



**Consorzio per il coordinamento delle ricerche
inerenti al sistema lagunare di Venezia**

Palazzo X Savi, San Polo 19, 30125 Venezia

Tel. +39 041.2402511

e-mail: direzione@corila.it

pec: corila@pec.it

Sito web: www.corila.it

Progetto	Monitoraggio e valorizzazione del patrimonio naturalistico del Bosco Belvedere e dei prospicienti laghetti di Marteggia nel Comune di Meolo (VE) Contratto PIAVE SERVIZI – CORILA n. 007/2023-C03 CIG: Z013A78969
Documento	Monitoraggio della componente vegetazione del Bosco Belvedere e dei prospicienti laghetti di Marteggia Raccolta, elaborazione ed interpretazione dei dati ambientali derivanti dai dispositivi Tree Talker© installati nel Bosco Belvedere
Rapporto	Relazione intermedia Periodo di riferimento: da novembre 2023 ad aprile 2024
Versione	1.0
Emissione	15 maggio 2024
Redazione	Gabriella Buffa, Edy Fantinato, Simone Marino Preo Università Ca' Foscari Venezia, Dipartimento di Scienze Ambientali, Informatica e Statistica
Supervisione e Coordinamento scientifico	Francesca Coccon, CORILA

SOMMARIO

PREMESSA	3
1. INTRODUZIONE	4
1.1 Finalità	4
1.2 Oggetto delle attività.....	5
1.3 Area di studio	5
1.4 Calendario uscite di campionamento	8
2. MATERIALI E METODI	9
2.1 Analisi floristica.....	9
2.1.1 Censimento floristico.....	9
2.1.2 Forma biologica e forma di crescita	11
2.1.3 Entomofilia	13
2.2 Studio della vegetazione	14
2.2.1 Il disegno sperimentale: individuazione dei punti di rilievo e scelta dei siti elementari	14
2.2.2 Raccolta dati	14
2.3 Raccolta e interpretazione dei dati da Tree Talker.....	17
2.3.1 CO ₂ assorbita dagli alberi monitorati.....	20
2.3.2 CO ₂ assorbita dal Bosco	22
2.4 Contributo del bosco al processo di impollinazione	23
2.4.1 Il disegno sperimentale	25
3. RISULTATI PRELIMINARI.....	29
3.1 Analisi floristica.....	29
3.2 Studio della vegetazione	34
3.3 Raccolta e interpretazione dei dati da Tree Talker.....	39
3.3.1 CO ₂ assorbita dagli alberi monitorati.....	39
3.3.2 CO ₂ assorbita e Carbonio fissato dal Bosco	42
3.4 Contributo del bosco al processo di impollinazione	43
4. CONCLUSIONI.....	44

5. BIBLIOGRAFIA.....	45
6. MATERIALE ASSOCIATO ALLA RELAZIONE.....	48

Gruppo di lavoro Dipartimento di Scienze Ambientali Informatica e Statistica, Università Ca' Foscari Venezia:

prof.ssa **Gabriella Buffa** per l'attività di coordinamento e l'elaborazione dei testi

dott. **Simone Marino Preo** per l'attività di monitoraggio, l'analisi e verifica dei dati, l'elaborazione dei testi

dott. **Edy Fantinato** per l'attività di monitoraggio, l'analisi e verifica dei dati, l'elaborazione dei testi

PREMESSA

Il presente incarico si inserisce all’interno della collaborazione in attività di ricerca per la valorizzazione del patrimonio naturalistico del Bosco “Belvedere” e i prospicienti laghetti di “Marteggia” nel Comune di Meolo (Contratto PIAVE SERVIZI – CORILA n. 007/2023-C03 CIG: Z013A78969).

Questo progetto porterà ad un aumento delle conoscenze relative al patrimonio naturalistico del Bosco e dei vicini laghetti, oltre che ad una maggiore sensibilità in merito alla salvaguardia e alla valorizzazione di questi contesti, i quali rappresentano elementi semi-naturali del territorio, dalle notevoli potenzialità.

Il gruppo di lavoro è multidisciplinare e coinvolge esperti dell’Università Ca’ Foscari Venezia (Dipartimento di Scienze Ambientali, Informatica e Statistica – DAIS) e del Museo di Storia Naturale di Venezia, oltre ad alcuni liberi professionisti esperti delle matrici indagate, sotto il coordinamento di CORILA, Consorzio per il coordinamento delle ricerche inerenti al sistema lagunare di Venezia.

Tra CORILA e Università Ca’ Foscari Venezia – DAIS è in atto una convenzione che disciplina tutti gli aspetti tecnici del presente incarico, sottoscritta in data 29/08/2023 (Accordo CORILA/UNIVE prot. 12/23/AC_CE22).

La presente relazione intermedia è riferita al **periodo novembre 2023 – aprile 2024**, e descrive lo stato di avanzamento delle attività e i risultati preliminari ottenuti inerenti a:

- Monitoraggio floristico e vegetazionale;
- Raccolta dati ecologico-fisiologici delle piante monitorate attraverso i dispositivi Tree Talker©;
- Analisi del contributo del bosco al processo di impollinazione.

1. INTRODUZIONE

1.1 Finalità

L'obiettivo generale del progetto è l'aumento della conoscenza, la salvaguardia e valorizzazione del patrimonio naturalistico del Bosco Belvedere (Comune di Meolo) e dei prospicienti laghetti di Marteggia, in quanto patrimonio ecologico del territorio dalle notevoli e molteplici potenzialità. Tale scopo sarà raggiunto attraverso diverse attività, di seguito elencate.

Attività conoscitiva

CORILA e il DAIS sono coinvolti nella raccolta, elaborazione ed interpretazione dei dati derivanti dai dispositivi "Tree Talker®". Tali dispositivi sono stati installati da fornitore terzo del Committente, Piave Servizi, presso alcuni alberi "rappresentativi" individuati grazie allo studio preliminare dello stato del bosco. L'obiettivo è quello di acquisire informazioni utili sia sullo stato vegetativo del bosco e verificare eventuali criteri di compensazione del bosco rispetto alla produzione di CO₂ eq da parte dell'impianto di depurazione dell'acqua di Piave Servizi. La quantificazione di CO₂ eq prodotti dal depuratore è stata commissionata da Piave Servizi ad una Società specializzata e si è in attesa di ricevere da questa i risultati, ora disponibili solo in forma preliminare, nella loro versione finale.

Attività di aggiornamento

CORILA e il DAIS sono coinvolti nella fase di monitoraggio ambientale nel Bosco Belvedere di Meolo e nei prospicienti laghetti di Marteggia, con il fine di raccogliere dati da comparare con i risultati emersi dall'indagine condotta nell'area di studio nel 2019-2020 (si veda Relazione finale maggio 2020). In particolare, nell'ambito del presente studio vengono svolte le seguenti attività:

- a) VEGETAZIONE. Rilevamento di dettaglio delle specie vegetali e degli habitat.
- b) VEGETAZIONE. Monitoraggio dello stato ecologico del sistema.

Attività di valorizzazione e gestione

CORILA e il DAIS sono coinvolti nella fase di studio volta alla valorizzazione del bosco che comprende l'analisi del contributo del bosco al processo di impollinazione e la promozione e divulgazione scientifica dei risultati del progetto nell'ambito di eventi pubblici mirati.

1.2 Oggetto delle attività

Le attività oggetto della convenzione riguardano:

a) Monitoraggio ambientale nel Bosco Belvedere di Meolo e nei prospicienti Laghetti di Marteggia ed in particolare rilevamento di dettaglio delle specie vegetali e degli habitat e monitoraggio dello stato ecologico del sistema. **Attività in corso.**

b.1) Analisi preliminare dello stato del bosco finalizzata alla mappatura dei punti più idonei per l’installazione dei dispositivi “Tree Talker©” (TT) e monitoraggio/analisi dei dati raccolti. **Attività conclusa ad agosto 2023** (v. Primo report intermedio rilasciato ad ottobre 2023)

b.2) Valutazione della compensazione delle emissioni di CO₂ operata dal bosco. I risultati relativi alle emissioni di CO₂ prodotte dal depuratore di Piave Servizi saranno messi a confronto con i dati di stoccaggio di carbonio quantificati dai dispositivi TT, con l’obiettivo di produrre un protocollo metodologico esportabile in altri contesti. **Attività in corso.**

c) Analisi del contributo del bosco al processo di impollinazione. **Attività in corso.**

d) Divulgazione scientifica dei risultati del progetto nell’ambito degli eventi pubblici organizzati in collaborazione tra CORILA e Piave Servizi. La prima occasione per presentare il progetto ed i risultati preliminari da esso emersi si è concretizzata il 22 marzo scorso durante l’evento “*Non c’è più acqua da perdere*” organizzato da Viveracqua, consorzio di 12 aziende idriche pubbliche di cui fa parte Piave Servizi, in occasione della Giornata Mondiale dell’Acqua. **Attività in corso.**

1.3 Area di studio

Il Bosco Belvedere è localizzato a sud-ovest dell’abitato di Meolo (VE) e si estende per 18 ha. L’area boscata (Figura 1) è lambita a nord dal fiume Meolo, fiume di risorgiva oggi detto anche canale Colatore, e a sud dalla Fossa Candelara, dove confluisce il piccolo corso d’acqua che attraversa longitudinalmente il Bosco. Nella parte orientale l’area boscata è delimitata da un fossato artificiale che comunica con alcuni fondi agricoli, mentre a occidente dalla viabilità di Via Marteggia.

Diversamente da altre aree boscate presenti nella pianura veneta, il bosco di Meolo non rappresenta un residuo dell’antica foresta che caratterizzava la Pianura Padana, ma nasce da un progetto del 1998 di forestazione di terreni agricoli. Tale opera di forestazione è avvenuta mediante l’utilizzo dei fondi agricoli comunitari (fondi UE del Reg. 2080/1992) su un’area di proprietà comunale data in affitto alla Cooperativa “il Bozzolo Verde”, la quale ha realizzato l’impianto in collaborazione con Veneto Agricoltura. Le finalità del progetto che ha portato alla creazione del bosco erano le seguenti (Casetta & Salvatori, 2020):

- Completare le trasformazioni previste dalla politica agricola comunitaria (PAC), per il contenimento delle produzioni eccedentarie, attraverso una riduzione dei seminativi;
- Contribuire ad un miglioramento delle risorse della silvicoltura;
- Favorire una gestione dello spazio naturale più compatibile con l’equilibrio dell’ambiente;
- Lottare contro l’effetto serra e assorbire l’anidride carbonica;
- Favorire l’utilizzazione alternativa delle terre agricole mediante l’imboschimento;
- Sviluppare le attività forestali nelle aziende agricole.

Gli individui vegetali, tra arborei e arbustivi, utilizzati nell’impianto sono stati circa 34.000, e dovevano rispondere a tre funzioni principali (Casetta & Salvatori, 2020):

- **Naturalistica.** Le specie arboree e arbustive utilizzate sono quelle tipiche del “Querceto-Carpineto”, formazioni forestali che un tempo caratterizzavano la Pianura Padana orientale, dominate principalmente dal carpino bianco (*Carpinus betulus*) e dalla farnia (*Quercus robur*) oppure dal cerro (*Quercus cerris*), cui si associano in maniera variabile il frassino ossifillo (*Fraxinus angustifolia*) nelle zone più umide, l’acero campestre (*Acer campestre*) e l’olmo campestre (*Ulmus minor*);
- **Produttiva.** È stata prevista l’introduzione di platano (*Platanus x hispanica*), robinia (*Robinia pseudoacacia*) e olmo (*Ulmus minor*) per la produzione di legname, in parcelle delimitate all’interno dell’area boscata. Inoltre, sono state previste, ai margini del bosco, specie arbustive con fiori appetibili per le api al fine di supportare la produzione di miele, che avviene in un’area destinata ad apiario (circa 20 arnie) situata all’interno del bosco.
- **Depurativa.** È stata ipotizzata la realizzazione di scoline interne al bosco entro cui far fluire lo scarico del depuratore di Piave Servizi, così da sfruttare gli organismi vegetali per la fitodepurazione.

I **Lagetti di Marteggia** (Figura 1) si estendono a sud-ovest del Bosco Belvedere, separati da questo dalla viabilità asfaltata di Via Marteggia, la quale di fatto costituisce una barriera ad una potenziale connessione ecologica fra i due ambiti. I “laghetti” sono costituiti da un’ex cava di argilla ora occupata da bacini d’acqua circondati da vegetazione spondicola. Si tratta di una zona umida ora sede di una “garzaia”, ovvero un sito di nidificazione per diverse specie di aironi e cormorani. La garzaia di Marteggia si è insediata probabilmente nel 2005, quando poche coppie di airone cenerino (*Ardea cinerea*) hanno nidificato in corrispondenza del boschetto di pioppi bianchi (*Populus alba*) cresciuto al margine di alcuni bacini allagati. In seguito, la colonia è aumentata di dimensioni, fino a contare circa 250 coppie di ben sette specie diverse nel 2021: le più abbondanti erano il cormorano, l’airone cenerino e l’airone guardabuoi (Scarton & Mezzavilla, 2023).



Figura 1. Inquadramento dell'area di studio: Bosco Belvedere (perimetro verde) e Laghetti di Marteggia (perimetro azzurro) (elaborazione GIS su ortofoto 2021 – Regione del Veneto).

1.4 Calendario uscite di campionamento

In relazione a quanto esposto nei precedenti paragrafi 1.1 “Finalità” e 1.2 “Oggetto delle attività”, le attività finora svolte in campo durante la seconda stagione di campionamento (primavera-estate 2024) sono state condotte nelle giornate riportate in Tabella 1. Alle giornate di rilevamento della vegetazione in campo ha sempre fatto seguito almeno un'altra giornata di attività in laboratorio, utile a identificare individui di specie critiche raccolti durante i rilievi.

Tabella 1. Giornate di lavoro in campo svolte nella primavera 2024.

Giorno	Attività svolta
18 marzo 2024	Censimento floristico per quadranti
29 marzo 2024	Censimento floristico per quadranti
12 aprile 2024	Censimento floristico per quadranti, rilevamento della vegetazione, prova di posizionamento di una ‘ <i>vane trap</i> ’ per il campionamento dell’entomofauna
22 aprile 2024	Deposito del materiale utile al campionamento dell’entomofauna (<i>vane trap</i>), rilevamento della vegetazione
8 maggio 2024	Messa in opera delle <i>vane traps</i> per il campionamento dell’entomofauna
10 maggio 2024	Campionamento dell’entomofauna catturata mediante <i>vane traps</i>

2. MATERIALI E METODI

2.1 Analisi floristica

Per flora si intende l’insieme delle specie vegetali spontanee che vive in un determinato territorio. La conoscenza della flora è un elemento basilare per tutti gli approcci conoscitivi, anche di tipo applicativo, inerenti allo studio di un determinato territorio.

Il risultato di un’analisi floristica consiste in una *checklist* (o lista floristica; Allegato 3 nel file .xls “Relazione intermedia aprile 2024 – Allegati”) in cui compaiono tutte le specie rinvenute nel territorio in esame. Una checklist costituisce uno strumento insostituibile, poiché non solo consente di ottemperare all’esigenza di sviluppare database floristici per la definizione del grado di diversità tassonomica (fitodiversità) di un determinato sito, ma anche di capire come le specie tendano a distribuirsi nel territorio in ordine a specifiche esigenze ecologiche (forme biologiche e di crescita, strategie riproduttive), e rispetto al proprio areale naturale di distribuzione. Inoltre, dal confronto tra la lista floristica di un determinato sito e le Liste Rosse di piante vascolari, è possibile individuare la presenza di specie di particolare valore conservazionistico, poiché minacciate a vario titolo di estinzione.

2.1.1 Censimento floristico

Nel periodo di riferimento del presente report (novembre 2023 – aprile 2024), la metodologia impiegata per il censimento delle specie vegetali è proseguita allo scopo di evidenziare *pattern* di distribuzione delle specie presso il Bosco “Belvedere” e i Laghetti di Marteggia. Quest’ultimo aspetto riveste particolare importanza nell’ottica di individuare zone a maggior pregio naturalistico e di orientare le strategie gestionali delle due aree.

Il censimento floristico condotto nelle due aree di studio segue i metodi della Cartografia Floristica Centro Europea (C.F.C.E.), la quale prevede il censimento della flora all’interno di quadranti di superficie definita. Sebbene sia più frequentemente applicata allo studio di aree vaste (ad es. Pignatti, 1975; Adorni et al., 2022), la cartografia floristica è adattabile a differenti scale di lavoro, a seconda della situazione specifica dell’area di studio.

L’approccio cartografico-floristico applicato in questo studio è quello comunemente impiegato per contesti in cui la distribuzione delle specie non è casuale (Greig-Smith, 1952; Thompson, 1958) ed è consistito nel sovrapporre ad entrambe le aree di studio una griglia continua di quadranti (Figura 2) disegnata preliminarmente con la funzione “*Create grid*” del software QGIS 3.10. Ogni singolo quadrante, caratterizzato da un numero identificativo, presenta lato di 50 m ed una superficie definita

pari a 2.500 m². Mediante uscite in campo ad hoc, è stato effettuato per ogni quadrante il censimento floristico, annotando tutte le specie osservate al suo interno. Le osservazioni all'interno dei medesimi quadranti saranno ripetute tra la tarda primavera e la tarda estate 2024, allo scopo di poter osservare il maggiore numero di specie possibile tenendo conto delle diversità fenologiche e del ciclo vitale delle piante.



Figura 2. Quadranti nei quali è stato condotto il censimento della flora nell'area del Bosco Belvedere e dei Laghetti di Marteggia (elab. GIS su ortofoto 2021 – Regione del Veneto). Il numero indicato rappresenta l'ID del quadrante.

I dati raccolti sono stati ordinati in una matrice “specie × quadrante”, in cui, per ciascun quadrante, è stata annotata la presenza/assenza delle diverse specie osservate. Si vedano Allegato 1 e Allegato 2 all’interno del file .xls “Relazione intermedia aprile 2024 – Allegati”.

Il censimento floritico di dettaglio ha avuto, inoltre, l’obiettivo di aggiornare la checklist complessiva (vedasi Allegato 3 all’interno del file .xls “Relazione intermedia aprile 2024 – Allegati”) delle due aree di studio, già redatta nel corso del 2023 e presentata nel primo report intermedio. Oltre al binomio specifico, per ogni specie sono stati indicati anche gli attributi sotto riportati:

- Forma biologica e forma di crescita (Raunkiær, 1934);
- Entomofilia (miglior giudizio di esperto).

La nomenclatura delle specie fa riferimento a Bartolucci et al. (2018) per le specie native e Galasso et al. (2018) per le specie esotiche.

2.1.2 Forma biologica e forma di crescita

Le forme biologiche sono tipi morfologico/funzionali che possono essere riconosciuti, con variazioni più o meno ampie, ma sempre limitate, in diversi gruppi vegetali, indipendentemente dalla loro appartenenza tassonomica (Pignatti, 1995) e identificabili nella posizione delle gemme (organi destinati alla produzione di nuovi tessuti) che consentono di differenziare le specie in funzione della diversa strategia di superamento della stagione avversa messa appunto e, in definitiva, delle diverse esigenze ecologiche. In base alla classificazione operata da Raunkiaer (1934), le specie vegetali possono essere suddivise nelle seguenti categorie (Tabella 2): Fanerofite (P), Nanofanerofite (NP), Camefite (CH), Emicriptofite (H), Geofite (G), Elofite (HE), Idrofite (I) e Terofite (T). Inoltre, per ciascuna forma biologica è possibile individuare diverse forme di crescita (es. scaposa, cespitosa, reptante, rosulata, ecc.; Tabella 2). La forma di crescita, determinata principalmente dalla struttura e dall’altezza della pianta, è associata alla strategia di occupazione dello spazio in risposta a fattori di tipo climatico e legati al disturbo (Cornelissen et al., 2003).

Tabella 2. Classificazione delle forme biologiche e delle forme di crescita secondo Raunkiær (1934).

PIANTE PERENNI		
P	Fanerofite: piante legnose con gemme svernanti poste ad un'altezza dal suolo > 25 cm, hanno gemme protette da perule ¹ .	
P SCAP	Fanerofite scapose	Piante arboree con gemme perennanti poste a + di 2 m dal suolo.
P CAESP	Fanerofite cespugliose	Piante con portamento cespuglioso.
P LIAN	Fanerofite lianose	Piante con portamento rampicante incapaci di autosorreggersi.
P REPT	Fanerofite reptanti	Piante con portamento strisciante, aderente al suolo.
P SUCC	Fanerofite succulente	Piante con organi (fusti e foglie) atti a conservare l'acqua.
P EP	Fanerofite epifite	Piante che si sviluppano su altre usandole come supporto.
NP	Nanofanerofite: piante con gemme perennanti poste tra 25 cm e 2 m dal suolo.	
CH	Camefite: piante legnose alla base con gemme svernanti poste ad un'altezza dal suolo tra 2 e 25 cm.	
CH FRUT	Camefite fruticose	Piante con aspetto di arbusti di modeste dimensioni.
CH PULV	Camefite pulvinate	Piante con aspetto rigonfio e globoso simile a un cuscino.
CH REPT	Camefite reptanti	Piante con portamento strisciante.
CH SCAP	Camefite scapose	Piante con asse fiorale ben definito (scapo) almeno parzialmente legnoso.
CH SUCC	Camefite succulente	Piante di ambienti aridi, con foglie o fusti, o entrambi, adattati a funzionare da riserve d'acqua.
CH SUFFR	Camefite suffruticose	Piante perenni con fusti legnosi, ma di modeste dimensioni (suffrutici), con le parti erbacee che seccano e non sopravvivono alla stagione avversa.
H	Emicriptofite: piante erbacee perenni o bienni con gemme svernanti poste al livello del terreno.	
H BIENN	Emicriptofite bienni	Piante che completano il proprio ciclo in due anni, vegetando nel primo e fiorendo e disseminando nel secondo.
H CAESP	Emicriptofite cespitose	Piante che iniziano a ramificarsi dal basso così da formare un fitto cespo di foglie o un cespuglio.
H REPT	Emicriptofite reptanti	Piante con fusti dal portamento strisciante.
H ROS	Emicriptofite rosulate	Piante che formano rosette di foglie a livello del terreno.
H SCAND	Emicriptofite scandenti	Piante con portamento rampicante.
H SCAP	Emicriptofite scapose	Piante con portamento eretto, con un fusto principale ben definito (scapo).
G	Geofite (criptofite): piante erbacee perenni con organi sotterranei di riserva quali bulbi o rizomi, che consentono loro di superare il periodo sfavorevole.	
G BULB	Geofite bulbose	Piante che formano bulbi sotterranei dai quali ogni anno nascono foglie e fiori.
G RAD	Geofite radici gemmate	Piante con organi sotterranei che portano le gemme da cui, ogni anno, si riforma la parte aerea.
G RHIZ	Geofite rizomatose	Piante con rizomi, fusti sotterranei metamorfosati orizzontali.
G PAR	Geofite parassite	Piante con gemme sotterranee che riescono con organi speciali a prelevare da altre piante la linfa necessaria alla loro sopravvivenza.
HE	Elofite: piante erbacee perenni con apparati ipogei rizomatosi, più o meno costantemente sommerse in acqua, e con fusto e foglie aeree che rinnovano ogni anno.	
I	Idrofite: piante erbacee perenni che vivono quasi completamente sommerse in acqua, radicansi sul fondo o galleggiando nell'acqua; possono essere totalmente sommerse o emergere parzialmente dall'acqua con foglie e fiori.	
I RAD	Idrofite radicanti	Piante con l'apparato radicale ancorato sul fondo e foglie galleggianti.
I NAT	Idrofite natanti	Piante prive di vere radici, che galleggiano e fluttuano nell'acqua senza ancorarsi al fondo.

¹ Le perule sono foglie trasformate in maniera tale da fornire protezione alle gemme delle piante durante l'inverno. Le perule sono spesso coriacee e ricoperte da sostanze vischiose o da peli. Al termine della stagione di quiescenza (che nei climi temperati coincide con l'arrivo della primavera) le perule si aprono e cadono, permettendo lo sviluppo della gemma stessa, che può dunque dare origine a un germoglio.

PIANTE ANNUALI		
T	Terofite: piante erbacee che superano la stagione sfavorevole allo stato di seme.	
T CAESP	Terofite cespitose	Piante che iniziano a ramificarsi dal basso così da formare un fitto cespo o un cespuglio.
T REPT	Terofite reptanti	Piante con portamento strisciante, aderente al suolo.
T SCAP	Terofite scapose	Piante con portamento eretto con un fusto principale ben definito spesso privo di foglie (scapo).
T ROS	Terofite rosulate	Piante che formano rosette di foglie a livello del terreno.
T PAR	Terofite parassite	Piante che con particolari organi riescono a nutrirsi a spese di altre piante.

2.1.3 Entomofilia

Nelle Angiosperme² l'impollinazione è il trasferimento di polline prodotto dagli stami al pistillo. Questo meccanismo permette la fecondazione degli ovuli e il successivo sviluppo del seme e del frutto. Sia essa mediata da agenti abiotici, quali vento e acqua, o dagli animali, l'impollinazione rappresenta un evento critico nella riproduzione della maggior parte delle specie vegetali, cruciale nel determinarne il successo riproduttivo e, quindi, la permanenza in un sito.

Il 90% delle piante appartenenti alle Angiosperme è zoofila, affida cioè la propria impollinazione agli animali (ed in particolar modo agli insetti, da cui deriva il termine impollinazione entomofila). La produzione di sostanze di "ricompensa", quali polline e nettare, e lo sviluppo di strutture fiorali colorate e profumate (vessillifere), ha reso possibile l'istaurarsi di relazioni mutualistiche tra specie vegetali e impollinatori. Alle prime è garantita l'impollinazione, mentre gli insetti impollinatori (detti pronubi) possono accedere a sostanze nutritive essenziali per la loro sopravvivenza.

L'impollinazione entomofila assume un ruolo centrale nelle dinamiche responsabili della formazione e del mantenimento delle comunità vegetali naturali e semi-naturali, oltre che costituire un processo basilare nella riproduzione delle specie coltivate e quindi nell'economia globale (Wilmer, 2011).

Per ogni specie osservata durante i censimenti all'interno della checklist è stata specificata la tipologia di impollinazione, indicando se entomofila secondo giudizio d'esperto.

² Le Angiosperme sono un vasto gruppo di piante, che comprende piante annue o perenni, sia legnose che erbacee, con il massimo grado di evoluzione: in questa definizione rientrano le piante con fiore vero e con seme protetto da un frutto. Grazie alla loro estrema varietà morfologica e fisiologica, sono diventate il gruppo di piante più vasto e diversificato del nostro pianeta: con circa 300.000 specie oggi viventi, corrispondono ad oltre l'80% di tutti i vegetali terrestri.

2.2 Studio della vegetazione

La metodologia utilizzata in questa fase ha previsto diversi step operativi (Buffa et al., 2005) e ha compreso l'attività di rilevamento della vegetazione in campo e la successiva elaborazione dei dati.

Nel periodo di riferimento del presente report l'attività di rilevamento della vegetazione è ripresa a partire dal mese di aprile 2024 e si è concentrata nell'area dei Laghetti di Marteggia, che presenta una generale omogeneità fisionomico-strutturale dal punto di vista della vegetazione presente. L'attività di rilevamento della vegetazione non ha interessato l'area del Bosco Belvedere in quanto già condotta in quest'area nella stagione di campionamento 2023.

La metodologia, presentata nei seguenti paragrafi, è quindi la medesima seguita per i rilievi condotti nel Bosco Belvedere durante la primavera 2023, basata sul metodo floristico-statistico (Braun-Blanquet 1964; Dengler et al. 2008). L'unità di riferimento del metodo è la comunità vegetale, intesa come un'aggregazione di individui di specie diverse che vivono in un dato momento e in un dato spazio e che formano un'unità relativamente omogenea, distinguibile dalle unità adiacenti.

2.2.1 Il disegno sperimentale: individuazione dei punti di rilievo e scelta dei siti elementari

Allo scopo di descrivere gli attributi strutturali, compositivi e funzionali del sito, nella primavera 2024 sono stati individuati 4 plot nell'area dei Laghetti di Marteggia.

I punti di rilevamento sono stati generati preliminarmente alla fase di rilevamento della vegetazione mediante gli strumenti propri del software QGIS 3.10 in grado di individuare punti casuali all'interno dell'area di studio (Buffa et al., 2005). Seguendo lavori sviluppati in contesti simili (ad es. Stoppa et al., 2012a), al campionamento random è stato accoppiato un campionamento preferenziale, applicato in tutti i casi in cui i punti generati casualmente ricadevano in aree non idonee al rilevamento, ad esempio all'interno dei bacini idrici o in situazioni che, a giudizio di esperto, presentavano condizioni di non omogeneità rispetto a parametri abiotici e/o strutturali. In tutti questi casi i punti sono stati spostati nella porzione rilevabile omogenea più vicina registrandone le nuove coordinate geografiche.

2.2.2 Raccolta dati

La vegetazione presente in ciascun plot è stata rilevata utilizzando i metodi propri della scienza della vegetazione. In particolare, per ciascun plot sono stati raccolti i seguenti dati:

- a. numero del rilievo (ID plot);
- b. coordinate geografiche;
- c. nominativi dei rilevatori;

- d. data di esecuzione;
- e. dati stazionali (inclinazione ed esposizione);
- f. descrizione della struttura complessiva della vegetazione, stimando la copertura totale della vegetazione su scala percentuale;
- g. descrizione della struttura della vegetazione distinguendo lo strato arboreo (A), arbustivo (B) ed erbaceo (C) stimando per ciascuno la copertura % e l'altezza media.;
- h. superficie del rilievo;
- i. forma del plot.

Nonostante gli standard di rilevamento adottati a livello europeo (Chytrý & Otýpková, 2003) indichino per i boschi una superficie di rilevamento di 100 m², il campionamento è stato effettuato in plot quadrati di 5 m × 5 m. Questa superficie di rilievo è stata definita in seguito ad un'analisi preliminare dello stato della vegetazione, caratterizzata da una elevata densità e compattezza. In particolare, l'elevata densità dello strato arbustivo avrebbe, di fatto, impedito una valutazione affidabile dei rapporti di abbondanza/dominanza delle specie all'interno di un'area di rilevamento più ampia.

Una volta delimitato il plot, si è proceduto all'annotazione dei dati stazionali (inclinazione ed esposizione) e alla descrizione della struttura complessiva della vegetazione (copertura totale e copertura e altezza media di ciascun strato).

Successivamente, il campionamento ha previsto la stesura della lista delle specie vegetali radicanti³ al suo interno e l'assegnazione dei rispettivi valori di copertura, considerando la proiezione verticale all'interno del plot delle chiome dell'insieme degli individui di ciascuna specie (Angelini et al., 2016). Contrariamente a quanto previsto dal metodo fitosociologico, in cui l'abbondanza delle specie viene attribuita utilizzando una scala alfanumerica con 6 classi di copertura, in questo caso sono stati utilizzati valori percentuali continui (da 0,01 a 100%), più precisi nel descrivere i rapporti di abbondanza/dominanza fra le singole specie.

Per minimizzare la possibilità di errori di campionamento, ogni rilievo è stato effettuato sempre in presenza di due persone. Durante la stesura della lista di specie, inoltre, è stata prestata particolare attenzione alla corretta individuazione del taxon di riferimento. Ogni qualvolta ci si è trovati di fronte a specie per le quali gli individui mancavano dei caratteri necessari ad una corretta e sicura

³ Con il termine "radicanti" si intendono gli individui che hanno le radici in una certa area. È infatti utile specificare, soprattutto in un contesto boschivo, com'è il caso del Bosco Belvedere, quali soggetti vengono considerati ai fini delle analisi. In questo caso si considerano solo gli individui che effettivamente radicano all'interno dei plot di rilievo mentre gli alberi la cui chioma copre il plot ma il cui fusto è esterno al perimetro del plot non vengono considerati.

2.3 Raccolta e interpretazione dei dati da Tree Talker

Nell’ambito del presente progetto, l’acquisizione di nuova conoscenza relativa al patrimonio naturalistico e forestale del Bosco “Belvedere” e dei Laghetti di Marteggia sta avvenendo anche mediante l’impiego di 20 dispositivi “Tree Talker®” (TT), strumenti multifunzionali basati su sistemi Internet of Things (IoT) utili al monitoraggio di parametri fisici, biologici e funzionali degli alberi (Valentini et al., 2019).

Ogni TT in opera trasmette in continuo i dati ambientali monitorati ad un apposito cloud (TTcloud) preposto alla memorizzazione delle informazioni e al loro successivo invio in rete ad un server di riferimento. Il TTcloud si presenta come una stazione di ricezione dati, collocato ad un’altezza dal suolo di circa 3 m, in uno spazio aperto e il più possibile privo di ostacoli così da evitare possibili interferenze e forme di disturbo. Nel server i dati si presentano come stringhe di numeri dalle quali possono essere estratte le informazioni contenute mediante l’ausilio dell’apposito manuale tecnico aggiornato (Asgharina & Valentini, 2023) rilasciato dalla ditta sviluppatrice dei TT (TT+ 3.4), Nature 4.0 SB srl. Successivamente all’acquisizione dei dati, è possibile effettuare le dovute elaborazioni utilizzando un apposito software di gestione dati (Microsoft Excel).

Tra le diverse variabili eco-fisiologiche che i TT sono in grado di monitorare, le attività si sono concentrate sugli output dei *Growth sensor*, dai quali è possibile calcolare la crescita radiale degli alberi monitorati e stimare di conseguenza la CO₂ da essi assorbita nel periodo di lavoro dei TT. Il periodo di tempo preso in esame nel presente report è agosto 2023 – marzo 2024.

La capacità dei sistemi forestali di contrastare i processi di cambiamento climatico globale, attraverso la riduzione delle emissioni nette di gas serra, riveste un ruolo centrale nei negoziati internazionali sul clima: gli ecosistemi forestali sono infatti in grado di assorbire il carbonio atmosferico e accumularlo, anche per periodi di tempo relativamente lunghi, nella biomassa, nella necromassa e nel suolo (Barbati et al., 2014).

Il dato di CO₂ assorbita che sarà calcolato per il Bosco Belvedere corrisponderà ad un valore parziale del CO₂-*sink* dello stesso Bosco; con “*sink*” si intende infatti la quantità di tonnellate di carbonio che viene fissata da un anno all’altro nelle foreste, e si differenzia dal CO₂-*stock*, il quale considera la biomassa totale presente in bosco in un dato anno, comprensiva di biomassa epigea, ipogea e della biomassa contenuta nel suolo al netto di tagli e incendi. Il calcolo dello *stock* viene normalmente eseguito di anno in anno distintamente per le varie tipologie forestali (Anderle et al., 2002).

La misurazione della crescita radiale degli alberi muniti di TT è stata possibile soltanto per 6 dei 20 individui monitorati. A partire dal mese di novembre 2023, infatti, si sono riscontrati dei problemi di

trasmissione dati tra alcuni TT e il TTcloud, con conseguenti gap temporali delle serie di dati di 14 dispositivi su 20. Attualmente, Piave Servizi e la ditta sviluppatrice dei dispositivi, Nature 4.0 SB srl, stanno valutando possibili soluzioni per risolvere il problema, che tuttora vige. I tecnici di Nature 4.0 hanno ipotizzato che tale problema sia legato alla scarsa connessione internet presente in campo dovuta all’elevata massa vegetativa del Bosco. Il riposo vegetativo invernale, coinciso con il periodo novembre 2023 – marzo 2024, non ha tuttavia comportato un recupero nella trasmissione dati fra i dispositivi in campo e il TTcloud. Un sopralluogo congiunto in campo tra Piave Servizi e Nature 4.0 è stato programmato ed effettuato nelle giornate del 13 e 14 maggio 2024 allo scopo di valutare le soluzioni possibili, inclusa quella di posizionare un secondo TTcloud, così da suddividere il carico di trasmissione dati di quello già operante.

I TT per i quali è stato possibile il calcolo della crescita radiale dell’albero e la stima della CO₂ assorbita nel periodo agosto 2023 – marzo 2024 sono mostrati in Tabella 3, mentre in Figura 4 è evidenziata la loro collocazione all’interno del Bosco.

Tabella 3. TT per i quali è stato possibile il calcolo della crescita radiale dell’albero e la stima della CO₂ assorbita nel periodo agosto 2023 – marzo 2024.

ID	N. di serie dispositivo	Specie	Ubicazione	Data di installazione	Coordinante WGS84	
					E	N
TT 5	71233045	<i>Acer campestre</i>	Bosco Belvedere	31/07/2023	12.4606612	45.60920914
TT 3	71233046	<i>Carpinus betulus</i>	Bosco Belvedere	31/07/2023	12.458567	45.607748
TT 6	71233039	<i>Fraxinus angustifolia</i>	Bosco Belvedere	31/07/2023	12.4617937	45.61022673
TT 8	71233041	<i>Platanus x hispanica</i>	Depuratore Piave Servizi	31/07/2023	12.4594344	45.61003301
TT 4	71233042	<i>Populus alba</i>	Bosco Belvedere	31/07/2023	12.458717	45.60837418
TT 9	71233047	<i>Quercus robur</i>	Bosco Belvedere	31/07/2023	12.4599851	45.61051245



Figura 4. Ubicazione dei TT per i quali è stato possibile il calcolo della crescita radiale dell'albero e la stima della CO₂ assorbita nel periodo agosto 2023 – marzo 2024 (elaborazione GIS in scala 1:6000).

2.3.1 CO₂ assorbita dagli alberi monitorati

Il primo passo per il calcolo della stima della CO₂ assorbita dagli alberi monitorati nel periodo 1° agosto 2023 – 31 marzo 2024, è stato la determinazione della loro crescita radiale derivante dai dati forniti dai TT. Il calcolo avviene mediante l'applicazione della seguente equazione (Asgharinia & Valentini, 2023):

$$[1] \quad \text{distanza tra sensore e corteccia (cm)} = \frac{(237908.4541 + (-1.1171 * x))}{(199.433 + x)}$$

A x viene sostituita la mediana giornaliera dell'output fornito dal *Growth sensor* dei diversi TT. Si precisa che quanto calcolato con questa formula rappresenta la distanza in cm fra il sensore e la corteccia dell'albero, non una vera misura di crescita radiale. Per la determinazione di quest'ultima è necessario sottrarre all'ultimo dato registrato il dato iniziale della serie stessa.

Successivamente a queste elaborazioni preliminari è stato seguito il procedimento proposto nel lavoro di Shadman et al. (2022), in cui, partendo dai valori di diametro (D) ed altezza (H) delle piante registrati in campo, è possibile giungere ad un valore in kg di CO₂ stoccata attraverso il calcolo della biomassa totale (*Total Green Weight*, TGW), della biomassa secca (*Total Dry Weight*, TDW) e del peso di Carbonio presente nella pianta (*Total Carbon Weight*, TCW).

Il calcolo della biomassa totale (TGW) dell'albero si basa sulla somma tra la biomassa sopra il suolo (*Above Ground Biomass*, AGB), ovvero di fusto, rami e foglie, e la biomassa dell'apparato radicale (*Below Ground Biomass*, BGB).

La AGB viene calcolata come segue, considerando diametro ed altezza del fusto:

$$[2] \quad \text{AGB [kg]} = 0.25D^2H$$

Dal momento che nel presente report l'obiettivo è quello di determinare lo stock di CO₂ degli alberi nell'intervallo temporale di riferimento (1° agosto 2023 – 31 marzo 2024) e non nell'intera vita degli individui, l'approccio applicato considera soltanto la porzione di fusto effettivamente accresciuta nei sette mesi in esame. Il diametro (D) considerato non è quindi il diametro effettivo del fusto, ma è stato determinato moltiplicando per due l'accrescimento radiale registrato; infatti, se lo spessore della nuova biomassa sviluppatasi nei sette mesi indagati corrisponde all'accrescimento radiale, il valore di diametro della nuova biomassa sarà pari al doppio dell'accrescimento radiale. In merito all'altezza (H), è stata invece utilizzata quella stimata in campo a vista durante le fasi di installazione dei TT. Infine, in linea rispetto al lavoro di Shadman et al. (2022), i valori di D, in cm, e H, in m, sono stati convertiti rispettivamente in pollici (*inches*, in) e piedi (*feet*, ft).

Per quanto riguarda invece la BGB, nel lavoro di Shadman et al. (2022) viene stimata come il 20% della AGB; perciò, la biomassa totale (TGW) è pari a:

$$[3] \quad TGW \text{ (biomassa totale) [kg]} = AGB + BGB = AGB + 0.2AGB = 1.2AGB$$

Il calcolo del peso secco degli individui arborei monitorati risulta fondamentale in quanto il Carbonio derivante dall'attività fotosintetica viene lì stoccato. Shadman et al. (2022) ha determinato la biomassa secca (TDW) attraverso un calcolo percentuale sul valore della biomassa totale (TGW):

$$[4] \quad TDW \text{ [kg]} = TGW * \% \frac{\text{secco}}{\text{verde}}$$

I valori % di biomassa secca sul totale della biomassa differiscono, tuttavia, da specie a specie; in questo senso il lavoro di Shadman et al. (2022) non può essere preso come riferimento in quanto sviluppato in Bangladesh, su specie arboree diverse e in un contesto climatico completamente diverso da quello del contesto in cui si opera, ovvero sia la Pianura Padana. Per questo motivo, la percentuale di peso secco sulla biomassa totale verde delle diverse specie arboree monitorate è stata ricavata dal lavoro di Tabacchi et al. (2011), che propone un modello per la stima della massa legnosa secca (fitomassa) delle principali specie forestali italiane. I valori % di peso secco sono stati quindi inseriti nella formula 4 per la determinazione del TDW così come proposta da Shadman et al. (2022); in Tabella 4 si riportano i valori % considerati per le diverse specie calcolati secondo Tabacchi et al. (2011) e le formule impiegate per il calcolo della TDW:

Tabella 4. Valori % di peso secco (Tabacchi et al., 2011) e formula per il calcolo della TDW per le specie forestali monitorate dai TT di cui si dispongono dati (n=6).

Specie	Valore % peso secco	Calcolo TDW [kg]
<i>Acer campestre</i>	57	= TGW * 0.57
<i>Carpinus betulus</i>	56	= TGW * 0.56
<i>Fraxinus angustifolia</i>	63	= TGW * 0.63
<i>Platanus x hispanica</i>	52	= TGW * 0.52
<i>Populus alba</i>	52	= TGW * 0.52
<i>Quercus robur</i>	57	= TGW * 0.57

Successivamente, sulla biomassa secca (TDW) è stato calcolato il peso effettivo di Carbonio (TCW) stimato come il 50% della TDW.

$$[5] \quad TCW \text{ [kg]} = TDW * 0.5$$

Quest'ultimo parametro rappresenta già un dato della massa di Carbonio allocato nella biomassa secca dell'albero. Volendo arrivare alla massa di CO₂ assorbita, il successivo calcolo tiene in considerazione il peso molecolare della molecola di CO₂ e il peso atomico di un atomo di Carbonio, il cui rapporto, pari a 3.6663, viene moltiplicato per il TCW.

$$[6] \text{ Massa di CO}_2 \text{ assorbita [kg]} = \text{TCW} * \frac{\text{peso molecolare CO}_2}{\text{peso atomico C}} = \text{TCW} * 3.6663$$

2.3.2 CO₂ assorbita dal Bosco

A partire dal valore di CO₂ assorbita dagli alberi monitorati calcolato con la procedura esposta nel precedente paragrafo, è stato possibile stimare il valore di CO₂ sequestrata dal Bosco Belvedere, considerando il numero di individui delle specie arboree dell'intera area boscata.

A tale scopo, è stato ricavato in primo luogo il numero medio di individui all'interno dei 27 plot di vegetazione di 25 m² ciascuno (18 plot permanenti e 9 plot afferenti a transetti) condotti nel Bosco nella stagione di campionamento 2023. In ogni rilievo di vegetazione è stato infatti annotato il numero di individui di ogni specie arborea osservata. Successivamente, considerando che la superficie complessiva del Bosco è pari a 18 ha (180.000 m²), è stato calcolato il numero totale di individui di ogni specie monitorata mediante una proporzione (Tabella 5).

Tabella 5. Numero di individui delle specie monitorate all'interno del Bosco Belvedere.

Specie	Numero medio individui / plot	Numero individui nel Bosco
<i>Acer campestre</i>	0.15	= 0.15 * (180.000 m ² / 25 m ²) = 1080
<i>Carpinus betulus</i>	0.15	= 0.15 * (180.000 m ² / 25 m ²) = 1080
<i>Fraxinus angustifolia</i>	0.51	= 0.51 * (180.000 m ² / 25 m ²) = 3672
<i>Platanus x hispanica</i>	0.04	= 0.04 * (180.000 m ² / 25 m ²) = 288
<i>Populus alba</i>	0.33	= 0.33 * (180.000 m ² / 25 m ²) = 2376
<i>Quercus robur</i>	1.07	= 1.07 * (180.000 m ² / 25 m ²) = 7704

Moltiplicando la massa di CO₂ assorbita dai singoli individui delle specie monitorate tramite TT per il loro numero totale all'interno del Bosco, e sommati i risultati così ottenuti, è stata così stimata la massa di CO₂ sequestrata dall'intera area boscata.

2.4 Contributo del bosco al processo di impollinazione

La conservazione degli insetti impollinatori (noti anche con il termine di pronubi) in paesaggi altamente modificati e semplificati, come il paesaggio proprio della Pianura Padana, si basa in prima istanza sulla disponibilità di risorse floreali, quali nettare e polline, in grado di sopperire alle esigenze alimentari dei pronubi. Aree boscate come il Bosco Belvedere di Meolo assumono un'importanza significativa per gli insetti impollinatori in quanto forniscono loro habitat di svernamento e riproduzione e sono in grado di fornire un ampio spettro di fioriture precoci tale da supportare le comunità di pronubi in una stagione in cui non sono disponibili molte risorse trofiche in aree a clima temperato come quello del nostro territorio.

Lo studio degli insetti impollinatori si è concentrato su comunità erbacee, sia naturali che seminaturali, la cui presenza e abbondanza nei contesti forestali risulta in generale meno indagata. In particolare, data la complessità strutturale che contraddistingue gli ambiti forestali, risulta interessante comprendere se esista una relazione tra complessità strutturale del bosco, ricchezza e abbondanza di impollinatori. I risultati che possono emergere da questo approccio possono fornire importanti indicazioni gestionali e informazioni utili circa il contributo del sito di studio al processo di impollinazione in un contesto territoriale più ampio.

Al fine di meglio comprendere la potenzialità che hanno il Bosco “Belvedere” e i Laghetti di Marteggia nel supportare la comunità di insetti impollinatori, nel corso della stagione 2024 è previsto un campionamento dell'entomofauna utilizzando delle *vane traps*. Tali trappole sono del tipo “ESCOLITRAP® FOR POLLINATORS”, adatte alla cattura di insetti impollinatori ed acquistate presso ECONEX Sanidad Agricola SL (Murcia, Spagna). La trappola (Figura 5) è costituita da un recipiente, un coperchio ad imbuto e da quattro “*vanes*”, ovvero “palette”. Gli insetti sono attratti dalla colorazione delle *vanes*, la cui configurazione longitudinale li dirige all'imbuto e quindi al recipiente, all'interno del quale, al momento del campionamento, vi sarà acqua e sapone neutro; il sapone rompe la tensione superficiale dell'acqua ed è quindi utile a garantire la persistenza nella trappola di tutti gli insetti che vi entrano, negando loro la possibilità di movimento sulla superficie dell'acqua. Le *vanes* sono dotate di fori all'interno dei quali è stato fatto passare uno spezzone di filo di ferro (diametro 1.1 mm) che è stato appositamente sagomato e rinforzato allo scopo di formare un gancio funzionale ad appendere la trappola all'albero.

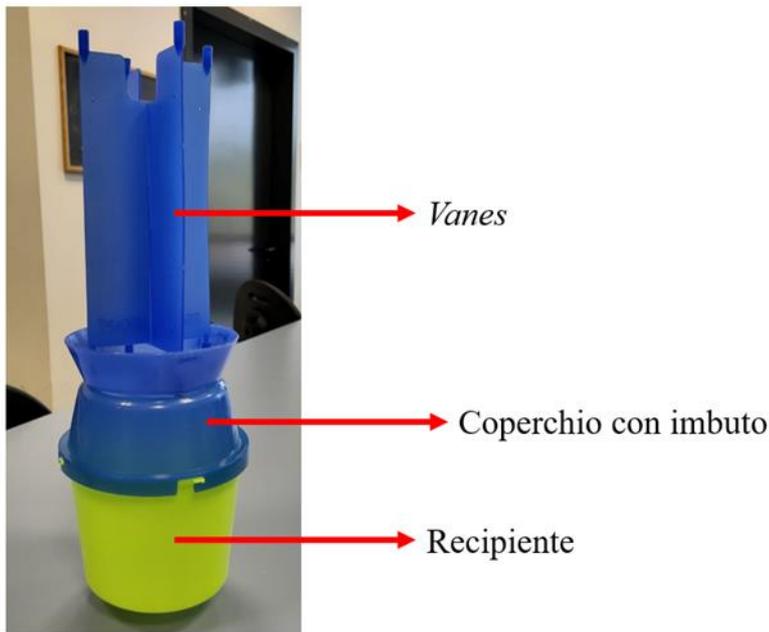


Figura 5. Esempio di una 'vane trap' ESCOLITRAP® FOR POLLINATORS

L'obiettivo è quello di ottenere dati relativamente a:

- ricchezza in specie di impollinatori;
- abbondanze relative delle singole specie;
- distribuzione spaziale degli impollinatori nelle aree di indagine;
- presenza di pattern di ricchezza specifica e abbondanza relativa degli impollinatori in relazione alla complessità strutturale (in particolare verticale) del bosco.

Il campionamento dell'entomofauna basato sulla cattura passiva è un metodo efficace dal punto di vista dei costi, che consente di campionare per periodi di tempo prolungati con la possibilità di cogliere differenti periodi di attività delle specie. È un metodo che, inoltre, limita notevolmente la possibilità di errore da parte dei campionatori (Hall, 2018). L'impiego di *vane traps* rappresenta uno dei metodi di campionamento passivo più efficaci nel catturare diversi gruppi tassonomici di insetti impollinatori.

2.4.1 Il disegno sperimentale

Le trappole che saranno impiegate nei due siti Bosco "Belvedere" e Laghetti di Marteggia sono 60, distribuite sui 20 alberi su cui sono stati installati i Tree Talker (Figura 6).



Figura 6. Localizzazione dei 20 alberi su cui saranno posizionate le *vane traps* nel corso della stagione di campionamento 2024.

Su ognuno dei 20 alberi è prevista la collocazione di 3 *vane traps*, appositamente dipinte di tre differenti colori: bianco, blu e giallo. Nonostante la maggiore efficacia del colore blu nella cattura di api selvatiche sia documentata da diversi lavori (ad es. Stephen & Rao, 2005; Hall, 2018), ulteriori studi condotti con altri metodi di campionamento evidenziano la preferenza di alcuni taxa di api selvatiche per i colori bianco e giallo (ad es. Gollan et al., 2011).

Il campionamento sarà ripetuto 3 volte nel periodo compreso tra la primavera e la tarda estate 2024, allo scopo di rilevare la comunità di impollinatori in differenti momenti corrispondenti a diversi momenti di fioritura del bosco e delle comunità vegetali ad esso circostanti, come ad esempio le bordure campestri e i frutteti. La prima replica avrebbe dovuto essere eseguita entro la prima metà del mese di aprile, ma ciò non è stato possibile a causa del meteo avverso che ha caratterizzato le giornate di campo stabilite. La prima campagna è stata quindi recuperata all'inizio del mese di maggio (8 e 10 maggio 2024), mentre la seconda e la terza saranno condotte indicativamente a metà luglio e a metà settembre.

Le *vane traps* sono state posizionate sugli alberi prescelti all'interno delle due aree di studio con l'ausilio di un bastone telescopico dotato di gancio (Figura 7). L'altezza media di posizionamento delle trappole dipende sia dall'altezza media degli alberi costituenti il bosco che dalla disponibilità di rami robusti in situ a cui ancorare le trappole. In questa prima campagna l'altezza media di campionamento è stata di 5.20 m circa (Figura 8).



Figura 7. Posizionamento delle *vane traps* presso il Bosco Belvedere.



Figura 8. *Vane traps* in opera su di uno degli alberi monitorati presso il Bosco Belvedere.

Seguendo Stephen & Rao (2005), le trappole sono rimaste in campo per 48 ore e sono state successivamente rimosse. Il campione raccolto è stato trasferito direttamente in campo all'interno di provette contenenti alcool etilico al 70% (Figura 9), allo scopo di garantirne un'ottimale conservazione in vista della determinazione dei taxa presenti in laboratorio.



Figura 9. Trasferimento del contenuto catturato all'interno di una provetta contenente alcool etilico al 70%.

3. RISULTATI PRELIMINARI

3.1 Analisi floristica

A seguito dei rilevamenti compiuti nei mesi di marzo e aprile 2024, è stato possibile aggiornare la lista floristica dei siti oggetto di studio, aggiungendo ben 27 specie vegetali precedentemente non rilevate. Al 30 aprile 2024, il totale delle specie vegetali rilevate nelle due aree di studio (Bosco “Belvedere” e Laghetti di Marteggia) ammonta a 177, di cui 106 nel Bosco “Belvedere” e 80 nei Laghetti di Marteggia.

Riguardo al Bosco “Belvedere”, il censimento è stato condotto in 43 dei 111 quadranti (38.7% dei quadranti), mentre riguardo ai Laghetti di Marteggia, il censimento è stato condotto in 15 dei 36 quadranti (41.7% dei quadranti). Nel Bosco “Belvedere” il numero medio di specie censite per quadrante è pari a 19.1, mentre nei Laghetti di Marteggia si attesta a 20.8 specie.

La Figura 10 riporta lo stato di avanzamento dei censimenti floristici, evidenziando in giallo i quadranti in cui sono già stati raccolti i dati relativi alla stagione primaverile 2024.

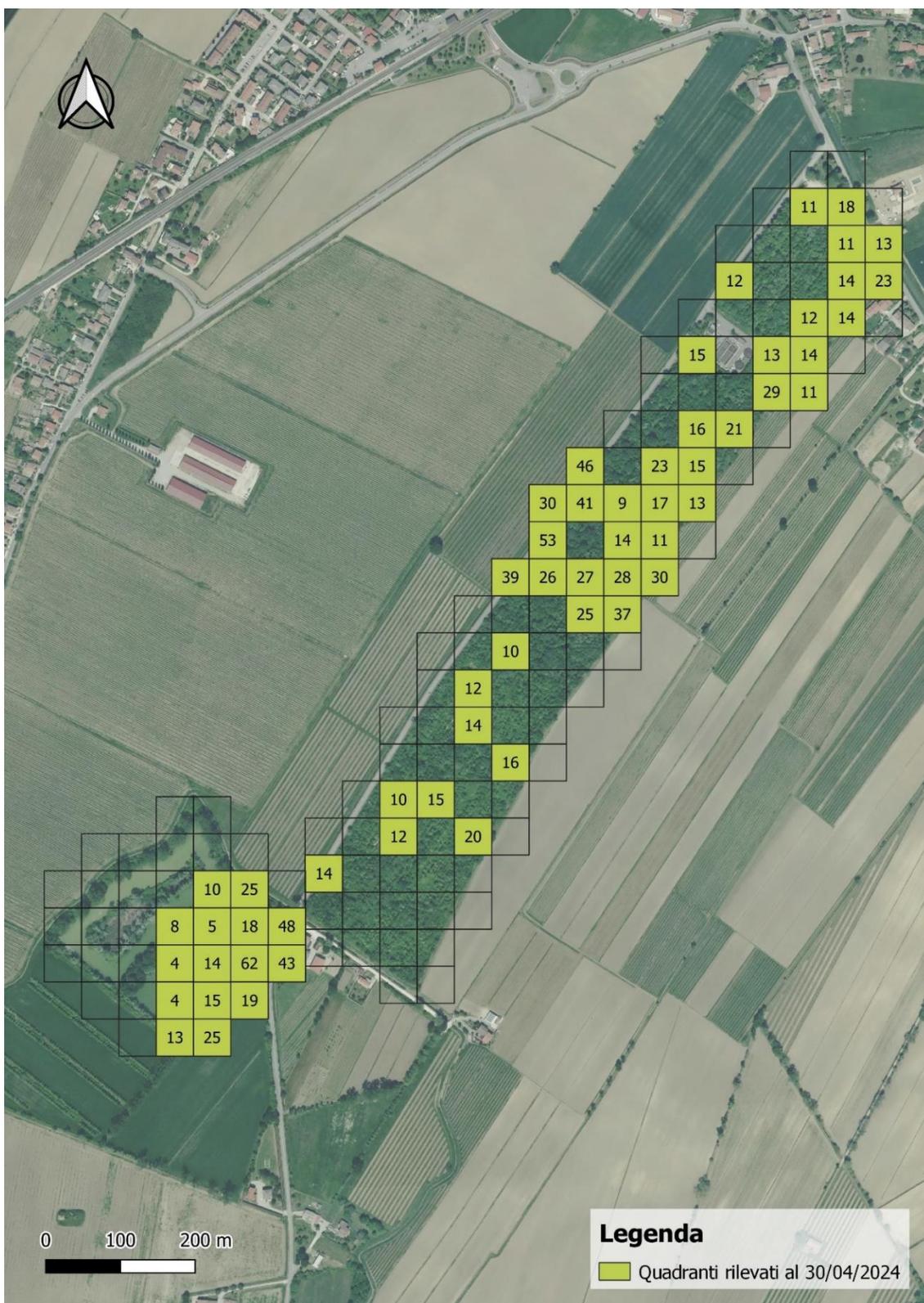


Figura 10. Stato di avanzamento del censimento floristico per quadranti al 30/04/2024 presso il Bosco Belvedere e l'area dei Laghetti di Marteggia (elaborazione GIS su ortofoto 2021 – Regione del Veneto). Nei quadranti è indicato il numero di specie contattate.

Sul totale delle specie osservate al 30 aprile 2024, 4 appartengono alle Pteridophyta⁴ (ovvero, *Equisetum arvense*, *E. palustre*, *E. ramosissimum* ed *E. telmateja*); 1 specie appartiene alla divisione delle Gimnosperme⁵ (ovvero *Pinus pinea*), mentre le rimanenti 172 specie appartengono alla divisione delle Angiosperme.

Tra le 27 specie aggiunte con il censimento condotto nei mesi di marzo e aprile 2024 non sono state rilevate né nuove specie esotiche (Celesti-Grappow et al., 2009a, 2009b, 2010; Galasso et al., 2018) né nuove specie appartenenti alla Lista Rossa regionale (Buffa et al., 2016).

Allo stato attuale, i quadranti che presentano i valori più elevati di ricchezza in specie sono situati ai margini del Bosco Belvedere, in corrispondenza delle aree di orlo e mantello (ovvero le fasce perimetrali di transizione tra l’ambiente interno del bosco e la matrice esterna), e ai margini dei Laghetti di Marteggia. La maggiore ricchezza in specie che si registra nei quadranti perimetrali delle due aree è da ricondurre alla presenza di specie ruderali (ad es. *Veronica persica*, *Taraxacum officinale*, *Bellis perennis*, *Ranunculus bulbosus*, *Stellaria media*) associate a situazioni disturbate e ad habitat sinantropici, come si è osservato ad esempio nei quadranti n. 7, 76, 78, 81, 82 del Bosco e n. 3 dei Laghetti, in entrambi i casi ubicati lungo Via Marteggia. Tuttavia, in alcune porzioni marginali del Bosco Belvedere, sia sul lato Ovest che dà su Via Marteggia (quadranti n. 7, 76, 78, 81, 82) che sul lato Est rivolto verso l’ambito agricolo (quadrante n. 41 e 44), l’orlo si caratterizza per la presenza di specie erbacee tipiche di ambienti umidi ed ombreggiati, quali, ad esempio, *Lamium orvala* e *Heracleum sphondylium*, suggerendo un’evoluzione del margine da un orlo disturbato a vero orlo forestale.

I censimenti svolti nei mesi di marzo e aprile 2024 non hanno portato all’individuazione di ulteriori taxa di specie nemorali (specie che si localizzano tipicamente nell’area centrale dei sistemi forestali (detta anche “core area”) e che costituiscono un indicatore del grado di maturità del bosco; Stoppa et al., 2012b; Brusa et al., 2012) rispetto ai due già censiti nella stagione 2023, ovvero *Cephalanthera damasonium* e *Polygonatum multiflorum*. Nella stagione di campionamento in corso, *Polygonatum multiflorum* è stato osservato in una nuova stazione del Bosco Belvedere (quadrante n. 82), posta, analogamente al precedente censimento, sul margine boschivo (Figura 11).

⁴ Le Pteridofite (Pteridophyta) sono tra le prime piante terrestri, a cui appartengono specie note come felci, licopodi, ed equiseti. Le felci sono un gruppo antico, apparso già nel Devoniano inferiore (circa 400 milioni di anni fa), esplose dal punto di vista del numero di specie alla fine del Mesozoico (circa 250 milioni di anni fa) e rappresentato ancor oggi da circa 11.000 specie.

⁵ Le Gimnosperme sono un gruppo di piante terrestri che produce semi non protetti da un ovario e quindi da un frutto, caratteristica queste che le distingue dalle più evolute Angiosperme. Comparsa sulla terra circa 350 milioni di anni fa, hanno dominato gli ecosistemi terrestri fino alla comparsa delle Angiosperme. Attualmente, comprendono circa 1000 specie.



Figura 11. Stazioni di osservazione di *Polygonatum multiflorum* nel corso dei censimenti floristici 2023 e 2024.

Al 30 aprile 2024, lo spettro biologico delle specie censite all'interno dell'area del Bosco “Belvedere” e dei Laghetti di Marteggia, evidenzia (Figura 12) una prevalenza di Emicriptofite (n=62 specie), piante erbacee perenni o bienni con gemme poste al livello del terreno. Seguono per abbondanza le Terofite (43 specie) e le Fanerofite (42 specie); le prime sono piante erbacee annuali che superano la stagione sfavorevole (invernale) allo stato di seme, mentre le seconde sono piante legnose con gemme poste ad un'altezza dal suolo > 25 cm e protette da perule. Deve essere tuttavia specificato che il censimento floristico per quadranti non considera valori di abbondanza relativa delle specie; perciò, malgrado la fisionomia della comunità sia quella di una foresta di latifoglie caducifoglie (specie queste fanerofitiche), dalla valutazione dello spettro biologico, basato soltanto sui censimenti floristici, emerge la dominanza delle specie erbacee (emicriptofite e terofite), situazione tipica dei rimboschimenti con grado di evoluzione verso un ecosistema boschivo ancora limitata.

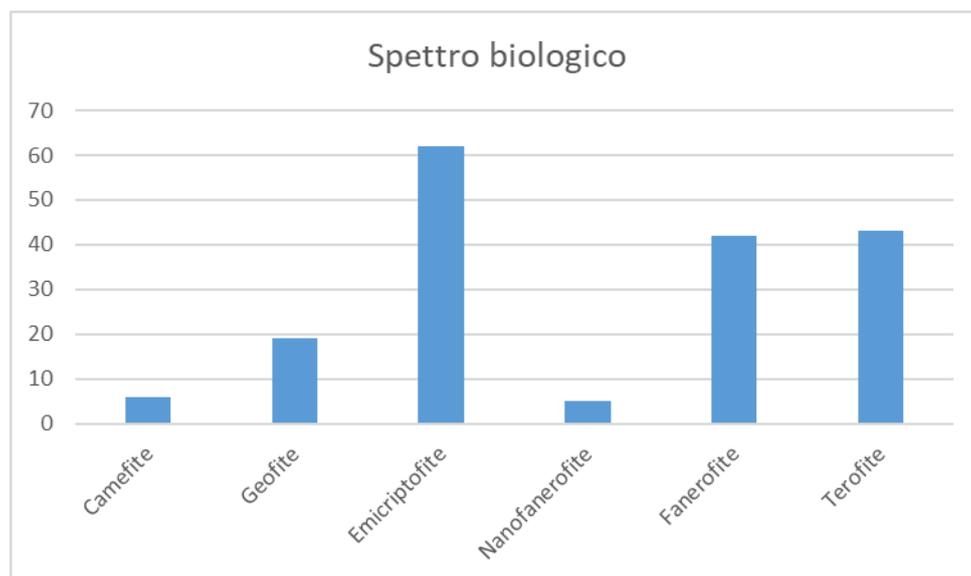


Figura 12. Spettro biologico delle specie censite al 30/04/2024.

Per quanto concerne l'entomofilia, al 30 aprile 2024 il numero di specie entomofile tra quelle censite nelle due aree di studio è pari a 126, ovvero circa il 71% del totale (177 specie).

I boschi planiziali di latifoglie caducifoglie sono contraddistinti da specie con periodi di fioritura tardo invernali-primaverili, assumendo perciò una particolare importanza nei confronti degli impollinatori. Contesti come il Bosco Belvedere di Meolo sono fondamentali nel fornire risorse alimentari (nettare e polline) nei primi mesi della primavera quando le specie appartenenti alle altre comunità vegetali (es. prati da sfalcio, o più in generale le comunità erbacee) non sono ancora in fiore.

3.2 Studio della vegetazione

Al 30 aprile 2024, sono stati eseguiti all’interno dell’area dei Laghetti di Marteggia un totale di 4 rilievi di vegetazione, nell’ambito di 2 giornate di campionamento (Tabella 6).

Nella Tabella 6, vengono riportati i dati generali dei plot permanenti rilevati (ovvero, data di rilevamento, rilevatori e coordinate geografiche). Si fa presente che gli ID assegnati ai plot sono progressivi rispetto a quelli assegnati ai plot rilevati nel Bosco Belvedere nel corso della primavera 2023.

Tabella 6. Plot di vegetazione rilevati presso i Laghetti al 30/04/2024.

ID plot	Data rilievo	Rilevatori	Coordinate (WGS84)	
			N	E
P19	12/04/2024	SMP, MB	45.602960	12.451245
P20	22/04/2024	SMP, MB	45.601996	12.450242
P21	22/04/2024	SMP, MB	45.601672	12.449850
P22	22/04/2024	SMP, MB	45.602660	12.456706

In Figura 13 viene riportata l’ubicazione dei plot presso i Laghetti di Marteggia, mentre nelle Figure a seguire (Figura 14 - Figura 17) si riportano le foto delle quattro aree di rilevamento della vegetazione.

I dati raccolti hanno contribuito ad implementare la matrice dei rilievi di vegetazione nella quale erano già stati riportati i dati raccolti presso il Bosco “Belvedere” durante la stagione di rilevamento 2023 (si veda Allegato 4 nel file .xls “Relazione intermedia aprile 2024 – Allegati”).



Figura 13. Plot rilevati al 30/04/2024 presso i Laghetti di Marteggia (elaborazione GIS in scala 1:2'000 su ortofoto 2021 – Regione del Veneto).



Figura 14. Area di rilevamento della vegetazione del plot P21 all'interno del Laghetti di Marteggia (foto: S.M. Preo).



Figura 15. Area di rilevamento della vegetazione del plot P22 all'interno del Laghetti di Marteggia (foto: S.M. Preo).



Figura 16. Area di rilevamento della vegetazione del plot P20 all'interno del Laghetti di Marteggia (foto: S.M. Preo).



Figura 17. Area di rilevamento della vegetazione del plot P19 all'interno del Laghetti di Marteggia (foto: S.M. Preo).

Dal punto di vista della vegetazione, l'area dei Laghetti di Marteggia è caratterizzata da una formazione boschiva igrofila che si dispone a contorno dei vecchi bacini idrici di cava.

La porzione boschiva Nord-orientale dell'area è quella che presenta lo strato arboreo con altezza media più elevata (15 m nei plot P19 e P22), dominato da *Populus nigra* (presente in P19 e P22 con copertura media del 50%). Oltre alla porzione boscata appena descritta, all'interno del sito dei Laghetti lo sviluppo di altre formazioni arboree risente dell'elevata igrofilia; infatti, a ridosso degli specchi d'acqua si localizzano soltanto strette aree spondicole dominate da *Salix alba* (plot P20) e da boschetti a *Robinia pseudoacacia* (plot P21), mentre verso i margini esterni dell'area si sviluppano formazioni per lo più lineari di modesta estensione caratterizzate da altre latifoglie (ad es. *Ulmus minor*, *Fraxinus angustifolia*, *Acer campestre*).

Lo strato arbustivo costituisce la matrice più sviluppata all'interno dell'area dei Laghetti, con valori di copertura molto elevati e mediamente pari al 73% ed un'altezza media degli arbusti di 2.25 m. Diversamente dal Bosco "Belvedere", in cui la specie dominante è *Crataegus monogyna*, nell'area dei Laghetti le maggiori coperture per questo strato sono registrate da *Cornus sanguinea* (presente in tutti quattro i plot, con copertura media del 35%), e *Rubus caesius* (presente in tutti quattro i plot, con copertura media del 22%).

In generale, lo strato erbaceo delle porzioni boscate presenta mediamente valori di copertura pari al 78% e un'altezza media di 30 cm. In tutti e quattro i rilievi è dominato da *Hedera helix* (copertura media del 71%), seguita da *Rubus caesius* (copertura media del 5%) e *Cornus sanguinea* (copertura media del 7%). Si segnala, inoltre, la presenza di plantule di specie arboree quali *Quercus robur* (presente in tutti e quattro i rilievi con copertura media del 0.8%) e *Acer campestre* (presente in 2 plot su 4 con una copertura media del 2%).

3.3 Raccolta e interpretazione dei dati da Tree Talker

3.3.1 CO₂ assorbita dagli alberi monitorati

Di seguito, viene riportato il calcolo di CO₂ assorbita per ognuna delle sei specie arboree monitorate attraverso i 6 TT (Tabella 7).

L'approccio applicato nel presente report ha l'obiettivo di determinare lo stock di CO₂ degli alberi nell'intervallo temporale di riferimento (1° agosto 2023 – 31 marzo 2024) e non nell'intera vita degli individui. Pertanto, si ricorda che il diametro (D) rappresenta il doppio dell'accrescimento radiale registrato nel periodo di riferimento, e non il diametro effettivamente misurato in campo (cfr. cap. 2.3.1 in Materiali e Metodi).

Tabella 7. Calcolo della massa di CO₂ assorbita per i sei alberi monitorati tramite TT.

Specie	<i>Acer campestre</i>		
TT	ID: 5; numero di serie: 71233045		
Crescita radiale 01/08/2023 – 31/03/2024	1.487 cm	AGB = 0.25D²H	8.996 kg
D	2.974 cm = 1.171 inches	TGW = AGB*1.2	10.795 kg
H	8 m = 26 feet	TDW = TGW*0.57	6.153 kg
		TCW = TDW*0.5	3.077 kg
		Massa CO₂ = TCW*3.6663	11.291 kg

Specie	<i>Carpinus betulus</i>		
TT	ID: 3; numero di serie: 71233046		
Crescita radiale 01/08/2023 – 31/03/2024	0.017 cm	AGB = 0.25D²H	0.0015 kg
D	0.035 cm = 0.014 inches	TGW = AGB*1.2	0.0018 kg
H	10 m = 33 feet	TDW = TGW*0.56	0.001 kg
		TCW = TDW*0.5	0.0005 kg
		Massa CO₂ = TCW*3.6663	0.0019 kg

Progetto di monitoraggio e valorizzazione del patrimonio naturalistico del Bosco "Belvedere" e dei prospicienti laghetti di Marteggia nel Comune di Meolo (VE)

Specie	<i>Fraxinus angustifolia</i>		
TT	ID: 6; numero di serie: 71233039		
Crescita radiale 01/08/2023 – 31/03/2024	1.549 cm	AGB = 0.25D²H	14.632 kg
D	3.097 cm = 1.219 inches	TGW = AGB*1.2	17.559 kg
H	12 m = 39 feet	TDW = TGW*0.63	11.062 kg
		TCW = TDW*0.5	5.531 kg
		Massa CO₂ = TCW*3.6663	20.299 kg

Specie	<i>Platanus x hispanica</i>		
TT	ID: 8; numero di serie: 71233041		
Crescita radiale 01/08/2023 – 31/03/2024	1.517 cm	AGB = 0.25D²H	10.532 kg
D	3.034 cm = 1.195 inches	TGW = AGB*1.2	12.639 kg
H	9 m = 30 feet	TDW = TGW*0.52	6.572 kg
		TCW = TDW*0.5	3.286 kg
		Massa CO₂ = TCW*3.6663	12.06 kg

Specie	<i>Populus alba</i>		
TT	ID: 4; numero di serie: 71233042		
Crescita radiale 01/08/2023 – 31/03/2024	1.38 cm	AGB = 0.25D²H	17.43 kg
D	2.76 cm = 1.087 inches	TGW = AGB*1.2	20.916 kg
H	18 m = 59 feet	TDW = TGW*0.52	10.876 kg
		TCW = TDW*0.5	5.438 kg
		Massa CO₂ = TCW*3.6663	19.958 kg

Specie	<i>Quercus robur</i>		
TT	ID: 9; numero di serie: 71233047		
Crescita radiale 01/08/2023 – 31/03/2024	1.714 cm	AGB = 0.25D²H	17.921 kg
D	3.428 cm = 1.35 inches	TGW = AGB*1.2	21.505 kg
H	12 m = 39 feet	TDW = TGW*0.57	12.258 kg
		TCW = TDW*0.5	6.129 kg
		Massa CO₂ = TCW*3.6663	22.493 kg

Il seguente istogramma (Figura 18) raffigura per ognuna delle specie monitorate la massa di CO₂ sequestrata nel periodo in esame. *Quercus robur* è risultata la specie con il maggior tasso di assorbimento di CO₂. Seguono *Fraxinus angustifolia*, *Populus alba*, *Platanus x hispanica*, *Acer campestre* e *Carpinus betulus*.

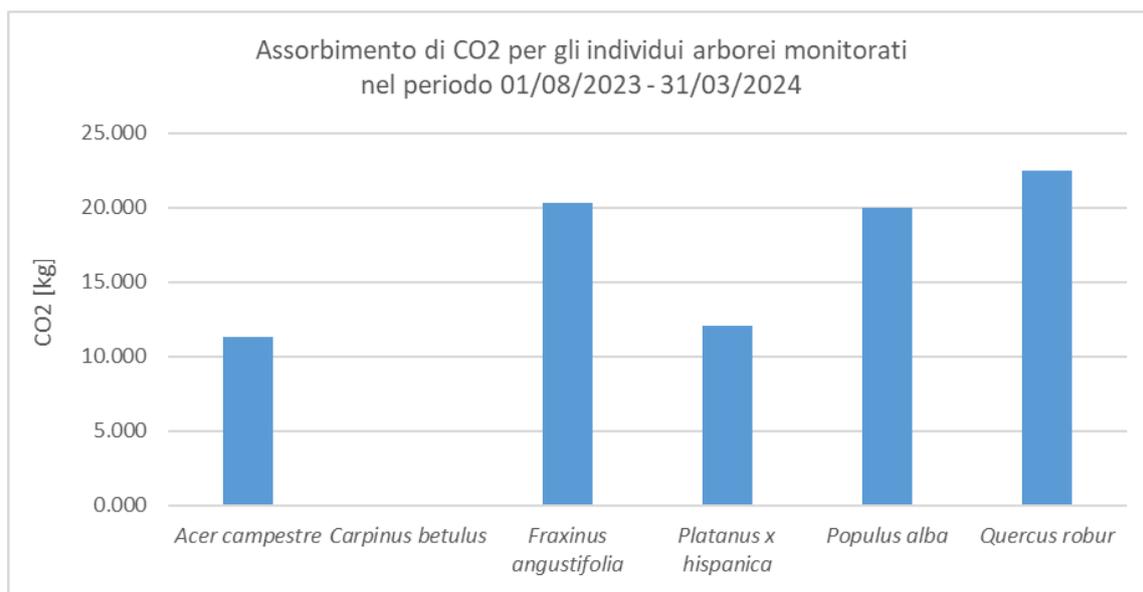


Figura 18. Quantità di CO₂ assorbita in kg per i 6 individui arborei monitorati nel periodo in esame (agosto 2023 – marzo 2024).

Si precisa, tuttavia, che si tratta di una stima preliminare di assorbimento di CO₂ degli individui monitorati in bosco. Pertanto, una volta che saranno risolti i problemi di trasmissione dati tra TT e TTcloud, i risultati sinora ottenuti saranno oggetto di riesamina e validazione.

3.3.2 CO₂ assorbita e Carbonio fissato dal Bosco

In Tabella 8 viene riportato il calcolo di CO₂ assorbita e del Carbonio fissato dall'intera estensione boschiva del Bosco Belvedere, seguendo la procedura illustrata nel paragrafo 2.3.2.

Tabella 8. Calcolo della CO₂ assorbita e del C fissato dal Bosco Belvedere. Stima basata sul tasso di assorbimento di CO₂ per specie.

Specie	N. medio individui / plot	N. totale individui nel Bosco	C fissato per individuo [kg]	CO ₂ assorbita per individuo [kg]	C fissato da tutti gli individui [kg]	CO ₂ assorbita da tutti gli individui [kg]
<i>Acer campestre</i>	0.15	1080	3.077	11.291	3'322.836	12'194.801
<i>Carpinus betulus</i>	0.15	1080	0.0005	0.0019	0.55	2.017
<i>Fraxinus angustifolia</i>	0.51	3672	5.531	20.299	20'309.816	74'537.023
<i>Platanus x hispanica</i>	0.04	288	3.286	12.06	946.405	3'473.306
<i>Populus alba</i>	0.33	2376	5.438	19.958	12'921.161	47'420.66
<i>Quercus robur</i>	1.07	7704	6.129	22.493	47'217.885	173'289.638
Totale kg					84'718.651	310'917.45
Totale t					84.719	310.917
t / ha					4.707	17.273

L'assorbimento di CO₂ da parte del Bosco nel periodo compreso tra il 1° agosto 2023 e il 31 marzo 2024 è stato pari a 310.9 t, per un valore di circa 17 t/ha. Il dato di Carbonio fissato è invece pari ad 84,7 t sull'intera estensione e a 4,7 t/ha.

Dalla consultazione di altri studi sull'assorbimento di CO₂ di boschi planiziali risulta come il dato calcolato per il Bosco Belvedere di Meolo sia superiore a quanto riportato in letteratura. Ad esempio, impianti di età simile (compresa fra 2 e 23 anni) in Friuli-Venezia Giulia presentano valori di Carbonio sequestrato pari a 3.4 t/ha*anno, e valori di CO₂ assorbita pari a 8.8 t/ha*anno (Alberti et al. 2015). I dati rilevati in Friuli-Venezia Giulia sono comparabili con quelli riportati in impianti di arboricoltura a latifoglie autoctone su terreni ex-agricoli in Europa (ad es. Poulton et al. 2003), con valori compresi fra 2.5 e 3.5 t di Carbonio/ha*anno.

In relazione a quanto sopra esposto, la stima di CO₂ sequestrata dall'intera superficie arborea del Bosco Belvedere presentata in questo report costituisce un dato da prendere con cautela che dovrà essere verificato con futuri approfondimenti e alla luce della risoluzione dei problemi tecnici legati alla trasmissione dati dei TT. Si evidenziano, in particolare, i seguenti limiti, già discussi in questo report.

Il calcolo della CO₂ sequestrata non è stato possibile per tutte le specie arboree in cui sono stati installati i dispositivi TT. Al 30 aprile 2024 non sono disponibili dati sull'accrescimento radiale di *Ulmus minor*, *Tilia platyphyllos* e *Sorbus torminalis*.

L'estensione del dato di CO₂ assorbita per singolo albero a tutti gli alberi della medesima specie presenti nel Bosco è una generalizzazione che presenta dei limiti in quanto non considera la variabilità spaziale dei fattori ambientali che controllano il processo della fotosintesi, e quindi lo stoccaggio della CO₂, che differiscono sensibilmente anche tra individui di una stessa specie in base alle condizioni ambientali e alla competizione intra e interspecifica. Alcuni di questi fattori riguardano, ad esempio, la disponibilità di acqua e di nutrienti (soprattutto Azoto (N)) nel suolo, l'intensità di luce o la presenza di condizioni di stress che possono rallentare il processo fotosintetico (Ericsson et al, 1996; Magnani & Raddi, 2021).

3.4 Contributo del bosco al processo di impollinazione

Al 15 maggio 2024 è stata eseguita soltanto la prima campagna di campionamento con *vane traps* all'interno del Bosco Belvedere e dell'area dei Laghetti di Marteggia.

La restituzione di dati relativi alla ricchezza in specie di impollinatori, alle abbondanze relative e alla presenza di pattern distributivi delle specie in relazione alla complessità strutturale della vegetazione dei siti indagati sarà possibile dopo che saranno condotte le operazioni di *sorting* sui campioni raccolti, comprendenti cioè la determinazione dei taxa catturati e la loro suddivisione in gruppi funzionali (impollinatori, predatori, parassitoidi, parassiti).

Di particolare interesse sarà la presenza di pattern distributivi delle specie di impollinatori, la quale sarà dedotta relazionando i dati campionati con le *vane traps* (ad es. numero di taxa per gruppo funzionale) con la mappa distributiva delle specie entomofile (v. Primo report intermedio), con i censimenti floristici per quadranti e con la struttura della vegetazione presente nel Bosco e presso i Laghetti di Marteggia.

4. CONCLUSIONI

Nel corso della primavera 2024 il censimento floristico per quadranti è proseguito contribuendo ad aggiornare la lista floristica dei siti oggetto di studio ed aggiungendo ad essa ben 27 specie vegetali precedentemente non rilevate. Al 30 aprile 2024, il totale delle specie vegetali rilevate nelle due aree di studio (Bosco “Belvedere” e Laghetti di Marteggia) ammonta a 177, di cui 106 nel Bosco “Belvedere” e 80 nei Laghetti di Marteggia.

Nel periodo di riferimento del presente report l’attività di rilevamento della vegetazione è ripresa a partire dal mese di aprile 2024 e si è concentrata nell’area dei Laghetti di Marteggia, non rilevata nella stagione di campionamento 2023. I quattro rilievi finora condotti in quest’area evidenziano la presenza coperture arbustive molto elevate, mentre lo strato arboreo è dominato da individui di *Populus nigra*, soprattutto nella porzione Nord-orientale del sito, e da altre formazioni arboree spondicole a prevalenza di *Salix alba* e *Robinia pseudoacacia*.

A partire dai valori di CO₂ assorbita da 6 dei 20 alberi monitorati mediante TT è stato possibile calcolare il valore di CO₂ sequestrata dal Bosco Belvedere, considerando il numero di individui delle 6 specie arboree monitorate, nell’intera area boscata. **L’assorbimento di CO₂ da parte del Bosco nel periodo compreso tra il 1° agosto 2023 e il 31 marzo 2024 è stato pari a 310.9 t, per un valore di circa 17 t/ha. Il dato di Carbonio fissato è invece pari a 4,7 t/ha per un totale di 84,7 t sull’intera estensione.** Si precisa che quanto calcolato costituisce una stima preliminare da prendere con cautela; i dati dovranno essere verificati ed eventualmente validati con futuri approfondimenti, alla luce della risoluzione dei problemi tecnici legati alla trasmissione dati dei TT.

All’inizio del mese di maggio 2024 è stata eseguita la prima campagna di campionamento con *vane traps* all’interno del Bosco Belvedere e dell’area dei Laghetti di Marteggia. La restituzione di dati relativi alla ricchezza in specie di impollinatori, alle abbondanze relative e alla presenza di pattern distributivi delle specie in relazione alla complessità strutturale della vegetazione dei siti indagati sarà possibile dopo che saranno condotte le operazioni di *sorting* sui campioni raccolti, comprendenti cioè la determinazione dei taxa catturati e la loro suddivisione in gruppi funzionali (impollinatori, predatori, parassitoidi, parassiti).

5. BIBLIOGRAFIA

- Adorni M.; Alessandrini A.; Andreatta S.; Ardenghi N.M.G.; Argenti C.; Bertolli A.; ... & Wilhalm T., 2022. *Cartografia floristica del Nord Italia: stato dell'arte*. Ann. Mus. civ. Rovereto, 37, 17-28.
- Anderle A, Ciccarese L, Dal Bon D, Pettenella D, Zanolini E, 2002. *Assorbimento e fissazione di carbonio nelle foreste e nei prodotti legnosi in Italia*. Rapporto 21/2002, APAT, Roma.
- Angelini P., Casella L., Grignetti A., Genovesi P. (ed.), 2016. *Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: habitat*. ISPRA, Serie Manuali e linee guida, 142/2016. 280 pp.
- Asgharina S., Valentini R., 2023. *Converting Raw TreeTalker Data into Physical Units. Version: TT+ 3.4 – String type: 59/49*. DIBAF – University of Tuscia. Nature 4.0 SB S.r.l.
- Barbati A., Ferrari B., Alivernini A., Quatrini A., Merlini P., Puletti N., & Corona P., 2014. *Sistemi forestali e sequestro del carbonio in Italia*. L'Italia Forestale e Montana, 69(4), 205-212.
- Bartolucci F., Peruzzi L., Galasso G. et al., 2018. *An updated checklist of the vascular flora native to Italy*. Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology, 152:2, 179-303.
- Braun-Blanquet J., 1964. *Pflanzensoziologie, Grundzüge der Vegetationskunde*. 3rd Edition, Springer-Verlag, Berlin. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-7091-8110-2>.
- Brusa G., Bottinelli A., Castiglioni L.R., Cerabolini B.E.L. (2012). *La flora erbacea nemorale nel Parco Nord Milano*. Informatore Botanico Italiano, 44(1) 153-158
- Buffa, G., Ferrarini, A., Malagoli, C. et al., 2005. *Strumenti e Indicatori per la salvaguardia della biodiversità*. Regione del Veneto – Segreteria Regionale all' Ambiente e al Territorio. 48 pp.
- Buffa G., Carpanè B., Casarotto N. et al., 2016. *Lista rossa regionale delle piante vascolari – Regione del Veneto*. Regione del Veneto, Società Botanica Italiana. 207 pp.
- Casetta D., Salvatori M., 2020. *Studio della vegetazione attuale del Bosco Belvedere di Meolo e dei prospicienti laghetti di Marteggia*. In: Progetto di valorizzazione del patrimonio naturalistico del Bosco Belvedere di Meolo e promozione del turismo ambientale in quest'area e presso l'impianto di depurazione.
- Celesti-Grapow L., Alessandrini A., Arrigoni P.V. et al., 2010. *Non-native flora of Italy: Species distribution and threats*. Plant Biosyst. 144:12–28.
- Celesti-Grapow L., Alessandrini A., Arrigoni P.V. et al., 2009a. *Inventory of the non-native flora of Italy*. Plant Biosystems, 143:2, 386-430.
- Celesti-Grapow L., Pretto F., Brundu G. et al., 2009b. *A thematic contribution to the National Biodiversity Strategy. Plant Invasion in Italy, an overview*. Rome: Ministry for the Environment Land and Sea Protection, Nature Protection Directorate.
- Chytrý M., Otýpková Z., 2003. *Plot sizes used for phytosociological sampling of European vegetation*. J. Veg. Sci. 14: 563–570.

- Cornelissen, J.H.C., Lavorel, S., Garnier, E., Diaz, S., Buchmann, N., Gurvich, D.E., Reich, P.B., Ter Steege, H., Morgan, H.D., Van Der Heijden, M.G.A., Pausas, J.G., Pooter, H., 2003. *Handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide*. Aust J Bot A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. Australian Journal of Botany 51, 335–380.
- Dengler J., Chytrý M., Ewald J., 2008. *Phytosociology*. In Sven Jørgensen E. and Fath B.D. (Ed.), General Ecology. Vol. [4] of Encyclopedia of Ecology, pp. 2767-2779. Oxford: Elsevier.
- Ericsson T., Rytter L., & Vapaavuori E., 1996. *Physiology of carbon allocation in trees*. Biomass and Bioenergy, 11(2-3), 115-127.
- Galasso G., Conti F., Peruzzi L. et al. 2018. An updated checklist of the vascular flora alien to Italy. Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology, 152:3, 556-592.
- Greig-Smith P., 1952. *The Use of Random and Contiguous Quadrats in the Study of the Structure of Plant Communities*. Annals of Botany, 16(62), 293–316.
- Gollan, J. R., Ashcroft, M. B., & Batley, M. (2011). *Comparison of yellow and white pan traps in surveys of bee fauna in New South Wales, Australia (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila)*. Australian Journal of Entomology, 50, 174-178.
- Hall, M. (2018). *Blue and yellow vane traps differ in their sampling effectiveness for wild bees in both open and wooded habitats*. Agricultural and Forest Entomology, 20(4), 487-495.
- Pignatti S., 1975. *Zum Stand der floristischen Kartierung Mitteleuropas in Norditalien*. Gött. Flor. Rundbr., 9 (2): 61-63.
- Pignatti S., 1982. *Flora d'Italia*. Prima edizione. Edagricole.
- Pignatti S., 2017. *Flora d'Italia*. Seconda edizione. Edagricole.
- Raunkjær C., 1934. 4. *The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography*. Clarendon Press, Oxford.
- Scarton F., Mezzavilla F., 2023. *Escursioni in pianura alla scoperta di ambienti e fauna – 20 percorsi fra Veneto e Friuli-Venezia Giulia*. Editoriale Programma. 191 pp.
- Shadman S., Khalid P.A., Hanafiah M.M., Koyande A.K., Islam M.A., Bhuiyan S.A., ... & Show P.L., 2022. *The carbon sequestration potential of urban public parks of densely populated cities to improve environmental sustainability*. Sustainable energy technologies and assessments, 52, 102064.
- Stephen, W.P., & Rao, S. (2005). *Unscented color traps for non-Apis bees (Hymenoptera: Apiformes)*. Journal of the Kansas Entomological Society, 373-380.
- Stoppa G., Villani M., Buffa G., 2012a. *Valutazione della funzionalità dei boschi planiziali relitti della pianura veneta orientale per la conservazione delle specie nemorali erbacee*. Archivio Geobotanico 14: 51 66. ISSN 1122 7214
- Stoppa G., Villani M., Buffa G., 2012b. *La componente floristica dei relitti boscati della pianura veneta orientale: qualità e grado di conservazione*. Informatore Botanico Italiano 44: 301 313.

Tabacchi G., Di Cosmo L., & Gasparini P., 2011. *Aboveground tree volume and phytomass prediction equations for forest species in Italy*. European Journal of Forest Research, 130(6), 911-934.

Thompson H.R., 1958. *The statistical study of plant distribution patterns using a grid of quadrats*. Australian Journal of Botany, 6(4), 322-342.

Valentini R., Marchesini L.B., Gianelle D., Sala G., Yaroslavtsev A., Vasenev V.I., Castaldi S., 2019. *New tree monitoring systems: From industry 4.0 to nature 4.0*. Ann. Silvic. Res., 43: 84–88.

Wilmer P., 2011. *Pollination and Floral Ecology*. Princeton University Press, New Jersey.

6. MATERIALE ASSOCIATO ALLA RELAZIONE

- File .xls “Relazione intermedia aprile 2024 – Allegati”, contenente:
 - Allegato 1: griglia censimento quadranti Bosco;
 - Allegato 2: griglia censimento per quadranti Laghetti;
 - Allegato 3: checklist delle specie censite aggiornata ad aprile 2024;
 - Allegato 4: matrice dei rilievi di vegetazione aggiornata ad aprile 2024;
- Cartella .zip “Relazione intermedia aprile 2024 – Shapefiles”, contenente gli shapefiles di:
 - Punti di rilievo della vegetazione (plot) presso i Laghetti.