PARCHIVERBANOTICINO

PARCHIVERBANOTICINO - IL LAGO MAGGIORE, IL FIUME TICINO SUBLACUALE E LE AREE NATURALI PROTETTE. VERIFICA E SPERIMENTAZIONE DI SCENARI DI GESTIONE SOSTENIBILI E CONDIVISI.

ID 481668 CUP G19C18000070007

WP4 - Valutazione degli effetti delle variazioni dei livelli sul sistema lago attraverso nuovi indicatori

Attività WP4_05 - Analisi delle condizioni di riferimento extra bacino

REPORT FINALE

MARZO 2023

GRAIA Srl
Via Repubblica, 1
21020 Varano Borghi (VA)
e-mail: info@graia.eu
0332 961 097

Indice

1 Il progetto PARCHIVERBANOTICINO 2

2 Inquadramento delle aree di studio 3

3 Materiali e metodi 9

3.1 Rilievo topografico 9

3.2 Rilievo morfo-batimetrico 11

3.3 Monitoraggio dello stato di salute del canneto 13

4 Portate del Fiume Mera e andamento dei livelli lacustri..... 15

4.1 Portate Fiume Mera 15

4.2 Livelli idrici del lago 15

5 Risultati 20

5.1 Caratterizzazione della vegetazione igrofila e rilievo topografico del canneto 20

5.1.1 Rilievo topografico del canneto 23

5.1.2 Rilievo della vegetazione spondale nel 2022 28

5.2 Rilievo morfo-batimetrico 32

5.3 Monitoraggio dello stato di salute del canneto 34

5.3.1 Transetto 1 36

5.3.2 Transetto 2 39

5.3.3 Transetto 3 42

5.3.4 Transetto 4 45
5.3.5 Transetto 5 48
5.3.6 Transetto 6 51
5.3.7 Transetto 7 54
5.3.8 Transetto 8 57
5.3.9 Transetto 9 61
5.3.10 Sintesi dei risultati 67

6 Conclusioni 78

7 Bibliografia 81

1 IL PROGETTO PARCHIVERBANOTICINO

La Riserva Naturale Pian di Spagna è partner del Progetto Interreg PARCHIVERBANOTICINO – ID 481668 approvato con D.d.S. n. 18691 del 12/12/2018 pubblicato sul B.U.R.L. Serie Ordinaria n. 51 del 17/12/2018.

Il Progetto nasce dall'esigenza, espressa da numerosi soggetti del territorio, di cooperare ai fini di definire un quadro di conoscenze a supporto della regolazione del Lago Maggiore e del fiume Ticino efficiente e sostenibile anche in termini ambientali, con particolare riferimento alle aree di maggiore rilevanza naturalistica.

Il progetto è promosso da un partenariato composto da due capifila, uno italiano, l'Ente gestore delle aree protette del Ticino e del Lago Maggiore, e uno svizzero, la Fondazione Bolle di Magadino, e dai seguenti partner: Parco lombardo della Valle del Ticino, Università degli Studi dell'Insubria, Consorzio del Ticino, CNR e Riserva Naturale Pian di Spagna e Lago di Mezzola.

Il progetto ParchiVerbanoTicino è articolato in 8 Work package (WP). Nel progetto la Riserva è impegnata con il proprio personale in diverse attività, insieme agli altri partner, ma di una in particolare ha competenza diretta ed esclusiva: si tratta dell'attività 4.5 "Analisi di condizioni di riferimento extra bacino" del Work Package 4 "Valutazione degli effetti delle variazioni dei livelli sul sistema lago attraverso nuovi indicatori".

Per questa attività il progetto prevede indagini relative alla vegetazione igrofila e il rilievo dell'avifauna tramite inanellamento. Le attività di inanellamento hanno un ampio e consolidato pregresso e quindi si inseriscono,

d'intesa con Uninsubria che è l'altro partner coinvolto, nelle attività già in essere. Per quanto riguarda invece il rilevamento e il monitoraggio del canneto, attività che non viene eseguita ormai da molti anni e che non può essere effettuata da personale interno, è stato affidato a GRAIA Srl l'incarico di consulenza specialistica.

Le attività sul lago di Mezzola serviranno come riferimento non regolato ed esterno da utilizzare per valutare comparativamente stato ecologico delle aree naturali spondali connesso alla gestione dei livelli nel Lago Maggiore. Attraverso lo studio delle aree sondali del lago di Mezzola, quindi, si intende avere un sistema extra bacino di riferimento.

Nella presente relazione vengono descritti esclusivamente i risultati delle attività affidate a GRAIA Srl che prevedevano:

- raccolta e riorganizzazione delle informazioni già disponibili relative alle formazioni a canneto in merito alla loro estensione, la loro evoluzione nel tempo e lo stato di salute;
- caratterizzazione della vegetazione igrofila e rilievo topografico del canneto, condotto sull'intera superficie del lago e delle sue pertinenze spondali nel momento di massima espansione delle formazioni vegetali;
- rilievo morfo-batimetrico della conca lacustre nelle fasce interne al canneto (almeno 50 m) sul fronte lago, ai fini di cogliere le possibili dinamiche evolutive;
- monitoraggio dello stato di salute del canneto, valutato in aree campione attraverso rilievi floristicovegetazionali, raccolta di parametri generali sullo stato di salute dell'intero canneto (come la presenza di fenomeni di *clumping*) e misura di parametri macromorfologici delle singole cannucce di *Phragmites australis* (ad es. densità, altezza e diametro); a seconda del tipo di indagine i rilievi sono stati condotti in periodo tardo estivo (al momento di massima espansione della vegetazione) o durante tutto il periodo vegetativo.

2 INQUADRAMENTO DELLE AREE DI STUDIO

La Riserva Naturale Pian di Spagna e Lago di Mezzola è stata istituita da Regione Lombardia nel 1983 in attuazione delle direttive contenute nella Convenzione di Ramsar (Iran, 1971), aventi come finalità quelle di assicurare l'ambiente idoneo alla sosta e alla nidificazione dell'avifauna migratoria, di tutelare e mantenere le caratteristiche naturali e paesaggistiche della zona classificata umida, di disciplinare e controllare la fruizione dell'area a fini didattico-ricreativi e di valorizzare le attività socio-economiche presenti nell'area nel rispetto delle esigenze di conservazione dell'ambiente.

Il territorio della Riserva Naturale Pian di Spagna – Lago di Mezzola è riconosciuto come Zona Speciale di Conservazione (ZSC) e Zona di Protezione Speciale per l'avifauna e fa quindi parte della Rete Ecologica europea "Natura 2000". La Rete rappresenta un complesso di luoghi caratterizzati dalla presenza di habitat e specie, sia animali sia vegetali, di interesse comunitario, la cui funzione è quella di garantire la sopravvivenza a lungo termine della biodiversità presente sul continente europeo.

La Regione Lombardia con D.G.R. 8 febbraio 2006 n. 8/1876 ha rivisto i confini del SIC (ora ZSC) e ne ha ampliato la superficie, includendo il laghetto Pozzo di Riva, i territori immediatamente circostanti e il canale di collegamento tra di esso e il lago di Mezzola. Lungo questo canale si trovano l'ex area Falk di Novate Mezzola, acciaieria in attività dal 1964 al 1991, e più a nord, nel comune di Samolaco, una discarica realizzata a servizio della stessa. L'ex zona industriale è stata oggetto di interventi di mitigazione dell'impatto ambientale delle aree dismesse ma non di bonifica.

Il Pian di Spagna si trova nella parte più settentrionale della Lombardia e costituisce la piccola pianura, estesa poco meno di 1600 ettari, posta alla confluenza della Valtellina e della Valchiavenna, tra il lago di Mezzola e la porzione più settentrionale del lago di Como. L'area è del tutto pianeggiante ed è posta a circa 200 metri

sul livello del mare. Questa si estende tra le province di Sondrio e Como e comprende cinque comuni: Sorico e Gera Lario (Como), Dubino, Verceia e Novate Mezzola (Sondrio). Inoltre, proprio nell'area del Pian di Spagna hanno origine tre gruppi montuosi dalle caratteristiche differenti: a nord-ovest le Alpi Lepontine con il versante roccioso del Monte Berlinghera (1930 metri di altitudine); a nord-est le Alpi Retiche con le cime granitiche che fanno da contorno alla Valle dei Ratti e alla Val Codera e con lo sperone roccioso squadrato del Sasso Manduino (2888 metri); a sud la lunga catena delle Alpi Orobie, con lo scenografico versante Nord del Monte Legnone (2609 metri) a chiudere l'orizzonte.

La vegetazione che attualmente caratterizza il Pian di Spagna è il risultato di una serie di vicende naturali e di interventi umani. Grazie a questi ultimi, buona parte del piano è oggi utilizzata a scopo agrario, con un'ampia estensione di prati stabili, umidi e/o asciutti e una minore superficie di campi, coltivati soprattutto a mais, cui si può aggiungere una residua superficie coltivata a pioppeti. L'utilizzo agronomico principale delle aree aperte è la produzione di foraggi per l'alimentazione dei bovini, in particolare delle bovine da latte e/o da rimonta: fieno da prato stabile, e in misura minore da prati da vicenda (loietto e medica) e mais da insilato. Dal punto di vista strettamente naturalistico, la vegetazione più interessante è quella che si sviluppa sui fondali poco profondi degli specchi e dei corsi d'acqua, sui terreni con essi confinanti caratterizzati da un elevato grado di umidità e in quelle aree ad umidità minore, ma interessate da una più o meno regolare e intensa sommersione idrica. Un altro ambito per lo sviluppo di una vegetazione particolare è quello delle zone agricole marginali, nelle quali l'intervento umano, sporadico o regolare, limita l'espansione del canneto mantenendo uno spazio aperto allo sviluppo delle praterie igrofile altrimenti confinate in una stretta fascia chiusa tra terreni agricoli con vegetazione più antropizzata e il canneto.

L'area di studio specifica analizzata per lo svolgimento delle attività contenute nel progetto Interreg è localizzata nella parte meridionale del lago di Mezzola, dove il corpo idrico è circondato da praterie igrofile, canneti di estensione significativa e resti di bosco planiziale ripariale, risultando quindi utile per il confronto extra bacino rispetto al Lago Maggiore.

Il lago di Mezzola è un lago prealpino profondo di origine naturale, formatosi a seguito della separazione della porzione settentrionale del lago di Como ad opera dei depositi alluvionali del fiume Adda. Infatti, fino all'epoca romana il fiume sfociava più a nord, in località Bocca d'Adda a monte di Nuova Olonio; successivamente, eventi di piena e bonifiche spostarono il tratto terminale dell'Adda, rettificato a metà del 1800, nella posizione attuale, dando origine alla zona paludosa di Pian di Spagna che divide i due laghi.

Il principale tributario del lago di Mezzola, il fiume Mera, rappresenta anche il suo emissario, che lo collega al Lario. Inoltre, il lago riceve l'emissario del laghetto Pozzo di Riva, chiamato Fosso di Riva. Altri apporti idrici derivano dal torrente Codera a nord, dal torrente Ratti ad est, da torrenti minori che scendono dal versante occidentale del lago e dal canale di Spinida proveniente dal Pian di Spagna. La stratificazione termica estiva del lago di Mezzola non dà luogo ad un termoclinio molto netto ed è influenzata dall'elevata portata dell'immissario principale. La circolazione delle acque avviene solo una volta l'anno e pertanto il lago è monomittico. Il tempo teorico di ricambio, pari a poco più di due mesi, è molto ridotto, considerato il volume rilevante del lago.

Il bacino idrografico del lago di Mezzola è situato in parte in territorio svizzero, per il primo tratto del Mera; la porzione compresa in territorio lombardo, pari a 539,8 km^2 (PTUA, 2016), include i laghi Montespluga, Truzzo, Acqua Fraggia e Pozzo di Riva. È caratterizzato prevalentemente da aree naturali, con aree agricole poco estese e bassa densità abitativa.

Il fiume Mera, con la Val Bregaglia e la Valchiavenna, è stato interessato dall'evento franoso della parete nord-est del Pizzo Cengalo, che il 23 agosto 2017 ha generato in Val Bondasca una colata di detriti per circa 4 milioni di metri cubi di materiale, dando origine ad un notevole apporto di detrito grossolano e particolato nel lago. Inoltre, tra l'11 e il 12 giugno 2019, il lago è stato colpito da un intenso fenomeno alluvionale che ha avuto forti ripercussioni sulla concentrazione di solidi sospesi nelle acque. Per la sua natura e collocazione

geografica, comunque, il bacino imbrifero del lago di Mezzola veicola anche in condizioni ordinarie una buona quota di detrito fine (Prina *et al.*, 1999), che penalizza la trasparenza delle acque lacustri ed è sempre riscontrabile anche durante l'analisi microscopica del fitoplancton sul campione integrato raccolto nella zona eufotica, in particolare nei campioni primaverili.

Il lago di Mezzola è stato individuato tra i corpi idrici a particolare destinazione funzionale per la vita dei pesci salmonicoli, al fine di tutelarne la vocazione ittica.

Tabella 2-1: caratteristiche morfometriche e idrologiche del lago di Mezzola (fonti: Osservatorio Laghi Lombardi, 2005 ad eccezione di (1) PTUA 2016; (2) dato calcolato da ARPA Lombardia)

Bacino idrografico	
Bacino idrografico	Fiume Adda (sottobacino F. Mera)
Area	721 km^2
Altitudine massima	3378 m s.l.m. (Cima di Castello)
Immissari principali	Fiume Mera
Emissario principale	Fiume Mera
Lago	
Macrotipo	L2
Tipo	AL6 - Laghi/invasi sudalpini, profondi
Area (1)	5,5 km^2
Rapporto area bacino/area lago (2)	131,1
Perimetro	13,6 km
Indice di sinuosità (2)	1,64
Profondità massima	69 m
Profondità media	26 m
Altitudine media	199 m s.l.m.
Volume	149×10^6 m^3
Tempo teorico di ricambio	0,2 anni
Classificazione termica	Monomittico

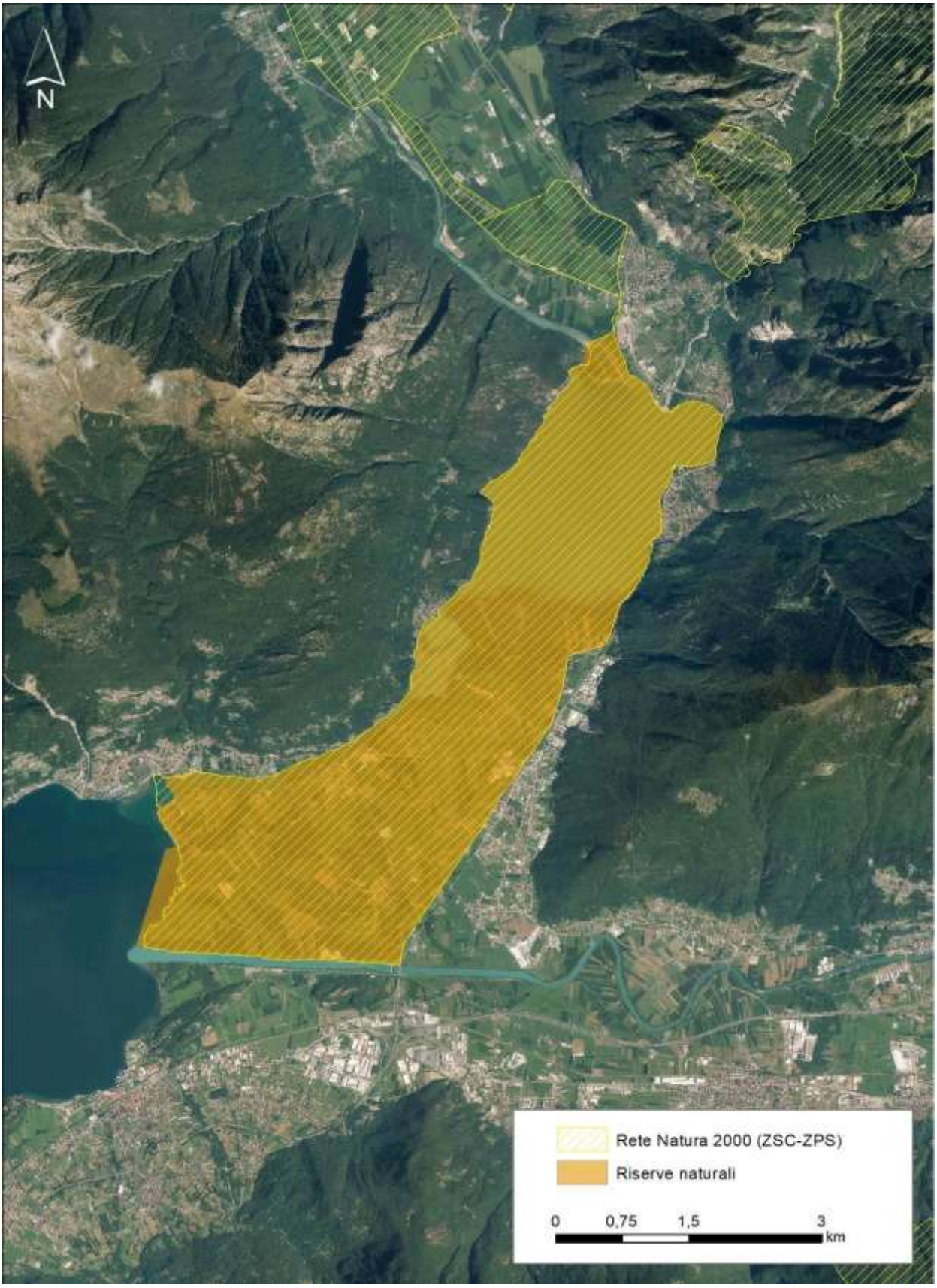
N
Rete Natura 2000 (ZSC-ZPS)
Riserve naturali
0
0,75
1,5
3
km

Figura 2-1: inquadramento generale della Riserva Naturale Pian di Spagna e Lago di Mezzola

N
AREA DI STUDIO
0
0,5
1
km

Figura 2-2: inquadramento dell'area di studio

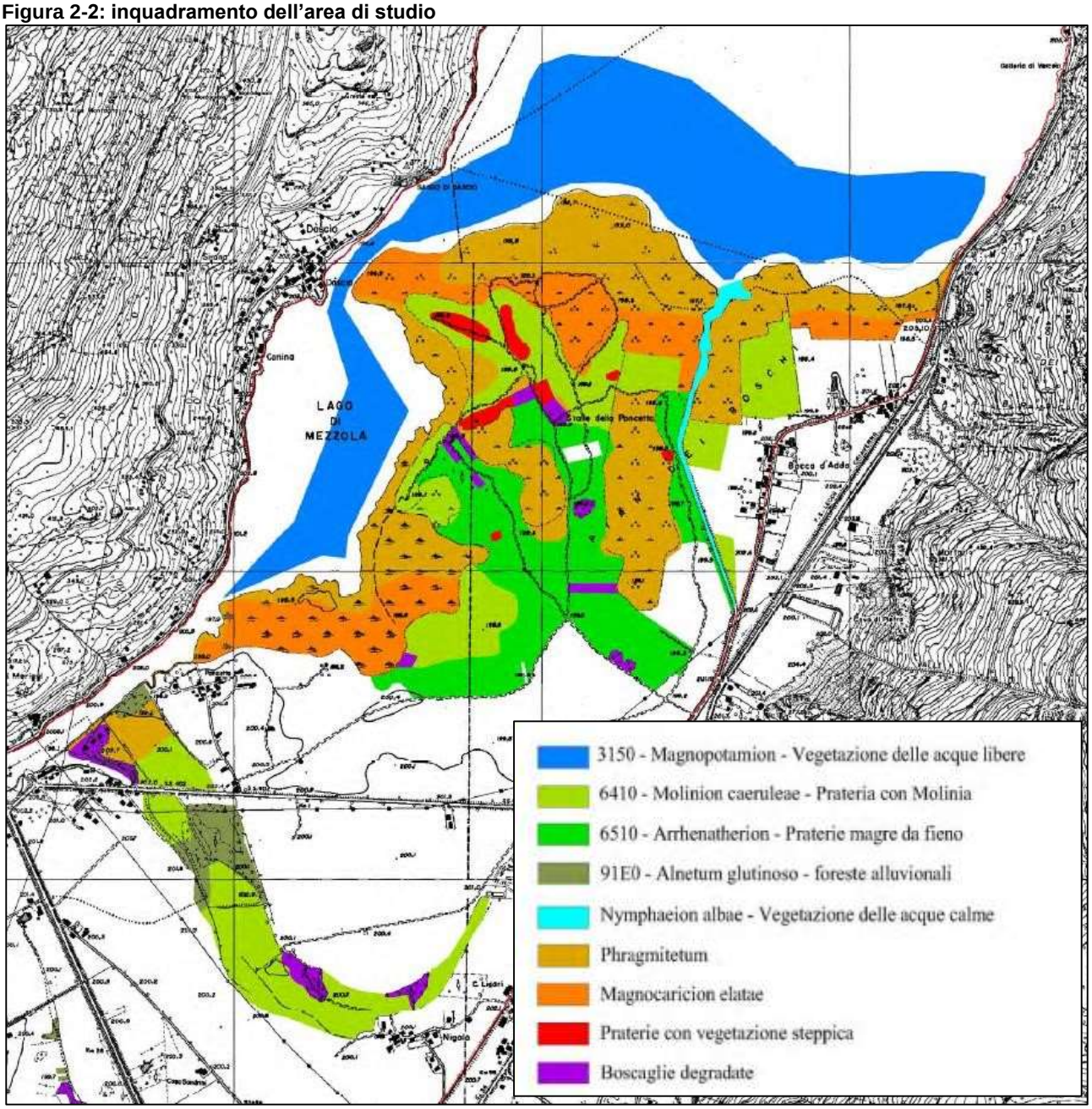

Figura 2-3: estratto dalla mappa degli habitat del Piano di gestione della Riserva Naturale

Considerato lo scopo del progetto, che prevede un confronto tra il Lago di Mezzola e il Lago Maggiore, e in particolare un confronto tra le risposte dei due sistemi alle variazioni dei livelli lacustri, strettamente connesse alla distribuzione altimetrica dei diversi ambienti, l'area di studio è stata caratterizzata da un punto di vista altitudinale elaborando il DTM (Digital Terrain Model) con risoluzione 5 m disponibile sul geoportale della Regione Lombardia (https://www.geoportale.regione.lombardia.it/).

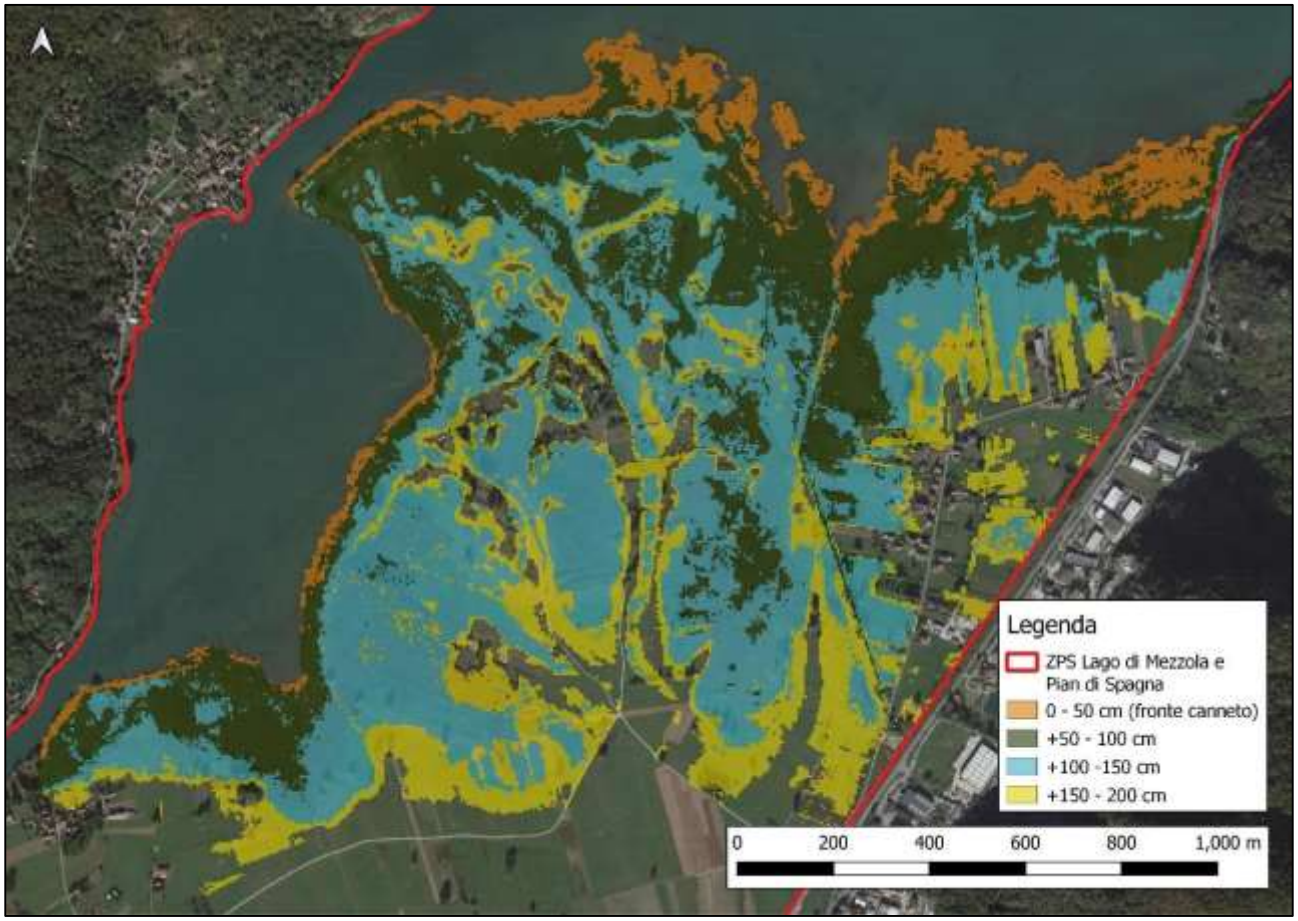

Figura 2-4: elaborazione del DTM (5x5 m) estratto dal geoportale della Regione Lombardia

3 MATERIALI E METODI

Come già detto nel capitolo introduttivo, le attività hanno previsto:

- raccolta e riorganizzazione delle informazioni già disponibili;
- caratterizzazione della vegetazione igrofila e rilievo topografico delle aree a canneto;
- rilievo morfo-batimetrico della conca lacustre nella porzione più vicina al canneto;
- monitoraggio dello stato di salute del canneto, valutato in aree campione attraverso rilievi floristicovegetazionali, raccolta di parametri generali sullo stato di salute dell'intero canneto e misura di parametri macromorfologici delle singole cannucce di *Phragmites australis*.

Di seguito vengono indicate le metodologie utilizzate per le diverse attività.

3.1 RILIEVO TOPOGRAFICO

Per quel che riguarda il rilievo topografico delle aree a canneto nel momento di massima espansione, è stato utilizzato lo strumento Topcon Hiper V in modalità rover per l'acquisizione dei punti GPS tramite il metodo RTK (Real Time Kinematic); la metodologia prevede che il rover si connetta a una rete di stazioni fisse chiamata "NatGeo", da cui ricevere in tempo reale le correzioni della posizione. La comunicazione avviene grazie a una connessione internet alla rete NatGeo, tramite segnale GSM/GPRS.

Figura 3-1: rilievo topografico del fronte del canneto con lo strumento Topcon Hiper V

Tutte le informazioni spaziali raccolte vengono restituite nel sistema di coordinate WGS84 UTM 32N (EPSG 32632) e le quote, inizialmente ellissoidiche, vengono ricondotte al geoide con opportune trasformazioni (grigliato VERTO). I dati sono poi importati all'interno di un ambiente di lavoro GIS, con lo scopo di trasformare i dati grezzi puntuali in altre geometrie vettoriali (polilinee e poligoni). Per ogni rilievo viene acquisito un caposaldo di riferimento, al fine di poter confrontare rilievi eseguiti in momenti diversi. L'output finale è così costituito da un unico shapefile contenente le geometrie di tutti i canneti monitorati e le relative caratteristiche.

Figura 3-2: immagini raccolte durante le attività di rilievo topografico del canneto

3.2 RILIEVO MORFO-BATIMETRICO

Per quel che concerne il rilievo batimetrico e la sua successiva elaborazione, essi sono stati eseguiti attraverso le fasi di seguito illustrate:

- individuazione dei capisaldi di riferimento per la successiva georeferenziazione del rilievo;

- definizione delle condizioni di riferimento della misura;
- misura dei parametri dell'acqua per la taratura in loco della strumentazione per il rilievo batimetrico; - esecuzione del rilievo morfo-batimetrico;
- raccolta dei dati;
- elaborazione e correzione dei dati.

Le misure effettuate sono riferite alla quota effettiva del livello del lago nel giorno dell'esecuzione del rilievo. La quota del pelo libero del lago è, quindi, la condizione di riferimento della misura, e la quota del fondo (in m s.l.m.) viene calcolata come differenza tra la quota istantanea del pelo libero e la profondità rilevata dall'ecoscandaglio.

Per l'esecuzione di un rilievo morfo-batimetrico è necessaria la rilevazione contemporanea di almeno 5 parametri, di cui 4 ricavati dalla strumentazione GPS: l'ora, le tre coordinate (latitudine, longitudine e quota) e la misura di profondità fornita dall'ecoscandaglio.

Durante l'esecuzione del rilievo, per ciascun punto battuto, i suddetti parametri vengono elaborati e registrati da un software dedicato, in grado di associare i valori ottenuti dal sistema GPS e dall'ecoscandaglio. La visualizzazione in tempo reale del lavoro effettuato permette di agire tempestivamente sul risultato, ad esempio infittendo i punti di misura dove risultano scarsi o predisponendo specifiche rotte di navigazione per indagare determinate aree.

Figura 3-3: fase di esecuzione del rilievo morfo-batimetrico; in primo piano sulla sinistra si vede il ricevitore GPS utilizzato

Le misure batimetriche sono state eseguite attraverso l'ausilio di un PC a cui sono collegati un sistema di posizionamento GPS Topcon HiperV e un sistema idrografico, composto da ecoscandaglio "ODOM Hydrotrac" e trasduttore "SMSW200-4". In questo modo sul PC sono registrati simultaneamente sia le coordinate rilevate dal GPS, sia il valore di profondità misurato dall'ecoscandaglio. Prima dell'inizio del rilievo batimetrico viene effettuata la taratura dell'ecoscandaglio, calcolando la velocità di propagazione del suono in acqua attraverso la formula di Del Grosso, che utilizza dati di temperatura, conduttività e pressione misurati in loco. Terminata

questa fase di predisposizione del rilievo, il passo successivo è quello di scandagliare la superficie oggetto di studio effettuando la navigazione lungo rotte prestabilite per formare una maglia di punti.

Figura 3-4: strumentazione utilizzata per il rilievo batimetrico sul lago di Mezzola

I dati raccolti e memorizzati all'interno del PC durante l'esecuzione del rilievo vengono esportati per poi essere elaborati e corretti attraverso l'utilizzo di altri software. La prima elaborazione riguarda il sistema di proiezione; i dati vengono convertiti utilizzando il software "Meridiana" (GeoTop) con la conversione delle coordinate e la loro proiezione in WGS 1984 UTM fuso 32N, così da ottenere un'unica cartografia piana associabile alla rete geodetica nazionale predisposta dall'Istituto Geografico Militare (rete IGM95). Attraverso l'ausilio dei software Microsoft Excel, ArcGIS (ESRI) e Autocad (Autodesk) si risale ai valori di quota del fondo per ogni punto (espressi in m s.l.m. e riferiti alla quota 0 dell'IGM). L'elaborazione permette di ottenere un modello digitale (DTM) dal quale è possibile determinare una serie di informazioni quali pendenza del fondale, profondità, isobate, ecc.

3.3 MONITORAGGIO DELLO STATO DI SALUTE DEL CANNETO

In riferimento al monitoraggio dello stato di salute del canneto, basandosi sul disegno sperimentale proposto in studi simili (Gigante *et al.*, 2010; Gigante *et al.*, 2014), è stata individuata una rete di quadrati permanenti composta di 45 plot ubicati all'interno di 9 distinti settori spondali; ciascun plot è rappresentato da un quadrato di 1 m di lato. All'interno di ogni settore, i punti di campionamento sono stati posizionati lungo direttrici radiali (transetti), a quota (rilevata con le stesse modalità indicate per il rilievo topografico) e distanza variabile dalla sponda, in modo da rappresentare condizioni diversificate in funzione del livello del lago. I parametri possono essere raggruppati in 3 tipologie:

- floristico-vegetazionali: elenco delle specie presenti e relativa copertura (%);

- ambientali: tipo di substrato e presenza di lettiera indecomposta accumulata a livello del sedimento;
- macromorfologici: densità (n/m^2), diametro (mm), altezza (m) e numero di nodi delle piante vitali, densità di apici secchi e delle piante fiorite (n/m^2), presenza dell'*habitus* di accrescimento per cespi (clumping). I parametri morfologici indagati sono stati scelti basandosi sulla letteratura disponibile (Van Der Putten, 1997; Gigante *et al.*, 2011) fra quelli potenzialmente indicatori del fenomeno del die-back (declino-moria del canneto). Nel lungo periodo, infatti, un insieme di cause interagenti quali la stabilizzazione artificiale dei livelli lacustri, l'inquinamento delle acque e del sedimento, i danni indotti da parassiti, il disturbo meccanico da parte del moto ondoso causato dalla navigazione, il consumo da parte di erbivori e la scarsa diversità genetica (Gigante & Venanzoni, 2010) potrebbero innescare tali fenomeni.

I dati floristico-vegetazionali e ambientali sono stati raccolti al termine della stagione vegetativa mediante la determinazione delle specie osservate, del loro grado di copertura percentuale e del tipo di substrato sul quale si sviluppano all'interno del quadrato standard (plot). L'indagine è stata svolta annualmente per un totale di due ripetizioni (nel 2021 e nel 2022).

Per quel che riguarda la raccolta dei parametri macromorfologici è stata presa in considerazione la porzione epigea degli individui di *Phragmites australis*. L'altezza del fusto è stata determinata con l'ausilio di un metro considerando la porzione compresa tra il suolo e la base dell'infiorescenza e il diametro è stato misurato con un calibro a circa 120 cm dal suolo (o alla base del culmo in caso di altezza inferiore). Altezza e diametro sono stati presi in ogni plot su 10 cannucce, quando presenti, scelte casualmente. Inoltre, è stata rilevata la densità dei culmi (n/m^2), dei culmi fioriti (n/m^2), degli apici secchi (n/m^2) e la presenza dell'*habitus* di accrescimento per cespi (clumping). Tutti i parametri sono stati monitorati alla fine del periodo vegetativo (tarda estate) corrispondente al raggiungimento del massimo sviluppo di *Phragmites australis*; solo le densità e le altezze delle piante vive sono state rilevate più volte nel corso della stagione vegetativa, per valutarne l'evoluzione temporale. La densità delle piante vive è stata rilevata tre volte nel 2021 e quattro nel 2022; il rilievo delle altezze delle cannucce, disponibile solo per il 2022, è stato condotto in quattro ripetizioni.

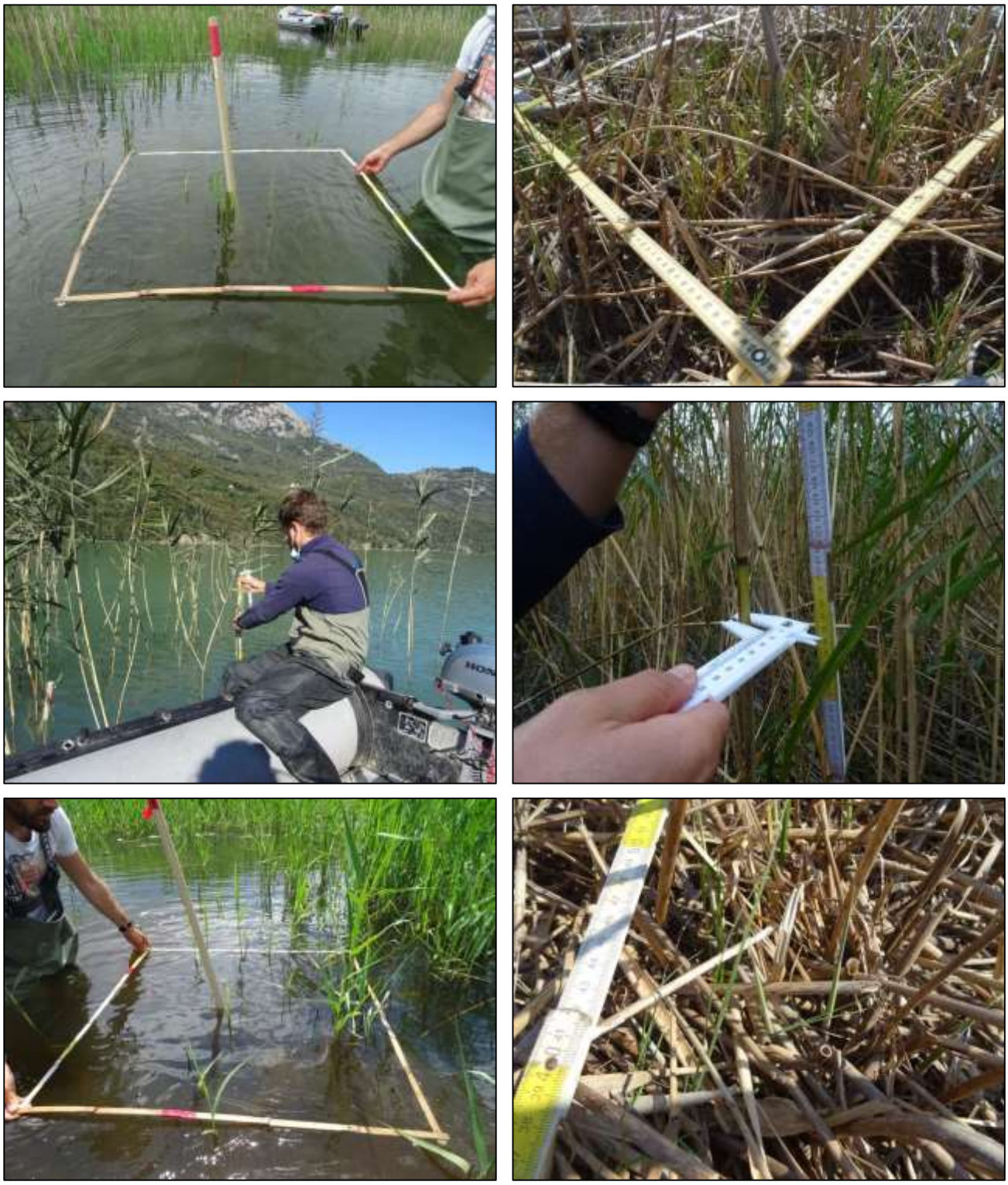

Figura 3-5: rilievo dei parametri macromorfologici durante il monitoraggio dello stato di salute del canneto

4 PORTATE DEL FIUME MERA E ANDAMENTO DEI LIVELLI LACUSTRI

In questo capitolo sono riportati i dati disponibili relativi alle portate del fiume Mera e ai livelli del Lago di Mezzola.

4.1 PORTATE FIUME MERA

Il fiume Mera è sia immissario che emissario del Lago di Mezzola. Le sue portate medie mensili, tratte dal Bilancio Idrico Regionale (Elaborato 5 - Bilancio idrico e usi delle acque - PTUA), sono riportate nella figura che segue; si tratta delle c.d. “portate antropizzate”, cioè di quelle realmente presenti in funzione sia della componente naturale idrologica che di quella determinata dagli accumuli e successivi utilizzi degli impianti idroelettrici italiani e svizzeri.

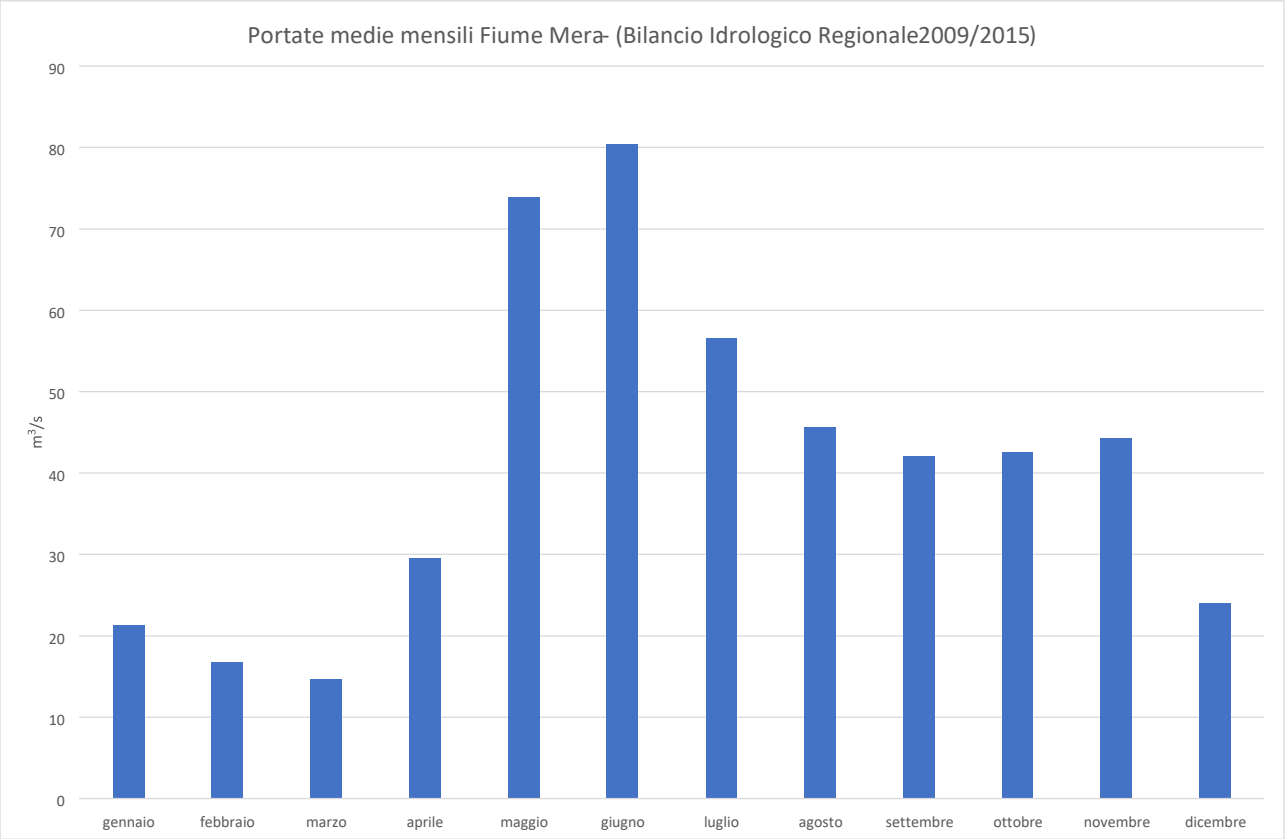

Figura 4-1: portate medie mensili del fiume Mera

È evidente l’andamento dei valori medi mensili tipico del regime nivale, con portate minime a fine inverno e massime in tarda primavera nel periodo di scioglimento delle nevi.

4.2 LIVELLI IDRICI DEL LAGO

I livelli del Lago di Mezzola non sono monitorati in continuo, quindi a differenza dei grandi laghi regolati, non sono disponibili dati quotidiani della quota delle acque.

A parziale compensazione di tale lacuna conoscitiva, sono stati raccolti ed elaborati i dati disponibili. In particolare sono stati acquisiti:

- presso il Consorzio dell'Adda i livelli giornalieri, riportati su schede cartacee, dei livelli idrici del Lago di Mezzola rilevati nel periodo 1953-1982; tali dati sono stati informatizzati ed elaborati;
- da Arpa Lombardia i dati del livello idrico quotidiano del fiume Mera a valle del lago presso il Ponte del Passo.

Relativamente all'andamento dei livelli "storici" del Lago di Mezzola, nella figura che segue si riporta l'andamento medio mensile dei livelli idrici del lago nel periodo 1953-1982, da cui risulta evidente, in piena analogia con l'andamento delle portate del fiume Mera sopra riportato, che i livelli minimi sono raggiunti a fine inverno (marzo) e quelli massimi tra la fine della primavera e l'inizio dell'estate in corrispondenza delle massime portate medie mensili in ingresso.

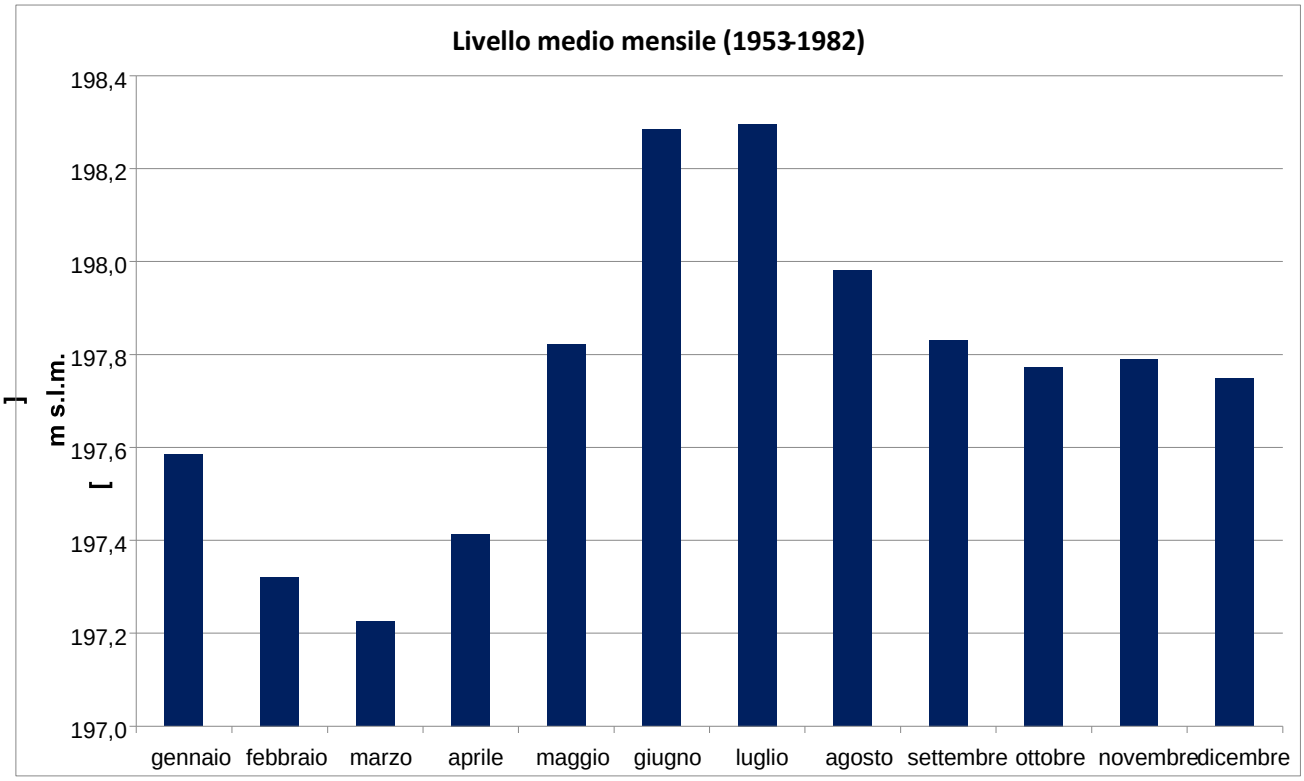

Figura 4-2: livelli medi mensili del lago di Mezzola nel periodo 1953-1982

In termini di differenza di quota, i valori medi mensili, minimi e massimi, si discostano di circa 1 m e le variazioni (in incremento) più significative si verificano nei mesi primaverili, mentre i valori medi dopo l'estate rimangono sostanzialmente stabili.

Poiché le condizioni possono risultare diverse da un anno all'altro, ai fini di cogliere anche la normale fascia di variabilità, escludendo quindi i valori estremi, i dati sono stati elaborati per quantificare i livelli giornalieri compresi nella fascia fra il 25° percentile ed il 75° percentile; nell'immagine che segue tali valori sono rappresentati nel loro andamento annuale insieme al valore mediano della distribuzione.

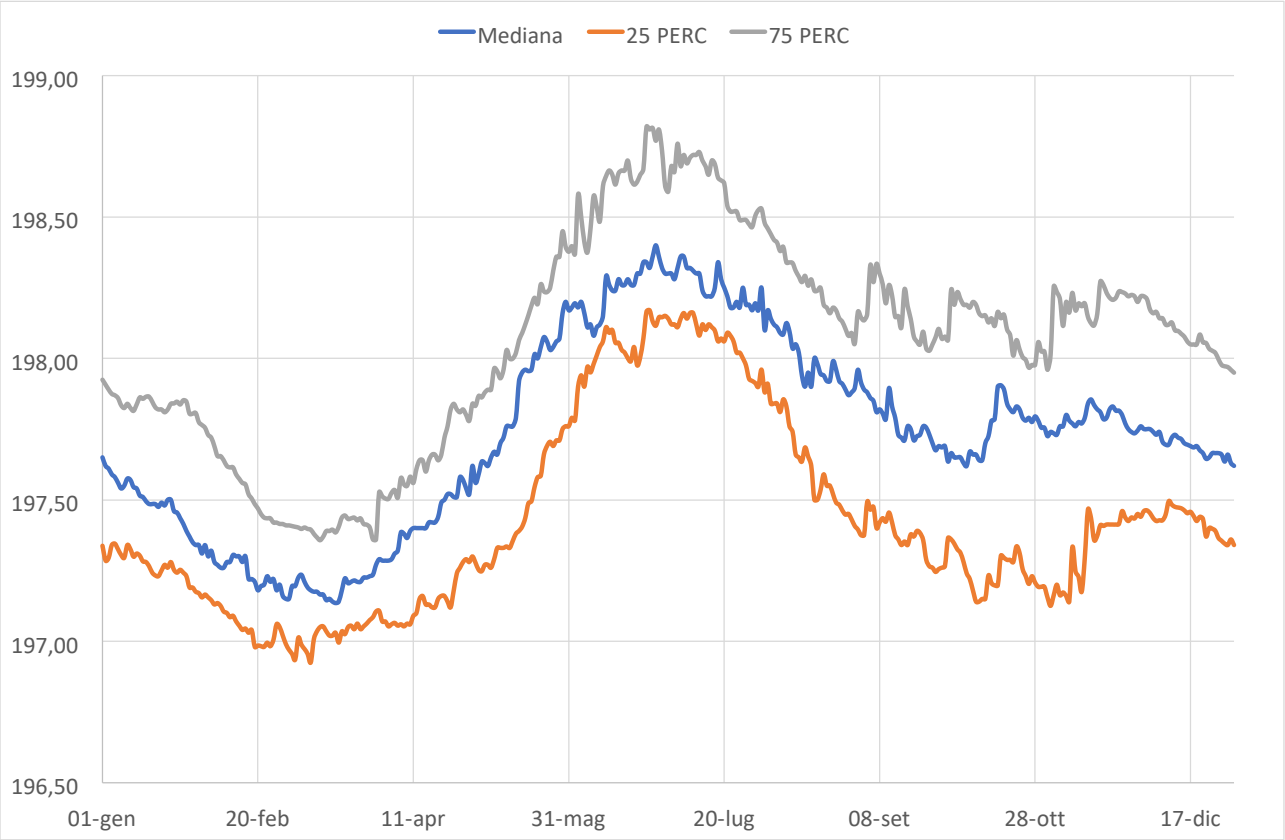

Figura 4-3: andamento dei livelli giornalieri; si riportano in blu il valore mediano, in arancione il 25° percentile e in grigio il 75° percentile

Si evidenzia quindi che la fascia di variabilità ordinaria, nello stesso periodo dell'anno, è di circa 50 cm durante tutto l'anno tranne che a fine estate - inizio autunno quando si amplia a quasi 100 cm.

Come detto, ai fini di integrare il quadro conoscitivo relativo ai livelli del lago, sono stati raccolti ed elaborati i dati di livello idrico sul Mera a Sorico, a monte del Ponte del Passo; tali dati sono disponibili a partire dalla fine del 2018 esclusivamente come livello relativo misurati da Arpa Lombardia (la quota assoluta dello zero idrometrico di riferimento è ancora in via di definizione).

Tali dati, escludendo i periodi di piena, in relazione alla vicinanza geografica ed alla limitata pendenza del Mera nel punto di rilievo, paiono pienamente correlati con i livelli del Lago di Mezzola.

Sulla base dei rilievi di livello (quote assolute in m. s. l. m.) effettuati sulla sponda lacustre in differenti periodi è stata ricostruito, come ad oggi meglio possibile, l'andamento dei livelli del lago nei 4 anni di interesse (2019-2022).

A fronte di un andamento comparabile nei primi tre anni (2019, 2020 e 2021) emerge con evidenza l'anomalo andamento del 2022, caratterizzato dalla ben nota crisi idrica che ha portato, in estate, a valori del livello del lago molto bassi.

Gli effetti di tali livelli anomali sulla vegetazione spondale sono anche illustrati nei capitoli a seguire.

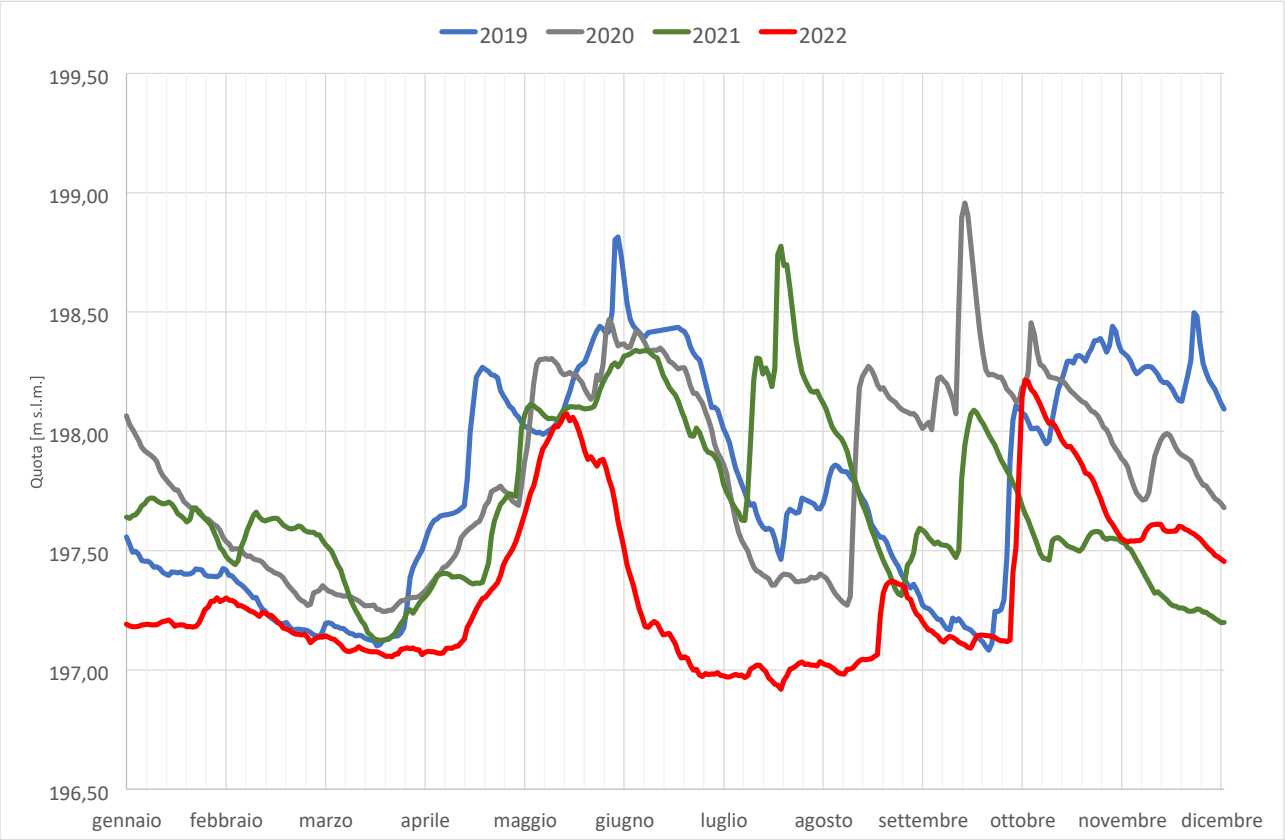

Figura 4-4: andamento calcolato dei livelli giornalieri del lago (2019-2022) sulla base dei valori di quota del fiume Mera rilevati da Arpa Lombardia

A seguire, a solo titolo illustrativo, vengono riportate immagini in cui lo stesso punto viene mostrato, nello stesso periodo stagionale (inizio autunno), ma in anni diversi. Il paletto identificativo del punto costituisce un utile riferimento del livello dell'acqua durante il rilievo.

Figura 4-5: punto di monitoraggio 1.1; a sinistra il 06/10/2021 e a destra il 27/09/2022

Figura 4-6: punto di monitoraggio 8.1; a sinistra il 12/10/2021 e a destra il 27/09/2022

5 RISULTATI

Nel presente capitolo vengono presentati i risultati delle attività eseguite:

- caratterizzazione della vegetazione igrofila e rilievo topografico del canneto;
- rilievo morfo-batimetrico della conca lacustre nella porzione più vicina al canneto;
- monitoraggio dello stato di salute del canneto, valutato in aree campione attraverso rilievi floristicovegetazionali, raccolta di parametri generali sullo stato di salute dell'intero canneto e misura di parametri macromorfologici delle singole cannucce di *Phragmites australis*.

5.1 CARATTERIZZAZIONE DELLA VEGETAZIONE IGROFILA E RILIEVO TOPOGRAFICO DEL CANNETO

Preliminarmente alla fase di acquisizione dei dati plano-altimetrici del canneto, sono state effettuate delle indagini specifiche nel corso di tutta la stagione vegetativa 2021 mirate all'individuazione dei diversi tipi di vegetazione acquatica e igrofila presenti. I dati raccolti hanno sostanzialmente confermato le informazioni disponibili in letteratura, evidenziando la presenza dei seguenti tipi di vegetazione (da quelli più prettamente acquatici a quelli semplicemente igrofili):

- Vegetazione acquatica. Nelle acque aperte sono state individuate le specie *Chara globularis, Elodea nuttallii, Zannichellia palustris, Potamogeton crispus, Potamogeton perfoliatus* e *Potamogeton lucens,* idrofite completamente sommerse; nei canali che si sviluppano all'interno del canneto sono state censite *Nuphar lutea* e *Hippuris vulgaris*, specie caratterizzate dalla presenza di piante con fiori e foglie in parte emerse o galleggianti.
- Vegetazione perilacustre. Costituita da specie in grado di tollerare le continue variazioni di livello di acqua e di resistere a episodi di sommersione e prosciugamento, la vegetazione perilacustre risulta rappresentata principalmente dal canneto a *Phragmites australis.* Altre specie tipiche di questi ambienti, individuate durante le indagini, sono *Eleocharis acicularis, Littorella uniflora, Ranunculus reptans, Schoenoplectus lacustris, Typha latifolia* e *Rorippa amphibia.*
- Cariceti. Praterie igrofile su suoli inondati almeno in qualche momento dell'anno, dominate da specie del genere *Carex* di grosse dimensioni (principalmente *C. elata*). Oltre a queste ultime, sono state censite *Lycopus europaeus, Juncus effusus, Gratiola officinalis* e *Myosotis scorpioides*.
- Praterie a molinia (*Molinia coerulea*). Praterie interessate da episodi di sommersione del tutto eccezionali, che si presentano più o meno eterogenee anche per effetto del loro eventuale utilizzo

come pascolo o come prateria da fieno. Durante le indagini, in questi ambienti sono state osservate *Lythrum salicaria, Gratiola officinalis, Lychnis flos-cuculi* ed *Equisetum palustre.*

Di seguito si riportano le immagini di alcune delle specie vegetali censite.

Chara globularis

Chara globularis (dettaglio)

Nuphar lutea

Hippuris vulgaris

Eleocharis acicularis

Eleocharis acicularis (dettaglio)

Littorella uniflora

Littorella uniflora (dettaglio)

Schoenoplectus lacustris

Schoenoplectus lacustris (dettaglio)

Juncus effusus nel cariceto

Juncus effusus (dettaglio)

Gratiola officinalis

Myosotis scorpioides

Myosotis scorpioides

Lychnis flos-cuculi

5.1.1 Rilievo topografico del canneto

Le attività prevedevano il rilievo topografico del canneto, condotto sull'intera superficie del lago e delle sue pertinenze spondali nel momento di massima espansione (fine della stagione vegetativa), utile come aggiornamento dei dati pregressi e per comprenderne la dinamica di trasformazione negli ultimi anni.

Tra il 6 e l'8 settembre 2021, è stato rilevato il fronte acquatico di tutti i canneti prospicienti la parte meridionale del lago.

Il fronte terrestre del canneto non è stato rilevato topograficamente in quanto influenzato dalle attività antropiche presenti; infatti, all'interno della riserva, la zona a maggiore naturalità (comprendente anche la vegetazione a canneto) si trova a contatto con insediamenti agricoli stabili, le cui attività (drenaggi e sfalcio dei prati) possono alterarne l'evoluzione naturale e modificarne la distribuzione da un anno all'altro. Nello specifico l'intervento umano, sporadico o regolare, limita l'espansione del canneto mantenendo uno spazio aperto allo sviluppo delle praterie igrofile altrimenti confinate in una stretta fascia chiusa tra terreni agricoli con vegetazione più antropizzata e il canneto.

La porzione a diretto contatto con le acque lacustri è risultata praticamente continua, ad eccezione di una separazione (Figura 5-2) di circa 40 metri data dalla presenza di un cariceto, sviluppandosi mediamente attorno a 197,20 m s.l.m. Di seguito si riporta una rappresentazione cartografica dei punti rilevati.

Figura 5-1: rilievo topografico del fronte dei canneti presenti nella zona meridionale del lago di Mezzola

Figura 5-2: dettaglio dell'area in cui il fronte del canneto viene interrotto dal cariceto (freccia rossa)

Figura 5-3: immagini dell'area in cui il fronte del canneto viene interrotto dal cariceto

5.1.2 Rilievo della vegetazione spondale nel 2022

Nel luglio 2022, con un livello del lago approssimativamente attorno a 197,00 m s.l.m., è stato organizzato un sopralluogo congiunto con alcuni dei partner di progetto, la Fondazione Bolle di Magadino e Riserva Naturale

Pian di Spagna e Lago di Mezzola, con il fine di osservare la condizione di particolare eccezionalità del 2022, anno caratterizzato da notevole scarsità idrica che ha portato, in estate, a valori del livello del lago molto bassi.

In un'area caratterizzata da un mosaico di ambienti dato dalla presenza contemporanea delle diverse vegetazioni sopra descritte (ad eccezione della vegetazione acquatica) è stato effettuato un transetto, partendo dal lago e procedendo verso terra, lungo il quale sono stati individuati e quotati i seguenti punti (Figura 5-4):

- 1 e 2: *Eleocharis acicularis* e *Littorella uniflora* (fascia compresa tra 196,93 e 197,07 m s.l.m., di circa 50 metri di lunghezza);
- 3: presenza di cannucce dell'anno di *Phragmites australis* situate ad una quota di 197,17 m s.l.m.;
- 4: *Littorella uniflora* e *Ranunculus reptans* presenti contemporaneamente in corrispondenza del fronte acquatico del canneto a *Phragmites australis* e posti ad una quota di 197,47 m s.l.m.; - 5: cariceto dominato da *Carex elata* localizzato ad una quota di 198,30 m s.l.m.; - 6: canneto e cariceto ad una quota di 198,35 m s.l.m.

Tale indagine ha permesso di confermare il ritrovamento delle specie perenni della vegetazione perilacustre (*Eleocharis acicularis, Littorella uniflora* e *Ranunculus reptans*), già osservate durante i primi monitoraggi svolti nell'aprile 2021; in quel periodo i livelli del lago si attestavano a una quota intorno a 197,40 m s.l.m.

Per quanto concerne il canneto, questo mostrava un avanzamento di circa 5-6 metri rispetto al 2021 dato principalmente da crescita da rizoma e da stolone epigeo; è stata registrata la presenza sporadica di piantine da seme di *Phragmites australis*.

In aggiunta, durante il sopralluogo, negli ambienti caratterizzati da praterie a molinia è stata osservata la specie *Allium angulosum*, ad una quota di 198,33 m s.l.m.

Figura 5-4: dettaglio dei punti di rilievo della vegetazione

Di seguito, si riporta un breve report fotografico di quanto osservato durante il sopralluogo.

Figura 5-5: distribuzione di *Eleocharis acicularis* e *Littorella uniflora* a sinistra e foto di dettaglio a destra

Figura 5-6: *Littorella uniflora* e *Ranunculus reptans* presenti sul fronte del canneto a *Phragmites australis* a sinistra e foto di dettaglio a destra

Figura 5-7: cariceto costituito da specie del genere *Carex*

Figura 5-8: avanzamento del fronte del canneto a *Phragmites australis* dato dalla crescita da rizoma a sinistra e dalla crescita da stolone epigeo a destra

Figura 5-9: prateria a molinia con presenza di individui di *Allium angulosum* a sinistra e foto di dettaglio a destra

5.2 RILIEVO MORFO-BATIMETRICO

Nei giorni 27 e 28 maggio 2021, con un livello stimato del lago pari a 198,10 m s.l.m., sono stati effettuati i rilievi morfo-batimetrici per indagare la morfologia del fondale nell'area di interesse, con particolare attenzione alla porzione lacustre più vicina al canneto, al fine di poterne prevedere le possibili dinamiche evolutive.

Nella figura seguente viene riportata una rappresentazione in falsi colori della batimetria eseguita.

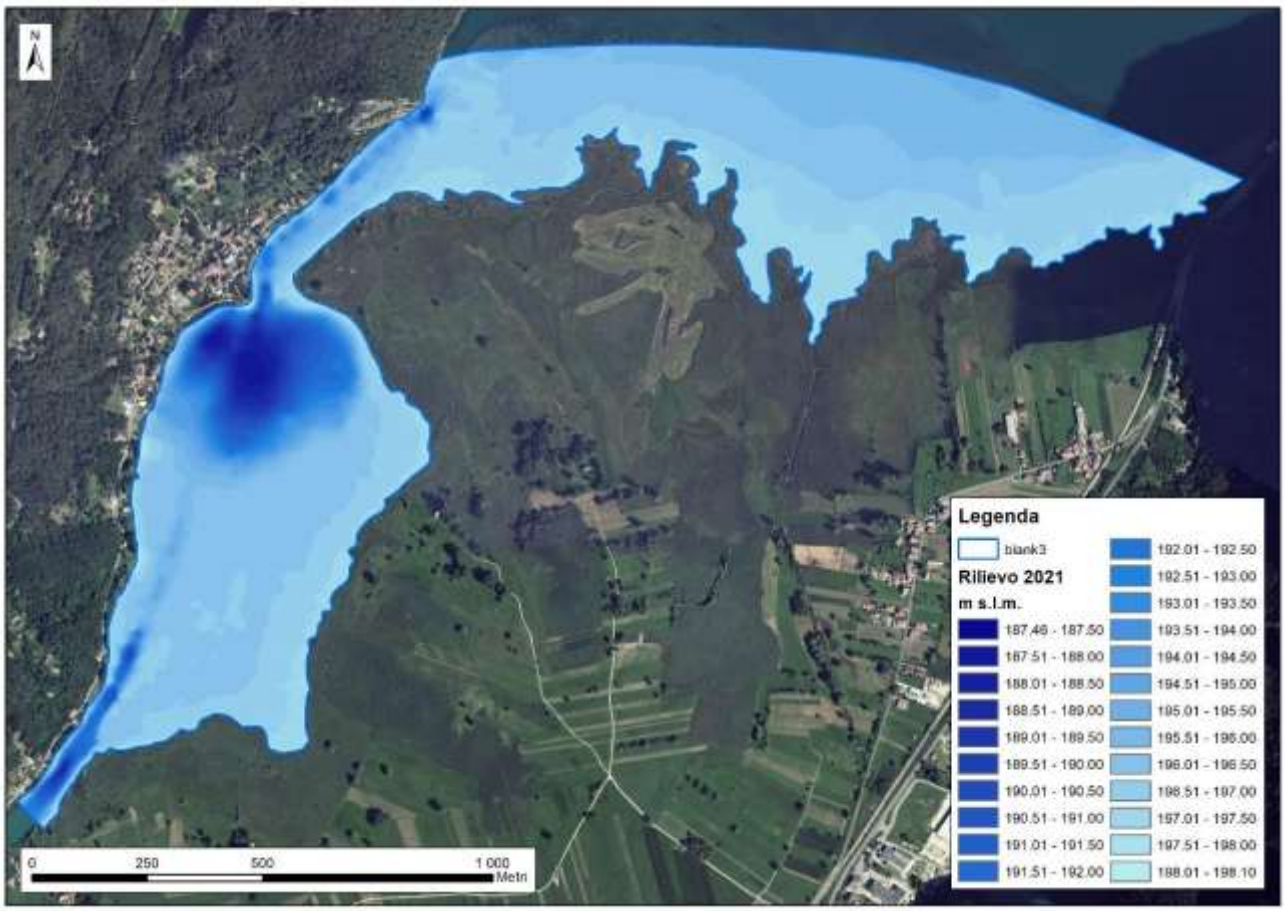

Figura 5-10: rilievo batimetrico elaborato in falsi colori

L'area litorale è risultata caratterizzata da fondali omogenei e poco diversificati composti prevalentemente da materiale fine (sabbia e limo). Come si può notare in Figura 5-10, nelle aree prospicienti il fronte acquatico dei canneti sono presenti prevalentemente ampie zone suborizzontali, che degradano dolcemente da quote prossime a 197,20 m s.l.m. (quota media dei punti topografici rilevati sul fronte acquatico del canneto) fino a 196,00 m s.l.m. Per maggiori dettagli si rimanda alla carta batimetrica allegata (Carta batimetrica con isobate 0,5 m).

Figura 5-11: immagini raccolte durante le attività di rilievo morfo-batimetrico

5.3 MONITORAGGIO DELLO STATO DI SALUTE DEL CANNETO

Sui canneti sono state previste anche attività di analisi volte ad indagarne lo stato di salute. Basandosi sul disegno sperimentale proposto in studi simili (Gigante *et al.*, 2010; Gigante *et al.*, 2014), è stata individuata una rete di quadrati permanenti di 1 m di lato composta da 45 plot ubicati all'interno di 9 distinti settori spondali. I dati sono stati rilevati all'inizio di ottobre nel 2021 e a fine settembre/inizio ottobre nel 2022, alla fine del periodo vegetativo, corrispondente al raggiungimento del massimo sviluppo di *Phragmites australis*. Per quel che concerne la raccolta dei parametri macromorfologici, le densità e le altezze delle piante vive sono state rilevate più volte nel corso della stagione vegetativa per valutarne l'evoluzione temporale. La densità delle piante vive è stata rilevata ad aprile, giugno e ottobre 2021 e ad aprile, maggio, giugno e settembre 2022; il rilievo delle altezze delle cannucce, disponibile solo per il 2022, è stato condotto ad aprile, maggio, giugno e settembre.

Nei capitoli seguenti sono riportati i risultati delle indagini effettuate nei 9 transetti.

Ai fini di rendere meglio comprensibile la notevole mole di dati raccolti se ne fornisce in questo capitolo una sintetica chiave di lettura.

Per ogni transetto indagato si riportano:

- la cartografia dell'area con localizzazione dei singoli plot;
- una tabella in cui, per singolo plot, si riportano le coordinate geografiche, la quota assoluta (m s.l.m.), le differenze di quota e la distanza rispetto al primo punto di indagine (m); -
  i risultati, anno per anno, per ognuno degli indicatori oggetto di indagine.

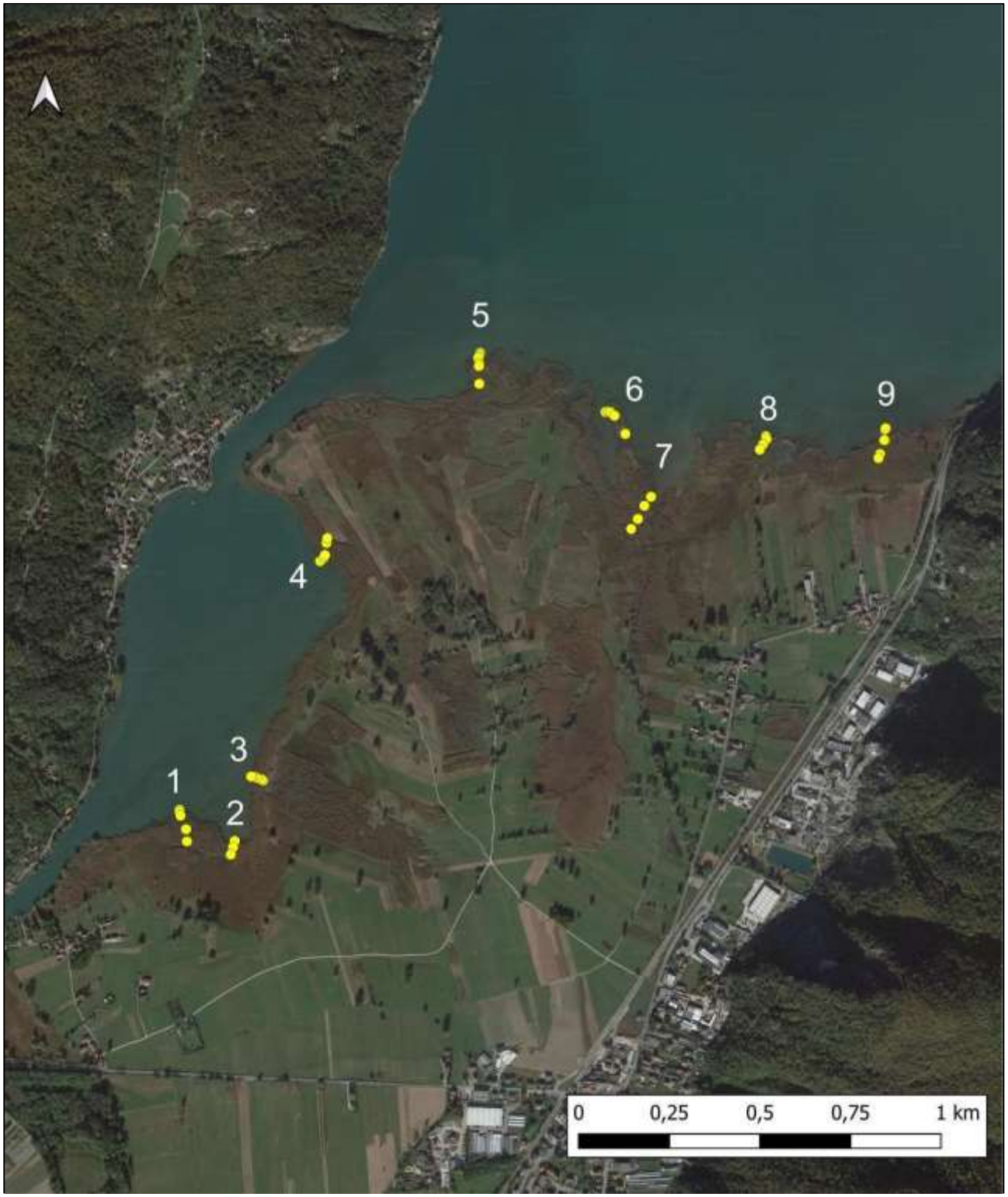

Figura 5-12: posizionamento dei plot all'interno dell'area di studio; il numero identifica il transetto

5.3.1 Transetto 1

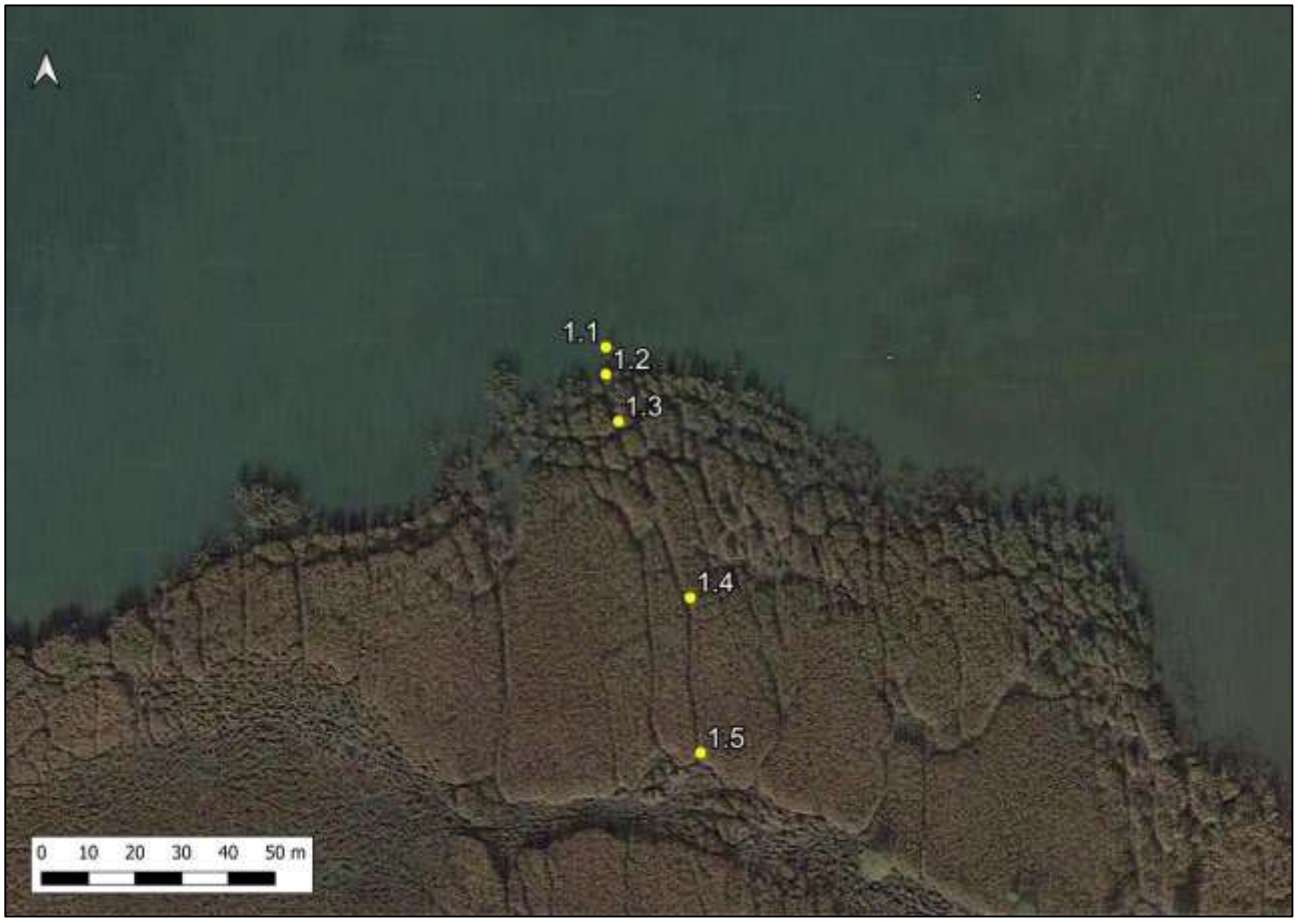

Figura 5-13: localizzazione dei plot del transetto 1

Nella tabella seguente vengono riportate le coordinate dei 5 plot indagati e la relativa quota del terreno: i punti di monitoraggio sono compresi fra un minimo di 196,76 m s.l.m. e un massimo di 197,89 m s.l.m.

Tabella 5-1: coordinate (WGS84 – UTM32N) e quota (m s.l.m.) dei punti di monitoraggio

ID	Est (m)	Nord (m)	Quota (m s.l.m.)	Differenza di quota con il primo plot (m)	Distanza con il primo plot (m)
1.1	532195,93	5113970,05	196,76	0,00	0,0
1.2	532195,94	5113964,27	197,06	0,30	5,8
1.3	532198,69	5113954,23	197,34	0,58	16,2
1.4	532214,26	5113916,73	197,65	0,89	56,8
1.5	532216,66	5113883,61	197,89	1,13	90,0

Nelle tabelle che seguono sono riportati i risultati relativi ai rilievi della vegetazione presente all'interno dei quadrati standard, eseguiti alla fine di ogni stagione vegetativa nei due anni di indagine.

Tabella 5-2: rilievo della vegetazione presente all'interno dei plot alla fine della stagione vegetativa 2021 (le coperture sono espresse in percentuale)

ID	Substrato	*Phragmites australis*	*Carex elata*	*Eleocharis acicularis*	*Ranunculus reptans*	*Rorippa amphibia*	Totale superficie vegetata (%)	Totale superficie non vegetata (%)
1.1	sabbia	40					40	60
1.2	sabbia	10					10	90
1.3	lettiera	25					25	75
1.4	lettiera	25					25	75
1.5	lettiera	25	<5				25	75

Tabella 5-3: rilievo della vegetazione presente all'interno dei plot alla fine della stagione vegetativa 2022 (le coperture sono espresse in percentuale)

ID	Substrato	*Phragmites australis*	*Carex elata*	*Eleocharis acicularis*	*Ranunculus reptans*	*Rorippa amphibia*	Totale superficie vegetata (%)	Totale superficie non vegetata (%)
1.1	sabbia	35					35	65
1.2	sabbia	40		5			45	55
1.3	lettiera	35				<5	35	65
1.4	lettiera	40					40	60
1.5	lettiera	25	<5				25	75

Qui di seguito vengono mostrati i risultati riguardanti le densità (numero/m^2) di piante vive di *P. australis* rilevate in diversi momenti nell'arco della stagione vegetativa nel biennio 2021-2022.

Tabella 5-4: densità (numero/m^2) di piante vive di *P. australis* nei punti di monitoraggio nel 2021

ID	Aprile 2021	Giugno 2021	Ottobre 2021
1.1	18	46	50
1.2	10	38	14
1.3	20	39	31
1.4	12	32	29
1.5	8	25	31

Tabella 5-5: densità (numero/m^2) di piante vive di *P. australis* nei punti di monitoraggio nel 2022

ID	Aprile 2022	Maggio 2022	Giugno 2022	Settembre 2022
1.1	23	39	50	47

1.2	21	47	80	52
1.3	12	51	67	47
1.4	14	32	51	52
1.5	0	37	49	31

Nella tabella che segue vengono esposti i dati inerenti al rilievo delle altezze (m) delle cannucce di *P. australis* effettuato durante la stagione vegetativa nell'anno 2022.

Tabella 5-6: rilievo delle altezze (m) delle cannucce di *P. australis* nei punti di monitoraggio

ID	Aprile 2022		Maggio 2022		Giugno 2022		Settembre 2022	
	Altezza (m)		Altezza (m)		Altezza (m)		Altezza (m)	
	Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard
1.1	0,3	0,1	1,0	0,2	1,8	0,7	1,7	0,3
1.2	0,1	0,0	0,5	0,2	1,7	0,4	2,1	0,3
1.3	0,2	0,1	0,6	0,4	2,0	0,6	2,9	0,6
1.4	0,2	0,1	1,1	0,3	2,0	0,7	3,8	0,5
1.5	-*	-*	0,7	0,2	2,7	0,7	3,2	0,5

*media e deviazione standard non calcolate per l'assenza di cannucce di *P. australis* nel plot indagato

A seguire sono presentati i risultati relativi ai parametri macromorfologici raccolti alla fine di ogni stagione vegetativa nei due anni di indagine. I risultati conseguenti sono fra loro pienamente comparabili poiché eseguiti nello stesso periodo stagionale.

Tabella 5-7: rilievo dei parametri macromorfologici su *P. australis* alla fine della stagione vegetativa 2021

ID	Densità piante vive (n/m²)	Diametro piante vive (mm)		Altezza piante vive (m)		Densità apici secchi (n/m²)	Densità piante fiorite (n/m²)	Presenza di clumping
		Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard			
1.1	50	7,9	2,3	2,9	0,7	9	13	si
1.2	14	5,0	2,0	1,6	0,4	15	0	no
1.3	31	7,2	1,8	3,2	0,7	9	11	no
1.4	29	9,3	0,8	3,8	0,2	3	15	no
1.5	31	9,6	1,1	4,1	0,4	0	15	no

Tabella 5-8: rilievo dei parametri macromorfologici su *P. australis* alla fine della stagione vegetativa 2022

ID	Densità piante vive (n/m²)	Diametro piante vive (mm)		Altezza piante vive (m)		Nodi (n)	Densità apici secchi (n/m²)	Densità piante fiorite (n/m²)	Presenza di clumping
		Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard	Media			
1.1	47	5,3	1,3	1,7	0,3	23	3	11	si
1.2	52	5,5	1,3	2,1	0,3	20	28	11	no
1.3	47	6,1	1,4	2,9	0,6	24	20	29	no
1.4	52	9,5	1,8	3,8	0,5	24	1	11	no
1.5	31	8,2	1,4	3,2	0,5	23	18	24	no

5.3.2 Transetto 2

Figura 5-14: localizzazione dei plot del transetto 2

Nella tabella seguente vengono riportate le coordinate dei 3 plot indagati e la relativa quota del terreno: i punti di monitoraggio sono compresi fra un minimo di 197,42 m s.l.m. e un massimo di 197,84 m s.l.m.

Tabella 5-9: Coordinate (WGS84 – UTM32N) e quota (m s.l.m.) dei punti di monitoraggio

ID	Est (m)	Nord (m)	Quota (m s.l.m.)	Differenza di quota con il primo plot (m)	Distanza con il primo plot (m)
2.1	532348,33	5113885,09	197,42	0,00	0,0
2.2	532344,12	5113868,09	197,67	0,25	17,5
2.3	532337,92	5113848,19	197,84	0,42	38,4

Nelle tabelle che seguono sono riportati i risultati relativi ai rilievi della vegetazione presente all'interno dei quadrati standard, eseguiti alla fine di ogni stagione vegetativa nei due anni di indagine.

Tabella 5-10: rilievo della vegetazione presente all'interno dei plot alla fine della stagione vegetativa 2021 (le coperture sono espresse in percentuale)

ID	Substrato	*Phragmites australis*	*Carex elata*	*Littorella uniflora*	*Eleocharis acicularis*	*Ranunculus reptans*	*Persicaria hydropiper*	*Cyperus fuscus*	*Lythrum salicaria*	Totale superficie vegetata (%)	Totale superficie non vegetata (%)
2.1	sabbia	10		<5	<5	<5				10	90
2.2	lettiera	15								15	85
2.3	lettiera	20	5							25	75

Tabella 5-11: rilievo della vegetazione presente all'interno dei plot alla fine della stagione vegetativa 2022 (le coperture sono espresse in percentuale)

ID	Substrato	*Phragmites australis*	*Carex elata*	*Littorella uniflora*	*Eleocharis acicularis*	*Ranunculus reptans*	*Persicaria hydropiper*	*Cyperus fuscus*	*Lythrum salicaria*	Totale superficie vegetata (%)	Totale superficie non vegetata (%)
2.1	sabbia	35		<5	60	<5	<5	<5	<5	95	5
2.2	lettiera	60					<5			60	40
2.3	lettiera	20	5							25	75

Qui di seguito vengono mostrati i risultati riguardanti le densità (numero/m^2) di piante vive di *P. australis* rilevate in diversi momenti nell'arco della stagione vegetativa nel biennio 2021-2022.

Tabella 5-12: densità (numero/m^2) di piante vive di *P. australis* nei punti di monitoraggio nel 2021

ID	Aprile 2021	Giugno 2021	Ottobre 2021
2.1	35	26	15
2.2	8	38	19
2.3	4	27	27

Tabella 5-13: densità (numero/m^2) di piante vive di *P. australis* nei punti di monitoraggio nel 2022

ID	Aprile 2022	Maggio 2022	Giugno 2022	Settembre 2022
2.1	4	10	14	47
2.2	2	35	95	83
2.3	2	22	35	26

Nella tabella che segue vengono esposti i dati inerenti al rilievo delle altezze (m) delle cannucce di *P. australis* effettuato durante la stagione vegetativa nell'anno 2022.

Tabella 5-14: rilievo delle altezze (m) delle cannucce di P. australis nei punti di monitoraggio

ID	Aprile 2022	Maggio 2022	Giugno 2022	Settembre 2022
	Altezza (m)	Altezza (m)	Altezza (m)	Altezza (m)

	Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard
2.1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,6	0,1	0,4	0,2
2.2	0,1	0,1	0,4	0,2	1,8	0,4	2,6	0,5
2.3	0,1	0,0	0,9	0,2	2,4	0,8	3,6	0,7

A seguire sono presentati i risultati relativi ai parametri macromorfologici raccolti alla fine di ogni stagione vegetativa nei due anni di indagine. I risultati conseguenti sono fra loro pienamente comparabili poiché eseguiti nello stesso periodo stagionale.

Tabella 5-15: rilievo dei parametri macromorfologici su *P. australis* alla fine della stagione vegetativa 2021

ID	Densità piante vive (n/m^2)	Diametro piante vive (mm)		Altezza piante vive (m)		Densità apici secchi (n/m^2)	Densità piante fiorite (n/m^2)	Presenza di clumping
		Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard			
2.1	15	3,5	1,2	0,9	0,3	11	0	no
2.2	19	6,7	2,0	2,5	0,6	19	2	no
2.3	27	9,3	2,0	3,7	0,4	0	22	no

Tabella 5-16: rilievo dei parametri macromorfologici su *P. australis* alla fine della stagione vegetativa 2022

ID	Densità piante vive (n/m^2)	Diametro piante vive (mm)		Altezza piante vive (m)		Nodi (n)	Densità apici secchi (n/m^2)	Densità piante fiorite (n/m^2)	Presenza di clumping
		Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard	Media			
2.1	47	1,5	0,1	0,4	0,2	10	0	0	no
2.2	83	5,8	2,2	2,6	0,5	24	12	54	no
2.3	26	8,5	2,0	3,6	0,7	25	9	19	no

5.3.3 Transetto 3

Figura 5-15: localizzazione dei plot del transetto 3

Nella tabella seguente vengono riportate le coordinate dei 5 plot indagati e la relativa quota del terreno: i punti di monitoraggio sono compresi fra un minimo di 197,12 m s.l.m. e un massimo di 198,07 m s.l.m.

Tabella 5-17: Coordinate (WGS84 – UTM32N) e quota (m s.l.m.) dei punti di monitoraggio

ID	Est (m)	Nord (m)	Quota (m s.l.m.)	Differenza di quota con il primo plot (m)	Distanza con il primo plot (m)
3.1	532392,94	5114062,56	197,12	0,00	0,0
3.2	532399,02	5114062,58	197,38	0,26	6,1
3.3	532408,34	5114059,08	197,58	0,46	16,0
3.4	532421,25	5114055,14	197,84	0,72	29,6
3.5	532425,76	5114052,35	198,07	0,95	34,9

Nelle tabelle che seguono sono riportati i risultati relativi ai rilievi della vegetazione presente all'interno dei quadrati standard, eseguiti alla fine di ogni stagione vegetativa nei due anni di indagine.

Tabella 5-18: rilievo della vegetazione presente all'interno dei plot alla fine della stagione vegetativa 2021 (le coperture sono espresse in percentuale)

ID	Substrato	*Phragmites australis*	*Carex elata*	*Littorella uniflora*	*Eleocharis acicularis*	*Rorippa amphibia*	*Myosotis scorpioides*	*Persicaria hydropiper*	Totale superficie vegetata (%)	Totale superficie non vegetata (%)
3.1	sabbia	20		<5	<5				20	80
3.2	lettiera	35		<5	<5				35	65
3.3	lettiera	50					<5		50	50
3.4	lettiera	50							50	50
3.5	lettiera	15	55						70	30

Tabella 5-19: rilievo della vegetazione presente all'interno dei plot alla fine della stagione vegetativa 2022 (le coperture sono espresse in percentuale)

ID	Substrato	*Phragmites australis*	*Carex elata*	*Littorella uniflora*	*Eleocharis acicularis*	*Rorippa amphibia*	*Myosotis scorpioides*	*Persicaria hydropiper*	Totale superficie vegetata (%)	Totale superficie non vegetata (%)
3.1	sabbia	30	<5	<5	70				100	0
3.2	lettiera	25		<5	<5			<5	25	75
3.3	lettiera	30				<5		<5	30	70
3.4	lettiera	20						<5	20	80
3.5	lettiera	15	60			<5		<5	75	25

Qui di seguito vengono mostrati i risultati riguardanti le densità (numero/m^2) di piante vive di *P. australis* rilevate in diversi momenti nell'arco della stagione vegetativa nel biennio 2021-2022.

Tabella 5-20: densità (numero/m^2) di piante vive di *P. australis* nei punti di monitoraggio nel 2021

ID	Aprile 2021	Giugno 2021	Ottobre 2021
3.1	11	56	29
3.2	35	56	49
3.3	38	69	65
3.4	18	69	67
3.5	15	29	20

Tabella 5-21: densità (numero/m^2) di piante vive di *P. australis* nei punti di monitoraggio nel 2022

ID	Aprile 2022	Maggio 2022	Giugno 2022	Settembre 2022
3.1	17	48	50	48

3.2	23	58	59	34
3.3	20	43	43	41
3.4	4	47	55	29
3.5	11	22	32	18

Nella tabella che segue vengono esposti i dati inerenti al rilievo delle altezze (m) delle cannucce di *P. australis* effettuato durante la stagione vegetativa nell'anno 2022.

Tabella 5-22: rilievo delle altezze (m) delle cannucce di *P. australis* nei punti di monitoraggio

ID	Aprile 2022		Maggio 2022		Giugno 2022		Settembre 2022	
	Altezza (m)		Altezza (m)		Altezza (m)		Altezza (m)	
	Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard
3.1	0,1	0,0	0,2	0,1	1,4	0,4	1,0	0,5
3.2	0,1	0,0	0,8	0,2	2,8	0,6	3,2	0,6
3.3	0,2	0,1	1,1	0,3	2,2	0,7	3,5	0,4
3.4	0,1	0,0	0,7	0,3	2,5	0,8	3,4	0,2
3.5	0,1	0,1	0,7	0,2	1,5	0,6	2,4	0,7

A seguire sono presentati i risultati relativi ai parametri macromorfologici raccolti alla fine di ogni stagione vegetativa nei due anni di indagine. I risultati conseguenti sono fra loro pienamente comparabili poiché eseguiti nello stesso periodo stagionale.

Tabella 5-23: rilievo dei parametri macromorfologici su *P. australis* alla fine della stagione vegetativa 2021

ID	Densità piante vive (n/m²)	Diametro piante vive (mm)		Altezza piante vive (m)		Densità apici secchi (n/m²)	Densità piante fiorite (n/m²)	Presenza di clumping
		Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard			
3.1	29	4,6	1,1	1,7	0,2	27	0	no
3.2	49	7,7	1,8	3,6	0,3	7	36	no
3.3	65	6,8	1,0	3,2	0,2	4	50	no
3.4	67	6,8	1,2	2,9	0,4	2	33	no
3.5	20	5,5	1,1	2,7	0,4	9	15	no

Tabella 5-24: rilievo dei parametri macromorfologici su *P. australis* alla fine della stagione vegetativa 2022

ID	Densità piante vive (n/m²)	Diametro piante vive (mm)		Altezza piante vive (m)		Nodi (n)	Densità apici secchi (n/m²)	Densità piante fiorite (n/m²)	Presenza di clumping
		Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard	Media			
3.1	48	3,5	0,0	1,0	0,5	17	2	0	no
3.2	34	7,5	1,7	3,2	0,6	23	25	28	no
3.3	41	8,3	1,2	3,5	0,4	23	2	35	no
3.4	29	7,6	0,8	3,4	0,2	22	26	18	no
3.5	18	5,3	2,0	2,4	0,7	20	14	8	no

5.3.4 Transetto 4

Figura 5-16: localizzazione dei plot del transetto 4

Nella tabella seguente vengono riportate le coordinate dei 5 plot indagati e la relativa quota del terreno: i punti di monitoraggio sono compresi fra un minimo di 197,04 m s.l.m. e un massimo di 197,88 m s.l.m.

Tabella 5-25: coordinate (WGS84 – UTM32N) e quota (m s.l.m.) dei punti di monitoraggio

ID	Est (m)	Nord (m)	Quota (m s.l.m.)	Differenza di quota con il primo plot (m)	Distanza con il primo plot (m)
4.1	532580,07	5114655,60	197,04	0,00	0,0
4.2	532589,73	5114665,01	197,31	0,27	13,5
4.3	532593,29	5114672,14	197,51	0,47	21,5
4.4	532597,14	5114705,85	197,81	0,77	55,4
4.5	532599,45	5114718,70	197,88	0,84	68,5

Nelle tabelle che seguono sono riportati i risultati relativi ai rilievi della vegetazione presente all'interno dei quadrati standard, eseguiti alla fine di ogni stagione vegetativa nei due anni di indagine.

Tabella 5-26: rilievo della vegetazione presente all'interno dei plot alla fine della stagione vegetativa 2021 (le coperture sono espresse in percentuale)

ID	Substrato	*Phragmites australis*	*Carex elata*	*Littorella uniflora*	*Eleocharis acicularis*	*Ranunculus reptans*	Totale superficie vegetata (%)	Totale superficie non vegetata (%)
4.1	sabbia	75		5			80	20
4.2	limo	40		5	<5	<5	45	55
4.3	lettiera	15					15	85
4.4	lettiera	20					20	80
4.5	lettiera	15	<5				15	85

Tabella 5-27: rilievo della vegetazione presente all'interno dei plot alla fine della stagione vegetativa 2022 (le coperture sono espresse in percentuale)

ID	Substrato	*Phragmites australis*	*Carex elata*	*Littorella uniflora*	*Eleocharis acicularis*	*Ranunculus reptans*	Totale superficie vegetata (%)	Totale superficie non vegetata (%)
4.1	sabbia	50		5	<5		55	45
4.2	limo	30		5	20	5	60	40
4.3	lettiera	20					20	80
4.4	lettiera	25					25	75
4.5	lettiera	20	<5				20	80

Qui di seguito vengono mostrati i risultati riguardanti le densità (numero/m^2) di piante vive di *P. australis* rilevate in diversi momenti nell'arco della stagione vegetativa nel biennio 2021-2022.

Tabella 5-28: densità (numero/m^2) di piante vive di *P. australis* nei punti di monitoraggio nel 2021

ID	Aprile 2021	Giugno 2021	Ottobre 2021
4.1	37	97	96
4.2	20	56	52
4.3	10	31	22
4.4	10	57	26
4.5	0	24	22

5-29: densità (numero/m²) di piante vive di *P. australis* nei punti di monitoraggio nel 2022

ID	Aprile 2022	Maggio 2022	Giugno 2022	Settembre 2022
4.1	19	46	96	68
4.2	14	47	48	42
4.3	10	37	44	24
4.4	2	42	47	36
4.5	0	19	31	28

Nella tabella che segue vengono esposti i dati inerenti al rilievo delle altezze (m) delle cannucce di *P. australis* effettuato durante la stagione vegetativa nell'anno 2022.

Tabella 5-30: rilievo delle altezze (m) delle cannucce di *P. australis* nei punti di monitoraggio

ID	Aprile 2022		Maggio 2022		Giugno 2022		Settembre 2022	
	Altezza (m)		Altezza (m)		Altezza (m)		Altezza (m)	
	Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard
4.1	0,1	0,1	0,7	0,3	1,9	0,6	3,2	0,7
4.2	0,1	0,0	0,8	0,2	2,2	0,5	2,9	0,4
4.3	0,2	0,0	1,0	0,2	2,5	0,6	3,3	0,5
4.4	0,2	0,1	0,8	0,2	2,7	0,3	3,4	0,4
4.5	-*	-*	0,6	0,2	2,3	0,7	3,1	0,5

*media e deviazione standard non calcolate per l'assenza di cannucce di *P. australis* nel plot indagato

A seguire sono presentati i risultati relativi ai parametri macromorfologici raccolti alla fine di ogni stagione vegetativa nei due anni di indagine. I risultati conseguenti sono fra loro pienamente comparabili poiché eseguiti nello stesso periodo stagionale.

Tabella 5-31: rilievo dei parametri macromorfologici su *P. australis* alla fine della stagione vegetativa 2021

ID	Densità piante vive (n/m²)	Diametro piante vive (mm)		Altezza piante vive (m)		Densità apici secchi (n/m²)	Densità piante fiorite (n/m²)	Presenza di clumping
		Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard			
4.1	96	7,2	1,7	2,7	0,6	1	46	si
4.2	52	7,2	1,3	2,6	0,5	4	14	no
4.3	22	8,2	1,6	2,9	0,7	9	9	no
4.4	26	8,9	1,3	3,2	0,4	31	15	no
4.5	22	8,8	1,7	3,1	0,5	2	13	no

Tabella 5-32: rilievo dei parametri macromorfologici su *P. australis* alla fine della stagione vegetativa 2022

ID	Densità piante vive (n/m²)	Diametro piante vive (mm)		Altezza piante vive (m)		Nodi (n)	Densità apici secchi (n/m²)	Densità piante fiorite (n/m²)	Presenza di clumping
		Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard	Media			
4.1	68	8,8	1,4	3,2	0,7	21	28	41	si
4.2	42	7,9	1,0	2,9	0,4	21	6	31	no
4.3	24	8,5	1,4	3,2	0,5	24	20	8	no
4.4	36	8,8	1,1	3,4	0,4	26	11	25	no
4.5	28	8,3	1,5	3,1	0,5	25	28	21	no

Tabella

5.3.5 Transetto 5

Figura 5-17: localizzazione dei plot del transetto 5

Nella tabella seguente vengono riportate le coordinate dei 7 plot indagati e la relativa quota del terreno: i punti di monitoraggio sono compresi fra un minimo di 196,62 m s.l.m. e un massimo di 197,73 m s.l.m.

Tabella 5-33: Coordinate (WGS84 – UTM32N) e quota (m s.l.m.) dei punti di monitoraggio

ID	Est (m)	Nord (m)	Quota (m s.l.m.)	Differenza di quota con il primo plot (m)	Distanza con il primo plot (m)
5.1	533018,16	5115230,37	196,62	0,00	0,0
5.2	533017,31	5115227,02	196,78	0,16	3,5
5.3	533015,30	5115221,32	197,08	0,46	9,5
5.4	533012,81	5115216,28	197,31	0,69	15,1
5.5	533015,74	5115200,01	197,53	0,91	31,7
5.6	533015,12	5115193,95	197,73	1,11	37,8
5.7	533016,32	5115145,06	197,65	1,03	86,7

Nelle tabelle che seguono sono riportati i risultati relativi ai rilievi della vegetazione presente all'interno dei quadrati standard, eseguiti alla fine di ogni stagione vegetativa nei due anni di indagine.

5-34: rilievo della vegetazione presente all'interno dei plot alla fine della stagione vegetativa 2021 (le coperture sono espresse in percentuale)

ID	Substrato	*Phragmites australis*	*Carex elata*	*Littorella uniflora*	*Eleocharis acicularis*	*Ranunculus reptans*	*Rorippa amphibia*	*Myosotis scorpioides*	*Persicaria hydropiper*	Totale superficie vegetata (%)	Totale superficie non vegetata (%)
5.1	sabbia	5								5	95
5.2	sabbia	10								10	90
5.3	sabbia	25								25	75
5.4	limo	35		10	5	<5		<5		50	50
5.5	lettiera	20	<5	<5	<5		<5			20	80
5.6	lettiera	25	5							30	70
5.7	lettiera	20								20	80

Tabella 5-35: rilievo della vegetazione presente all'interno dei plot alla fine della stagione vegetativa 2022 (le coperture sono espresse in percentuale)

ID	Substrato	*Phragmites australis*	*Carex elata*	*Littorella uniflora*	*Eleocharis acicularis*	*Ranunculus reptans*	*Rorippa amphibia*	*Myosotis scorpioides*	*Persicaria hydropiper*	Totale superficie vegetata (%)	Totale superficie non vegetata (%)
5.1	sabbia	10								10	90
5.2	sabbia	10								10	90
5.3	sabbia	35								35	65
5.4	limo	40		<5	<5	50			<5	90	10
5.5	lettiera	30	<5	<5	<5	<5				30	70
5.6	lettiera	40	10							50	50
5.7	lettiera	20								20	80

Qui di seguito vengono mostrati i risultati riguardanti le densità (numero/m^2) di piante vive di *P. australis* rilevate in diversi momenti nell'arco della stagione vegetativa nel biennio 2021-2022.

Tabella 5-36: densità (numero/m^2) di piante vive di *P. australis* nei punti di monitoraggio nel 2021

ID	Aprile 2021	Giugno 2021	Ottobre 2021
5.1	4	4	6
5.2	9	12	12
5.3	5	35	35
5.4	53	109	47
5.5	13	47	25

Tabella

5.6	13	69	35
5.7	3	27	27

Tabella 5-37: densità (numero/m^2) di piante vive di *P. australis* nei punti di monitoraggio nel 2022

ID	Aprile 2022	Maggio 2022	Giugno 2022	Settembre 2022
5.1	5	4	8	11
5.2	9	15	14	16
5.3	24	26	65	49
5.4	21	49	68	55
5.5	9	25	50	39
5.6	5	55	55	52
5.7	2	27	37	25

Nella tabella che segue vengono esposti i dati inerenti al rilievo delle altezze (m) delle cannucce di *P. australis* effettuato durante la stagione vegetativa nell'anno 2022.

Tabella 5-38: rilievo delle altezze (m) delle cannucce di *P. australis* nei punti di monitoraggio

ID	Aprile 2022		Maggio 2022		Giugno 2022		Settembre 2022	
	Altezza (m)		Altezza (m)		Altezza (m)		Altezza (m)	
	Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard
5.1	0,3	0,1	0,9	0,1	2,0	0,5	1,3	0,5
5.2	0,2	0,1	0,8	0,1	1,6	0,7	1,9	0,5
5.3	0,1	0,1	0,5	0,2	1,6	0,5	2,1	0,6
5.4	0,2	0,1	0,6	0,3	1,8	0,4	2,3	0,5
5.5	0,1	0,1	0,8	0,3	2,1	0,6	2,7	0,4
5.6	0,1	0,0	0,8	0,2	2,2	0,4	2,9	0,5
5.7	0,2	0,0	0,8	0,3	2,9	0,7	3,7	0,5

A seguire sono presentati i risultati relativi ai parametri macromorfologici raccolti alla fine di ogni stagione vegetativa nei due anni di indagine. I risultati conseguenti sono fra loro pienamente comparabili poiché eseguiti nello stesso periodo stagionale.

Tabella 5-39: rilievo dei parametri macromorfologici su *P. australis* alla fine della stagione vegetativa 2021

ID	Densità piante vive (n/m^2)	Diametro piante vive (mm)		Altezza piante vive (m)		Densità apici secchi (n/m^2)	Densità piante fiorite (n/m^2)	Presenza di clumping
		Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard			
5.1	6	7,2	1,0	2,4	0,7	0	0	no
5.2	12	6,3	1,0	2,4	0,3	0	1	no
5.3	35	6,3	0,8	2,3	0,3	0	6	no
5.4	47	5,6	0,8	2,4	0,2	62	11	no
5.5	25	6,2	1,1	2,3	0,5	22	12	no
5.6	35	4,7	1,4	2,1	0,4	34	17	no
5.7	27	9,5	2,1	3,4	0,4	0	10	no

5-40: rilievo dei parametri macromorfologici su *P. australis* alla fine della stagione vegetativa 2022

Tabella

ID	Densità piante vive (n/m²)	Diametro piante vive (mm)		Altezza piante vive (m)		Nodi (n)	Densità apici secchi (n/m²)	Densità piante fiorite (n/m²)	Presenza di clumping
		Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard	Media			
5.1	11	4,9	0,6	1,3	0,5	21	0	3	no
5.2	16	4,8	2,2	1,9	0,5	21	0	9	no
5.3	49	5,6	1,2	2,1	0,6	20	16	29	no
5.4	55	5,1	2,1	2,3	0,5	18	13	41	no
5.5	39	6,5	1,4	2,7	0,4	20	11	30	no
5.6	52	6,9	1,5	2,9	0,5	22	3	41	no
5.7	25	9,1	1,9	3,7	0,5	24	12	18	no

5.3.6 Transetto 6

Figura 5-18: localizzazione dei plot del transetto 6

Nella tabella seguente vengono riportate le coordinate dei 5 plot indagati e la relativa quota del terreno: i punti di monitoraggio sono compresi fra un minimo di 197,12 m s.l.m. e un massimo di 197,56 m s.l.m.

Tabella 5-41: Coordinate (WGS84 – UTM32N) e quota (m s.l.m.) dei punti di monitoraggio

ID	Est (m)	Nord (m)	Quota (m s.l.m.)	Differenza di quota con il primo plot (m)	Distanza con il primo plot (m)
6.1	533364,76	5115069,69	197,12	0,00	0,0
6.2	533372,64	5115070,60	197,28	0,16	7,9
6.3	533378,67	5115068,24	197,48	0,36	14,4
6.4	533389,62	5115059,44	197,56	0,44	28,5
6.5	533419,61	5115009,77	197,40	0,28	86,5

Nelle tabelle che seguono sono riportati i risultati relativi ai rilievi della vegetazione presente all'interno dei quadrati standard, eseguiti alla fine di ogni stagione vegetativa nei due anni di indagine.

Tabella 5-42: rilievo della vegetazione presente all'interno dei plot alla fine della stagione vegetativa 2021 (le coperture sono espresse in percentuale)

ID	Substrato	*Phragmites australis*	*Carex elata*	*Littorella uniflora*	*Eleocharis acicularis*	*Ranunculus reptans*	*Rorippa amphibia*	*Myosotis scorpioides*	*Persicaria hydropiper*	*Mentha* sp.	Totale superficie vegetata (%)	Totale superficie non vegetata (%)
6.1	sabbia	25		<5	<5	<5					25	75
6.2	sabbia	35		<5	<5	<5					35	65
6.3	lettiera	30		<5				<5			30	70
6.4	limo e lettiera	30		<5				<5			30	70
6.5	limo	30		<5	<5						30	70

Tabella 5-43: rilievo della vegetazione presente all'interno dei plot alla fine della stagione vegetativa 2022 (le coperture sono espresse in percentuale)

ID	Substrato	*Phragmites australis*	*Carex elata*	*Littorella uniflora*	*Eleocharis acicularis*	*Ranunculus reptans*	*Rorippa amphibia*	*Myosotis scorpioides*	*Persicaria hydropiper*	*Mentha* sp.	Totale superficie vegetata (%)	Totale superficie non vegetata (%)
6.1	sabbia	25		<5	75	<5			<5		100	0
6.2	sabbia	20		<5	25	<5			<5		45	55
6.3	lettiera	15		<5				<5	<5	<5	15	85
6.4	limo e lettiera	15		<5	<5			5	5		25	75
6.5	limo	n.d.*		<5	<5		<5		<5		<5	95-100

Tabella

*n.d.: dati non disponibili in quanto le piante di *P. australis* risultavano schiacciate dalla fauna selvatica

Qui di seguito vengono mostrati i risultati riguardanti le densità (numero/m^2) di piante vive di *P. australis* rilevate in diversi momenti nell'arco della stagione vegetativa nel biennio 2021-2022.

Tabella 5-44: densità (numero/m^2) di piante vive di *P. australis* nei punti di monitoraggio nel 2021

ID	Aprile 2021	Giugno 2021	Ottobre 2021
6.1	27	46	31
6.2	12	49	49
6.3	3	41	39
6.4	8	59	42
6.5	26	79	41

Tabella 5-45: densità (numero/m^2) di piante vive di *P. australis* nei punti di monitoraggio nel 2022

ID	Aprile 2022	Maggio 2022	Giugno 2022	Settembre 2022
6.1	56	52	74	62
6.2	9	32	33	32
6.3	10	28	36	24
6.4	21	31	33	19
6.5	6	23	79	n.d.*

*n.d.: dati non disponibili in quanto le piante di *P. australis* risultavano schiacciate dalla fauna selvatica

Nella tabella che segue vengono esposti i dati inerenti al rilievo delle altezze (m) delle cannucce di *P. australis* effettuato durante la stagione vegetativa nell'anno 2022.

Tabella 5-46: rilievo delle altezze (m) delle cannucce di *P. australis* nei punti di monitoraggio

ID	Aprile 2022		Maggio 2022		Giugno 2022		Settembre 2022	
	Altezza (m)		Altezza (m)		Altezza (m)		Altezza (m)	
	Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard
6.1	0,1	0,1	0,4	0,1	1,3	0,4	1,6	0,6
6.2	0,2	0,1	0,7	0,2	1,7	0,5	2,4	0,3
6.3	0,2	0,1	0,8	0,2	2,0	0,4	2,8	0,4
6.4	0,2	0,1	0,8	0,2	1,8	0,8	2,4	0,7
6.5	0,2	0,1	0,3	0,1	1,5	0,4	n.d.*	n.d.*

*n.d.: dati non disponibili in quanto le piante di *P. australis* risultavano schiacciate dalla fauna selvatica

A seguire sono presentati i risultati relativi ai parametri macromorfologici raccolti alla fine di ogni stagione vegetativa nei due anni di indagine. I risultati conseguenti sono fra loro pienamente comparabili poiché eseguiti nello stesso periodo stagionale.

Tabella 5-47: rilievo dei parametri macromorfologici su *P. australis* alla fine della stagione vegetativa 2021

ID	Densità piante vive (n/m^2)	Diametro piante vive (mm)		Altezza piante vive (m)		Densità apici secchi (n/m^2)	Densità piante fiorite (n/m^2)	Presenza di clumping
		Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard			
6.1	31	3,4	0,5	1,5	0,1	15	0	no
6.2	49	4,3	1,0	2,2	0,3	0	5	no
6.3	39	5,8	2,7	2,3	0,7	2	9	no
6.4	42	6,9	0,8	2,7	0,2	17	14	no

Tabella

6.5	41	6,2	2,1	2,3	0,5	38	5	no

5-48: rilievo dei parametri macromorfologici su *P. australis* alla fine della stagione vegetativa 2022

ID	Densità piante vive (n/m²)	Diametro piante vive (mm)		Altezza piante vive (m)		Nodi (n)	Densità apici secchi (n/m²)	Densità piante fiorite (n/m²)	Presenza di clumping
		Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard	Media			
6.1	62	4,2	1,2	1,6	0,6	23	12	19	no
6.2	32	5,6	1,2	2,4	0,3	22	1	23	no
6.3	24	6,6	0,9	2,8	0,4	23	12	11	no
6.4	19	5,9	1,4	2,4	0,7	24	14	15	no
6.5	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*

*n.d.: dati non disponibili in quanto le piante di *P. australis* risultavano schiacciate dalla fauna selvatica

5.3.7 Transetto 7

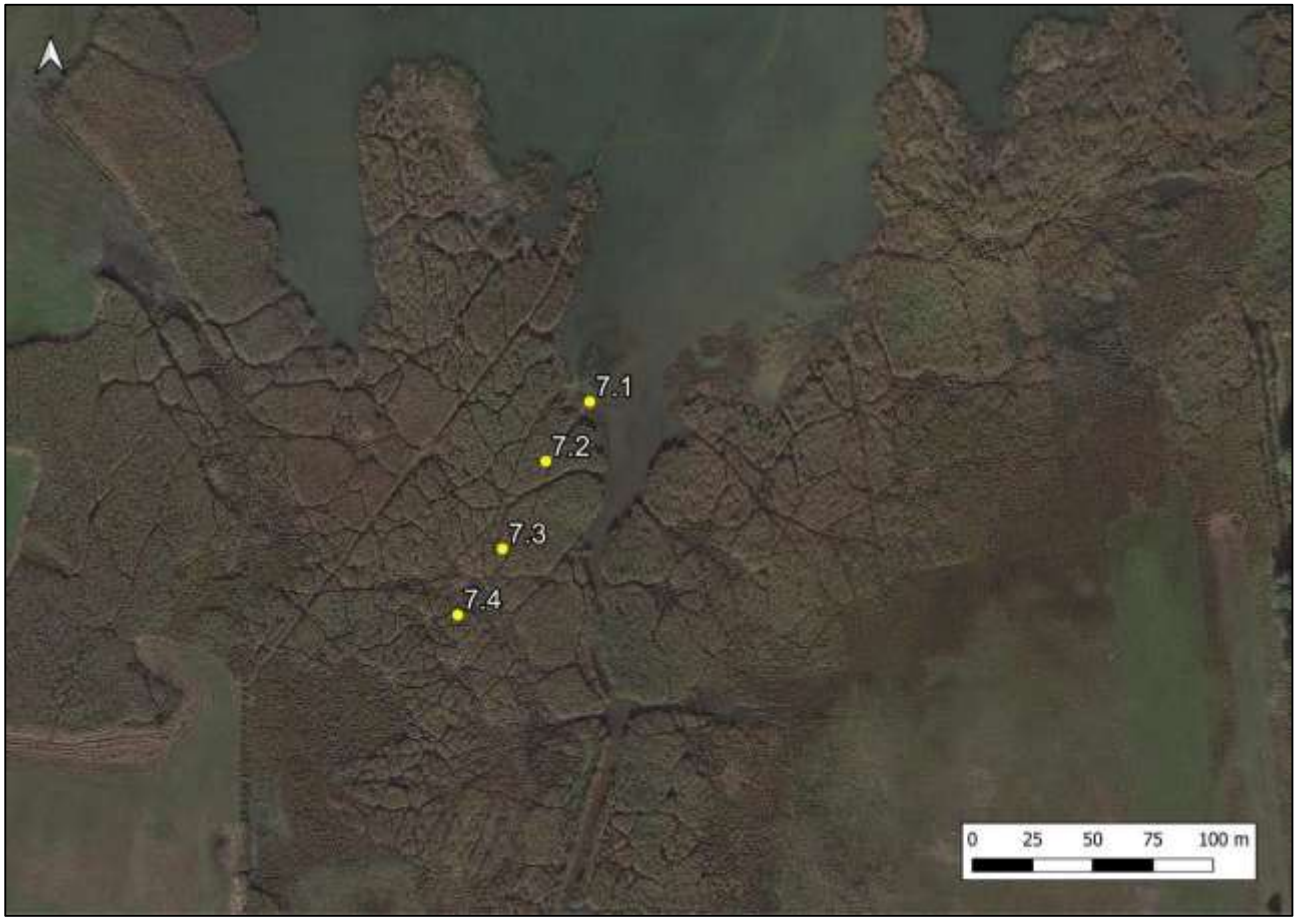

Figura 5-19: localizzazione dei plot del transetto 7

Nella tabella seguente vengono riportate le coordinate dei 4 plot indagati e la relativa quota del terreno: i punti di monitoraggio sono compresi fra un minimo di 197,47 m s.l.m. e un massimo di 198,08 m s.l.m.

5-49: Coordinate (WGS84 – UTM32N) e quota (m s.l.m.) dei punti di monitoraggio

Tabella

ID	Est (m)	Nord (m)	Quota (m s.l.m.)	Differenza di quota con il primo plot (m)	Distanza con il primo plot (m)
7.1	533491,49	5114837,22	197,47	0,00	0,0
7.2	533473,37	5114812,47	197,73	0,26	30,7
7.3	533455,59	5114776,09	197,84	0,37	71,1
7.4	533437,17	5114748,79	198,08	0,61	104,1

Nelle tabelle che seguono sono riportati i risultati relativi ai rilievi della vegetazione presente all'interno dei quadrati standard, eseguiti alla fine di ogni stagione vegetativa nei due anni di indagine.

Tabella 5-50: rilievo della vegetazione presente all'interno dei plot alla fine della stagione vegetativa 2021 (le coperture sono espresse in percentuale)

ID	Substrato	*Phragmites australis*	*Carex elata*	*Eleocharis acicularis*	*Rorippa amphibia*	*Hippuris vulgaris*	*Persicaria hydropiper*	*Cyperus fuscus*	*Agrostis stolonifera*	Totale superficie vegetata (%)	Totale superficie non vegetata (%)
7.1	limo	5	<5	<5	<5	5				10	90
7.2	lettiera	15								15	85
7.3	lettiera	30								30	70
7.4	lettiera	30	55							85	15

Tabella 5-51: rilievo della vegetazione presente all'interno dei plot alla fine della stagione vegetativa 2022 (le coperture sono espresse in percentuale)

ID	Substrato	*Phragmites australis*	*Carex elata*	*Eleocharis acicularis*	*Rorippa amphibia*	*Hippuris vulgaris*	*Persicaria hydropiper*	*Cyperus fuscus*	*Agrostis stolonifera*	Totale superficie Vegetata (%)	Totale superficie non vegetata (%)
7.1	limo	5		10			<5	30	50	95	5
7.2	lettiera	40					<5			40	60
7.3	lettiera	20								20	80
7.4	lettiera	10	65				<5			75	25

Qui di seguito vengono mostrati i risultati riguardanti le densità (numero/m^2) di piante vive di *P. australis* rilevate in diversi momenti nell'arco della stagione vegetativa nel biennio 2021-2022.

5-52: densità (numero/m^2) di piante vive di *P. australis* nei punti di monitoraggio nel 2021

ID	Aprile 2021	Giugno 2021	Ottobre 2021

Tabella

7.1	8	20	9
7.2	12	22	20
7.3	5	45	37
7.4	3	55	41

Tabella 5-53: densità (numero/m²) di piante vive di *P. australis* nei punti di monitoraggio nel 2022

ID	Aprile 2022	Maggio 2022	Giugno 2022	Settembre 2022
7.1	10	16	25	34
7.2	13	41	53	43
7.3	9	43	47	37
7.4	2	13	27	25

Nella tabella che segue vengono esposti i dati inerenti al rilievo delle altezze (m) delle cannucce di *P. australis* effettuato durante la stagione vegetativa nell'anno 2022.

Tabella 5-54: rilievo delle altezze (m) delle cannucce di *P. australis* nei punti di monitoraggio

ID	Aprile 2022		Maggio 2022		Giugno 2022		Settembre 2022	
	Altezza (m)		Altezza (m)		Altezza (m)		Altezza (m)	
	Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard
7.1	0,1	0,0	0,3	0,1	1,1	0,4	1,2	0,6
7.2	0,1	0,1	0,8	0,4	2,2	0,6	2,8	0,6
7.3	0,2	0,0	0,8	0,2	2,2	0,5	2,9	0,6
7.4	0,1	0,0	0,8	0,2	2,1	0,5	2,9	0,4

A seguire sono presentati i risultati relativi ai parametri macromorfologici raccolti alla fine di ogni stagione vegetativa nei due anni di indagine. I risultati conseguenti sono fra loro pienamente comparabili poiché eseguiti nello stesso periodo stagionale.

Tabella 5-55: rilievo dei parametri macromorfologici su *P. australis* alla fine della stagione vegetativa 2021

ID	Densità piante vive (n/m²)	Diametro piante vive (mm)		Altezza piante vive (m)		Densità apici secchi (n/m²)	Densità piante fiorite (n/m²)	Presenza di clumping
		Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard			
7.1	9	3,5	1,8	1,1	0,5	11	0	no
7.2	20	8,1	1,3	3,0	0,4	2	12	no
7.3	37	7,6	1,8	3,1	0,4	8	21	no
7.4	41	7,3	1,4	2,9	0,4	14	13	no

Tabella 5-56: rilievo dei parametri macromorfologici su *P. australis* alla fine della stagione vegetativa 2022

ID	Densità piante vive (n/m²)	Diametro piante vive (mm)		Altezza piante vive (m)		Nodi (n)	Densità apici secchi (n/m²)	Densità piante fiorite (n/m²)	Presenza di clumping
		Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard	Media			
7.1	34	2,9	0,9	1,2	0,6	21	0	5	no
7.2	43	5,9	2,0	2,8	0,6	21	10	34	no
7.3	37	6,2	2,1	2,9	0,6	21	10	22	no
7.4	25	6,7	1,3	2,9	0,4	21	2	17	no

5.3.8 Transetto 8

Figura 5-20: localizzazione dei plot del transetto 8

Nella tabella seguente vengono riportate le coordinate dei 5 plot indagati e la relativa quota del terreno: i punti di monitoraggio sono compresi fra un minimo di 196,76 m s.l.m. e un massimo di 197,82 m s.l.m.

Tabella 5-57: Coordinate (WGS84 – UTM32N) e quota (m s.l.m.) dei punti di monitoraggio

ID	Est (m)	Nord (m)	Quota (m s.l.m.)	Differenza di quota con il primo plot (m)	Distanza con il primo plot (m)
8.1	533807,49	5115006,50	196,76	0,00	0,0
8.2	533807,39	5115004,85	197,36	0,60	1,6
8.3	533808,96	5114997,28	197,51	0,75	9,4
8.4	533799,12	5114982,28	197,25	0,49	27,3
8.5	533790,95	5114968,73	197,82	1,06	43,2

A gennaio 2022 un incendio ha interessato la zona nord orientale del canneto principale, coinvolgendo direttamente il plot 8.5 come mostrato in Figura 5-21; i restanti plot, invece, non sono stati raggiunti dalle fiamme.

Figura 5-21: immagini di confronto del plot 8.5 prima (in alto) e dopo (in basso) l'incendio

Nelle tabelle che seguono sono riportati i risultati relativi ai rilievi della vegetazione presente all'interno dei quadrati standard, eseguiti alla fine di ogni stagione vegetativa nei due anni di indagine.

Tabella 5-58: rilievo della vegetazione presente all'interno dei plot alla fine della stagione vegetativa 2021 (le coperture sono espresse in percentuale)

ID	Substrato	*Phragmites australis*	*Carex elata*	*Littorella uniflora*	*Eleocharis acicularis*	*Ranunculus reptans*	*Rorippa amphibia*	*Persicaria hydropiper*	Totale superficie vegetata (%)	Totale superficie non vegetata (%)
8.1	sabbia	<5							<5	95-100
8.2	sabbia	60		<5	5				65	35
8.3	sabbia	n.d.*		<5		<5			<5	95-100
8.4	lettiera	25					<5		25	75

8.5	lettiera	20	<5						20	80

*n.d.: dati non disponibili in quanto le piante di *P. australis* risultavano schiacciate da tronchi e rami portati dall'acqua

Tabella 5-59: rilievo della vegetazione presente all'interno dei plot alla fine della stagione vegetativa 2022 (le coperture sono espresse in percentuale)

ID	Substrato	*Phragmites australis*	*Carex elata*	*Littorella uniflora*	*Eleocharis acicularis*	*Ranunculus reptans*	*Rorippa amphibia*	*Persicaria hydropiper*	Totale superficie vegetata (%)	Totale superficie non vegetata (%)
8.1	sabbia	<5							<5	95-100
8.2	sabbia	70		<5	5				75	25
8.3	sabbia	35		<5		<5	<5	5	40	60
8.4	lettiera	45						<5	45	55
8.5	lettiera	35	<5					<5	35	65

Qui di seguito vengono mostrati i risultati riguardanti le densità (numero/m^2) di piante vive di *P. australis* rilevate in diversi momenti nell'arco della stagione vegetativa nel biennio 2021-2022.

Tabella 5-60: densità (numero/m^2) di piante vive di *P. australis* nei punti di monitoraggio nel 2021

ID	Aprile 2021	Giugno 2021	Ottobre 2021
8.1	2	2	2
8.2	70	80	80
8.3	30	50	n.d.*
8.4	30	38	35
8.5	18	20	26

*n.d.: dati non disponibili in quanto le piante di *P. australis* risultavano schiacciate da tronchi e rami portati dall'acqua

Tabella 5-61: densità (numero/m^2) di piante vive di *P. australis* nei punti di monitoraggio nel 2022

ID	Aprile 2022	Maggio 2022	Giugno 2022	Settembre 2022
8.1	2	2	1	3
8.2	36	53	108	95
8.3	57	70	62	47
8.4	18	48	71	60
8.5	5	50	55	46

Nella tabella che segue vengono esposti i dati inerenti al rilievo delle altezze (m) delle cannucce di *P. australis* effettuato durante la stagione vegetativa nell'anno 2022.

Tabella 5-62: rilievo delle altezze (m) delle cannucce di *P. australis* nei punti di monitoraggio

ID	Aprile 2022		Maggio 2022		Giugno 2022		Settembre 2022	
	Altezza (m)		Altezza (m)		Altezza (m)		Altezza (m)	
	Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard
8.1	0,4	0,0	1,4	0,2	2,8	-*	0,6	0,1
8.2	0,3	0,1	1,0	0,4	1,9	0,7	2,8	0,6

8.3	0,3	0,1	0,9	0,3	1,9	0,4	2,6	0,2
8.4	0,2	0,1	1,2	0,4	2,3	0,6	3,0	0,4
8.5	0,1	0,0	0,3	0,2	1,5	0,7	2,7	0,4

*deviazione standard non calcolata per la presenza di una singola cannuccia di *P. australis* nel plot indagato

A seguire sono presentati i risultati relativi ai parametri macromorfologici raccolti alla fine di ogni stagione vegetativa nei due anni di indagine. I risultati conseguenti sono fra loro pienamente comparabili poiché eseguiti nello stesso periodo stagionale.

Tabella 5-63: rilievo dei parametri macromorfologici su *P. australis* alla fine della stagione vegetativa 2021

ID	Densità piante vive (n/m²)	Diametro piante vive (mm)		Altezza piante vive (m)		Densità apici secchi (n/m²)	Densità piante fiorite (n/m²)	Presenza di clumping
		Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard			
8.1	2	5,5	3,5	1,8	0,3	0	1	no
8.2	80	6,9	1,4	2,5	0,6	0	35	no
8.3	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*
8.4	35	7,0	0,6	3,0	0,4	3	22	no
8.5	26	7,8	1,0	3,1	0,3	0	25	no

*n.d.: dati non disponibili in quanto le piante di *P. australis* risultavano schiacciate da tronchi e rami portati dall'acqua

Tabella 5-64: rilievo dei parametri macromorfologici su *P. australis* alla fine della stagione vegetativa 2022

ID	Densità piante vive (n/m²)	Diametro piante vive (mm)		Altezza piante vive (m)		Nodi (n)	Densità apici secchi (n/m²)	Densità piante fiorite (n/m²)	Presenza di clumping
		Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard	Media			
8.1	3	2,5	0,7	0,6	0,1	11	0	0	no
8.2	95	7,5	1,3	2,8	0,6	23	13	60	no
8.3	47	6,0	0,9	2,6	0,2	20	15	31	no
8.4	60	7,8	1,7	3,0	0,4	22	11	36	no
8.5	46	7,3	1,7	2,7	0,4	23	9	19	no

5.3.9 Transetto 9

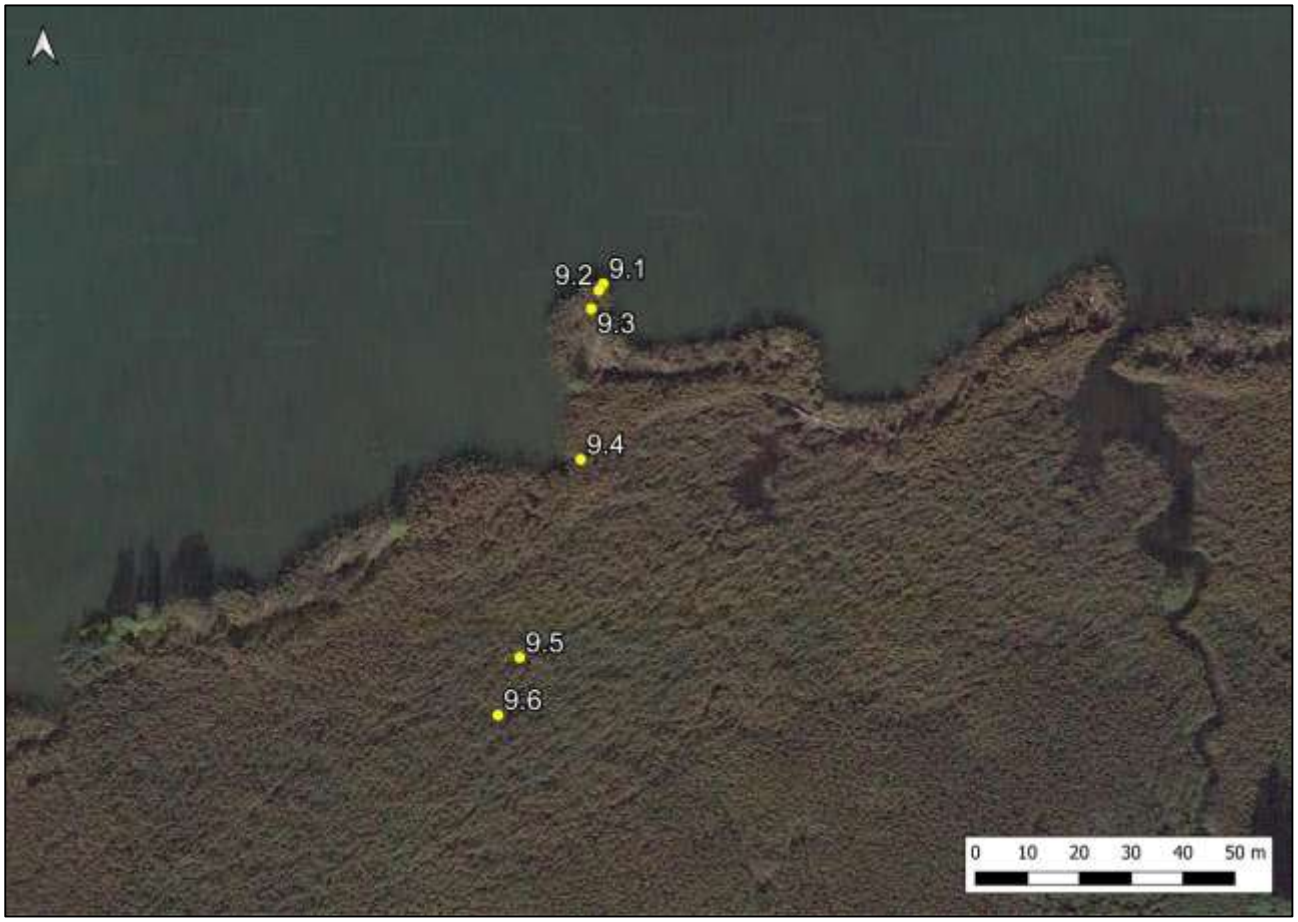

Figura 5-22: localizzazione dei plot del transetto 9

Nella tabella seguente vengono riportate le coordinate dei 6 plot indagati e la relativa quota del terreno: i punti di monitoraggio sono compresi fra un minimo di 197,07 m s.l.m. e un massimo di 197,72 m s.l.m.

Tabella 5-65: Coordinate (WGS84 – UTM32N) e quota (m s.l.m.) dei punti di monitoraggio

ID	Est (m)	Nord (m)	Quota (m s.l.m.)	Differenza di quota tra plot (m)	Distanza tra plot (m)
9.1	534138,11	5115030,02	197,07	0,00	0,0
9.2	534137,27	5115028,74	197,43	0,36	1,5
9.3	534135,83	5115025,19	197,48	0,41	5,4
9.4	534133,97	5114996,29	197,72	0,65	34,3
9.5	534122,41	5114958,18	197,55	0,48	74,2
9.6	534118,30	5114947,10	197,54	0,47	86,0

A gennaio 2022 un incendio ha interessato la zona nord orientale del canneto principale, coinvolgendo direttamente i plot 9.4, 9.5 e 9.6 come mostrato nelle figure sottostanti (Figura 5-23, Figura 5-24 e Figura 5-25); i restanti plot, invece, non sono stati raggiunti dalle fiamme.

Figura 5-23: immagini di confronto del plot 9.4 prima (in alto) e dopo (in basso) l'incendio

Figura 5-24: immagini di confronto del plot 9.5 prima (in alto) e dopo (in basso) l'incendio

Figura 5-25: immagini di confronto del plot 9.6 prima (in alto) e dopo (in basso) l'incendio

Nelle tabelle che seguono sono riportati i risultati relativi ai rilievi della vegetazione presente all'interno dei quadrati standard, eseguiti alla fine di ogni stagione vegetativa nei due anni di indagine.

Tabella 5-66: rilievo della vegetazione presente all'interno dei plot alla fine della stagione vegetativa 2021 (le coperture sono espresse in percentuale)

ID	Substrato	*Phragmites australis*	*Carex elata*	*Littorella uniflora*	*Eleocharis acicularis*	*Ranunculus reptans*	*Rorippa amphibia*	*Myosotis scorpioides*	*Persicaria hydropiper*	*Bidens frondosa*	Totale superficie vegetata %	Totale superficie non vegetata %
9.1	sabbia	0		<5							<5	95-100
9.2	sabbia	30		<5		<5					30	70

9.3	sabbia	15		<5							15	85
9.4	sabbia	30				<5		<5			30	70
9.5	lettiera	35	5				<5				40	60
9.6	lettiera	25									25	75

Tabella 5-67: rilievo della vegetazione presente all'interno dei plot alla fine della stagione vegetativa 2022 (le coperture sono espresse in percentuale)

ID	Substrato	*Phragmites australis*	*Carex elata*	*Littorella uniflora*	*Eleocharis acicularis*	*Ranunculus reptans*	*Rorippa amphibia*	*Myosotis scorpioides*	*Persicaria hydropiper*	*Bidens frondosa*	Totale superficie vegetata (%)	Totale superficie non vegetata (%)
9.1	sabbia	10		<5	<5						10	90
9.2	sabbia	20		<5	<5	<5				<5	20	80
9.3	sabbia	25		10							35	65
9.4	sabbia	40									40	60
9.5	lettiera	30	20				<5		20		70	30
9.6	lettiera	15					<5		<5		15	85

Qui di seguito vengono mostrati i risultati riguardanti le densità (numero/m^2) di piante vive di *P. australis* rilevate in diversi momenti nell'arco della stagione vegetativa nel biennio 2021-2022.

Tabella 5-68: densità (numero/m^2) di piante vive di *P. australis* nei punti di monitoraggio nel 2021

ID	Aprile 2021	Giugno 2021	Ottobre 2021
9.1	10	14	0
9.2	25	37	40
9.3	15	24	21
9.4	17	40	38
9.5	8	50	50
9.6	13	35	35

Tabella 5-69: densità (numero/m^2) di piante vive di *P. australis* nei punti di monitoraggio nel 2022

ID	Aprile 2022	Maggio 2022	Giugno 2022	Settembre 2022
9.1	4	26	27	12
9.2	23	48	54	24
9.3	22	31	38	32
9.4	39	67	71	56
9.5	31	48	54	39
9.6	25	43	30	21

Nella tabella che segue vengono esposti i dati inerenti al rilievo delle altezze (m) delle cannucce di *P. australis* effettuato durante la stagione vegetativa nell'anno 2022.

Tabella 5-70: rilievo delle altezze (m) delle cannucce di *P. australis* nei punti di monitoraggio

ID	Aprile 2022	Maggio 2022	Giugno 2022	Settembre 2022
	Altezza (m)	Altezza (m)	Altezza (m)	Altezza (m)

	Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard
9.1	0,2	0,1	0,7	0,4	1,6	0,4	1,2	0,4
9.2	0,2	0,1	0,8	0,3	1,8	0,5	1,3	0,6
9.3	0,3	0,1	1,1	0,4	2,0	0,5	2,4	0,3
9.4	0,2	0,1	0,6	0,3	1,7	0,7	2,5	0,4
9.5	0,2	0,1	0,9	0,3	2,0	0,5	3,2	0,5
9.6	0,2	0,1	0,7	0,4	2,2	0,7	2,9	0,6

A seguire sono presentati i risultati relativi ai parametri macromorfologici raccolti alla fine di ogni stagione vegetativa nei due anni di indagine. I risultati conseguenti sono fra loro pienamente comparabili poiché eseguiti nello stesso periodo stagionale.

Tabella 5-71: rilievo dei parametri macromorfologici su *P. australis* alla fine della stagione vegetativa 2021

ID	Densità piante vive (n/m²)	Diametro piante vive (mm)		Altezza piante vive (m)		Densità apici secchi (n/m²)	Densità piante fiorite (n/m²)	Presenza di clumping
		Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard			
9.1	0	-	-	-	-	3	0	no
9.2	40	5,6	1,8	2,5	0,6	0	15	no
9.3	21	5,8	1,2	2,6	0,4	3	13	no
9.4	38	7,0	1,9	2,6	0,5	2	24	no
9.5	50	7,5	1,4	3,0	0,4	0	30	no
9.6	35	7,6	1,4	2,9	0,4	0	14	no

Tabella 5-72: rilievo dei parametri macromorfologici su *P. australis* alla fine della stagione vegetativa 2022

ID	Densità piante vive (n/m²)	Diametro piante vive (mm)		Altezza piante vive (m)		Nodi (n)	Densità apici secchi (n/m²)	Densità piante fiorite (n/m²)	Presenza di clumping
		Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard	Media			
9.1	12	3,7	0,6	1,2	0,4	18	15	2	no
9.2	24	4,3	1,2	1,3	0,6	18	30	11	no
9.3	32	6,7	1,2	2,4	0,3	22	6	12	no
9.4	56	5,8	1,2	2,5	0,4	23	15	33	no
9.5	39	9,2	1,5	3,2	0,5	22	15	20	no
ID	Densità piante vive (n/m²)	Diametro piante vive (mm)		Altezza piante vive (m)		Nodi (n)	Densità apici secchi (n/m²)	Densità piante fiorite (n/m²)	Presenza di clumping
		Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard	Media			
9.6	21	8,4	2,5	2,9	0,6	22	9	9	no

5.3.10 Sintesi dei risultati

Per quanto riguarda le specie individuate nell'indagine floristico-vegetazionale al termine della stagione vegetativa di ognuno dei due anni di attività, *Phragmites australis* è risultata presente in tutti i plot, ad eccezione del plot 9.1 in cui a ottobre 2021 non è stata trovata nessuna cannuccia viva, malgrado la presenza di culmi vitali ad aprile e giugno dello stesso anno (rispettivamente 10 e 14 al m²). Il plot in questione, pur essendo localizzato sul fronte acquatico del canneto, non risulta essere quello posto alla quota più bassa (196,62 m s.l.m. del plot 5.1), trovandosi a 197,07 m s.l.m.; la scomparsa delle cannucce a fine stagione vegetativa non

sembra quindi essere legata esclusivamente a durata ed entità della sommersione durante l'anno, in quanto ci si aspetterebbe l'assenza di *P. australis* anche nei plot posti a quote inferiori rispetto al plot 9.1 (5.1, 1.1, 8.1, 5.2 e 4.1). L'evidente presenza di segni di erosione nei pressi del plot, piuttosto, suggerirebbe la ricerca di una possibile spiegazione del fenomeno in fattori fisici come moto ondoso e intensità del vento (spesso osservati in campo durante le attività). Nei plot 8.3 e 6.5 (rispettivamente a ottobre 2021 e settembre 2022) le piante di *P. australis* presentavano evidenti segni di schiacciamento da parte della fauna selvatica e di tronchi e rami portati dall'acqua.

Nelle figure sotto riportate è possibile osservare la presenza di fauna selvatica all'interno delle aree a canneto.

Figura 5-26: presenza di fauna selvatica nelle aree a canneto

Figura 5-27: branco di cervi

Figura 5-28: cervi nelle aree a canneto Nel 2021, nei plot posti sul fronte acquatico del canneto o comunque soggetti a continue variazioni del livello lacustre è stata rilevata la presenza di popolamenti monospecifici di *P. australis* o di poche altre specie vegetali con basso grado di copertura: *Hippuris vulgaris* (idrofita, rinvenuta solo nel plot 7.1) e specie anfibie tipiche della fascia litorale, fra cui *Rorippa amphibia*, *Ranunculus reptans*, *Eleocharis acicularis* e *Littorella uniflora*. A quote superiori, su suoli inondati solo in qualche momento dell'anno, sono risultate presenti anche *Carex elata* e *Myosotis scorpioides*. Dove presente, *P. australis* è sempre risultata la specie dominante, ad eccezione dei plot 3.5 e 7.4 prevalentemente colonizzati da *C. elata*.

Nel 2022, anno con valori del livello del lago molto bassi in estate, generalmente la presenza delle specie già presenti nel 2021 è stata confermata e addirittura, in alcuni casi, ne è stato riscontrato un aumento della copertura; sono inoltre state censite nuove specie: *Persicaria hydropiper, Cyperus fuscus, Agrostis stolonifera, Lythrum salicaria, Bidens frondosa* e *Mentha* sp. Dove presente, *P. australis* è risultata la specie dominante, ad eccezione dei plot 3.5 e 7.4 prevalentemente colonizzati da *C. elata*, 2.1, 3.1, 6.1 e 6.2 da *E. acicularis,* 5.4 da *R. reptans*, 7.1 da *A. stolonifera* e *C. fuscus.*

Relativamente alle densità, nei plot identificati come 1.1 e 4.1 è stato riscontrato il tipico *habitus* di accrescimento per cespi (clumping), una crescita anomala delle canne causata dalla perdita della dominanza apicale e dallo sviluppo di gemme laterali dormienti, solitamente associato, nella letteratura di riferimento, a una densità elevata. I dati relativi al plot 4.1 confermano quanto detto, mentre nel plot 1.1 è stata riscontrata la presenza di un numero di cannucce al metro quadro simile ad altri plot che non presentano segni di clumping.

Osservando la variazione durante l'anno in tutti i plot (Tabella 5-73), si può notare come il numero di cannucce vive di *P. australis* mostri una tendenza all'aumento nel periodo compreso fra aprile e giugno, per poi decrescere verso la fine della stagione vegetativa.

Tabella 5-73: media delle densità (numero/m^2) di piante vive di *P. australis* nei punti di monitoraggio nel biennio 2021-2022

Anno	Aprile	Maggio	Giugno	Settembre	Ottobre
2021	17		44		35
2022	15	37	49	39	

Per quel che riguarda l'altezza media, rilevata nel 2022, il periodo di maggiore crescita si verifica tra maggio e giugno, passando da circa 0,7 m a 2,0 m per poi raggiungere un massimo di circa 2,5 m al termine della stagione vegetativa.

Tabella 5-74: altezze medie (m) delle cannucce di *P. australis* nell'anno 2022

Data	Altezza media (m)
apr-22	0,2
mag-22	0,7
giu-22	2,0
set-22	2,5

Per quel che riguarda la totalità dei parametri macromorfologici raccolti alla fine della stagione vegetativa, la media delle densità di piante vive (n/m^2) è risultata simile nei due anni di monitoraggio, con culmi mediamente di dimensioni comparabili sia in altezza che in diametro. Nel 2022 si riscontra un numero di apici secchi e di infiorescenze di poco superiore rispetto a quanto osservato l'anno precedente. La media del numero dei nodi è disponibile solo per il 2022.

Tabella 5-75: media dei parametri macromorfologici raccolti su *P. australis* alla fine della stagione vegetativa nel biennio 2021-2022

Anno	Media densità piante vive (n/m^2)	Media diametro piante vive (mm)	Media altezza piante vive (m)	Media internodi (n)	Media densità apici secchi (n/m^2)	Media densità piante fiorite (n/m^2)
2021	35	6,7	2,6	-	9	15
2022	39	6,4	2,5	21	12	21

A gennaio 2022 un incendio ha interessato la zona nord orientale del canneto principale, coinvolgendo direttamente i plot 8.5, 9.4, 9.5 e 9.6; i restanti plot, invece, non sono stati raggiunti dalle fiamme. Di seguito vengono messi a confronto i dati raccolti, nei due anni di indagine, nei plot sopra citati per quanto concerne:

- il rilievo della vegetazione all'interno dei plot alla fine della stagione vegetativa;
- le densità di piante vive di *P. australis* rilevate in diversi momenti della stagione vegetativa; - i parametri macromorfologici raccolti alla fine di ogni stagione vegetativa.

Tabella 5-76: confronto dei rilievi della vegetazione presente a fine stagione vegetativa nei plot interessati dall'incendio nei due anni di indagine

ID	Anno	Substrato	*Phragmites australis*	*Carex elata*	*Ranunculus reptans*	*Rorippa amphibia*	*Myosotis scorpioides*	*Persicaria hydropiper*	Totale superficie vegetata (%)	Totale superficie non vegetata (%)
8.5	2021	lettiera	20	<5					20	80
8.5	2022	lettiera	35	<5				<5	35	65
9.4	2021	sabbia	30		<5		<5		30	70
9.4	2022	sabbia	40						40	60
9.5	2021	lettiera	35	5		<5			40	60
9.5	2022	lettiera	30	20		<5		20	70	30
9.6	2021	lettiera	25						25	75
9.6	2022	lettiera	15			<5		<5	15	85

Tabella 5-77: confronto delle densità (n/m^2) di piante vive di *P. australis* nei punti di monitoraggio interessati dall'incendio nei due anni di indagine

ID	Anno	Aprile	Maggio	Giugno	Settembre	Ottobre
8.5	2021	18		20		26
8.5	2022	5	50	55	46	
9.4	2021	17		40		38
9.4	2022	39	67	71	56	
9.5	2021	8		50		50
9.5	2022	31	48	54	39	
9.6	2021	13		35		35
9.6	2022	25	43	30	21	

Tabella 5-78: confronto dei rilievi dei parametri macromorfologici su *P. australis* a fine stagione vegetativa nei plot interessati dall'incendio nei due anni di indagine

ID	Anno	Densità piante vive (n/m²)	Diametro piante vive (mm)		Altezza piante vive (m)		Densità apici secchi (n/m²)	Densità piante fiorite (n/m²)	Presenza di clumping
			Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard			
8.5	2021	26	7,8	1,0	3,1	0,3	0	25	no
8.5	2022	46	7,3	1,7	2,7	0,4	9	19	no
9.4	2021	38	7,0	1,9	2,6	0,5	2	24	no
9.4	2022	56	5,8	1,2	2,5	0,4	15	33	no
9.5	2021	50	7,5	1,4	3,0	0,4	0	30	no
9.5	2022	39	9,2	1,5	3,2	0,5	15	20	no
9.6	2021	35	7,6	1,4	2,9	0,4	0	14	no
9.6	2022	21	8,4	2,5	2,9	0,6	9	9	no

Nelle immagini riportate in seguito è possibile osservare le aree interessate da incendio rilevate a gnnaio 2022 e delle foto effettuate a distanza di tempo a luglio 2022 e a marzo 2023. Come possibile osservare

Figura 5-29: immagini della zona nord orientale del lago interessata dall'incendio a gennaio 2022

Figura 5-30: immagini delle aree interessate da incendio a luglio 2022

Figura 5-31: immagini della interessata dall'incendio a marzo 2023

Figura 5-32: immagini della interessata dall'incendio a marzo 2023

Ai fini di verificare eventuali correlazioni fra alcuni dei principali parametri indagati nei plot ed il grado di allagamento degli stessi, sono state effettuate delle elaborazioni presentate nei grafici che seguono, le quali mettono in relazione alcuni dei valori misurati con la quota dei plot in cui sono stati rilevati.

In particolare i parametri valutati sono stati:

- densità delle cannucce (n/m^2) nella stagione tardo primaverile/inizio estiva; - altezza media delle cannucce di *P. australis* in tarda estate;
- diametro medio delle cannucce di *P. australis* in tarda estate.

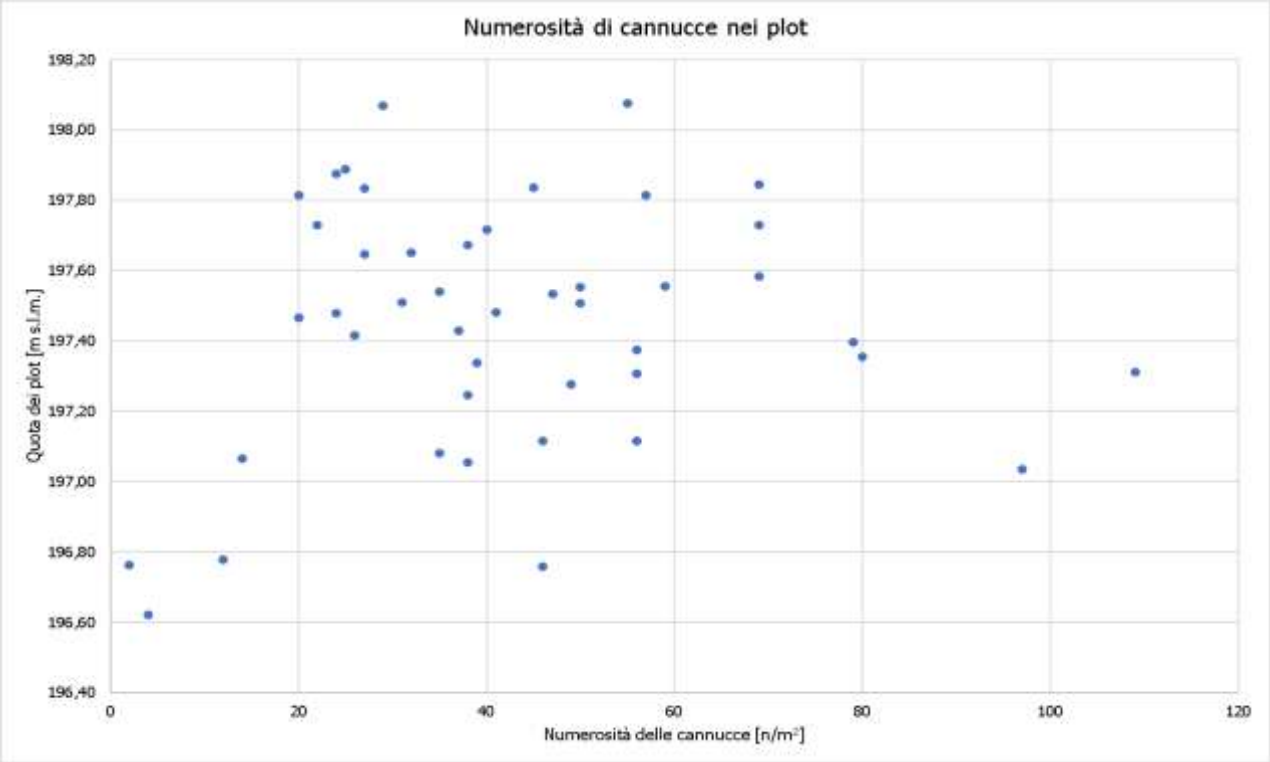

Figura 5-33: relazione fra il n. di cannucce di *P. australis* e la quota dei plot nel 2021

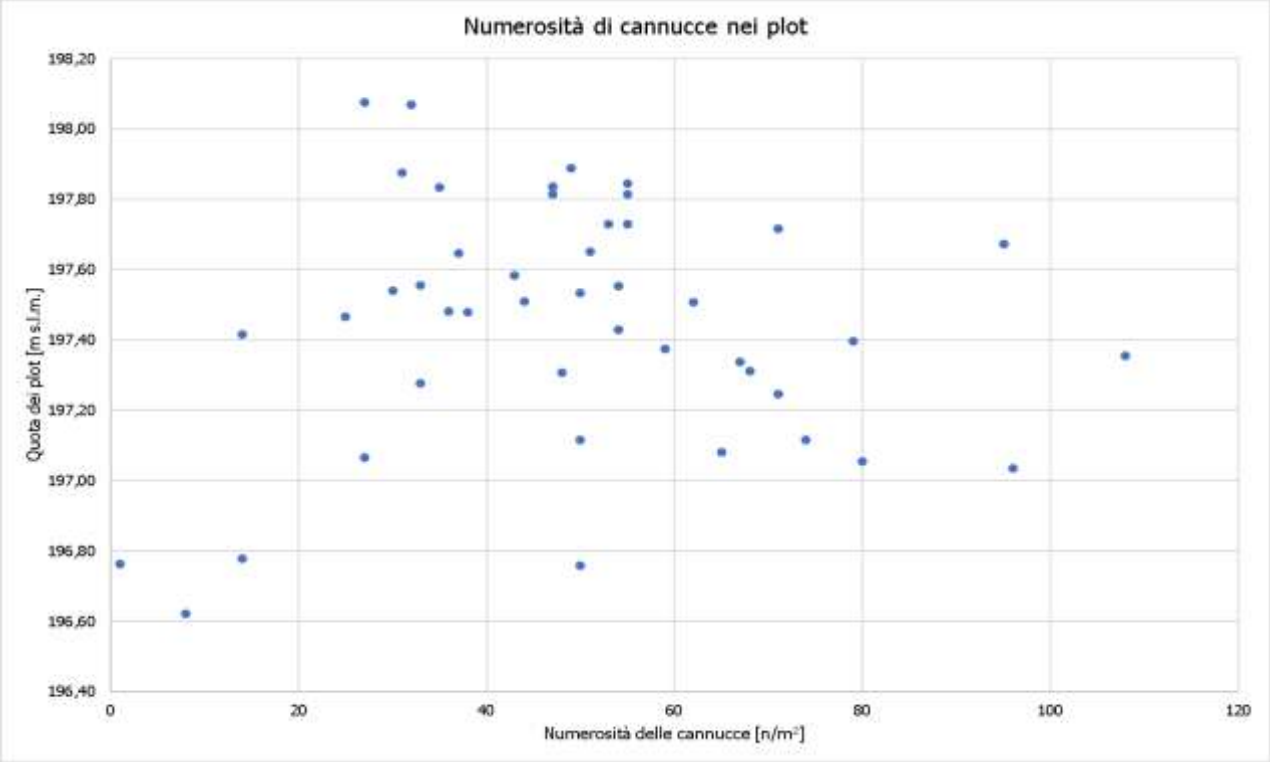

Figura 5-34: relazione fra il n. di cannucce di *P. australis* e la quota dei plot nel 2022

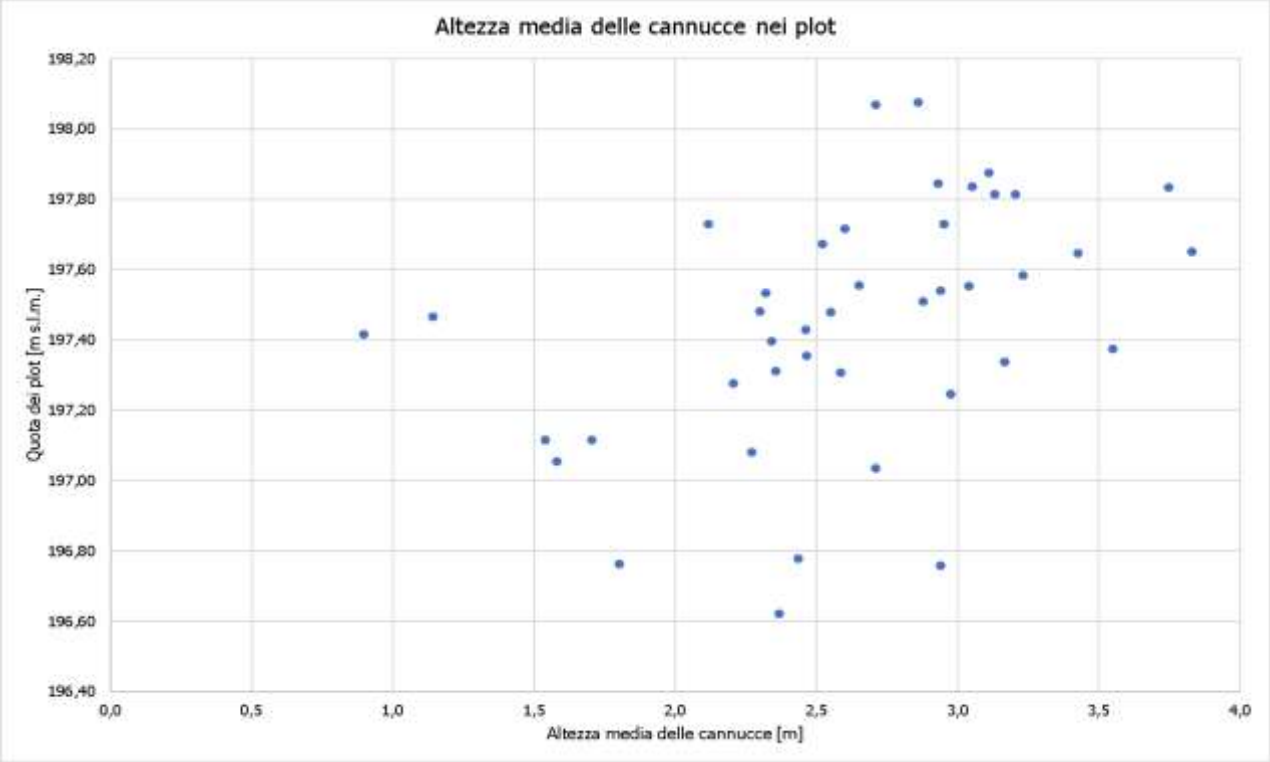

Figura 5-35: relazione fra l'altezza media delle cannucce di *P. australis* in tarda estate e la quota dei plot nel 2021

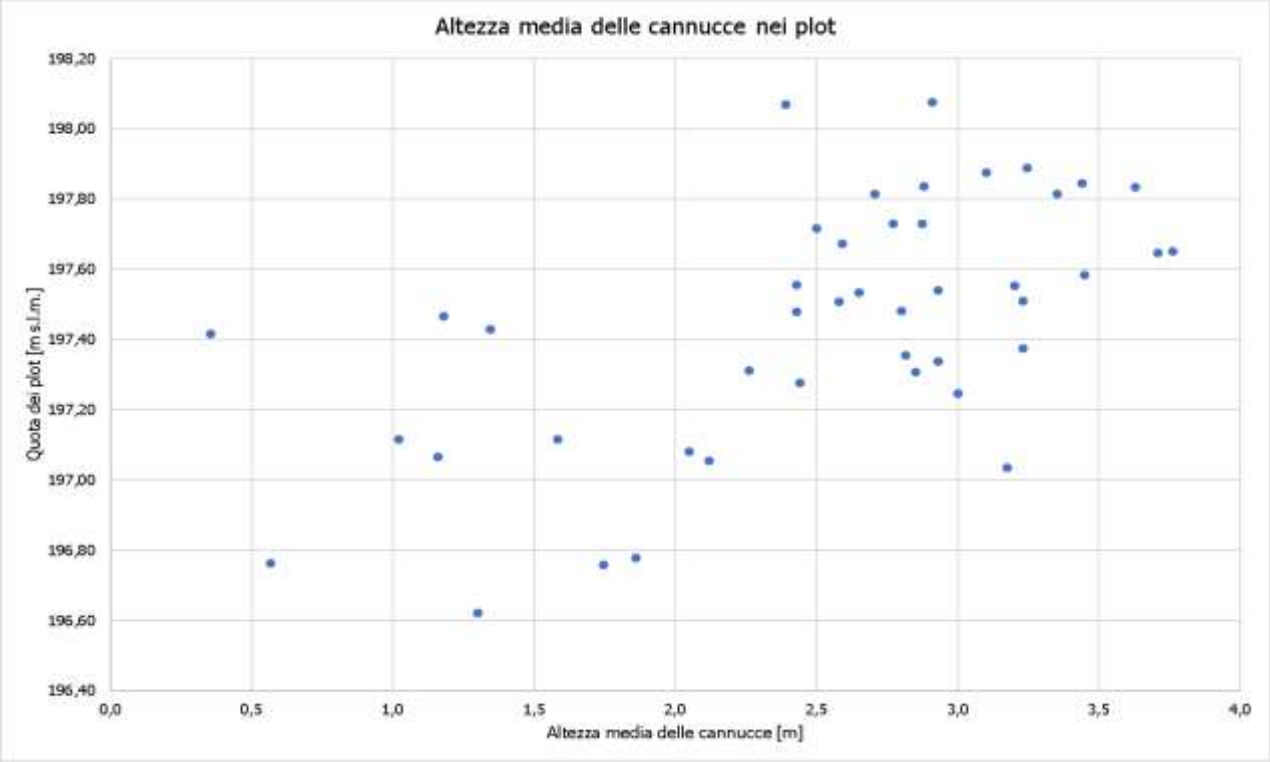

Figura 5-36: relazione fra l'altezza media delle cannucce di *P. australis* in tarda estate e la quota dei plot nel 2022

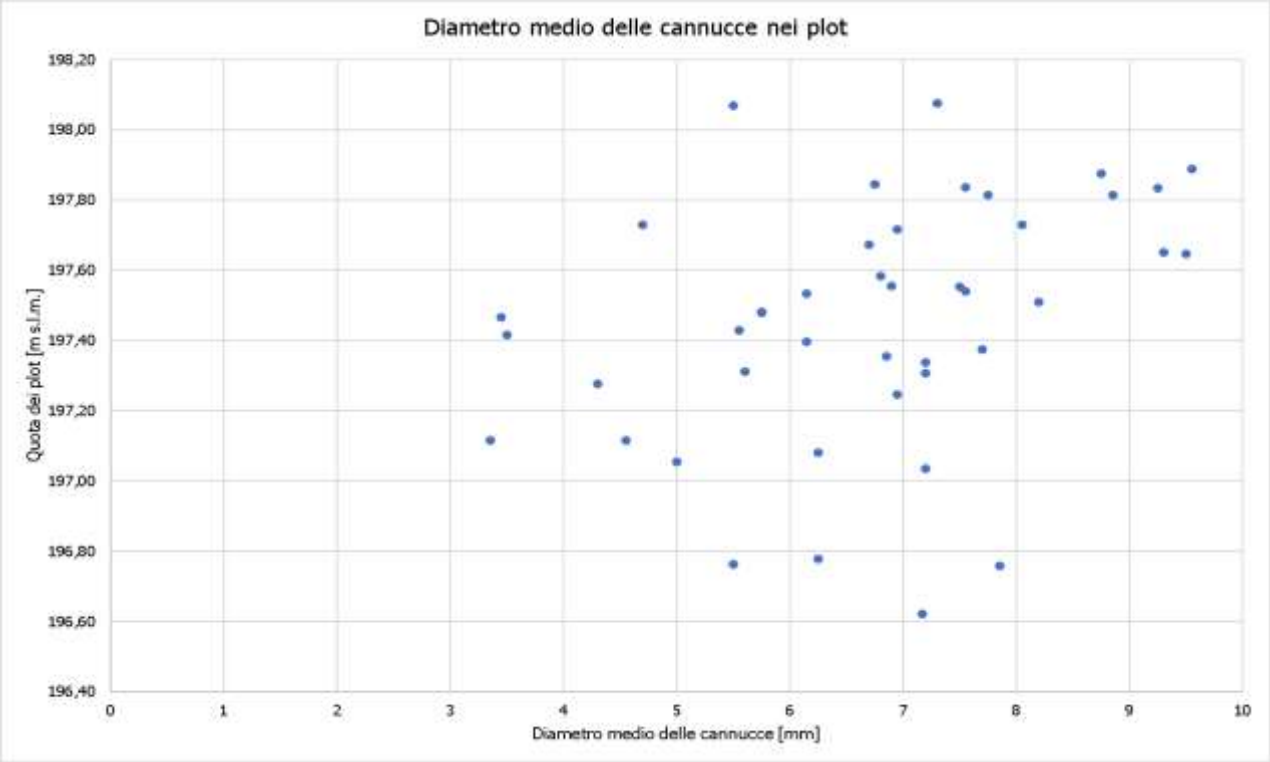

Figura 5-37: relazione fra il diametro medio delle cannucce di *P. australis* in tarda estate e la quota dei plot nel 2021

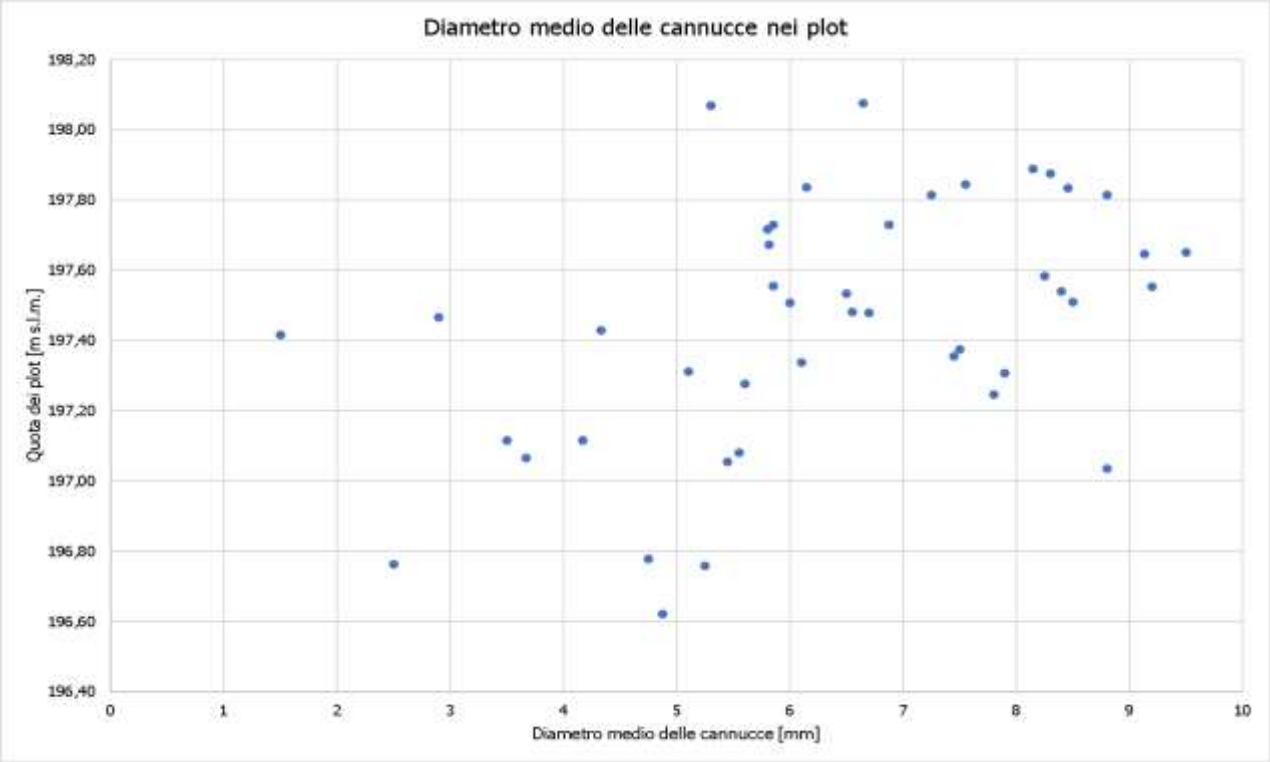

Figura 5-38: relazione fra il diametro medio delle cannucce di *P. australis* in tarda estate e la quota dei plot nel 2022

Come evidente dai grafici sopra riportati si può evincere che:

- la densità delle cannucce di *P. australis* non è correlata con la quota;
- l'altezza delle cannucce di *P. australis* tende ad aumentare in funzione dell'incremento di quota;
- il diametro delle cannucce di *P. australis* cresce anch'esso, in linea tendenziale, in funzione dell'incremento di quota.

6 CONCLUSIONI

Le attività eseguite e riportate nel presente report assumono importanza in relazione al fatto che, soprattutto per quel che riguarda le aree a canneto, le ultime indagini effettuate nella Riserva Naturale Pian di Spagna - Lago di Mezzola risultavano datate.

Più in generale, i risultati delle attività hanno riguardato la caratterizzazione della vegetazione igrofila, il rilievo topografico del canneto, il rilievo morfo-batimetrico della conca lacustre nella porzione più vicina al canneto e il monitoraggio in aree campione dello stato di salute del canneto.

L'area di studio specifica analizzata per lo svolgimento delle attività contenute nel progetto Interreg è localizzata nella parte meridionale del lago di Mezzola, dove il corpo idrico è circondato da praterie igrofile e canneti di estensione significativa.

A differenza dei grandi laghi regolati, i livelli del Lago di Mezzola non sono monitorati in continuo e quindi non sono disponibili dati giornalieri della quota delle acque. A parziale compensazione di tale lacuna conoscitiva, sono stati raccolti ed elaborati i livelli idrici giornalieri del Lago di Mezzola nel periodo 1953-1982 (Consorzio dell'Adda) e i dati del livello idrico quotidiano del fiume Mera a valle del lago presso il Ponte del Passo (Arpa Lombardia).

Per quel che riguarda l'andamento dei livelli "storici" del Lago di Mezzola risulta evidente che i livelli minimi sono raggiunti a fine inverno e quelli massimi tra la fine della primavera e l'inizio dell'estate in corrispondenza delle massime portate medie mensili in ingresso. In termini di differenza di quota i valori medi mensili, minimi e massimi, si discostano di circa 1 m e le variazioni (in incremento) più significative si verificano nei mesi primaverili, mentre dopo l'estate i valori medi rimangono stabili. La fascia di variabilità ordinaria, ottenuta elaborando i dati per quantificare i livelli giornalieri nella fascia compresa fra il 25° ed il 75° percentile nello stesso periodo dell'anno, risulta di circa 50 cm durante tutto l'anno tranne che a fine estate - inizio autunno quando si amplia a quasi 100 cm.

Allo scopo di integrare il quadro conoscitivo relativo ai livelli del lago, sono stati raccolti ed elaborati i dati di livello idrico (Arpa Lombardia) sul Mera a Sorico a monte del Ponte del Passo, disponibili a partire dalla fine del 2018 come livello relativo (la quota assoluta dello zero idrometrico di riferimento è ancora in via di definizione). Tali dati, escludendo i periodi di piena, in relazione alla vicinanza geografica ed alla limitata pendenza del Mera nel punto di rilievo, paiono correlati con i livelli del Lago di Mezzola. Grazie ai rilievi topografici (quote assolute in m. s. l. m.), effettuati sulla sponda lacustre in diversi periodi, è stato ricostruito l'andamento dei livelli del lago nel periodo 2019-2022: nel triennio 2019-2021 si nota un andamento comparabile, mentre nel 2022 la notevole scarsità idrica ha determinato livelli del lago molto bassi in estate.

Per quanto concerne la caratterizzazione della vegetazione igrofila, i dati raccolti nel corso della stagione vegetativa 2021 hanno confermato le informazioni disponibili in letteratura, evidenziando la presenza dei seguenti tipi di vegetazione: idrofite sommerse (*Chara globularis, Elodea nuttallii, Zannichellia palustris, Potamogeton crispus, P. perfoliatus* e *P. lucens*) e idrofite radicanti (*Nuphar lutea* e *Hippuris vulgaris*); vegetazione perilacustre rappresentata principalmente dal canneto a *Phragmites australis e* altre specie tipiche tra cui *Eleocharis acicularis, Littorella uniflora, Ranunculus reptans, Schoenoplectus lacustris, Typha latifolia* e *Rorippa amphibia*; cariceti dominati da specie del genere *Carex* di grosse dimensioni (principalmente *C. elata*) e praterie a molinia (*Molinia coerulea*) dove sono state osservate anche *Lythrum salicaria, Gratiola officinalis, Lychnis flos-cuculi* ed *Equisetum palustre.*

Il rilievo topografico del canneto è stato condotto su tutti i canneti prospicienti la parte meridionale del lago, interessando il solo fronte acquatico, in quanto il margine terrestre si trova a contatto con insediamenti agricoli stabili, le cui attività (drenaggi e sfalcio dei prati) possono alterarne l'evoluzione naturale e modificarne la

distribuzione da un anno all'altro. La porzione di canneto a diretto contatto con le acque lacustri è risultata praticamente continua, ad eccezione di una separazione di circa 40 metri data dalla presenza di un cariceto, sviluppandosi in media attorno a 197,20 m s.l.m.

Il rilievo morfo-batimetrico della porzione di lago più vicina al canneto ha evidenziato la presenza di fondali omogenei e poco diversificati composti prevalentemente da materiale fine (sabbia e limo), che degradano dolcemente da quote prossime a 197,20 m s.l.m. fino a 196,00 m s.l.m.

Sui canneti sono state previste anche attività di analisi volte ad indagarne lo stato di salute, basandosi sul disegno sperimentale proposto in studi simili (Gigante *et al.*, 2010; Gigante *et al.*, 2014).

Per quanto riguarda le specie individuate nell'indagine floristico-vegetazionale al termine della stagione vegetativa di ognuno dei due anni di attività, *Phragmites australis* è risultata presente in tutti i plot, ad eccezione dei plot 9.1 e 8.3 a ottobre 2021 e 6.5 a settembre 2022, probabilmente come conseguenza di fattori come moto ondoso e intensità del vento, schiacciamento da parte della fauna selvatica e di tronchi e rami portati dall'acqua.

Nel 2021, nei plot posti sul fronte acquatico del canneto o comunque soggetti a continue variazioni del livello lacustre è stata rilevata la presenza di popolamenti monospecifici di *P. australis* o di poche altre specie vegetali con basso grado di copertura: *Hippuris vulgaris* (idrofita, rinvenuta solo nel plot 7.1) e specie anfibie tipiche della fascia litorale. A quote superiori, su suoli inondati solo in qualche momento dell'anno, sono risultate presenti anche *Carex elata* e *Myosotis scorpioides*.

Nel 2022, anno con valori del livello del lago molto bassi in estate, generalmente la presenza delle specie già presenti nel 2021 è stata confermata e addirittura in alcuni casi ne è stato riscontrato un aumento della copertura; sono inoltre state censite nuove specie: *Persicaria hydropiper, Cyperus fuscus, Agrostis stolonifera, Lythrum salicaria, Bidens frondosa* e *Mentha* sp. Dove presente, *P. australis* è risultata solitamente la specie dominante.

Per quel che riguarda *P. australis*, a partire da aprile comincia l'emergenza delle nuove cannucce, la cui densità aumenta fino all'estate, per poi decrescere verso la fine della stagione vegetativa. Il periodo di maggiore crescita in altezza e diametro si concentra fra maggio e giugno per poi raggiungere un massimo al termine della stagione vegetativa. Alla fine della stagione vegetativa la media delle densità di piante vive (n/m^2) è risultata simile nei due anni di monitoraggio, con culmi di dimensioni comparabili sia in altezza che in diametro. Nel 2022 è stato riscontrato un numero di apici secchi e di infiorescenze di poco superiore rispetto a quanto osservato l'anno precedente.

Dai dati relativi alle densità di *P. australis* raccolti a fine stagione nei plot 1.1 e 4.1, con tipico *habitus* di accrescimento per cespi (clumping) solitamente associato, nella letteratura di riferimento, a una densità elevata di cannucce, sono emersi risultati contrastanti; nel 4.1 confermano quanto detto, mentre nel plot 1.1 è stata riscontrata la presenza di un numero di cannucce al metro quadro simile ad altri plot che non presentano segni di clumping.

Ai fini di verificare eventuali correlazioni fra alcuni dei principali parametri indagati nei plot ed il grado di allagamento degli stessi, sono stati messi in relazione alcuni dei parametri misurati con la quota dei plot in cui sono stati rilevati. Ne è emerso che l'altezza ed il diametro delle cannucce di *P. australis* sono direttamente proporzionali alla quota, mentre la densità delle cannucce non sembra connessa con il grado di allagamento.

A gennaio 2022 un incendio ha interessato la zona nord orientale del canneto principale, coinvolgendo direttamente i plot 8.5, 9.4, 9.5 e 9.6; i restanti plot, invece, non sono stati raggiunti dalle fiamme. Dal confronto dei dati raccolti nei due anni di indagine nei plot sopra citati non è emerso un pattern di risposta univoco.

Varano Borghi, 17/3/2023

Dott. Mattia Cordì

Dott.ssa Federica Casati

7 BIBLIOGRAFIA

- ARPA Lombardia. 2020. Stato delle acque superficiali in Lombardia. Lago di Mezzola. Aggiornamento 2014-2019. Settore Monitoraggi Ambientali, 21 pp.
- AA.VV., 2010. Piano di Gestione del SIC IT2040042 “Pian di Spagna e Lago di Mezzola”.
- AA.VV., 2011. Piano della riserva “Pian di Spagna e Lago di Mezzola”.
- Buzzi F., Di Piazza R., Genoni P., 2020. Stato delle acque superficiali in Lombardia. Laghi. Aggiornamento 2014-2019 (Revisione luglio 2021). ARPA Lombardia, Settore Monitoraggi Ambientali, 45 pp. Consorzio Riserva Naturale Pian di Spagna e Lago di Mezzola. 2010. Studio per la Valutazione di Incidenza del PIANO DI GESTIONE DEL SIC IT 2040042 e “Pian di Spagna e Lago di Mezzola”. 20 pp.
- Cerri M., Reale L., Moretti C., Buonaurio R., Coppi A., Ferri V., Foggi B., Gigante D., Lastrucci L., Quaglia M., Venanzoni R., Ferranti F., 2017. *Claviceps arundinis* identification and its role in the dieback syndrome of Phragmites australis populations in central Italy, Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology
- Gigante D., Venanzoni R., Reale L. & V. Zuccarello. 2010. Nuovi dati sul declino della popolazione di *Phragmites australis* al Lago Trasimeno. Congresso Bolzano 15-18 settembre 2009.
- Gigante D. & R. Venanzoni. 2010. Il declino della popolazione di *Phragmites australis* al Lago Trasimeno. Tutela ambientale del lago Trasimeno: 109-120.
- Gigante D., Venanzoni R. & V. Zuccarello. 2011. Reed die-back in southern Europe? A case study from Central Italy. C. R. Biologies, 334: 327–336.

- Gigante D., Angiolini C., Landucci F., Maneli F., Nisi B., Vaselli O., Venanzoni R. & L. Lastrucci. 2014. New occurrence of reed bed decline in southern Europe: Do permanent flooding and chemical parameters play a role? C. R. Biologies: 12 pp.
- Lastrucci L., Gigante D., Vaselli O., Nisi B., Viciani D., Reale L., Coppi A., Fazzi V., Bonari G. & C. Angiolini. 2016. Sediment chemistry and flooding exposure: a fatal cocktail for Phragmites australis in the Mediterranean basin? Ann. Limnol. - Int. J. Lim. 52: 365–377.
- Lastrucci L., Cerri M., Coppi A., Dell'Olmo L., Ferranti F., Ferri V., Filipponi F., Foggi B., Galardini R., Reale L., Venanzoni R., Viciani D. & D. Gigante. 2018. Spatial landscape patterns and trends of declining reed-beds in peninsular Italy. Plant Biosystems: 1-9.
- Mazzoldi P. 2008. La fauna a Idradefagi del Pian di Spagna (Coleoptera: Haliplidae, Gyrinidae, Noteridae, Dytiscidae). Il Naturalista Valtellinese - Atti Mus. civ. Stor. nat. Morbegno, 19: 65-81.
- Parolo G., Rossi G. & R. Ferranti. 2005. La flora di particolare interesse fitogeografico della provincia di Sondrio: un primo inventario per la sua conservazione. Biogeographia – The Journal of Integrative Biogeography, 26(1): 79-97.
- Prina M., Quattrin B., Tartari G., Garibaldi L., 1999. Limnologia di un ambiente a basso tempo di ricambio: Il lago di Mezzola. Acqua Aria 4: 73-82.
- Programma di Tutela e Uso delle Acque, 2016. Regione Lombardia. D.g.r. n. 6990 del 31 luglio 2017, pubblicata sul Bollettino Ufficiale di Regione Lombardia n. 36, Serie Ordinaria, del 4 settembre 2017.
- Reale L., Gigante D., Landucci F., Ferranti F. & R. Venanzoni. 2011. Correlation Between Sexual Reproduction in Phragmites australis and Die-back Syndrome. Aquatic Botany, 103: 122– 128.
- Reale L., Gigante D., Landucci F., Ferranti F. & R. Venanzoni. 2012. Morphological and histoanatomical traits reflect die-back in Phragmites australis (Cav.) Steud. Aquatic Botany, 103: 122– 128.
- Riserva Naturale Pian di Spagna Lago di Mezzola. 2010. Piano di Gestione del SIC IT2040042 Pian di Spagna e Lago di Mezzola 2010-2020. 211 pp.
- Van der Putten W.H. 1997. Die-back of *Phragmites australis* in European wetlands: an overview of the European Research Programme on Reed Die-back and Progression (1993-1994). Aquatic Botany, 59: 263-275