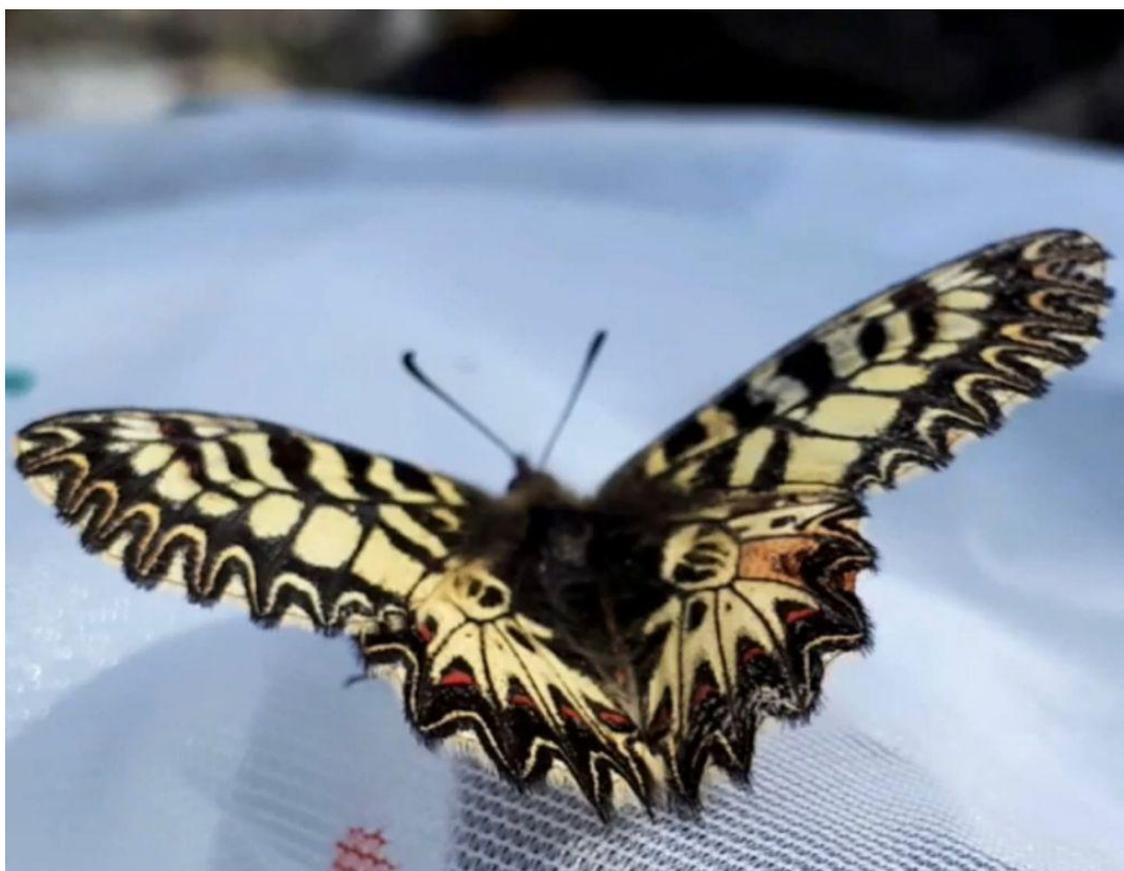




Università degli Studi di Torino  
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA VITA E BIOLOGIA DEI SISTEMI  
Laboratorio di Zoologia



## **OGGETTO: Lepidotteri della Val Clarea - Campionamento 2021**



**Simona Bonelli – responsabile del progetto**

**Irene Piccini – coordinatore del progetto**

**Federica Paradiso – borsista**

**Stefania Smargiassi – borsista**

**Marta Depetris – borsista**

## Indice

<b>1. Introduzione</b> .....	<b>3</b>
<b>2. <i>Zerynthia polyxena</i></b> .....	<b>3</b>
<b>2.1 Numerosità, stato di salute e probabilità di sopravvivenza delle sottopopolazioni di <i>Zerynthia polyxena</i></b> .....	<b>3</b>
<b>2.2. Curva di volo di <i>Zerynthia polyxena</i></b> .....	<b>6</b>
<b>2.3. Stima della popolazione di <i>Zerynthia polyxena</i></b> .....	<b>10</b>
<b>2.4. Stato di salute della popolazione di <i>Zerynthia polyxena</i></b> .....	<b>11</b>
<b>3. Comunità di lepidotteri diurni (farfalle)</b> .....	<b>13</b>
<b>3.1 Le farfalle come bioindicatori</b> .....	<b>13</b>
<b>3.2 Obiettivo del progetto</b> .....	<b>14</b>
<b>3.3 Materiali e metodi</b> .....	<b>14</b>
<b>3.4 Risultati preliminari</b> .....	<b>17</b>
<b>4. Comunità di Lepidotteri notturni</b> .....	<b>20</b>
<b>4.1 Il ruolo ecologico delle falene</b> .....	<b>20</b>
<b>4.2 Obiettivo del progetto</b> .....	<b>20</b>
<b>4.3 Materiali e metodi</b> .....	<b>21</b>
<b>4.4 Risultati preliminari</b> .....	<b>22</b>
<b>5. Analisi dati 2022 provenienti PMA de La Maddalena</b> .....	<b>43</b>
<b>6. Conclusioni</b> .....	<b>45</b>
<b>6. Bibliografia</b> .....	<b>47</b>

## 1. Introduzione

Come da Accordo Attuativo stipulato tra il Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università di Torino e TELT srl (Rep. n.10/2020, Prot. n.654 del 19/03/2020 responsabile scientifico prof.ssa Simona Bonelli, siglato all'interno della Convenzione Quadro Rep. 12/2018 Prot. 866 del 11/05/2018, referente scientifico prof.ssa Simona Bonelli), durante l'anno di attività 2021 il Laboratorio di Zoologia ha valutato la numerosità e lo stato di salute della popolazione di *Zerynthia polyxena* della Val Clarea (paragrafo 2). In aggiunta a questa attività, con la finalità di valutare l'utilizzo del corridoio ecologico da parte di *Z. polyxena* e degli altri Lepidotteri, il Laboratorio di Zoologia ha monitorato il corridoio controllando la presenza/assenza di *Z. polyxena* e delle uova deposte, valutato la composizione e la diversità delle comunità di Lepidotteri diurni (farfalle; Paragrafo 3) e dei Lepidotteri notturni (falene; Paragrafo 4) lungo il corridoio ecologico e in altre aree limitrofe. Questi monitoraggi sono indispensabili per valutare la funzionalità ecologica del corridoio stesso e per indagare se la realizzazione artificiale di aree aperte possa incrementare la biodiversità.

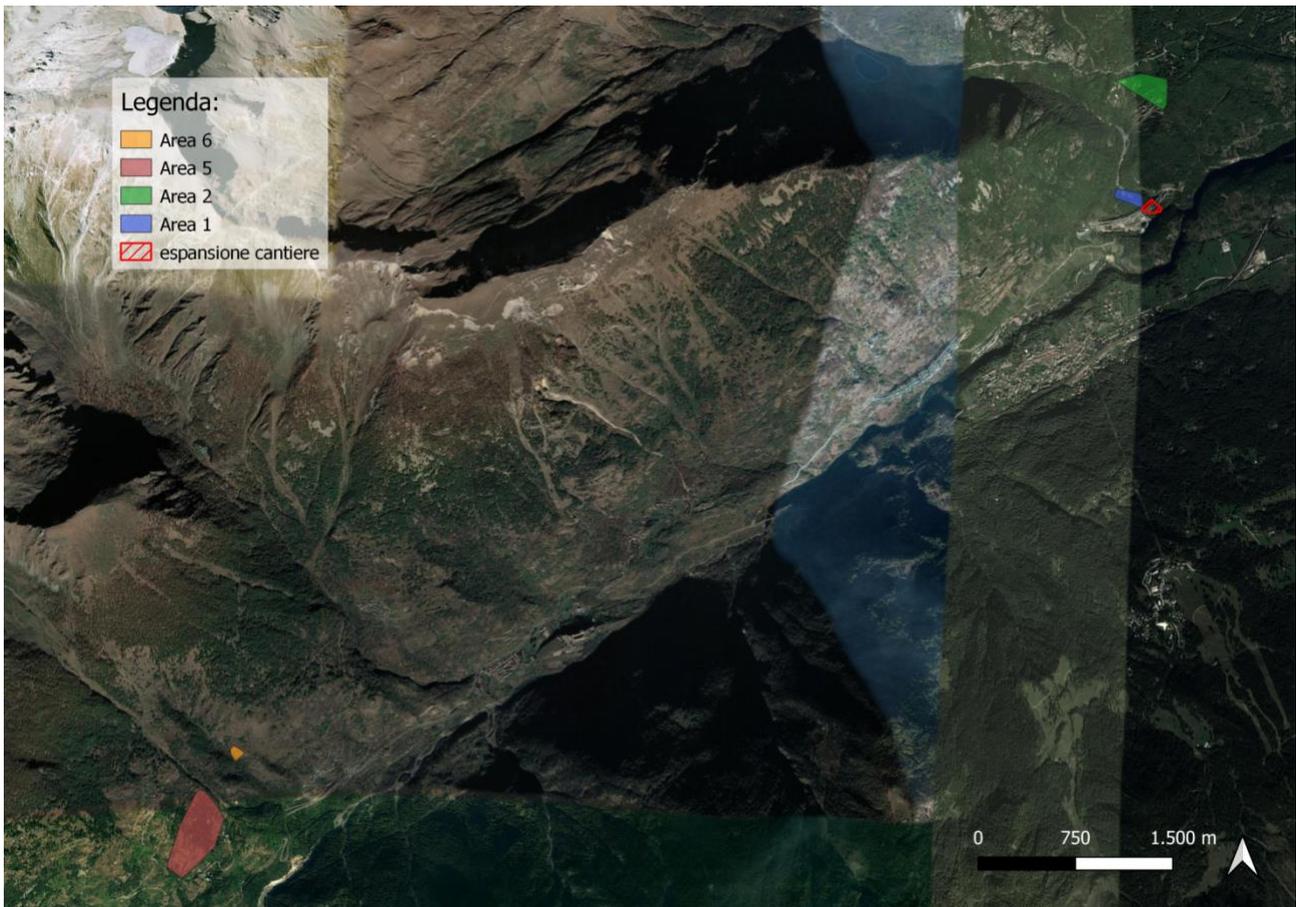
## 2. *Zerynthia polyxena*

### 2.1 Numerosità, stato di salute e probabilità di sopravvivenza delle sottopopolazioni di *Zerynthia polyxena*

Come nel 2020, le aree monitorate nel 2021 sono state quattro delle aree precedentemente selezionate e studiate nella stagione 2019. Le aree campionate durante la stagione 2021 sono riportate in Figura 1. Gli operatori, durante tutta la stagione di campo, a giorni alterni, si sono recati in ciascuna area per condurre le attività di cattura, marcatura e ricattura (CMR).

Le settimane lavorative di ogni operatore sono stata attentamente pianificate in modo da ottenere un campionamento esaustivo. Per ogni operatore erano previsti quattro giorni consecutivi di lavoro in campo (week-end e festività comprese) e due giornate di riposo. Per ogni giornata di campo, ogni operatore ha percorso in media tra i 10 e i 12 km al giorno, distanza variabile a seconda dell'ampiezza dell'area da monitorare. Le attività di campo sono state interrotte esclusivamente dai giorni di pioggia (primavera 2021: 16 giornate di pioggia, 10 giornate ad Aprile e 6 a Maggio). L'orario idoneo al monitoraggio della specie target (orario in cui si riscontra la specie in volo ed è quindi possibile il suo campionamento) va dalle 10 alle 17.

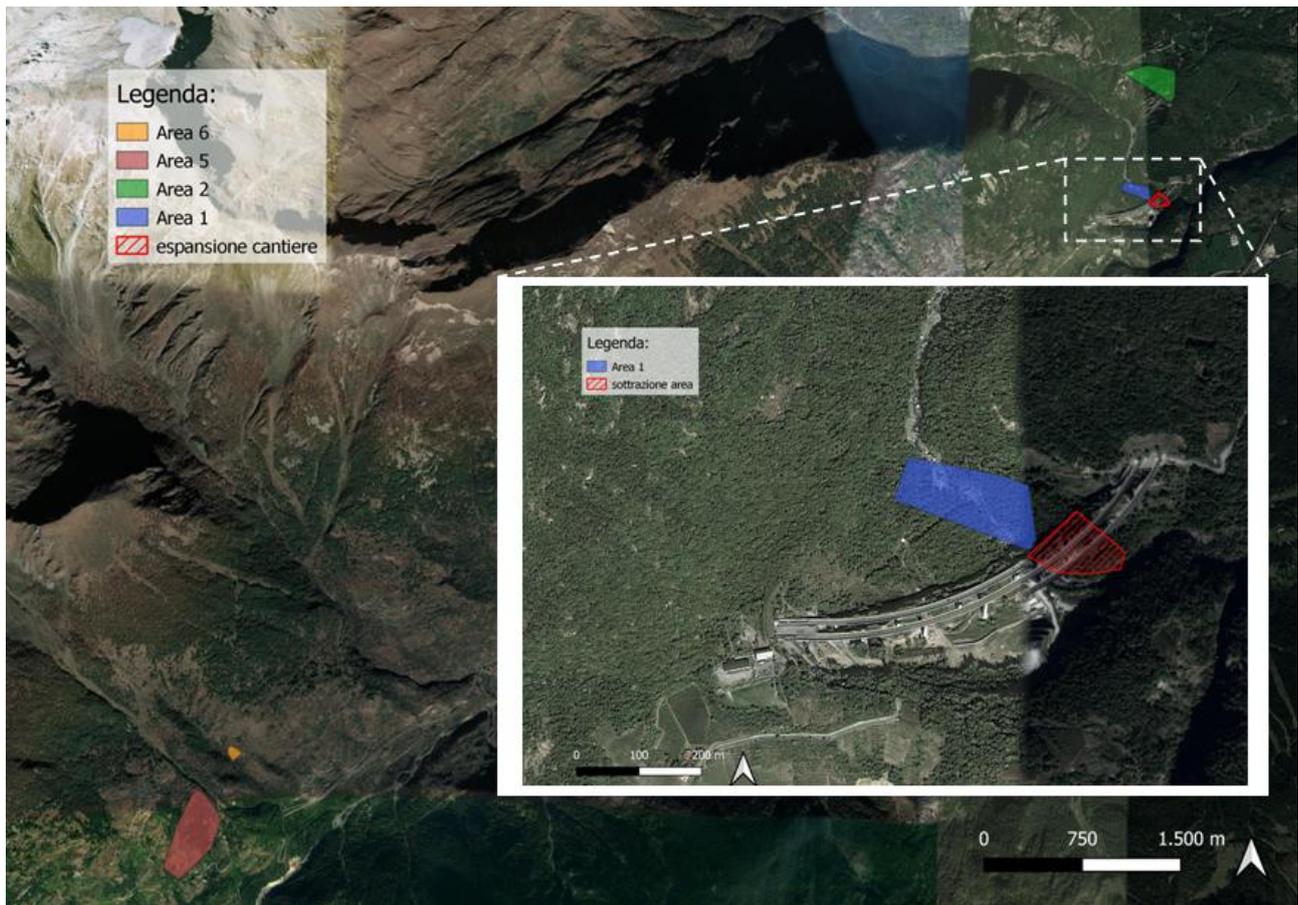
Le restanti ore sono state impiegate organizzando e trascrivendo giornalmente i dati di campo tramite l'utilizzo del software Excel e predisponendo i dataset necessari alle successive analisi dati con i software GIS e Mark; nonché alla pianificazione delle attività dei giorni successivi, la cui organizzazione risultava più complessa a causa delle condizioni lavorative dettate dall'emergenza sanitaria.



**Figura 1.** Aree di studio del campionamento 2021. In blu l'Area 1, zona a ridosso del cantiere per la costruzione della linea ferroviaria Torino-Lione; l'area vicina tratteggiata in rosso rappresenta la riduzione dell'area stessa dovuta all'espansione del cantiere. in verde l'Area 2, nel Comune di Giaglione; in rosso e in arancione rispettivamente Area 5 ed Area 6, nel Comune di Salbertrand.

Nello specifico, ogni area è stata campionata nel seguente periodo:

- L'Area 1 (Chiomonte-Giaglione) è stata campionata dal 29 Marzo al 7 Maggio 2021.
- L'Area 2 (Giaglione) è stata campionata dal 29 Marzo al 18 Maggio 2021.
- L'Area 5 (Salbertrand) è stata campionata dal 30 Marzo al 23 Maggio 2021.
- L'Area 6 (Salbertrand) è stata campionata dal 30 Marzo al 21 Maggio 2021.



**Figura 2.**Riduzione dell'Area 1 dovuto all'ampliamento del cantiere.

L'ampliamento del cantiere, avvenuto all'inizio del 2020 in sinistra orografica del Clarea per la realizzazione dello Svincolo di Chiomonte, ha portato ad una riduzione dell'Area 1, alla quale sono stati sottratti 9103,376 m<sup>2</sup> rispetto all'anno precedente (Figura 2).

Per stimare il numero di individui facenti parte delle sottopopolazioni che ricadono nelle quattro aree di studio, è stato utilizzato il metodo di Cattura Marcatura e Ricattura (CMR) degli individui (Figura 3), che consiste nel catturare gli adulti con un retino entomologico, marcarli con un pennarello atossico indelebile (tramite un codice-colore individuale), e rilasciarli subito dopo. Oltre la marcatura vengono presi altri parametri riguardanti l'individui (habitus, sesso, il tipo di azione che effettuava durante la cattura). Inoltre vengono segnate coordinate, altitudine, orario della cattura, condizioni climatiche. Con questo metodo di marcatura, se l'individuo marcato viene ricatturato nei giorni seguenti, è possibile riconoscerlo.



**Figura 3.** Marcatura individuale di *Zerynthia polyxena*. I diversi colori atossici sono stati utilizzati tra i segmenti della cellula discale. Nella foto specifica, la marcatura è: blu per il giorno di campionamento, rosso per l'area di studio e blu per la settimana; in basso il viola ad indicare il numero identificativo dell'esemplare.

## 2.2. Curva di volo di *Zerynthia polyxena*

Con questo metodo è stato possibile identificare il periodo di volo, l'abbondanza giornaliera della specie e quindi la curva di volo (Figura 4). L'andamento atteso dell'abbondanza durante il periodo di volo è quello Gaussiano, cioè con un solo picco di individui al centro del periodo di volo. Al contrario sono stati registrati in tutte le aree almeno due picchi, come nel primo anno di campionamento. Diversamente, l'anno precedente, l'andamento della popolazione evidenziava un solo picco concentrato in particolare nella metà del mese di Aprile, probabilmente influenzato da una scarsa abbondanza di giornate piovose. Infatti le giornate di pioggia nel 2020 sono state relativamente poche (9 in totale) e meno diffuse, permettendo quindi lo sfarfallamento degli adulti nell'arco di un lasso di tempo più breve, anziché frammentato durante tutto il periodo di volo della specie, e una maggior sopravvivenza degli individui. Al contrario, nel 2019, erano state registrate 26 giornate di pioggia distribuite dal 3 Aprile al 5 Giugno, che hanno esteso il periodo di volo fino al 12 Giugno e che hanno portato ad avere una minor sopravvivenza degli individui (*lifespan*). Nell'anno corrente, le giornate di pioggia e neve sono state 19, distribuite dal 4 Aprile fino al 24 Maggio. Il periodo di volo è stato fino al 7 Maggio per l'Area 1, 18 Maggio per l'Area 2, 23 Maggio per l'Area 5 e 21 Maggio per l'Area 6.

I dati ottenuti nell'anno corrente di campionamento indicano che il *lifespan* delle sottopopolazioni è stato rispettivamente per ogni area di: 4,2 giorni nell'Area 1; 1,5 giorni nell'Area 2; 2,2 giorni nell'Area 5; 2,6 giorni nell'Area 6.

I dati ottenuti nel 2020 indicano che il *lifespan* delle sottopopolazioni è stato rispettivamente per ogni area di: 6 giorni nell'Area 1; 8 giorni nell'Area 2; 7 giorni nell'Area 5; 6 giorni nell'Area 6. Per quanto riguarda i dati dell'anno di campionamento 2019, il *lifespan* risultava essere di: 3 giorni nell'Area 1; 2 giorni nell'Area 2; 2 giorni nell'Area 5; 4 giorni nell'Area 6.

Considerando la diversa numerosità delle sottopopolazioni e le diverse dimensioni delle aree campionate, l'abbondanza giornaliera è stata molto variabile per ciascuna area. L'abbondanza giornaliera massima (picco di individui catturati) è stata di:

- 13 individui in Area 1 il giorno 25 Aprile;
- 11 individui in Area 2 il giorno 2 Aprile;
- 21 individui in Area 5 il giorno 24 aprile;
- 12 individui in Area 6 il giorno 24 aprile.

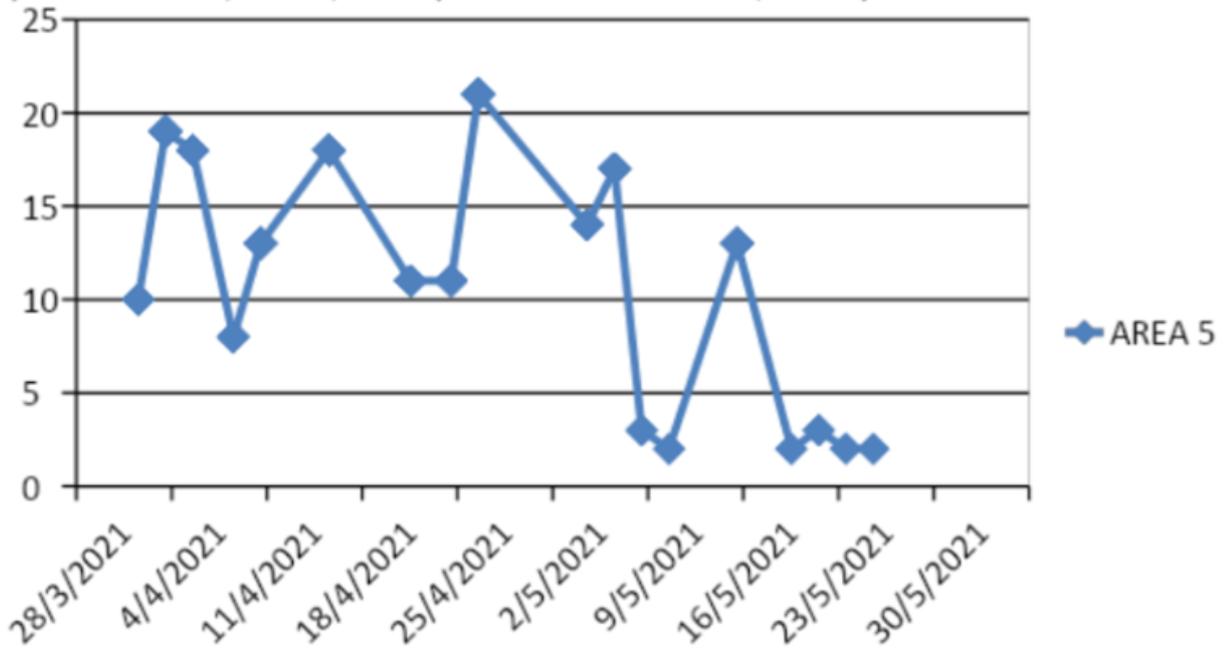
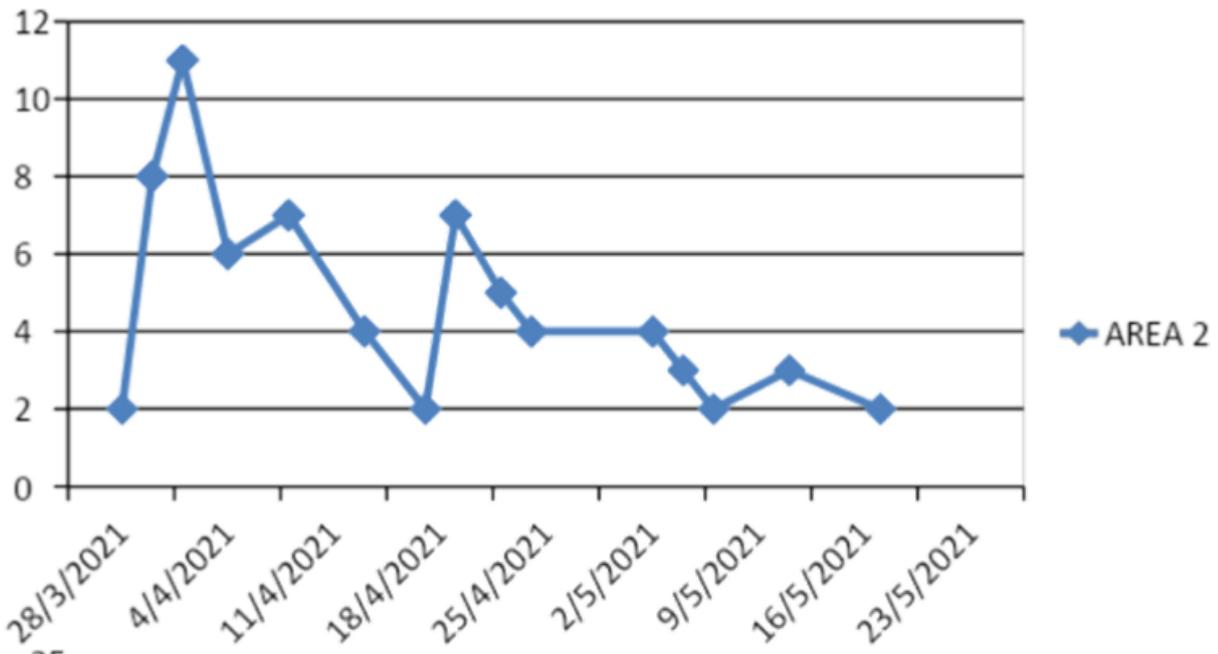
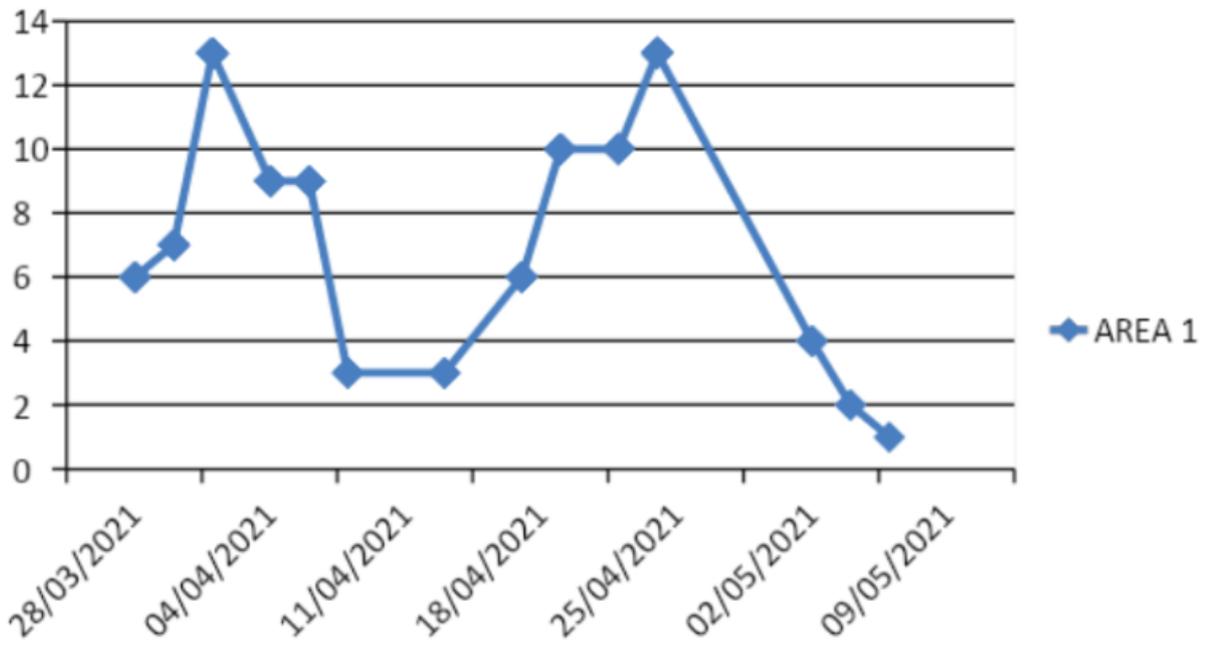
Le catture totali, comprese quindi di ricatture degli stessi individui, sono state per tutto il periodo di lavoro:

- Area 1: 96 catture (di cui 43 ricatture)
- Area 2: 70 catture (di cui 19 ricatture)
- Area 5: 187 catture (di cui 33 ricatture)
- Area 6: 106 catture (di cui 38 ricatture)

<b>Anno di attività 2021</b>			
	<b>Catture totali (2021)</b>	<b>Ricatture totali (2021)</b>	<b>TOT CMR (2021)</b>
AREA1	53	43	96
AREA2	51	19	70
<b>AREA1+2</b>	<b>104</b>	<b>62</b>	<b>166</b>
AREA5	154	33	187
AREA6	68	38	106
<b>AREA5+6</b>	<b>222</b>	<b>71</b>	<b>293</b>
<b>TOTALE</b>	<b>326</b>	<b>133</b>	<b>459</b>

**Tabella 1.** Dati dell'anno 2021 di cattura e ricattura nelle diverse aree di campionamento

### CURVA DI VOLO



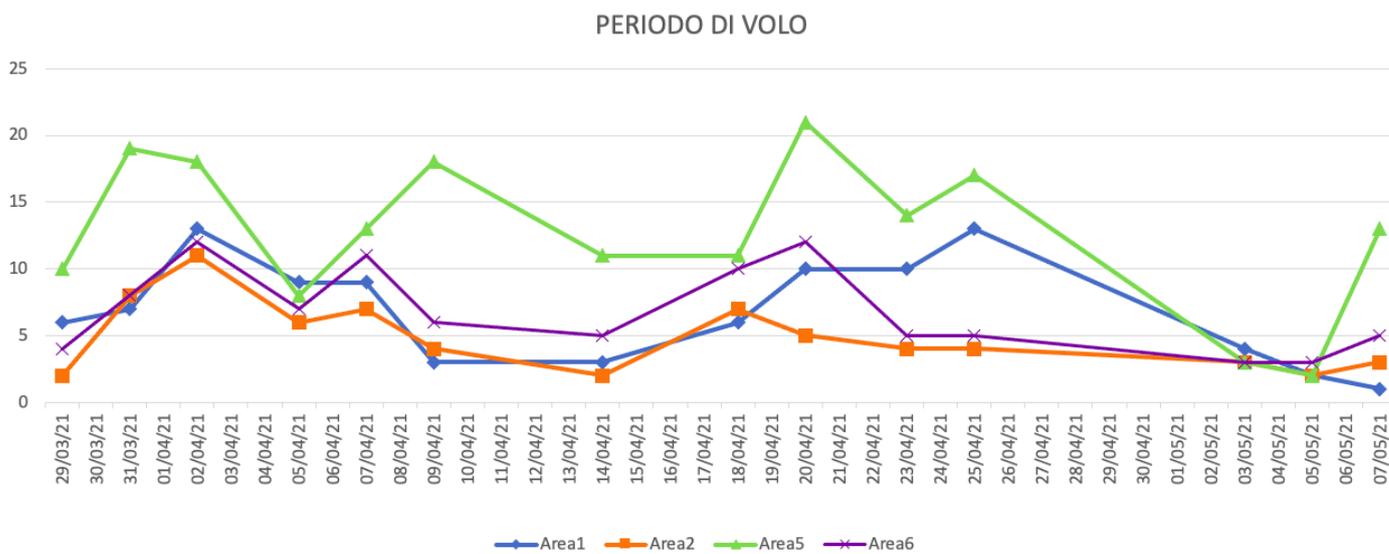
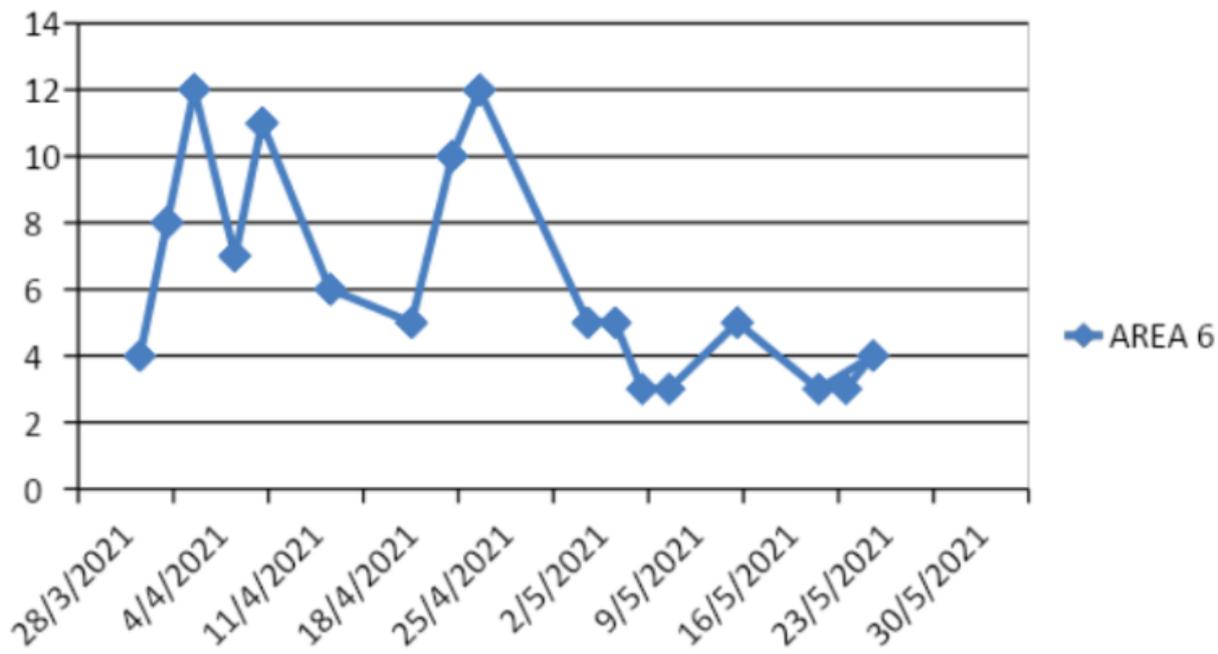


Figura 4. Curva di volo complessiva e individuale per ogni area di studio

### 2.3. Stima della popolazione di *Zerynthia polyxena*

I dati di Cattura Marcatura e Ricattura sono stati elaborati con il software Excel e successivamente inseriti nel software Mark, con il quale è possibile stimare la numerosità delle sottopopolazioni presenti nelle diverse aree durante l'anno di attività 2021 (Tabella 2). Considerando le distanze tra le Aree, si possono identificare due nuclei distinti di popolazioni, uno in media valle (nei comuni di Chiomonte e Giaglione) mentre l'altro in alta Val di Susa (nel comune di Salbertrand); il primo comprendente Area 1 e 2 costituito da 167 individui e l'altro costituito da Area 5 e 6 comprensivo di 293 individui. Nello specifico, come visibile in tabella, nell'Area 1 sono stati catturati e marcati 96 individui in totale, di cui 67 maschi e 29 femmine; nell'Area 2 sono stati catturati e marcati 70 individui in totale; di cui 43 maschi e 27 femmine; nell'Area 5 sono stati catturati e marcati 187 individui in totale, di cui 132 maschi e 55 femmine; nell'Area 6 sono stati catturati e marcati 106 individui in totale, di cui 70 maschi e 36 femmine. I risultati ottenuti con il metodo CMR applicato alla popolazione di *Z. polyxena* evidenziano un tasso di ricattura aumentato rispetto all'anno passato, grazie ai risultati sappiamo quindi che il campionamento è stato svolto correttamente ed in modo esaustivo durante tutta la curva di volo della specie. L'incremento delle ricatture può inoltre essere attribuito alle poche giornate di pioggia durante la stagione di campo, che hanno permesso una maggior sopravvivenza degli adulti (*lifespan*) e aumentato le possibilità di ricattura degli individui (vedi paragrafo precedente).

La *sex ratio* (proporzione di individui di sesso femminile e maschile) media è di 2,12:1, ovvero poco più del doppio dei maschi rispetto alle femmine, e si discosta molto dalla *sex ratio* riscontrata dagli anni precedenti, la quale era di 2,63:1 nel 2020 (quasi il triplo dei maschi rispetto alle femmine) e di 1:1 nel 2019 (parità tra i due sessi). Inoltre, in tutti e tre gli anni di campionamento è stato notato che i primi individui ad essere catturati durante la fase iniziale del campionamento erano prevalentemente maschili. Questo risultato potrebbe essere spiegato grazie al fenomeno della "protandria", ovvero la tendenza generale degli individui maschili ad emergere prima rispetto a quelli femminili, tipica delle farfalle (ma anche di altri insetti) e ampiamente documentata (W. Petersen, 1892; Demoll, 1908; Berge *et Rebel*, 1910; Ford, 1945; B. Petersen, 1997; Forster, 1954; Newman, 1968). Questa strategia riproduttiva permette agli individui femminili di minimizzare il periodo di tempo che intercorre tra la schiusa e l'accoppiamento, diminuendo il rischio di morte pre-riproduttiva e massimizza conseguentemente anche il successo riproduttivo degli individui maschili (Wiklund *et Fagerstrom*, 1982).

La stima della popolazione totale, comprendente tutte e quattro le aree, ammonta a 1303 individui, contro i 866 individui stimati nel 2020 e i 739 individui stimati nel 2019, prendendo in esame le stesse aree di studio (Aree 1, 2, 5 e 6).

Per singola area, la stima di popolazione è:

Area 1 □ 99 individui

Area 2 □ 133 individui

Area 5 □ 962 individui

Area 6 □ 109 individui

Confronto dati 2019-2020-2021												
	Catture totali (2019)	Catture totali (2020)	Catture totali (2021)	Tasso di ricattura (2019)	Tasso di ricattura (2020)	Tasso di ricattura (2021)	Sex Ratio 2019 (M:F)	Sex Ratio 2020 (M:F)	Sex Ratio 2021 (M:F)	Stima popolazione Mark (2019)	Stima popolazione Mark (2020)	Stima popolazione Mark (2021)
AREA1	57	50	96	56,14	122,00	81,13	0,8:1	1,94:1	2,31:1	106	77	99
AREA2	66	69	70	48,48	113,04	37,25	0,9:1	2,68:1	1,59:1	140	141	133
<b>AREA1+2</b>	<b>123</b>	<b>123</b>	<b>166</b>	<b>52,02</b>	<b>116,81</b>	<b>59,61</b>	<b>1,1:1</b>	<b>2,33:1</b>	1,96:1	<b>246</b>	<b>218</b>	<b>232</b>
AREA5	217	206	187	31,34	42,72	21,43	1:1	2,55:1	2,4:1	384	504	962
AREA6	36	72	106	22,22	88,89	55,88	1,2:1	3,5:1	1,94:1	109	144	109
<b>AREA5+6</b>	<b>253</b>	<b>278</b>	<b>293</b>	<b>30,04</b>	<b>54,68</b>	<b>31,98</b>	<b>1:1</b>	<b>2,76:1</b>	2,46	<b>493</b>	<b>648</b>	<b>1071</b>
<b>TOTALE</b>	<b>376</b>	<b>401</b>	<b>459</b>	<b>53,85</b>	<b>73,30</b>	<b>40,80</b>	<b>1,1:1</b>	<b>2,62:1</b>	2,12:1	<b>739</b>	<b>866</b>	<b>1271</b>

**Tabella 2.** Confronto dei dati ottenuti dagli anni di campionamento 2019-2020-2021. Confronto dei tassi di ricattura nelle diverse aree (2019-2020-2021). Confronto della *sex ratio* delle sottopopolazioni nelle diverse aree (2019-2020-2021). Confronto della stima delle sottopopolazioni di *Z. polyxena* ottenuta con il software Mark per le diverse aree di campionamento (2019-2020-2021).

## 2.4. Stato di salute della popolazione di *Zerynthia polyxena*

Per identificare l'andamento futuro di *Z. polyxena* è essenziale capirne lo stato di salute facendo una stima della densità delle sottopopolazioni. Per calcolare la densità è stato calcolato il minimo poligono convesso (MPC), che racchiude tutte le catture e le ricatture di *Z. polyxena* all'interno della più piccola area compresa tra i punti di presenza. La densità delle sottopopolazioni va da 8 individui ad ettaro in Area 2 a 89 individui ad ettaro in Area 6. L'elevata densità di sottopopolazione riscontrata in Area 6 è data dalla piccola dimensione dell'area stessa, che non raggiunge l'ettaro (0,76426 ha, Tabella 3). Le altre densità (Tabella 3) risultano essere più basse, con sottopopolazioni inferiori ai 50 individui per ettaro, ma in linea con i risultati ottenuti negli anni precedenti, tranne che per l'Area 1, la cui densità di sottopopolazione risulta aumentata rispetto all'anno precedente, tenendo presente che la zona di campionamento è stata soggetta alla riduzione dell'area per via dell'espansione del cantiere,

come spiegato nel paragrafo 2. Le sottopopolazioni presenti nelle Aree 1, 2 e 5 sono quindi molto meno numerose rispetto alla media delle altre specie di farfalle, questo potrebbe essere indice di una caratteristica intrinseca della specie, oppure dell'habitat locale.

Area	Dimensione area (Ha)	Densità sottopopolazione
Area 1	1,9469	27
Area 2	6,1056	8
Area 5	16,4720	9
Area 6	0,76426	89

**Tabella 3.** Dimensioni delle Aree di studio e rispettiva densità di individui.

Nella relazione del 2020 erano stati erroneamente riportati gli ettari delle quattro aree del medesimo anno di campionamento. Nella tabella che segue (Tabella 4), sono inserite le dimensioni corrette di ogni area campionata in tutti e tre gli anni di monitoraggio.

Area	Dimensione area (Ha) 2019	Dimensione area (Ha) 2020	Dimensione area (Ha) 2021
Area 1	3,64	3,52	1,94
Area 2	10,62	8,51	6,10
Area 5	19,67	19,72	16,47
Area 6	1,20	0,98	0,76

**Tabella 4.** Dimensioni delle Aree di studio negli anni di campionamento 2019-2020-2021.

Sono stati poi calcolati gli spostamenti degli individui all'interno delle singole aree di studio, per monitorare la mobilità della specie e dei singoli individui durante il periodo di volo (Tabella 5). Gli spostamenti ottenuti vanno da un minimo di 3,81 metri (Area 1) ad un massimo di 577,91 metri (Area 5). La media degli spostamenti effettuati dagli adulti è di 86,77 metri, con un minimo di 33,39 metri registrati in Area 6 ed un massimo di 167,45 metri in Area 5.

<b>Distanze percorse (metri) - anno 2021</b>			
<b>Area</b>	<b>Min (m)</b>	<b>Max (m)</b>	<b>Media (m)</b>
Area 1	3,81	231,33	57,15
Area 2	12,46	304,60	89,09
Area 5	10,13	577,91	167,45
Area 6	4,78	72,54	33,39
Media	10,13	296,59	86,77

**Tabella 5.** Distanze percorse dagli adulti di *Z. polyxena* durante l'anno di attività 2021.

### **3. Comunità di lepidotteri diurni (farfalle)**

#### **3.1 Le farfalle come bioindicatori**

Diversi studi hanno mostrato come le farfalle rispondano in tempi rapidi a cambiamenti ambientali, sia su scala di paesaggio sia a livello di micro-habitat, e come variazioni della comunità e/o della fenologia di specie target rispecchino alterazioni in altre componenti della biodiversità, rendendole indicatori ottimali per molteplici ecosistemi terrestri (Van Swaay *et* Warren, 1999; Thomas, 2005; Rákosy *et* Schmitt, 2011). Pertanto i Lepidotteri diurni sono considerati degli ottimi bioindicatori, sia per alcune loro caratteristiche ecologiche e fisiologiche, sia per le conoscenze di base già a disposizione, a livello internazionale e nazionale. Le farfalle sono presenti in una grande varietà di habitat, con un elevato numero di specie, e comprendono, accanto ad elementi generalisti, un buon numero di elementi altamente specializzati, con esigenze ecologiche ristrette. Inoltre, rispetto a molti altri gruppi di insetti, sono caratterizzate dall'avere una tassonomia nota e relativamente stabile e da buone conoscenze di base sull'ecologia e sulla biologia delle singole specie.

A causa del ciclo vitale breve, spesso di poco inferiore a un anno, le risposte delle farfalle alle variazioni nella qualità dell'habitat sono decisamente più rapide rispetto ad altri gruppi. L'olometabolismo, ovvero lo sviluppo da larva ad adulto a metamorfosi completa (tipico dei lepidotteri), con larve scarsamente mobili e spesso caratterizzate da esigenze ecologiche differenti dagli adulti, rende le farfalle buoni indicatori di biotopi complessi, in cui le esigenze degli stadi larvali debbano sovrapporsi, almeno parzialmente, a quelle degli adulti. Dal punto di vista metodologico, tutte le tecniche di monitoraggio esistenti sono state ampiamente sperimentate e standardizzate, sia per

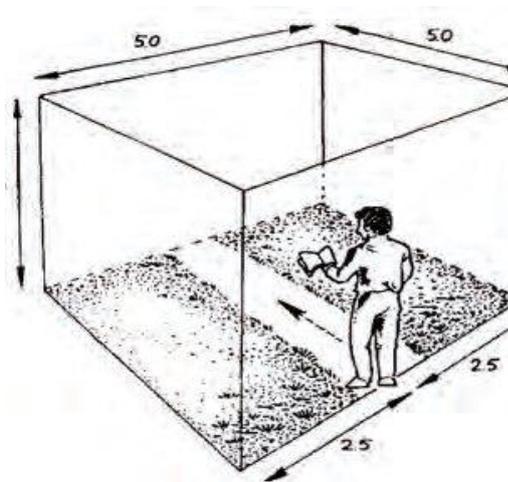
quanto riguarda gli studi a livello di comunità (Pollard et Yates, 1993), sia per quanto riguarda la valutazione della dinamica di popolazione delle singole specie. Infine non è da sottovalutare come le farfalle diurne siano tra i pochi invertebrati giudicati positivamente dal grande pubblico: si tratta di specie carismatiche, che riescono ad attirare l'attenzione e il consenso dell'opinione pubblica su progetti conservazionistici o di ricerca, che altrimenti sarebbero più difficilmente supportati: sono cioè delle ottime specie bandiera.

### **3.2 Obiettivo del progetto**

Scopo di tale campionamento è quello di valutare la composizione e la diversità delle comunità di farfalle ospitate nelle 4 aree di indagine, individuate come aree di presenza di quattro popolazioni di *Z. polyxena*, e, in modo particolare, nel corridoio ecologico creato nella matrice boschiva per congiungere l'Area 1 e l'Area 2. I parametri di diversità quali ricchezza specifica, abbondanza, equipartizione e diversità funzionale delle comunità di lepidotteri saranno poi messi a confronto con i parametri di popolazione di *Z. polyxena* per individuare eventuali correlazioni e/o differenze. Inoltre, tale campionamento rappresenta il secondo anno di valutazione dell'utilizzo del corridoio ecologico da parte di questi insetti.

### **3.3 Materiali e metodi**

I lepidotteri diurni sono stati monitorati mediante un metodo di conta semi-quantitativo noto come "transetto di Pollard" (Pollard et Yates, 1993). Questo è costituito da un percorso lineare, scelto dall'operatore e mantenuto fisso per tutta la stagione di campionamento, in cui le farfalle sono contate a cadenza regolare. Normalmente la lunghezza totale di un transetto è di circa 500 m, ed il tempo impiegato nella percorrenza del transetto è mediamente di 30 minuti circa. A volte il transetto viene suddiviso in sezioni, il più delle volte in base alla presenza di ambienti o caratteristiche ambientali differenti (presenza di bosco, aree aperte, ecotono, ecc), ma può essere suddiviso anche definendo una lunghezza fissa. Il metodo standardizzato prevede che l'operatore cammini lungo il transetto, contando il numero di individui di farfalle di ogni specie avvistata all'interno di una scatola immaginaria di 2,5 m per lato e 5 m di fronte e 5 di altezza (Figura 5), senza voltarsi indietro per evitare doppie conte.



**Figura 5.** Rappresentazione grafica del cubo immaginario dentro il quale si contano le farfalle lungo il transetto.

I dati vengono riportati su di una scheda di campo per ogni sezione del transetto (Sevilleja *et al.*, 2019). Gli esemplari di difficile identificazione vengono catturati mediante un retino entomologico ed identificati mediante osservazione del pattern alare con l'ausilio di guide al riconoscimento (e.g. Tolman *et* Lewington, 2008). Il monitoraggio viene effettuato durante il periodo primaverile/tardo estivo, ovvero quando le farfalle sono presenti in fase adulta. I transetti devono essere percorsi in condizioni climatiche ottimali e quando le farfalle sono maggiormente attive, nelle ore centrali della giornata (10:00-16:30 circa), in assenza di vento e con una temperatura dell'aria maggiore di 13°C. Le condizioni climatiche del campionamento (data, ora di inizio e fine, vento secondo la scala di Beaufort, e copertura nuvolosa) vengono anch'esse registrate sulla scheda di campo.

Sono stati fissati in totale 9 transetti, di cui due di congiunzione, uno che corrisponde al corridoio ecologico tra l'area 1 e 2, ed uno per il corridoio ipotetico di congiunzione tra l'area 5 e 6, lunghi almeno 500 m e posizionati all'interno delle aree d'indagine lungo percorsi facilmente accessibili. Tali transetti sono stati suddivisi in sezioni (da un minimo di 1 ad un massimo di 9), corrispondenti ad una certa tipologia di habitat predominante, ed indicati con numerazione progressiva (S1, S2, ecc..).

Oltre alle comuni variabili climatiche, per ogni sezione sono state annotate anche alcune covariate ambientali:

- tipologia di habitat (es. ecotono/radura/bosco);
- altezza dell'erba (in intervalli come ad es. 0-10 cm, 10-20 cm, ecc...), tipo di vegetazione (erbacea/arbustiva/arborea);

- stato di maturazione dell'erba (da 1 a 3);
- percentuale di copertura arborea;
- presenza di escrementi di animali selvatici;
- percentuale di copertura di tutte le piante fiorite (fonti di nettare), riportata per ogni specie;
- eventuali interventi antropici lungo la sezione del transetto (es. sfalcio della vegetazione).

Per quanto riguarda la frequenza di campionamento, i transetti sono stati ripetuti ogni 10-15 giorni, a seconda delle condizioni meteo, per un totale di 11 repliche a transetto a partire da Aprile fino a Settembre 2021.

### 3.4 Risultati preliminari

In totale sono state campionate 70 specie e 1790 individui di Lepidotteri diurni.

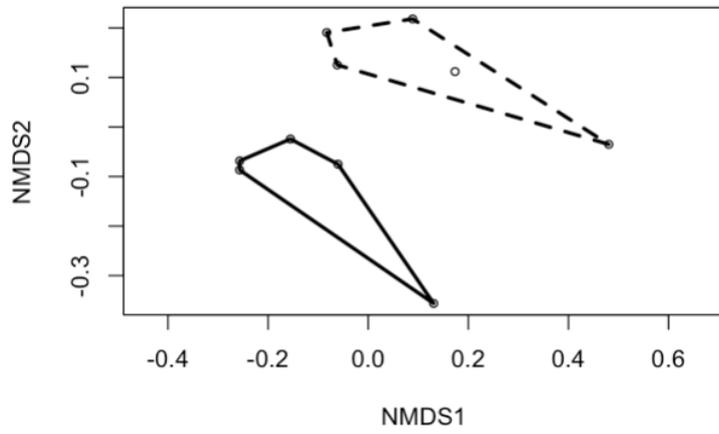
La Tabella 6 riporta le specie di farfalle osservate nelle varie aree di studio durante tutto il periodo di campionamento.

**Tabella 6.** Elenco delle specie di lepidotteri osservate nelle diverse aree di studio, in ordine alfabetico. Per ogni specie è riportato il transetto di osservazione, il numero di individui osservati per ognuno di essi, il totale degli individui e la categoria di minaccia secondo le Liste Rosse IUCN italiana.

Specie	T1A2	T1A5	T1A6	T2A2	T2A5	T2A6	Tcor5-6	TcorA1	TcorA2	Totale generale	Stato
<i>Argynnis adippe</i>	1									1	LC
<i>Argynnis aglaja</i>				1		1				2	LC
<i>Arethusana arethusa</i>						1				1	LC
<i>Anthocharis cardamines</i>	1	4	12	2	6	8	2	13	10	58	LC
<i>Aporia crataegi</i>					1	4				5	LC
<i>Aphantopus hyperantus</i>		2	2	5	8					17	LC
<i>Apatura iris</i>						1				1	LC
<i>Argynnis paphia</i>	5	1	14	3	4	8	2	8	2	47	LC
<i>Aglaisurticae</i>	1				1					2	LC
<i>Brintesia circe</i>	12	6	3	9	19	3		3	7	62	LC
<i>Brenthis daphne</i>			1							1	LC
<i>Boloria dia</i>		1	2		2					5	LC
<i>Boloria euphrosyne</i>						3				3	LC
<i>Boloria selene</i>					1					1	LC
<i>Colias alfacariensis</i>			1							1	LC
<i>Coenonympha arcania</i>	2	7	2	3	2	8	1	1		26	LC
<i>Celastrina argiolus</i>								1		1	LC
<i>Colias crocea</i>	2			5						7	LC
<i>Cupido osiris</i>			1			4				5	LC
<i>Coenonympha pamphilus</i>	12	6	4	17	28	11	2			80	LC
<i>Callophrys rubi</i>			1			1		1		3	LC
<i>Cyaniris semiargus</i>						1				1	LC
<i>Erebia aethiops</i>			6	1		4	1			12	LC
<i>Erebia alberganus</i>		2	2		39					43	LC
<i>Erebia ligea</i>			3			1				4	LC
<i>Erynnis tages</i>				1	1	3				5	LC
<i>Gonepteryx rhamni</i>			1			3				4	LC
<i>Hesperia comma</i>						1				1	LC
<i>Hipparchia fagi</i>	7		8	7		4	1	3	12	42	LC
<i>Hamearis lucina</i>			3		2	3	1			9	LC
<i>Issoria lathonia</i>	5	9	4	4	20	9		3		54	LC
<i>Iphiclides podalirius</i>	5		3	1				1	5	15	LC
<i>Lasiommata maera</i>			2			3		3	6	14	LC
<i>Lasiommata megera</i>	17		3	15		5		10	17	67	LC
<i>Leptidea sinapis</i>		2	3	1	4	3	3	8	1	25	LC

<i>Melitaea athalia</i>	1			2		1				3	LC
<i>Melitaea aurelia</i>				1				1		2	LC
<i>Melitea cinxia</i>		1								1	LC
<i>Melitea didyma</i>	6	11	3	5	4				2	31	LC
<i>Melanargia galathea</i>	116	75	95	77	139	139	14	27	36	718	LC
<i>Maniola jurtina</i>	5	4	3	41	17	1			1	72	LC
<i>Melitaea phoebe</i>						1				1	LC
<i>Nymphalis antiopa</i>			1							1	LC
<i>Nymphalis polychloros</i>							1	1		2	LC
<i>Pararge aegeria</i>								2		2	LC
<i>Parnassius apollo</i>			1							1	LC
<i>Polyommatus bellargus</i>	5		7	12	7	1		2		34	LC
<i>Pieris brassicae</i>	1									1	LC
<i>Polygonia c-album</i>			1				1			2	LC
<i>Polyommatus coridon</i>	1		2		2					5	LC
<i>Polyommatus escheri</i>			2							2	LC
<i>Polyommatus hispanus</i>			1							1	LC
<i>Polyommatus icarus</i>	14		8	5		4				31	LC
<i>Pyrgus malvoides</i>		1	2		3	6				12	LC
<i>Pieris mannii</i>		1	1	2				2	1	7	LC
<i>Pieris napi</i>		2	1	2	1	1		4	9	20	LC
<i>Pieris rapae</i>	4	1	2	1		3	1	14	6	32	LC
<i>Satyrus actaea</i>			2							2	LC
<i>Satyrus ferula</i>	1	23	26	2	6	27	1	11	25	122	LC
<i>Spialia sertorius</i>					1	1				2	LC
<i>Thymelicus sylvestris</i>	2	5	4	6	5	3		1	3	29	LC
<i>Thymelicus lineola</i>						1				1	LC
<i>Vanessa atalanta</i>		0							2	2	LC
<i>Vanessa cardui</i>		1	2	1					2	6	LC
<i>Zerynthia polyxena</i>			1		6	5				12	LC
<b>Totale generale</b>	<b>226</b>	<b>165</b>	<b>246</b>	<b>232</b>	<b>329</b>	<b>287</b>	<b>31</b>	<b>120</b>	<b>149</b>	<b>1785</b>	

Analizzando le due comunità tra l'anno 2020 e 2021, si nota in Figura 6 che le due comunità si differenziano. Questo potrebbe esser legato al fatto che la colonizzazione del corridoio da parte di specie legate alle aree aperte sta avanzando e quindi la comunità è in cambiamento. Ad esempio, le specie caratterizzanti la comunità del 2021 sono risultate essere: *Anthocharis cardamines* e *Pieris rapae*.



**Figura 6.** La comunità del corridoio ecologico nel 2020 è identificata dall'area con la linea continua, mentre quella del 2021 è identificata dalla linea tratteggiata.

## 4. Comunità di Lepidotteri notturni

### 4.1 Il ruolo ecologico delle falene

Come espresso nel paragrafo 4.1 per i Lepidotteri diurni (farfalle), anche nel caso delle falene, è opportuno evidenziare l'importanza di questi organismi da un punto di vista ecologico e come bioindicatori a livello ecosistemico e di habitat. In particolare, il ruolo di maggior rilevanza svolto da questo *taxon* è rappresentato dall'impollinazione notturna. Nonostante la loro rilevanza come impollinatori sia attualmente sottostimata e vi sia una mancanza di informazioni ed evidenze scientifiche legate a questa tipologia di servizio (Hahn *et Bruhl*, 2016), numerosi studi hanno già evidenziato il ruolo chiave che i Lepidotteri notturni rivestono all'interno degli ecosistemi, in qualità di impollinatori notturni (Fox 2012; Merckx *et al.*, 2012; Macgregor *et al.*, 2014).

Studi recenti hanno infatti dimostrato che la maggior parte del polline trasportato dalle falene viene accidentalmente accumulato sulla porzione ventrale del torace (ricca di "peluria"), invece che sulla proboscide, sulla quale si era concentrata in passato l'attenzione dei ricercatori. In questo modo il polline può facilmente depositarsi da un fiore all'altro durante le visite notturne (Atwater, 2013; Funamoto, 2019; Le Croy *et al.*, 2013; Willmer, 2011). Studi emergenti indicherebbero inoltre che alcune specie di piante si siano adattate specificamente a questa strategia, sfruttando il polline trasportato ventralmente dalle falene per la loro riproduzione (Funamoto, 2019).

Le falene risultano quindi essere componenti molto influenti all'interno dei *network* pianta-impollinatore, sviluppando spesso relazioni mutualistiche e specie-specifiche con le piante stesse, a volte anche molto complesse (Walton *et al.*, 2020). Il loro apporto, all'intero dei *pollination network*, è in grado di aumentare la resilienza di questi sistemi, controbilanciando potenzialmente l'attuale e drammatico declino degli impollinatori diurni (Potts *et al.*, 2020).

### 4.2 Obiettivo del progetto

I Lepidotteri notturni (falene) sono stati indagati nell'area di studio con lo scopo di caratterizzare le specie presenti nelle radure del corridoio, ottenendo dati utili a valutare la funzionalità ecologica del corridoio stesso. In particolare, grazie alla seconda stagione di campionamenti effettuata nel 2021, dopo le operazioni di inerbimento delle radure effettuata nell'anno precedente, è stato possibile confrontare la comunità di falene osservate nei due diversi anni di campionamento, evidenziando

quindi eventuali effetti che hanno avuto le operazioni di gestione del manto erboso su questi insetti e per valutare l'effettiva differenza di comunità legata alla diversa composizione vegetale.

### 4.3 Materiali e metodi

Il monitoraggio dei lepidotteri notturni è stato effettuato nelle ore notturne in 6 sessioni di campionamento, con cadenza mensile da Maggio a Ottobre, utilizzando le trappole luminose come metodo di cattura (Figura 7). Tali trappole sfruttano l'attrazione esercitata da apposite lampade a LED sulle falene, le quali tendono a volare in direzione della fonte luminosa. Intercettate da due pannelli di *plexiglas* posti perpendicolarmente l'uno con l'altro, queste cadono in un contenitore posto al di sotto della lampada, dove l'atmosfera satura di acetato di etile ne consente la soppressione senza compromettere la conservazione.



**Figura 7.** Trappola luminosa utilizzata per la cattura di lepidotteri notturni, dove è visibile la lampada a LED accesa, fonte luminosa attrattiva per le falene

I lepidotteri notturni così raccolti sono stati poi smistati, preparati ed identificati in laboratorio, grazie al contributo dello specialista Dott. Stefano Scalercio del CREA di Cosenza. (Figura 7).



**Figura 8.** Fase di smistamento e riconoscimento dei lepidotteri notturni raccolti in una trappola luminosa. I lepidotteri vengono così identificati e preparati per la collezione entomologica o per successive analisi genetiche effettuate dallo specialista.

Il disegno sperimentale adottato ha previsto il posizionamento di 9 trappole luminose per ogni sessione di campionamento, una per ciascuna radura del corridoio (più una radura di controllo). Le trappole venivano attivate in coppia contemporaneamente, in due giornate diverse, ad esclusione di quella di controllo (radura 0) che veniva attivata insieme alle due coppie dell'ultimo giorno. L'accoppiamento delle trappole era il seguente:

radura10-radura9; radura5-radura4

radura8-radura7; radura3-radura2; radura 0

#### **4.4 Risultati preliminari**

Lo studio della comunità di falene presenti nel corridoio ecologico è tutt'ora in fase di analisi più approfondite, ma i primi dati ottenuti sembrano suggerire che le radure siano in fase di colonizzazione da parte di lepidotteri notturni tipicamente prativi. In totale sono state campionate 245 specie e 3620 individui di Lepidotteri notturni. La radura 10 risulta la più ricca in termini di numero di esemplari (1147 individui appartenenti a 159 specie diverse) rilevati durante tutta la stagione di campionamento.

L'elevata biodiversità di questa radura è probabilmente da attribuire alle caratteristiche intrinseche della stessa, tra cui temperatura ed esposizione. Queste ipotesi sono però ancora da valutare con attenzione e saranno confermate con successive analisi.

Per ogni radura, sono stati campionati:

Radura 0: specie 114; individui 492

Radura 10: specie 159; individui 1147

Radura 9: specie 80; individui 303

Radura 8: specie 77; individui 314

Radura 7: specie 102; individui 576

Radura 5: specie 72; individui 260

Radura 4: specie 50; individui 212

Radura 3: specie 41; individui 83

Radura 2: specie 73; individui 233

Nella tabella 7 sono presenti tutte le specie che sono state campionate nell'anno 2021 e il numero di individui per ognuna di esse.

FAMIGLIA	SPECIE	TOT
Hepialidae	<i>Triodia sylvina (Linnaeus, 1761)</i>	1
Limacodidae	<i>Apoda limacodes (Hufnagel, 1766)</i>	5
Cossidae	<i>Cossus cossus (Linnaeus, 1758)</i>	2
Lasiocampidae	<i>Lasiocampa (Pachygastrina) trifolii (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</i>	10
Lasiocampidae	<i>Dendrolimus pini (Linnaeus, 1758)</i>	4

Sphingidae	<i>Laothoe populi</i> (Linnaeus, 1758)	1
Drepanidae	<i>Cilix laucata</i> (Scopoli, 1763)	1
Drepanidae	<i>Watsonalla binaria</i> (Hufnagel, 1767)	3
Drepanidae	<i>Watsonalla cultraria</i> (Fabricius, 1775)	1
Geometridae	<i>Alcis repandata</i> (Linnaeus, 1758)	51
Geometridae	<i>Biston betularia</i> (Linnaeus, 1758)	6
Geometridae	<i>Cabera exanthemata</i> (Scopoli, 1763)	1
Geometridae	<i>Campaea margaritaria</i> (Linnaeus, 1767)	37
Geometridae	<i>Charissa (Charissa) obscurata</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	2
Geometridae	<i>Charissa (Kemptrognophos) onustaria</i> (Herrich-Schäffer, 1852)	15
Geometridae	<i>Charissa (Rhopalognophos) glaucinaria</i> (Hübner, 1799)	7
Geometridae	<i>Cleora cinctaria</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	1
Geometridae	<i>Crocalli selinguaris</i> (Linnaeus, 1758)	1

Geometridae	<i>Ectropis crepuscularia</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	3
Geometridae	<i>Ennomo squercinaria</i> (Hufnagel, 1767)	2
Geometridae	<i>Gnophos (Gnophos) furvata</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	14
Geometridae	<i>Hylaea fasciaria</i> (Linnaeus, 1758)	10
Geometridae	<i>Hypomecis roboraria</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	6
Geometridae	<i>Ligdia adustata</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	1
Geometridae	<i>Lomaspilis marginata</i> (Linnaeus, 1758)	1
Geometridae	<i>Lomographa bimaculata</i> (Fabricius, 1775)	3
Geometridae	<i>Lomographa temerata</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	1
Geometridae	<i>Macaria liturata</i> (Clerck, 1759)	34
Geometridae	<i>Menophra abruptaria</i> (Thunberg, 1792)	3
Geometridae	<i>Nychiodes (Nychiodes) obscuraria</i> (de Villers, 1789)	1
Geometridae	<i>Odontopera bidentata</i> (Clerck, 1759)	1

Geometridae	<i>Opisthograptis luteolata</i> (Linnaeus, 1758)	1
Geometridae	<i>Paradarisa consonaria</i> (Hübner, 1799)	2
Geometridae	<i>Parectropis similaria</i> (Hufnagel, 1767)	3
Geometridae	<i>Peribatodes rhomboidaria</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	152
Geometridae	<i>Plagodis dolabraria</i> (Linnaeus, 1767)	2
Geometridae	<i>Selenia lunularia</i> (Hübner, 1788)	16
Geometridae	<i>Selenia tetralunaria</i> (Hufnagel, 1767)	3
Geometridae	<i>Selidosema brunnearia</i> (Villers, 1789)	1
Geometridae	<i>Selidosema taeniolaria</i> (Hübner, 1813)	19
Geometridae	<i>Siona lineata</i> (Scopoli, 1763)	2
Geometridae	<i>Tephronia sepiaria</i> (Hufnagel, 1767)	31
Geometridae	<i>Thalera fimbrialis</i> (Scopoli, 1763)	3
Geometridae	<i>Anticlea derivata</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	1

Geometridae	<i>Aplocera plagiata</i> (Linnaeus, 1758)	193
Geometridae	<i>Aplocera praeformata</i> (Hübner, 1826)	3
Geometridae	<i>Camptogramma bilineata</i> (Linnaeus, 1758)	8
Geometridae	<i>Cataclysmes rigata</i> (Hübner, 1813)	41
Geometridae	<i>Catarhoe cuculata</i> (Hufnagel, 1767)	3
Geometridae	<i>Catarhoe putridaria</i> (Herrich-Schäffer, 1852)	1
Geometridae	<i>Catarhoe rubidata</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	1
Geometridae	<i>Chesias linogrisearia</i> Constant, 1888	1
Geometridae	<i>Chlorocly stamiata</i> (Linnaeus, 1758)	1
Geometridae	<i>Chlorocly stasiterata</i> (Hufnagel, 1767)	9
Geometridae	<i>Chloroclystis v-ata</i> (Haworth, 1809)	7
Geometridae	<i>Cidaria fulvata</i> (Forster, 1771)	1
Geometridae	<i>Coenotephria salicata</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	1

Geometridae	<i>Colostygia olivata</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	1
Geometridae	<i>Cosmorhoe ocellata</i> (Linnaeus, 1758)	2
Geometridae	<i>Dysstroma truncata</i> (Hufnagel, 1767)	1
Geometridae	<i>Epirrhoe alternata</i> (Müller, 1764)	1
Geometridae	<i>Epirrhoe galiata</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	9
Geometridae	<i>Euphyia frustata</i> (Treitschke, 1828)	6
Geometridae	<i>Eupithecia dodoneata</i> Guenée, 1857	1
Geometridae	<i>Eupithecia gueneata</i> Millière, 1862	3
Geometridae	<i>Eupithecia lariciata</i> (Freyer, 1841)	3
Geometridae	<i>Eupithecia schiefereri</i> Bohatsch, 1893	3
Geometridae	<i>Eupithecia semigraphata</i> Bruand, 1850	1
Geometridae	<i>Horisme vitalbata</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	4
Geometridae	<i>Hydriomena furcata</i> (Thunberg, 1784)	1

Geometridae	<i>Pareulype berberata</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	1
Geometridae	<i>Pennithera firmata</i> (Hübner, 1822)	2
Geometridae	<i>Perizoma lugdunaria</i> (Herrich-Schäffer, 1855)	1
Geometridae	<i>Thera britannica</i> (Turner, 1925)	8
Geometridae	<i>Thera cognata</i> (Thunberg, 1792)	3
Geometridae	<i>Thera obeliscata</i> (Hübner, 1787)	5
Geometridae	<i>Thera variata</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	26
Geometridae	<i>Triphosa sabaudiata</i> (Duponchel, 1830)	6
Geometridae	<i>Xanthorhoe fluctuata</i> (Linnaeus, 1758)	25
Geometridae	<i>Orthostixis cinerea</i> Rebel, 1916	2
Geometridae	<i>Orthostixi scribraria</i> (Hübner, 1799)	14
Geometridae	<i>Cyclophora</i> ( <i>Cyclophora</i> ) <i>albipunctata</i> (Hufnagel, 1767)	1
Geometridae	<i>Idaea aversata</i> (Linnaeus, 1758)	11

Geometridae	<i>Idaea degeneraria</i> (Hübner, 1799)	87
Geometridae	<i>Idaea deversaria</i> (Herrich-Schäffer, 1847)	45
Geometridae	<i>Idaea moniliata</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	14
Geometridae	<i>Idaea rubraria</i> (Staudinger, 1901)	63
Geometridae	<i>Idaea rusticata</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	14
Geometridae	<i>Idaea seriata</i> (Schrank, 1802)	1
Geometridae	<i>Idaea typicata</i> (Guenée, 1858)	36
Geometridae	<i>Rhodostrophia calabra</i> (Petagna, 1786)	10
Geometridae	<i>Rhodostrophia vibicaria</i> (Clerck, 1759)	7
Geometridae	<i>Scopula (Calothysanis) imitaria</i> (Hübner, 1799)	14
Geometridae	<i>Scopula (Calothysanis) marginepunctata</i> (Goeze, 1781)	32
Geometridae	<i>Scopula (Calothysanis) minorata</i> (Boisduval, 1833)	2
Notodontidae	<i>Drymonia dodonaea</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	3

Notodontidae	<i>Notodonta tritophus (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</i>	1
Notodontidae	<i>Pheosia tremula (Clerck, 1759)</i>	1
Notodontidae	<i>Pterostoma palpina (Clerck, 1759)</i>	2
Notodontidae	<i>Ptilodon cucullina (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</i>	2
Notodontidae	<i>Peridea anceps (Goeze, 1781)</i>	2
Notodontidae	<i>Thaumetopoea pityocampa (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</i>	231
Noctuidae	<i>Acronicta (Triaena) tridens (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</i>	1
Noctuidae	<i>Acronicta (Viminia) rumicis (Linnaeus, 1758)</i>	1
Noctuidae	<i>Craniophora ligustri (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</i>	6
Noctuidae	<i>Amphipyra (Amphipyra) pyramidea (Linnaeus, 1758)</i>	7
Noctuidae	<i>Amphipyra (Amphipyra) tetra (Fabricius, 1787)</i>	10
Noctuidae	<i>Bryophila (Bryoleuca) raptricula (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</i>	4
Noctuidae	<i>Cryphia (Euthales) algae (Fabricius, 1775)</i>	5

Noctuidae	<i>Nyctobrya (Bryopsis) muralis (Forster, 1771)</i>	84
Noctuidae	<i>Callopistria latreillei (Duponchel, 1827)</i>	34
Noctuidae	<i>Agrochola (Sunira) circellaris (Hufnagel, 1766)</i>	3
Noctuidae	<i>Agrotisatrux (Pinker, 1971)</i>	100
Noctuidae	<i>Agrotis bigramma (Esper, 1790)</i>	6
Noctuidae	<i>Agrotis exclamationis (Linnaeus, 1758)</i>	1
Noctuidae	<i>Agrotis segetum (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</i>	7
Noctuidae	<i>Agrotis trux (Hübner, 1824)</i>	206
Noctuidae	<i>Amphipoea fucosa (Freyer, 1830)</i>	1
Noctuidae	<i>Anarta (Calocestra) pugnax (Hübner, 1824)</i>	4
Noctuidae	<i>Apameae pomidion (Haworth, 1809)</i>	6
Noctuidae	<i>Apamea ferrago (Eversmann, 1837)</i>	6
Noctuidae	<i>Apamea lithoxylaea (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</i>	2

Noctuidae	<i>Apamea monoglypha</i> (Hufnagel, 1766)	26
Noctuidae	<i>Apamea scolopacina</i> (Esper, 1788)	3
Noctuidae	<i>Apamea sicula</i> (Turati, 1909)	1
Noctuidae	<i>Apamea sordens</i> (Hufnagel, 1766)	3
Noctuidae	<i>Apamea sublustris</i> (Esper, 1788)	2
Noctuidae	<i>Atethmia centrago</i> (Haworth, 1809)	9
Noctuidae	<i>Auchmis detersa</i> (Esper, 1787)	10
Noctuidae	<i>Calamia tridens</i> (Hufnagel, 1766)	13
Noctuidae	<i>Caradrina (Paradrina) clavipalpis</i> Scopoli, 1763	2
Noctuidae	<i>Caradrina (Paradrina) flavirena</i> Guenée, 1852	28
Noctuidae	<i>Caradrina (Platyperigea) aspersa</i> Rambur, 1834	117
Noctuidae	<i>Chersotis cuprea</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	1
Noctuidae	<i>Chersotis margaritacea</i> (Villers, 1789)	17

Noctuidae	<i>Chersotis multangula</i> (Hübner, 1803)	15
Noctuidae	<i>Chersotis rectangula</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	2
Noctuidae	<i>Chloantha hyperici</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	7
Noctuidae	<i>Conistra (Dasycampa) rubiginea</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	6
Noctuidae	<i>Cosmia (Calymnia) trapezina</i> (Linnaeus, 1758)	15
Noctuidae	<i>Diarsia mendica</i> (Fabricius, 1775)	1
Noctuidae	<i>Dichagyris (Albocosta) musiva</i> (Hübner, 1803)	1
Noctuidae	<i>Dichagyris (Dichagyris) candelisequa</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	2
Noctuidae	<i>Dichagyris (Dichagyris) nigrescens</i> (Höfner, 1888)	6
Noctuidae	<i>Dichagyris (Dichagyris) signifera</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	8
Noctuidae	<i>Dypterygia scabriuscula</i> (Linnaeus, 1758)	5
Noctuidae	<i>Egira conspicillaris</i> (Linnaeus, 1758)	4
Noctuidae	<i>Epilecta linogrisea</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	28

Noctuidae	<i>Episema glaucina</i> (Esper, 1789)	11
Noctuidae	<i>Eugnorisma (Metagnorisma) depuncta</i> (Linnaeus, 1761)	2
Noctuidae	<i>Eupsilia transversa</i> (Hufnagel, 1766)	1
Noctuidae	<i>Euxoa (Euxoa) cos</i> (Hübner, 1824)	3
Noctuidae	<i>Euxoa (Euxoa) decora</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	1
Noctuidae	<i>Euxoa (Euxoa) nigricans</i> (Linnaeus, 1761)	11
Noctuidae	<i>Euxoa (Euxoa) obelisca</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	3
Noctuidae	<i>Euxoa (Euxoa) temera</i> (Hübner, 1808)	3
Noctuidae	<i>Hadena (Hadena) confusa</i> (Hufnagel, 1766)	2
Noctuidae	<i>Hadena (Hadena) magnolii</i> (Boisduval, 1829)	2
Noctuidae	<i>Hecatera bicolorata</i> (Hufnagel, 1766)	1
Noctuidae	<i>Hoplodrina ambigua</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	6
Noctuidae	<i>Hoplodrina blanda</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	7

Noctuidae	<i>Hoplodrina octogenaria</i> (Goeze, 1781)	29
Noctuidae	<i>Hoplodrina respersa</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	51
Noctuidae	<i>Hoplodrina superstes</i> (Ochsenheimer, 1816)	1
Noctuidae	<i>Lacanobia (Dianobia) contigua</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	3
Noctuidae	<i>Lacanobia (Diataraxia) aliena</i> (Hübner, 1809)	2
Noctuidae	<i>Lacanobia (Lacanobia) w-latinum</i> (Hufnagel, 1766)	2
Noctuidae	<i>Lasionycta proxima</i> (Hübner, 1809)	2
Noctuidae	<i>Litoligia literosa</i> (Haworth, 1809)	20
Noctuidae	<i>Luperina testacea</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	8
Noctuidae	<i>Mamestra brassicae</i> (Linnaeus, 1758)	1
Noctuidae	<i>Mesapamea secalis</i> (Linnaeus, 1758)	3
Noctuidae	<i>Mesogona acetosellae</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	4
Noctuidae	<i>Mesoligia furuncula</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	1

Noctuidae	<i>Mythimna (Anapoma) riparia (Rambur, 1829)</i>	2
Noctuidae	<i>Mythimna (Hyphilare) albipuncta (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</i>	2
Noctuidae	<i>Mythimna (Hyphilare) ferrago (Fabricius, 1787)</i>	59
Noctuidae	<i>Mythimna (Hyphilare) l-album (Linnaeus, 1767)</i>	52
Noctuidae	<i>Mythimna (Mythimna) conigera (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</i>	1
Noctuidae	<i>Mythimna (Mythimna) vitellina (Hübner, 1808)</i>	1
Noctuidae	<i>Mythimna (Pseudaletia) unipuncta (Haworth, 1809)</i>	1
Noctuidae	<i>Mythimna (Sablia) sicula (Treitschke, 1835)</i>	32
Noctuidae	<i>Netrocerocora quadrangula (Eversmann, 1844)</i>	1
Noctuidae	<i>Noctua comes Hübner, 1813</i>	70
Noctuidae	<i>Noctua fimbriata (Schreber, 1759)</i>	9
Noctuidae	<i>Noctua janthe (Borkhausen, 1792)</i>	4
Noctuidae	<i>Noctua janthina (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</i>	36

Noctuidae	<i>Noctua pronuba</i> Linnaeus, 1758	7
Noctuidae	<i>Oligiastrigilis</i> (Linnaeus, 1758)	1
Noctuidae	<i>Orthosia (Monima) cerasi</i> (Fabricius, 1775)	1
Noctuidae	<i>Orthosia (Semiophora) gothica</i> (Linnaeus, 1758)	1
Noctuidae	<i>Pachetra sagittigera</i> (Hufnagel, 1766)	37
Noctuidae	<i>Peridroma saucia</i> (Hübner, 1808)	1
Noctuidae	<i>Phlogophora meticulosa</i> (Linnaeus, 1758)	1
Noctuidae	<i>Polia bombycina</i> (Hufnagel, 1766)	1
Noctuidae	<i>Polyphaenis sericata</i> (Esper, 1787)	1
Noctuidae	<i>Sideridis (Heliophobus) reticulata</i> (Goeze, 1781)	1
Noctuidae	<i>Thalpophila matura</i> (Hufnagel, 1766)	1
Noctuidae	<i>Tholera decimalis</i> (Poda, 1761)	1
Noctuidae	<i>Trigonophora (Trigonophora) flammea</i> (Esper, 1785)	45

Noctuidae	<i>Xestia (Megasema) c-nigrum (Linnaeus, 1758)</i>	7
Noctuidae	<i>Xestia (Megasema) triangulum (Hufnagel, 1766)</i>	2
Noctuidae	<i>Xestia (Xestia) castanea (Esper, 1798)</i>	2
Noctuidae	<i>Xestia (Xestia) stigmatica (Hübner, 1813)</i>	1
Noctuidae	<i>Xestia (Xestia) xanthographa (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</i>	9
Noctuidae	<i>Colocasia coryli (Linnaeus, 1758)</i>	2
Noctuidae	<i>Autographa gamma (Linnaeus, 1758)</i>	1
Noctuidae	<i>Panchrysis v-argenteum (Esper, 1798)</i>	1
Erebidae	<i>Arctia villica (Linnaeus, 1758)</i>	6
Erebidae	<i>Artimelia latreillei (Godart, 1823)</i>	2
Erebidae	<i>Cosciniacribraria (Linnaeus, 1758)</i>	53
Erebidae	<i>Dysauxes ancilla (Linnaeus, 1767)</i>	3
Erebidae	<i>Eilema caniola (Hübner, 1808)</i>	139

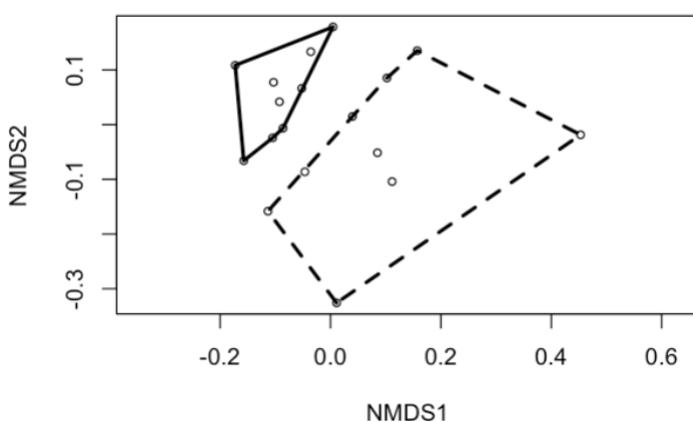
Erebidae	<i>Eilema complana</i> (Linnaeus, 1758)	92
Erebidae	<i>Eilema depressa</i> (Esper, 1787)	24
Erebidae	<i>Eilema lurideola</i> (Zincken, 1817)	66
Erebidae	<i>Eilema pseudocomplana</i> (Daniel, 1939)	4
Erebidae	<i>Eilema pygmaeola</i> (Doubleday, 1847)	1
Erebidae	<i>Euplagia quadripunctaria</i> (Poda, 1761)	7
Erebidae	<i>Hyphoraia testudinaria</i> (Fourcroy, 1785)	1
Erebidae	<i>Lithosia quadra</i> (Linnaeus, 1758)	20
Erebidae	<i>Miltochrista miniata</i> (Forster, 1771)	1
Erebidae	<i>Paidia griseola</i> (Rothschild, 1933)	3
Erebidae	<i>Paidia rica</i> (Freyer, 1858)	2
Erebidae	<i>Laspeyria flexula</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	1
Erebidae	<i>Catocala fraxini</i> (Linnaeus, 1758)	1

Erebidae	<i>Catocala promissa</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	3
Erebidae	<i>Catocala puerpera</i> (Giorna, 1791)	1
Erebidae	<i>Chrysothrum flavomaculata</i> (Bremer, 1861)	3
Erebidae	<i>Dysgonia algira</i> (Linnaeus, 1767)	3
Erebidae	<i>Grammodes stolidia</i> (Fabricius, 1775)	2
Erebidae	<i>Lygephila cracca</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	7
Erebidae	<i>Eublemma polygramma</i> (Duponchel, 1842)	2
Erebidae	<i>Eublemma purpurina</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	1
Erebidae	<i>Idia calvaria</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	2
Erebidae	<i>Paracolax tristalis</i> (Fabricius, 1794)	141
Erebidae	<i>Zanclognatha lunalis</i> (Scopoli, 1763)	113
Erebidae	<i>Calliteara pudibunda</i> (Linnaeus, 1758)	4
Erebidae	<i>Euproctis (Euproctis) chrysorrhoea</i> (Linnaeus, 1758)	38

Erebidae	<i>Lymantria dispar</i> (Linnaeus, 1758)	16
Erebidae	<i>Lymantria monacha</i> (Linnaeus, 1758)	6
Erebidae	<i>Ocneria rubea</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	3
Nolidae	<i>Nycteola degenerana</i> (Hübner, 1799)	1
Nolidae	<i>Nycteola revayana</i> (Scopoli, 1772)	1
Nolidae	<i>Meganola albula</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	4

**Tabella 7.** Famiglie e specie di Lepidotteri notturni rilevati durante la stagione di campionamento Maggio-Ottobre 2021. È indicato inoltre il numero di individui rilevati per specie.

La colonizzazione del corridoio ecologico da parte delle falene ha avuto un avanzamento tra l'anno 2020 e 2021. Come si vede dall'immagine seguente (Figura 8) le comunità tra i due anni si differenziano nettamente. Questo può indicare che sta avvenendo un cambiamento della comunità con l'arrivo di nuove specie legate ad ambienti aperti e che quelle già presenti nel 2020 possono aver presentato una maggior abbondanza.



**Figura 9.** La linea continua indica il raggruppamento della comunità del 2020 mentre quella tratteggiata quella del 2021.

## 5. Analisi dati 2022 provenienti PMA de La Maddalena

Per il Piano di Monitoraggio Ambientale del cantiere de La Maddalena (Chiomonte e Giaglione), in nell'anno 2022 la ditta che svolge il PMA ha effettuato 5 transetti: 3 a Chiomonte e 2 a Giaglione (Fig. 10). Per ogni transetto sono state effettuate 13 repliche temporali da metà aprile a fine settembre (Fig. 11). Sono stati campionati 1450 individui divisi in 62 specie totali.

Tabella 8: Abbondanza e ricchezza specifica nei diversi transetti del PMA. CHM 01 è il transetto a Chiomonte vicino alla statale (destra orografica della Dora), CHM 02 transetto vicino al cantiere, CHM 03 transetto a Chiomonte nella borsata di Ramats, GIA 01 transetto a Pian delle Ruine (Giaglione) e GIA 02 transetto lungo il corridoio ecologico.

Transetto	Descrizione	Abbondanza	Ricchezza specifica
CHM01	Transetto destra orografica Dora	255	33
CHM02	Transetto prossimità cantiere La Maddalena	285	45
CHM03	Transetto a Ramats	222	38
GIA01	Transetto a Pian delle Ruine	488	42
GIA02	Transetto lungo corridoio	200	27

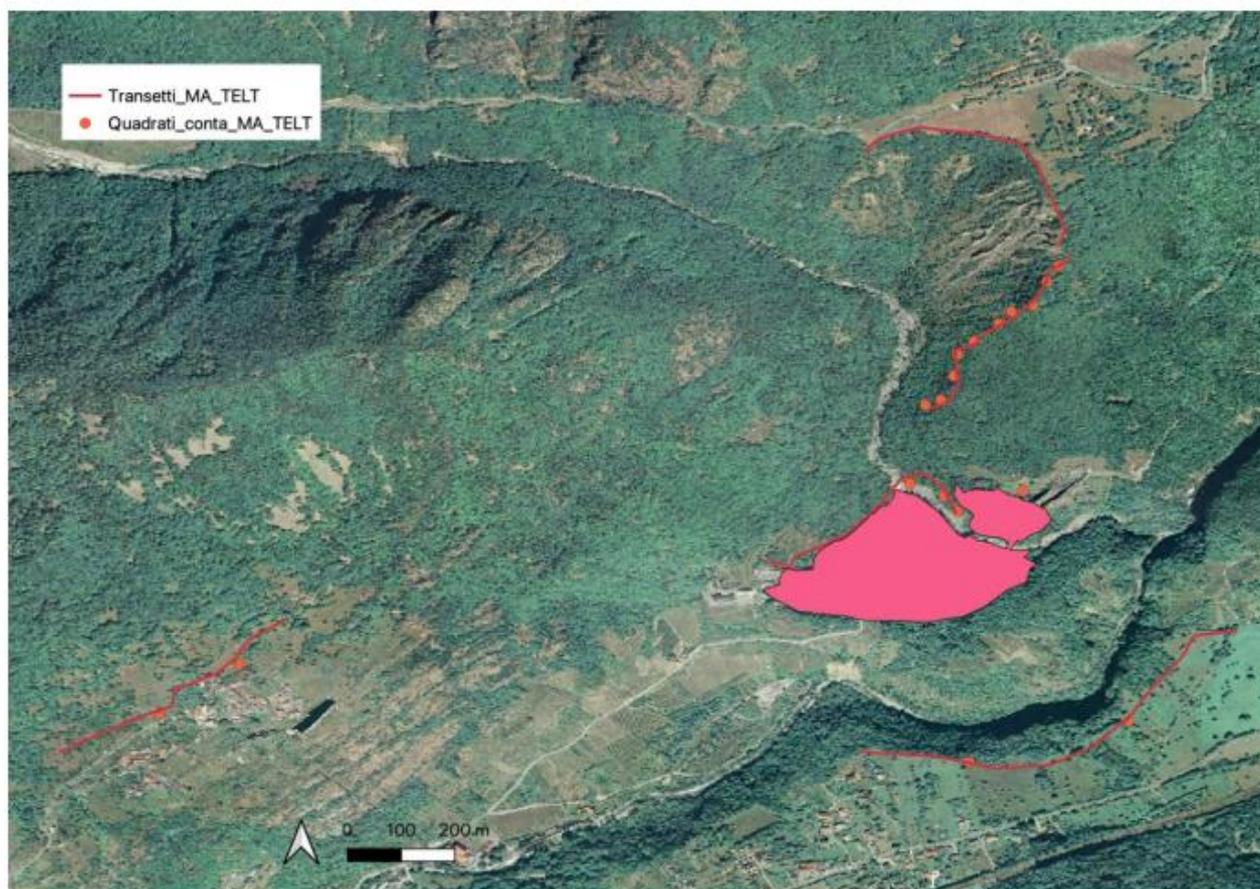
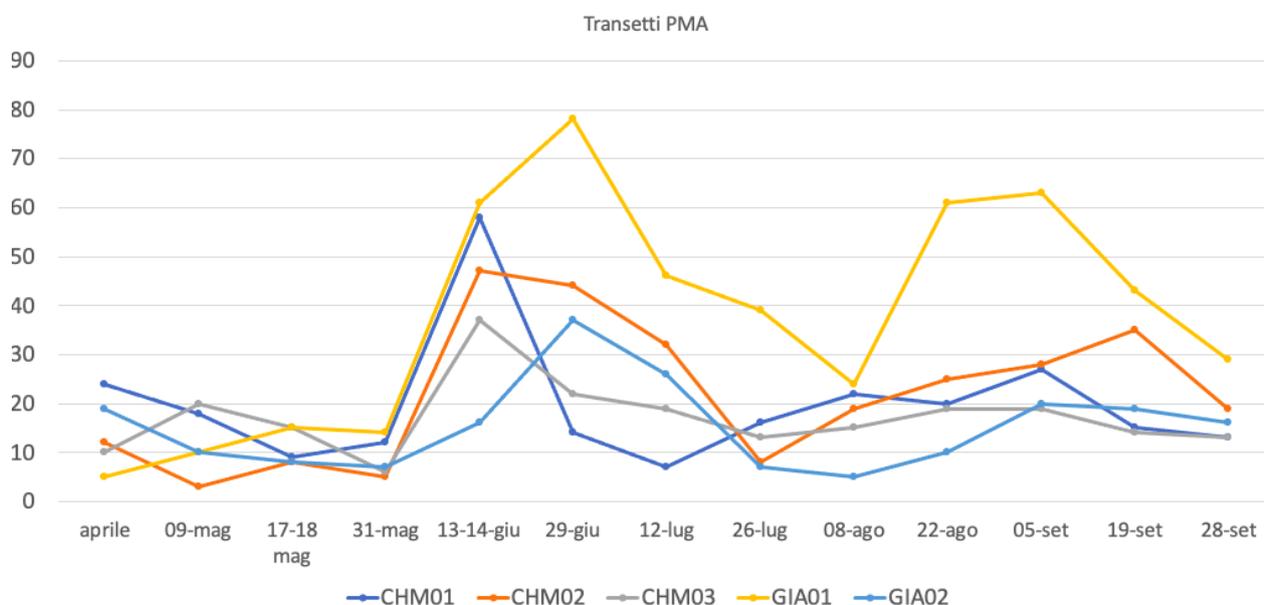


Figura 10. Transetti PMA a Chiomonte e Giaglione.

Nel 2022, non sono stati registrati adulti di *Zerynthia polyxena* nel transetto lungo il corridoio ecologico (transetto GIA 02 nel PMA), mentre sono state registrate 2 larve su *Aristolochia pallida* lungo il corridoio (quadrato di conta GIA 09, radura 3) in data 25/05/22. I quadrati di conta lungo il corridoio sono da GIA 07 (radura 1) – GIA 16 (radura 10).



**Figura 11.** Abbondanza di lepidotteri ropaloceri diurni nei transetti da aprile a settembre.

Considerati i risultati del monitoraggio ad opera della Ditta incaricata del PMA, seppur nel 2022 non sia stata registrata alcun adulto di *Zerynthia polyxena* lungo il corridoio, la specie risulta presente in quanto sono state trovate delle larve sulla pianta nutrice nella radura 3. L'abbondanza e la ricchezza specifica tra i transetti sono comparabili anche se si segnala che il transetto lungo il corridoio ecologico risulta essere ancora poco colonizzato sia in termini di abbondanza che ricchezza specifica. Inoltre il numero di specie registrate dall'Università nel 2021 (26 specie) risulta essere comparabile a quello registrato dalla ditta che svolge il PMA (27 specie) nel 2022. Nei prossimi anni, risulterà interessante valutare se aumenteranno ulteriormente le specie monitorate lungo quel transetto (GIA 02), per capire quindi se le radure formate nel 2020 verranno colonizzate da altre specie.

In conclusione, si ritiene quindi che sia i transetti che i conteggi delle uova e delle larve siano utili a valutare l'utilizzo del corridoio ecologico anche in confronto alla comunità di lepidotteri ropaloceri monitorati negli altri transetti.

## 6. Conclusioni

Con il termine della terza ed ultima stagione di campionamento (2021) è possibile osservare un quadro più ampio e completo relativo al suddetto progetto di monitoraggio triennale, supportato da ulteriori evidenze scientifiche e statistiche.

Per lo stato di salute delle popolazioni di *Zerynthia polyxena*, è possibile trarre alcune conclusioni: per via della bassa mobilità della specie e la scarsità di spostamenti da una popolazione all'altra, la sottopopolazione situata in Area 1 è sicuramente quella più soggetta a rischio di estinzione. L'ampliamento del cantiere per la costruzione della linea ferroviaria Torino-Lione andrà a realizzare una maggior occupazione delle aree, quindi una sottrazione di habitat per la specie, con una conseguente effetto sul grado di sopravvivenza della popolazione. Ad oggi abbiamo già registrato a livello genetico una migrazione dall'area 1 verso l'area 2, più alta in quota (si veda Allegato 1), che potrebbe quindi permettere alla popolazione dell'area 1 di rendersi in connessione con quella dell'area 2.

La realizzazione del **corridoio ecologico**, il traslocamento di bruchi e il trapianto della pianta nutrice hanno già avuto dei successi preliminari. 1) Nonostante nei transetti eseguiti durante l'ultimo anno di campionamento non sia mai stata trovata *Z. polyxena* lungo il corridoio, la presenza di **alcune uova** ritrovate su una pianta di *Aristolochia pallida* traslocata all'altezza della radura 10, ci dà conferma indiretta del passaggio di almeno un individuo lungo il corridoio e ci dà buone prospettive sulla funzionalità di esso. 2) Almeno alcuni individui traslocati hanno raggiunto lo stadio adulto e/o alcuni individui in dispersione dall'area 1 hanno colonizzato il corridoio e/o l'area 2 più alta in quota, testimoniato dalle analisi genetiche (si veda Allegato 1). 3) La comunità di falene campionata subito dopo la realizzazione del corridoio nel 2020 e ri-campionata nell'anno successivo 2021 ha visto una sua modifica in termini di una maggior presenza di specie legate ad ambienti aperti. Le due comunità infatti si presentano come distinte in Figura 8, ad indicare che la colonizzazione del corridoio sta procedendo e già nel 2021 si notava una maggior presenza di specie di ambienti aperti. 4) Similmente alla comunità di lepidotteri notturni, anche le notturne presentano una leggera modifica della composizione delle specie con una maggior presenza di specie legate ad ambienti aperti.

In conclusione, dai dati preliminari del corridoio ecologico si evince che la colonizzazione dello stesso è in corso che le comunità si stanno modificando in conseguenza alla realizzazione delle radure. Anche i dati sulla specie target indicano che potenzialmente il corridoio potrebbe esser percorso e colonizzato dalla specie. La valutazione della funzionalità del corridoio ecologico nei prossimi anni

dovrà essere valutata anche in funzione dell'evoluzione delle radure realizzate grazie agli interventi di compensazione. Ad oggi l'utilizzo delle compensazioni forestali per ripristinare gli habitat che sono stati sottratti dall'espansione del cantiere ha visto una colonizzazione di Lepidotteri e una possibile congiunzione delle due popolazioni della specie target *Zerynthia polyxena*. Pertanto al momento i risultati preliminari indicano una efficacia di queste opere di compensazione forestale per favorire le componenti della biodiversità che erano state impattate dal cantiere.

## 6. Bibliografia

- Atwater M. M., 2013. Diversity and nectar hosts of flower-settling moths within a Florida sandhill ecosystem. *J. Nat. Hist.*, 47: 2719-2734.
- Berge S., Rebel H., 1910. Schmetterlingsbuch nach dem gegenwärtigen Stande der Lepidopterologie. Schweizerbart, pp. 55
- Demoll R., 1908. Die Bedeutung der Proterandrie bei Insecten. *Zool. Jahrb. Syst.*, 26: 621-628.
- Ford E. B., 1945. Butterflies. London: Collins.
- Forster W., 1954. Biologie der Schmetterlinge. Franck'sche Verlagshandlung, pp. 138-139.
- Fox R., 2012. The decline of moths in Great Britain: a review of possible causes. *Insect Conservation and Diversity*, 6: 5-19.
- Funamoto D., 2019. Precise sternotribic pollination by settling moths in *Adenophora maximowicziana* (Campanulaceae). *Int. J. Plant Sci.*, 180: 200-208.
- Hahn B., Bruhl A., 2016. The secret pollinators: an overview of moth pollination with a focus on Europe and North America. *Arthropod-Plant Interactions*, 10: 21-28.
- Le Croy K. A., Shew H. W., van Zandt P. A., 2013. Pollen presence on nocturnal moths in the Ketona Dolomite glades of Bibb County, Alabama. *Southern Lepidopterists' News*, 35: 136-142.
- Macgregor C. J., Pocock M. J. O., Fox R., Evans D. M., 2014. Pollination by nocturnal Lepidoptera, and the effects of light pollution: a review. *Ecological Entomology*, 40: 187-198.
- Merckx T., Marini L., Feber R. E., Macdonald D. W., 2012. Hedgerow trees and extended-width field margins enhance macro-moth diversity: implications for management. *Journal of Applied Ecology*, 49: 1396-1404.
- Newman L.H., 1968. The complete British butterflies in colour. Ebury Press and Michael Joseph, pp. 13.
- Petersen B., 1947. Die geographische Variation einiger Fennoskandischer Lepidopteren. *Zool. Bidrag*, 25: 329-531
- Petersen W., 1982. Über die Ungleichzeitigkeit in der Erscheinung der Geschlechter bei Schmetterlingen. *Zool. Jahrb. Syst.*, 6: 671- 679.
- Pollard E., Yates T. J., 1993. Monitoring butterflies for ecology and conservation: the British butterfly monitoring scheme. Springer Science & Business Media.
- Pollard E., Yates T.J., 1993. Monitoring butterfly for ecology and conservation - CHAPMAN & HALL, 274 pp.
- Potts S. G., Imperatriz-Fonseca V. L., Ngo H. T., 2016. The assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food

production. Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, pp. 552.

Rákosy, L., & Schmitt, T. (2011). Are butterflies and moths suitable ecological indicator systems for restoration measures of semi-natural calcareous grassland habitats?. *Ecological indicators*, 11(5), 1040-1045.

Sevilleja C. G., van Swaay C.A. M., Bourn N., Collins S., Settele J., Warren M. S., Wynhoff I., Roy D.B., 2019. Butterfly Transect Counts: Manual to monitor butterflies. Report VS2019.016, Butterfly Conservation Europe & De Vlinderstichting/Dutch Butterfly Conservation, Wageningen.

Thomas J.A., 2005. Monitoring change in the abundance and distribution of insects using butterflies and other insect groups. *Philosophical Transaction of the Royal Society B*, 360: 339-357.

Tolman T., Lewington R., 2008. *Collins Butterfly Guide-the most comprehensive guide to the butterflies of Britain and Europe*.

Van Swaay, C., & Warren, M. (1999). *Red data book of European butterflies (Rhopalocera) (Vol. 99)*. Council of Europe.

Walton R. E., Sayer C. D., Bennion H., Axmacher J. C., 2020. Nocturnal pollinators strongly contribute to pollen transport of wild flowers in an agricultural landscape. *Biol. Lett.*, 16(5).

Wiklund C., Fagerstrom T., 1977. Why do males emerge before females? A hypothesis to explain the incidence of protandry in butterflies. *Oecologia*, 31: 153-158.

Willmer P., 2011. Chapter 14. Pollination by butterflies and moths. *Pollination and Floral Ecology*, pp. 322-336.