogni sua sottocategoria (Tabella 16).

Tabella 15: valutazioni Syrph the Net (StN)

Categoria	Numero specie	Indice	Valore
Specie attese	211	Integrità funzionale	11.84%
Specie osservate	25	Qualità del modello	100%
Specie combacianti	25		
Specie mancanti	186	% mancanti	88.15%
Specie inattese	0	% inattese	0%

L'ambiente analizzato può essere suddiviso nei seguenti ambienti (o macrohabitat): castagneto, faggeta (anche se presente in minor misura), prati e pascoli non migliorati, giardini ornamentali (nel raggio d'azione della trappola Malaise, circa 300 metri, è compresa una parte del nucleo di Vernate) e un bordo d'acqua corrente.

Inoltre, gli ambienti castagneto e faggeta possono essere ulteriormente divisi negli stadi: senescente, maturo e giovane.

Tabella 16: valutazioni StN per macrohabitat

Macrohabitat	Stadio del bosco									Tutti gli stadi		
	Senescente			Maturo			Giovane					
	C	A	%	C	A	%	C	A	%	C	A	%
Castagneto	5	18	27.78	5	17	29.41	5	12	41.67	5	18	27.78
Faggeta	7	53	13.21	6	40	15.00	4	15	26.67	8	63	12.70
Prati e pascoli non migliorati										16	114	14.04
Giardini ornamentali										6	26	23.08
Bordo d'acqua corrente										6	76	7.89

Legenda: C = specie combacianti; A = specie attese

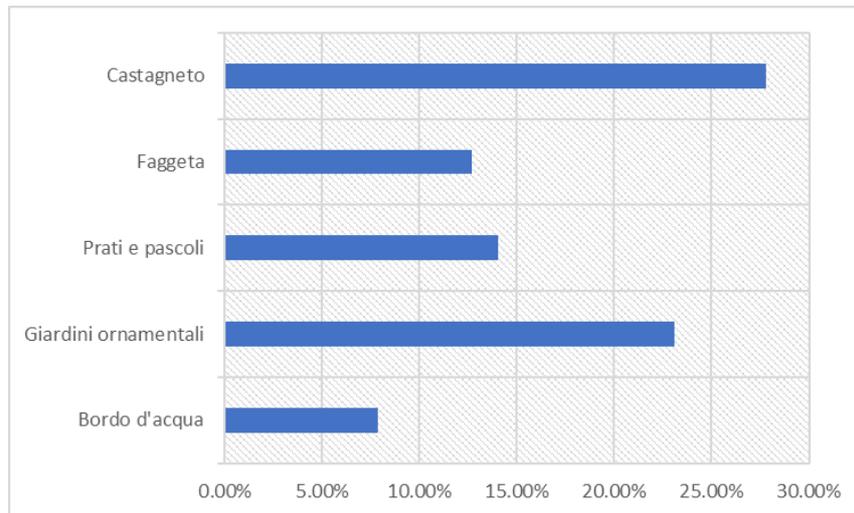


Figura 25: valutazioni StN per macrohabitat

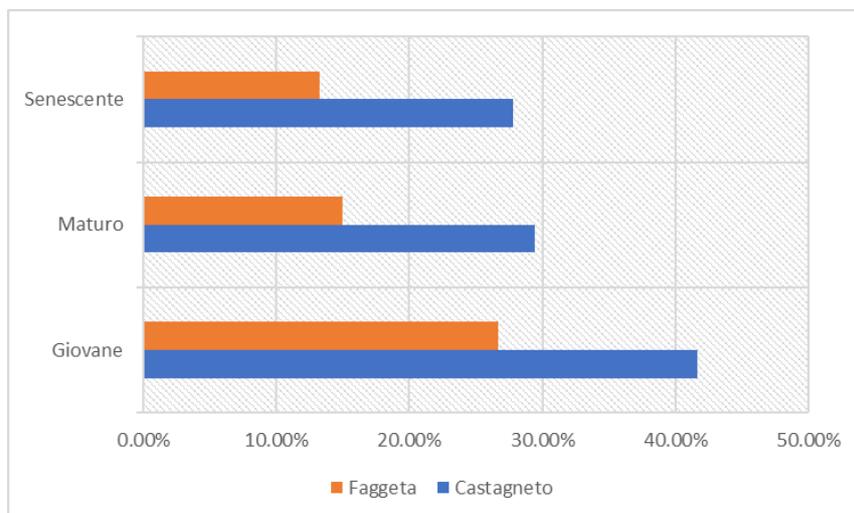


Figura 26: valutazioni StN per stadi boschivi

## 6 Discussione

### 6.1 Analisi presenza dei differenti Ordini di insetti

Per quanto riguarda i periodi smistati completamente (1, 2 e 5+6) possiamo notare due aspetti legati alla presenza degli insetti rispetto alla meteo.

In primo luogo, si può affermare che la quantità di insetti raccolti è molto minore nel caso di pioggia: il periodo 1 e 2 corrispondono alle due prime settimane di maggio: idealmente la presenza di insetti nell'aria dovrebbe essere simile, ma nel secondo periodo il numero di insetti è quasi triplicato, poiché la prima settimana non è stata favorevole dal punto di vista meteorologico (Tabella 12).

Secondariamente si può anche osservare la diminuzione o l'aumento di alcuni Ordini di insetti durante la stagione: con l'aumentare delle temperature diminuisce (già a metà giugno) il quantitativo di Ditteri (mosche), mentre aumenta quello della maggior parte degli altri Ordini (per esempio Imenotteri e Coleotteri). Il numero di Emitteri (cimici) è pressoché stabile (Figura 20).

Grazie ai nostri dati, si potrebbe immaginare che a differenza di altri insetti, quelli appartenenti all'Ordine dei Ditteri si sviluppano meglio con temperature miti e generalmente non troppo elevate. Secondo uno studio condotto da McCabe & Cobb (2021) si può definire un intervallo di temperature in cui si passa da una comunità dominata da api e bombi ad una dominata dalle mosche: questo avviene tra 4.9°C e 5.7°C. Infatti, se si osserva la fauna presente in alta montagna, dove le temperature sono generalmente più basse, si noterà che la presenza di api e bombi (Imenotteri) diminuisce, mentre aumenta quella dei Ditteri, che si occupano dell'impollinazione delle piante che crescono in alta quota, anche se non così efficacemente rispetto agli Imenotteri (McCabe & Cobb, 2021).

### 6.2 Analisi Syrph the Net

La sirfidofauna del bosco Evia di Vernate non è molto variegata: sono state trovate solo 25 specie differenti su un totale di 211 attese.

Il basso valore ottenuto dell'integrità ecologica globale del 12% è indice di una scarsa biodiversità e di possibili problemi legati alla gestione delle risorse naturali del bosco (secondo il metodo di valutazione Syrph the Net, Tabella 9).

Bisogna comunque considerare che fattori come un basso numero di trappole posizionate, un periodo di tempo troppo breve di campionamento, condizioni climatiche poco favorevoli o una scelta inappropriata degli ambienti per le analisi possono compromettere l'accuratezza dei risultati.

In questo caso però il basso valore dell'integrità ecologica ottenuto non dipende da un'erronea scelta degli habitat in quanto non ci sono specie inattese: la percentuale di valutazione della qualità del modello ( $\text{numero specie combacianti} / \text{numero specie osservate}$ ) corrisponde infatti al 100%.

Sono state effettuate analisi simili, ma con più trappole e su un periodo di tempo più esteso, anche nella riserva naturale delle Bolle di Magadino, nel parco naturale delle Gole della Breggia, e nei Quercu-castagneti nel Locarnese (Pollini Paltrinieri et al., 2020). I valori di integrità ecologica riscontrati in questi ambienti corrispondono rispettivamente al 51%, 37% e 36% e sono considerevolmente più elevati rispetto al risultato trovato con la ricerca svolta con questo lavoro di maturità, anche se comunque insoddisfacenti o nella media (Tabella 9).

Anche se la sirfidofauna del macrohabitat castagneto è differente da quello della faggeta, in questo caso, possiamo analizzare i due ambienti assieme (non separatamente) poiché la faggeta è presente in minor misura rispetto al castagneto e non ci sono nette divisioni tra i due ambienti.

Dai nostri risultati si può affermare che il bosco in generale non è molto vecchio; infatti, i valori della foresta studiata (considerata come unione dei macrohabitat castagneto e faggeta) sono più elevati quando si considerano solo le specie particolarmente associate a microhabitat di stadi boschivi giovani (Figura 26).

Non bisogna infatti dimenticare che, la foresta presa in esame può essere considerata come bosco pioniero in quanto si sta sviluppando liberamente solo da circa 80 anni. La maggior parte dei territori di Vernate, ora ricoperti da fitta vegetazione, sono stati delle selve o dei pascoli, quindi ambienti fortemente influenzati da presenza e attività dell'uomo (sfruttamento risorse come legna e castagne

oppure allevamento): in Ticino, come nel Giura e nelle Alpi, la pratica del pascolo nel bosco è stata abbandonata solamente nel corso del XX secolo. Inoltre, in Ticino, nel 1919, erano ancora presenti 9'000 ettari di selve castanili dalle quali venivano prelevate 72'000 tonnellate di castagne ([www.waldwissen.net](http://www.waldwissen.net), 23.11.2022).

Dalle nostre analisi risulta che nel bosco mancano quindi specie le cui larve per svilupparsi necessitano di risorse legate a boschi più datati rispetto a quello preso in esame, come alberi maturi, stramaturi o senescenti con eventualmente carie, cavità o lesioni del tronco con fuoriuscita di linfa, ma anche legno morto di vario tipo (per esempio: legno morto grosso caduto senza corteccia) e generalmente detriti sul suolo, sia asciutti che bagnati.

Si può, inoltre, osservare come il sottobosco sia povero: manca varietà nella zona radicale, per esempio sono assenti radici di alberi in decomposizione, di graminacee e bulbi. Allo stesso modo scarseggiano gli stati erbacei: più precisamente ciuffi, di erbe alte o basse.

Infine, sono pure scarsamente presenti nidi di insetti sociali sia nel suolo, sia nel legno morto.

Bisogna comunque segnalare che il castagneto presenta, rispetto alla faggeta, meno lacune in termini di diversità di specie di Sirfidi (27.78% contro 12.70%, Figura 25).

I prati e i pascoli non migliorati, con il 14% di integrità ecologica risultano poco variegati e biodiversi, ricordando che la diversità di Sirfidi è collegata alla diversità dei macro- e microhabitat e di tutta una catena di altre specie che ne traggono profitto.

Le mancanze di questo ambiente sono molto simili a quelle dei giardini ornamentali (23%) e consistono principalmente nell'assenza di vari tipi di piante ed erbe e di detriti come escrementi, lettiera erbacea o di foresta. Inoltre, anche in questo caso, non ci sono neanche abbastanza radici e nidi di insetti sociali.

Per quanto riguarda invece il bordo d'acqua corrente, l'ambiente che ha ottenuto il peggiore risultato (circa 8% di integrità) della ricerca, possiamo osservare che sono assenti molti vegetali sia terrestri, che si sviluppano su terreni saturi di acqua, sia acquatici di vario tipo (galleggianti, sommersi, parzialmente emersi). Come per gli altri ambienti, mancano anche detriti e sedimenti in decomposizione.

Anche in questo caso il clima molto caldo può aver influenzato sulla quantità di acqua presente nel ruscello e di conseguenza anche la presenza di risorse interessanti.

I nostri dati mostrano inoltre una forte mancanza di specie di Sirfidi le cui larve sono zoofaghe: si nutrono quindi di afidi. Ciò è indice di una scarsità di habitat in cui gli afidi si sviluppano.

## 7 Conclusioni

Apparentemente il bosco Evia mostra un certo livello di naturalità e diversità di risorse, ma il risultato di integrità ecologica ottenuto con il metodo di analisi Syrph the Net (StN) è dell'11.84%, ciò è indice di una biodiversità reale molto scarsa.

In generale si può notare che il sottobosco è particolarmente povero e che mancano molte delle risorse necessarie allo sviluppo delle larve, come legno morto e alberi senescenti: ciò è imputabile alla giovane età del bosco studiato.

Il risultato può essere stato però influenzato, oltre che dalla già citata fase di sviluppo che il bosco sta affrontando, anche dal numero ridotto di trappole utilizzate e dalle elevate temperature registrate durante il periodo di campionamento.

La ricerca svolta nell'ambito di questo lavoro di maturità mette in luce due aspetti particolarmente degni di nota. Innanzitutto, l'importanza ecologica e scientifica che caratterizza i Sirfidi; ecologicamente parlando svolgono un ruolo fondamentale per lo sfruttamento e lo smaltimento di risorse che sono spesso degli scarti (legno morto e detriti). Per quanto riguarda l'aspetto scientifico, le analisi della qualità degli ambienti che sfruttano i Sirfidi come bioindicatori forniscono informazioni molto dettagliate e utili per migliorare la gestione del territorio rendendola sempre più ecologicamente sostenibile: che rispetti cioè i tempi di rigenerazione dei vegetali e gli habitat di tutte le altre specie sia animali, sia fungine, sia di microorganismi unicellulari (batteri e protisti).

Secondariamente è anche interessante sottolineare che i risultati che si ottengono con le analisi Syrph the Net (StN) non mostrano solo la presenza e il livello di diversità di risorse e microhabitat

che l'ambiente osservato offre, ma anche il livello di biodiversità in generale: se in un bosco osserviamo, per esempio, una mancanza di specie di Sirfidi legate ad un certo tipo di legno morto, allora mancheranno anche altre specie (di vegetali, animali, funghi, batteri e protisti) legate alla stessa risorsa. Da questo punto di vista, le specie appartenenti a questo Ordine potrebbero quindi anche essere considerate delle specie ombrello, ossia delle specie che, se protette, contribuiscono, indirettamente, alla protezione di altre specie.

## 8 Ringraziamenti

Si ringrazia Lucia Pollini Paltrinieri, entomologa del Museo Cantonale di Storia Naturale, per il suo prezioso aiuto, il professor Paltrinieri per avermi seguito durante lo svolgimento di questo lavoro di maturità e il Comune di Vernate per la disponibilità e l'interesse mostrato verso la ricerca.

## 9 Bibliografia e sitografia

Burgio, Giovanni, Sommaggio, Daniele, e Birtele, Daniele, 2015, "I Sirfidi (Ditteri): biodiversità e conservazione. ISPRA, Manuali e Linee Guida 128/2015", Parton Editore, Bologna.

Ceschi, Ivo, 2006, "Il Bosco del Cantone Ticino", Armando Dadò editore, Locarno.

Chinery, Michael, 2016, "Guida degli insetti d'Europa", Franco Muzzio Editore, Roma.

Dipartimento degli affari esteri DFAE, "Fauna e flora di montagna", <https://www.eda.admin.ch/aboutswitzerland/it/home/umwelt/natur/pflanzen-tierwelt.html> (22.11.2022).

Dipartimento federali degli affari esteri DFAE, "Geografia", <https://www.eda.admin.ch/aboutswitzerland/it/home/umwelt/geografie.html> (10.07.2022).

Istituto dell'enciclopedia italiana Treccani, <https://www.treccani.it>.

Küchli, Christian, e Chevalier, Jeanne, 1992, "Le nostre foreste, le radici, gli itinerari, l'avvenire", Armando Dadò Editore, Locarno.

McCabe, Lindsie, e Cobb, Neil S. (2021), "From Bees to Flies: Global Shift in Pollinator Communities Along Elevation Gradients", *Frontiers in Ecology and Evolution*, 8 (gennaio).

Pollini Paltrinieri, Lucia, Koch, Bärbel, e Forini-Giacalone, Isabella, 2020, "I sirfidi (Diptera, Syrphidae) dei Quercio-castagneti nell'area del candidato parco nazionale del Locarnese".

Reece, Jane, Taylor, Martha, Simon, Eric, e Dickey, Jean, 2015, "Campbell BIOLOGIA concetti e collegamenti PLUS primo biennio", Pearson Italia, Milano-Torino.

Repubblica e Cantone Ticino, Dipartimento del Territorio, "Uffici forestali di circondario", <https://www4.ti.ch/dt/da/sf/temi/boschi-e-foreste/boschi-e-foreste/boschi-e-foreste/uffici-forestali-di-circondario/uffici-forestali-di-circondario/> (25.04.2022).

Sarthou, Jean-Pierre, Sarthou, Véronique, e Speight, Martin C.D, 2021, "Clé des 88 genres de Diptères Microdontidae et Syrphidae d'Europe occidentale". In: Lépine, Christophe, "Les cahiers scientifiques du Conservatoire d'espaces naturels des Hauts-de-France".

Sezione forestale, Divisione dell'ambiente, Dipartimento del territorio, 2008, "Piano forestale cantonale approvato dal Consiglio di Stato il 19 dicembre 2007", Tipografia Cavalli, Tenero.

Sezione forestale, Ufficio della matura e del paesaggio, Divisione dell'ambiente, Dipartimento del territorio, 2012, "Piano forestale cantonale approvato dal Consiglio di Stato il 16 maggio 2012", Tipografia Cavalli, Tenero.

Ufficio Federale dell'ambiente UFAM, "Alla scoperta della diversità del bosco", <https://www.xn--diversit-forestale-mrb.ch/> (13.07.2022).

Vardal, Hege, e Taeger, Andreas (2011), "The life of René Malaise: from the wild east to a sunken island", *Zootaxa*, 3127 (dicembre), pp. 38-52.

Waldwissen.net WSL, "Utilizzazioni delle foreste a carattere agricolo nel periodo 1800-1950: pascolo in bosco, fieno di bosco e foraggio di aghi e foglie", <https://www.waldwissen.net/it/apprendere-e-divulgare/storia-forestale/utilizzazioni-agricole-delle-foreste-1>, (23.11.2022).

Waldwissen.net WSL, "Utilizzazioni delle foreste a carattere agricolo nel periodo 1800-1950: coltivazioni in bosco, frutti di bosco e resina", <https://www.waldwissen.net/it/apprendere-e-divulgare/storia-forestale/utilizzazioni-agricole-delle-foreste-3>, (23.11.2022)

## 10 Allegati

Allegato 1: veduta aerea della stazione di campionamento



Allegato 2: galleria fotografica



Esemplare di Sirfide appartenente al genere *Eristalis*



Esemplare di Sirfide appartenente al genere *Chrysotoxum*



Esemplare di Sirfide appartenente al genere *Sphaerophoria*



Esemplare di Sirfide appartenente al genere *Sphaerophoria*



Alcuni dei Sirfidi trovati nel quarto raccolto



Gli insetti catturati durante il periodo 2 (a sinistra) e durante il periodo 1 (a destra)



La trappola Malaise posizionata a Vernate