

LE IDROFITE DELLA RISERVA NATURALE “TORBIERE DEL SEBINO” (LOMBARDIA): BIODIVERSITÀ E CONSERVAZIONE

GLAUCO PATERA^{1,2}

Parole chiave - Idrofite, *Stuckenia pectinata*, caroficee, Lago d’Iseo, zone umide.

Key words - Hydrophytes, *Stuckenia pectinata*, stoneworts, Lake Iseo, wetlands.

Riassunto - Questo studio analizza la flora idrofita della Riserva Naturale “Torbiere del Sebino” (Lombardia, Italia), un’area umida di elevato valore ecologico, la cui biodiversità è minacciata dagli impatti antropici. Il monitoraggio, condotto tra il 2021 e il 2025, ha permesso l’identificazione di 4 alghe caroficee e 19 specie vascolari, tra cui sei nuove segnalazioni per l’area protetta. Particolarmente rilevante è la prima osservazione di *Stuckenia pectinata* per il Lago d’Iseo. L’indagine evidenzia differenze nella distribuzione delle specie in relazione al carico trofico delle acque, fornendo inoltre dati fondamentali per le strategie di conservazione e gestione dell’ecosistema acquatico della Riserva Naturale.

Abstract - *The Hydrophytes of the Torbiere del Sebino Nature Reserve (Lombardy): Biodiversity and Conservation.* - This study analyzes the hydrophytic flora of the “Torbiere del Sebino” Nature Reserve (Lombardy, Italy), a wetland of high ecological value, whose biodiversity is threatened by human impacts. The monitoring, conducted between 2021 and 2025, allowed the identification of 4 stoneworts and 19 vascular species, including six new records for the protected area. Particularly relevant is the first observation of *Stuckenia pectinata* for Lake Iseo. The survey highlights differences in the distribution of species in relation to the nutrient content of the water, also providing fundamental data for the conservation and management strategies of the aquatic ecosystem of the Nature Reserve.

INTRODUZIONE

Lo studio delle idrofite è cruciale per comprendere le dinamiche ecologiche e distributive caratterizzanti i contesti delle zone umide. Le piante acquatiche sono indicatrici chiave della salute degli ecosistemi acquatici e la loro distribuzione e abbondanza sono influenzate da fattori ambientali come la qualità dell’acqua, la disponibilità di nutrienti, il clima e le interazioni con altre specie (KEDDY, 2023). Questi *habitat*, caratterizzati da una ricca biodiversità, sono essenziali non solo per la conservazione delle specie vegetali, ma anche per il mantenimento dell’equilibrio ecologico degli ambienti colonizzati e dei servizi ecosistemici che forniscono (ZEDLER & KERCHER, 2005). Tuttavia, negli ultimi quarant’anni, significativo è stato l’impatto dell’eutrofizzazione sullo stato degli ecosistemi lacustri, con una drastica riduzione della biomassa delle idrofite (PHILLIPS *et al.*, 2016). A fronte di tale dinamica risulta necessario sviluppare azioni di conservazione risolutive della criticità e, a tal riguardo, il monitoraggio delle idrofite è in grado di fornire elementi fondamentali per la gestione e la tutela della biodiversità vegetale nelle zone umide: attraverso analisi distributive ed ecologiche, è possibile infatti identificare obiettivi di conservazione mirati che possano contribuire a preservare questi ecosistemi in un contesto di cambiamento ambientale globale.

AREA DI STUDIO

La Riserva Naturale “Torbiere del Sebino”, localizzata nella provincia di Brescia (Lombardia, Italia) a sud del Lago d’Iseo, si estende su una superficie di circa 360 ettari e costituisce una zona umida altamente rilevante dal punto di vista ecologico. L’area è riconosciuta come Sito Ramsar e classificata come Zona Speciale di Conservazione/Zona di Protezione Speciale (IT2070020) (AA.VV., 2012). Il territorio è caratterizzato da un

mosaico di cenosi palustri quali canneti a *Phragmites australis*, magnocariceti a *Carex elata* e *C. acutiformis*, formazioni a *Cladium mariscus*, ontanete paludose ad *Alnus glutinosa* oltre che da differenti corpi idrici di origine sia naturale che antropica, derivanti dalla passata attività di estrazione della torba (PATERA, 2022). La superficie dell’area protetta è suddivisa principalmente in due porzioni: una a diretto contatto con il bacino lacustre (Lamette) e un’altra posta a sud e delimitata da un arco morenico (Lame) (CAPELLI, 2014).

MATERIALI E METODI

Il monitoraggio è stato eseguito nel periodo 2021-2025 ed ha previsto campionamenti puntuali all’interno di aree con vegetazione acquatica. L’area dei corpi idrici della Riserva Naturale, ai fini dello studio, è stata suddivisa in 4 settori in base alle caratteristiche ecologiche di essi (Fig. 1).

L’area delle Lame (LM) costituisce il bacino idrico maggiormente esteso della Riserva, caratterizzato da profondità media di circa 2 m con acque eutrofiche legate alla presenza di scarichi fognari (VOLPINI *et al.*, 2022), substrato prevalentemente organico e assenza di sponde digradanti.

L’area delle Lamette (LT) presenta una porzione di sponda lacustre digradante con profondità fino a 2 m con substrato minerale limoso-ghiaioso direttamente connessa con una porzione interna derivata dalle attività di scavo della torba. L’area delle vasche poste a sud-ovest delle Lame (VS) è caratterizzata da profondità di 6-7 m con apporto prevalente di falda, substrato minerale limoso e assenza di sponde digradanti. Sono stati inclusi i fossi connessi ed una singola vasca ad est delle Lame in località “Fontani”, alimentata da acqua sorgiva e con profondità di 1,5-2,0 m. L’area degli stagni oggetto di azioni di recente ripristino (ST) si colloca a nord-est delle Lame ed è costituita da cinque pozze e un fosso con profondità comprese tra 0,5 e 2,0 m, substrato torboso e sponde digradanti.

¹Ente per la gestione della Riserva Naturale “Torbiere del Sebino”. Via Europa 5, 25050 Provaglio d’Iseo (BS)

²Studio Fagus. Via San Giuseppe 36, 20863 Concorezzo (MB) ✉ g.patera@studiofagus.it



Fig. 1 - Localizzazione delle aree di studio (LT, LM, VS, ST).

Le indagini sono state condotte sia lungo le bordure dei corpi idrici che da barca; in acque poco profonde è stato utilizzato un batiscopio e in acque maggiormente profonde o a scarsa trasparenza, sono stati utilizzati specifici rastrelli e ancore per il campionamento delle idrofite (Fig. 2).

Nell'area VS, a fronte dell'elevata profondità, è stato eseguito

un campionamento random al fondo da parte di subacquei.

La nomenclatura delle specie vascolari è conforme alle *checklist* italiane di BARTOLUCCI *et al.* (2024), GALASSO *et al.* (2024) e le forme biologiche seguono PIGNATTI *et al.* (2019). La nomenclatura delle caracee è conforme a BAZZICHELLI & ABDELAHAD (2009).



Fig. 2 - Campionamento di idrofite vascolari (sx) e caroficee (dx).

| Valore | Livello trofico |
|--------------------|-----------------|
| $Csi > 14$ | Molto lieve |
| $12 < Csi \leq 14$ | Lieve |
| $10 < Csi \leq 12$ | Medio |
| $8 < Csi \leq 10$ | Elevato |
| $Csi \leq 8$ | Molto elevato |

Tab. 1 - Correlazioni tra gli intervalli dei coefficienti di sensibilità (Csi) e i livelli trofici.

| Specie | Forma biologica | Famiglia | Protezione | | Distribuzione | | | | Csi |
|--|-----------------|------------------|------------|--------------|---------------|----|----|----|-----|
| | | | Red List | L.R. 10/2008 | LM | LT | VS | ST | |
| <i>Alisma plantago-aquatica</i> L. | I rad | Alismataceae | | | X | | | | 8 |
| <i>Callitriche stagnalis</i> Scop. | I rad | Plantaginaceae | | | | | | X | 12 |
| <i>Ceratophyllum demersum</i> L. | I rad | Ceratophyllaceae | | C2 | | X | X | | 5 |
| <i>Chara globularis</i> Thuillier | I rad | Characeae | | | | X | X | | 12 |
| <i>Hottonia palustris</i> L. | I rad | Primulaceae | EN | C1 | | | | X | 12 |
| <i>Lemna minor</i> L. | I nat | Araceae | | | X | | | X | 10 |
| <i>Lemna minuta</i> Kunth | I nat | Araceae | | | X | | | X | 10 |
| <i>Myriophyllum spicatum</i> L. | I rad | Haloragaceae | | | | | X | | 8 |
| <i>Najas major</i> All. | I rad | Hydrocharitaceae | | | | X | | | 5 |
| <i>Najas minor</i> All. | I rad | Hydrocharitaceae | | | | | X | | 6 |
| <i>Nitella opaca</i> (C. Agardh ex Bruzelius) C. Agardh | I rad | Characeae | | | | | X | | 18 |
| <i>Nitellopsis obtusa</i> (Desvaux in Loiseleur-Deslongchamps) J. Groves | I rad | Characeae | | | | | X | | 14 |
| <i>Nymphaea alba</i> L. | I rad | Nymphaeaceae | | C2 | | | | X | 9 |
| <i>Nuphar lutea</i> (L.) Sm. | I rad | Nymphaeaceae | | | X | X | | | 12 |
| <i>Persicaria amphibia</i> (L.) Delarbre | I rad | Polygonaceae | | C1 | | X | | | 9 |
| <i>Potamogeton perfoliatus</i> L. | I rad | Potamogetonaceae | | | | X | | | 9 |
| <i>Ranunculus trichophyllus</i> Chaix | I rad | Ranunculaceae | | C1 | | | | X | 11 |
| <i>Sparganium erectum</i> L. | I rad | Typhaceae | | | | | X | | 10 |
| <i>Stuckenia pectinata</i> (L.) Börner | I rad | Potamogetonaceae | | | | X | | | 2 |
| <i>Tolypella intricata</i> (Trentepohl ex Roth) Leonhardi | I rad | Characeae | | | | | X | | 15 |
| <i>Trapa natans</i> L. | I nat | Lythraceae | NT | C2 | X | | | | 10 |
| <i>Utricularia australis</i> R.Br. | I nat | Lentibulariaceae | NT | C1 | | | | X | 12 |
| <i>Vallisneria spiralis</i> L. | I rad | Hydrocharitaceae | | | | X | | | 8 |

Tab. 2 - Checklist della flora idrofitica rilevata.

| Specie | Latitudine (N) | Longitudine (E) |
|---------------------------------|----------------|-----------------|
| <i>Chara globularis</i> | 45.65814 | 10.01723 |
| | 45.64114 | 10.02375 |
| | 45.63933 | 10.02067 |
| <i>Nitella opaca</i> | 45.63912 | 10.02081 |
| <i>Nitellopsis obtusa</i> | 45.64103 | 10.02383 |
| <i>Tolypella intricata</i> | 45.63842 | 10.02791 |
| <i>Ranunculus trichophyllus</i> | 45.65615 | 10.02985 |
| <i>Stuckenia pectinata</i> | 45.65844 | 10.01505 |

Tab. 3 - Localizzazione dei *taxa* ritenuti più significativi.

Il carico di nutrienti di ogni area è stato stimato utilizzando i punteggi specifici di oligotrofia (Csi) (MINCIARDI *et al.*, 2009, BOUTRY *et al.*, 2013) (Tab. 1) riferiti ai dati di presenza/assenza dei *taxa* all'interno delle aree di monitoraggio.

Per la valutazione della differenza significativa tra coppie di set di dati è stato utilizzato il test U di Mann-Whitney applicando la correzione di Bonferroni. I dati raccolti sono stati elaborati mediante il software PAST4.03 (HAMMER *et al.*, 2001).

RISULTATI

Il monitoraggio svolto ha permesso l'osservazione di 19 specie vascolari (15 radicanti e 4 natanti) e 4 alghe caroficee, appartenenti complessivamente a 14 famiglie (Tab. 2, Fig. 3).

Tra i *taxa* censiti, 3 risultano inclusi nella Lista Rossa della flora italiana (ROSSI *et al.*, 2013; ROSSI *et al.*, 2020).

Di seguito si riportano i *taxa* individuati e alcune osservazioni relative alle popolazioni rinvenute nell'area di studio. La localizzazione dei *taxa* ritenuti più significativi è riportata in Tab. 3.



Fig. 3 - *Utricularia australis* (a), *Hottonia palustris* (b), *Persicaria amphibia* (c), *Nuphar lutea* (d), *Stuckenia pectinata* (e), *Tolypella intricata* (f), *Chara globularis* (g), *Nitellopsis obtusa* (h).

Alghe caroficee

Chara globularis Thuillier (Characeae)

Note: Costituisce l'alga caroficea maggiormente diffusa all'interno dell'area di studio con presenza sparsa nella porzione lacustre delle Lamette e dense praterie sommerse nei bacini profondi meridionali.

Nitella opaca (C. Agardh ex Bruzelius) C. Agardh (Characeae)

Note: Forma nuclei sparsi all'interno dei bacini profondi meridionali.

Nitellopsis obtusa (Desvaux in Loiseleur-Deslongchamps) J. Groves (Characeae)

Note: Rilevato un unico nucleo all'interno di una delle vasche profonde meridionali.

Tolypella intricata (Trentepohl ex Roth) Leonhardi (Characeae)

Note: Specie rarissima, rilevata nell'inverno 2025 all'interno di un fosso di recente ripristino a sud delle Lamette.

Piante vascolari

Alisma plantago-aquatica L. (Alismataceae)

Note: Sporadica lungo le bordure igrofile nella porzione settentrionale delle Lamette.

Callitriche stagnalis Scop. (Plantaginaceae)

Note: Presenza con un'unica stazione all'interno di un canale con acque a lento scorrimento nella porzione settentrionale delle Lamette.

Ceratophyllum demersum L. (Ceratophyllaceae)

Note: Molto diffusa nella porzione meridionale del Lago d'Iseo, all'interno dell'area di studio forma piccoli popolamenti radicati e non nelle vasche a sud-ovest delle Lamette e in Lamette.

Hottonia palustris L. (Primulaceae)

Note: L'unica stazione, presente dal 2024, si colloca all'interno di un'area in condizioni ombrose su fanghi torbosi.

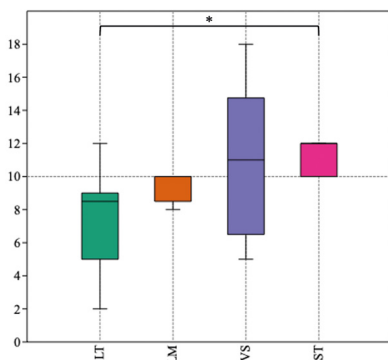


Fig. 4 - Box plot relativo ai punteggi specifici di oligotrofia (Csi). I boxplot collegati tra parentesi e asterisco indicano confronti a coppie tra medie significativamente diverse (* = $p < 0,05$).

Lemna minor L. (Araceae)

Note: Presente con popolazioni ridotte nella porzione sud-est delle Lamette e in due stagni a nord.

Lemna minuta Kunth (Araceae)

Note: Presenza, talvolta consistente, in tre stagni a nord delle Lamette.

Myriophyllum spicatum L. (Haloragaceae)

Note: Ampiamente diffusa nei bacini profondi meridionali alle Lamette.

Najas major All. (Hydrocharitaceae)

Note: Specie pioniera che struttura comunità discontinue lungo le fasce spondali lacustri a ridotta profondità (< 1m) interferite dal moto ondoso.

Najas minor All. (Hydrocharitaceae)

Note: Presenza localizzata in una vasca al confine meridionale della Riserva.

Nymphaea alba L. (Nymphaeaceae)

Note: Comparsa spontaneamente nel 2024 a seguito dello scavo e ripristino di due stagni a nord delle Lamette.

Nuphar lutea (L.) Sm. (Nymphaeaceae)

Note: I laminetti si collocano nelle Lamette (due nuclei), nelle Lamette e all'interno di una vasca in località "Fontani".

Persicaria amphibia (L.) Delarbre (Polygonaceae)

Note: Ampiamente diffusa nella porzione interna delle Lamette, in forma prevalentemente acquatica.

Potamogeton perfoliatus L. (Potamogetonaceae)

Note: Rari nuclei monospecifici localizzati nella porzione lacustre delle Lamette.

Ranunculus trichophyllus Chaix (Ranunculaceae)

Note: Osservato per la prima volta nel 2023 nella porzione interna delle Lamette. Nel 2024 ha colonizzato un fosso a lento scorrimento a nord delle Lamette.

Sparganium erectum L. (Typhaceae)

Note: Individui sparsi disposti ai bordi dei canneti lungo i margini delle vasche meridionali.

Stuckenia pectinata (L.) Börner (Potamogetonaceae)

Note: Costituisce nuclei sparsi nella porzione lacustre delle Lamette, a profondità di 2 m.

Trapa natans L. (Lythraceae)

Note: Presenza sporadica all'interno del lamineto a *Nuphar lutea* nelle Lamette.

***Utricularia australis* R.Br.**

(Lentibulariaceae)

Note: Forma densi popolamenti monospecifici all'interno di quattro stagni a nord delle Lame.

***Vallisneria spiralis* L.**

(Hydrocharitaceae)

Note: Sporadica nella porzione lacustre delle Lamette. Abbondante e caratterizzante le praterie sommerse lacustri a profondità superiori ai 3 m.

Dal punto di vista distributivo, troviamo la maggiore concentrazione di specie nel settore LT (8), valori di poco ridotti per VS e ST (7) e i minimi registrati in LM (5).

Le idrofite rilevate all'interno delle aree di campionamento forniscono informazioni relative sul carico medio di nutrienti dei differenti corpi idrici (Fig. 3). Si è rilevata una differenza statisticamente significativa tra LT e ST e non significativa per VS e LM che mostrano rispettivamente una maggiore eterogeneità e un ridotto numero di *taxa*.

DISCUSSIONE

Sul piano floristico il monitoraggio svolto ha consentito il rilevamento di 6 specie nuove per la Riserva Naturale. Si tratta, per le alghe caroficee di *Chara globularis*, *Nitella opaca*, *Nitellopsis obtusa* e *Tolypella intricata*, e per le piante vascolari di *Stuckenia pectinata* e *Ranunculus trichophyllus*. Significativo è stato il rilevamento di popolamenti a caroficee ascrivibili l'*habitat* comunitario 3140 "Acque oligomesotrofe calcaree con vegetazione bentica di *Chara* spp." posti principalmente nelle vasche profonde a sud-ovest delle Lame (VS) e di recente segnalazione (PATERA, 2022). Si tratta di comunità di macroalghe storicamente segnalate per il Sito (GIACOMINI, 1946), e in precedenza mai identificate a livello specifico nell'area del Sebino. L'*habitat* in questione, la cui distribuzione risulta sottostimata a scala regionale (BOLPAGNI, 2013), ospita cenosi di interesse in funzione principalmente della buona qualità delle acque, condizione non comune all'interno del contesto planiziale padano.

Per quanto riguarda le piante vascolari l'osservazione di *Stuckenia pectinata* costituisce la prima segnalazione per il Lago d'Iseo, mentre il ritrovamento di *Ranunculus trichophyllus* rappresenta la conferma di una segnalazione storica per l'area lacustre (MARTINI *et al.*, 2012).

Sul piano floristico l'area LT ospita, nella porzione perilacuale, circoscritte porzioni di praterie sommerse a *Najas major*, *Chara globularis*, *Stuckenia pectinata* e *Potamogeton perfoliatus*, mentre nella porzione interna, caratterizzata da estesi fragmiteti e magnocariceti a *Carex elata*, la flora idrofita è piuttosto rada, sebbene improntata da *Persicaria amphibia*, la cui presenza risulta essere di significativo interesse in quanto piuttosto rara e localizzata a scala regionale (MARTINI *et al.*, 2012). L'area VS presenta estese praterie sommerse a dominanza di *Myriophyllum spicatum* accompagnato da *Ceratophyllum demersum* e *Najas minor*, a mosaico con dense formazioni a caroficee improntate da *Chara globularis*. All'interno dell'area ST sono presenti le stazioni delle specie vegetali acquatiche di maggiore pregio conservazionistico del Sito quali *Hottonia palustris* e *Utricularia australis*. Per quanto riguarda *Hottonia palustris* si sottolinea che

si tratta di un elemento storicamente presente e caratterizzante la flora della Riserva, localmente estinto nel 2000 a causa della scomparsa del proprio *habitat* (DELLA TORRE, comm. pers.), è ricomparso spontaneamente nel 2024, formando popolamenti stabili, a seguito di interventi di ripristino di contesti ambientali idonei quali fossi allagati ombrosi su torba. La conservazione di *Utricularia australis* è anch'essa di notevole importanza: dopo un declino significativo negli ultimi decenni (PATERA, 2021), questa specie è attualmente presente esclusivamente all'interno di stagni recentemente ripristinati nel periodo 2020-2024. Significativa è la ricomparsa spontanea anche di *Nymphaea alba* all'interno dei medesimi siti. All'interno dell'area ST sono inoltre presenti *Ranunculus trichophyllus*, *Callitriche stagnalis* e *Lemna minor*. L'area LM presenta acque ad elevato carico trofico, in buona parte generate dagli apporti degli scarichi fognari dello scolmatore di troppo pieno di Provaglio d'Iseo e del torrente Ri, che ne determinano uno stato ecologicamente alterato. Sono presenti stazioni puntiformi di *Alisma plantago-aquatica*, *Lemna minor*, *Trapa natans* e un rado popolamento di *Nuphar lutea*.

All'interno del Sito la presenza di specie esotiche è limitata a *Lemna minuta*. L'assenza di idrofite radicate esotiche è influenzata in generale, dall'assenza di contributo idrico da parte del Lago d'Iseo verso la Lama che evita il trasporto di alloctone quali *Lagarosiphon major*, *Elodea nuttallii*, *E. canadensis*. Tale aspetto risulta di interesse per la conservazione della biodiversità vegetale palustre, in quanto la diffusione di specie aliene all'interno delle zone umide costituisce infatti uno dei principali *ecological drivers* che incide sulla conservazione delle zone umide (BRUSA *et al.*, 2019).

Dal punto di vista ecologico, ciò che risulta evidente è la differenza del carico trofico tra i differenti corpi idrici indagati, con una generale prevalenza delle specie tolleranti ad alti livelli di nutrienti (Csi medio=9,87±3,5), fattore che sottolinea il significativo impatto antropico sulle acque della Riserva Naturale. Si tratta di una dinamica che ha generalmente e progressivamente selezionato le specie adatte alla sopravvivenza in acque a trofia elevata, sfavorendo gli elementi di pregio delle acque meso-oligotrofiche attualmente localmente estinti (*Dactylorhiza incarnata*, *Groenlandia densa*, *Hippuris vulgaris*, *Menyanthes trifoliata*, *Rhynchospora fusca*) (GIACOMINI, 1946; CRESCINI, 1970; PATERA, 2022).

Nel dettaglio, per quanto riguarda il confronto dei punteggi specifici di oligotrofia (Csi) (Fig. 4), la differenza significativa tra LT e ST, suggerisce che le idrofite rispondano diversamente alle condizioni trofiche di queste due aree. Tale differenza deriverebbe da variazioni nella disponibilità di nutrienti che influenzano la crescita e la competizione tra le specie. Nello specifico i corpi idrici dell'area ST risultano alimentati unicamente da acque di falda e piovane, fattore che ne limita il carico trofico medio; diversamente le acque lacustri dell'area LT sono caratterizzate da uno stato di generale eutrofia. La non significatività della distribuzione dei valori trofici dell'area VS potrebbe essere giustificata dall'elevata eterogeneità nella tolleranza ai nutrienti delle idrofite presenti in quest'area: sono infatti state rilevate all'interno dei medesimi corpi idrici *taxa* caratterizzati da valori di Csi significativamente differenti (*Ceratophyllum demersum*, *Nitella opaca*) (Δ Csi=13). La coesistenza di specie con strategie ecologiche differenti ha determinato un'ampia variabilità nei dati, mascherando differenze statisticamente significative rispetto ad altre aree di campionamento. Importante, tuttavia, è la presenza

esclusiva in area VS delle specie maggiormente sensibili alla trofia (*Nitellopsis obtusa*, *Nitella opaca*, *Tolypella intricata*). La non significatività dei valori riferiti all'area LM può invece essere attribuita alle condizioni ipertrofiche di quest'area, che favoriscono la crescita del fitoplancton a discapito delle idrofite sommerse (PHILLIPS *et al.*, 2016). Questo fenomeno giustifica la scarsa presenza di *taxa* macrofitici, soprattutto radicanti, e la conseguente ridotta variabilità nei valori trofici rilevati.

Gli alti livelli di nutrienti hanno portato, nei decenni, alla scomparsa dell'esteso lamineto a *Nymphaea alba*, in passato molto esteso e caratterizzante il territorio della Riserva (ANDREIS *et al.*, 1995) nei settori LM e LT, oltre che all'attuale contrazione dei popolamenti di *Nuphar lutea* in LM. È possibile apprezzare infatti la correlazione tra la qualità delle acque e lo stato di conservazione di *Nuphar lutea* confrontando la popolazione di questa specie, in ottimo stato di conservazione, situata in una vasca prossima alla sorgente "Fontani" (VS) in condizioni meso-oligotrofiche date dalle acque di falda e sorgive, con la popolazione presente in Lama (LM), a circa 200 m di distanza, in pessimo stato di conservazione in acque ipertrofiche (Fig. 5).

Sul piano conservazionistico, in generale si evidenziano due strategie principali per favorire la conservazione della biodiversità vegetale palustre: nel breve-medio periodo il ripristino e la creazione di nuovi stagni al fine di favorire la ricchezza floristica e, nel lungo periodo, la gestione efficace degli scarichi fognari per assicurare la salute degli ecosistemi acquatici e la conservazione delle specie.

CONCLUSIONI

All'interno della Riserva Naturale "Torbiere del Sebino" la flora acquatica presenta una significativa ricchezza. Considerato

lo storico peggioramento della qualità delle acque, emerge un'importante differenza in termini distributivi e di biodiversità vegetale, correlata principalmente allo stato ecologico medio dei differenti corpi idrici. La presente indagine pone quindi le basi per le future attività di conservazione di specie e *habitat* acquatici presenti, oltre che sottolineare le aree maggiormente critiche in funzione dello sviluppo di interventi di miglioramento ambientale. Al fine di una migliore caratterizzazione ecologica dei corpi idrici si suggerisce di integrare il monitoraggio delle idrofite con una specifica indagine della componente fitoplanctonica.

Lo studio ha inoltre permesso un generale approfondimento della biodiversità vegetale acquatica presente nell'Area protetta. L'osservazione di specie di nuova segnalazione per il Sito conferma come anche aree poste in contesti antropizzati e lungamente indagate celino tutt'oggi nuovi elementi da ricercare e tutelare.

RINGRAZIAMENTI

Un grande ringraziamento va al personale dell'Ente Gestore della Riserva "Torbiere del Sebino", in particolar modo al dott. Nicola della Torre e alla dott.ssa Sonia Agapi per l'interesse e la fiducia dimostrati, oltre che per il supporto durante le attività di campo.

Si ringraziano inoltre il dott. Guido Brusa per la rilettura critica del manoscritto e per gli utili consigli forniti, il dott. Federico Lombardo per il proficuo lavoro svolto durante il tirocinio universitario, il prof. Marco Caccianiga per il contributo offerto nella supervisione della tesi di laurea, il Gruppo Sommozzatori Iseo per la partecipazione durante le attività di monitoraggio e Giuseppe Ravasio per l'immagine di *Hottonia palustris*.

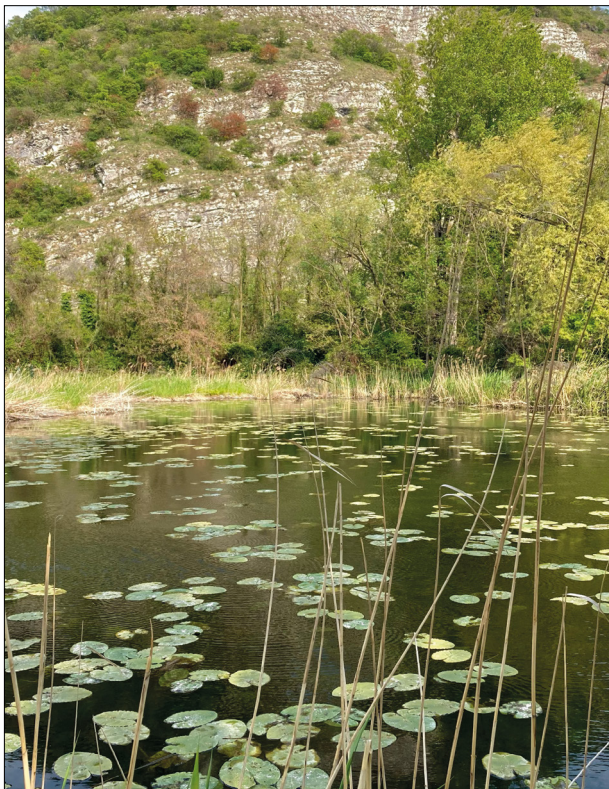


Fig. 5 - Confronto tra i lamineti a *Nuphar lutea* nella vasca prossima alla sorgente "Fontani" (sx) e in Lama (dx). Si noti la presenza in Lama di numerosi rizomi galleggianti dovuta al deterioramento delle condizioni ecologiche del fondale e conseguente marciume radicale.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 2012. Piano di Gestione della Riserva Naturale “Torbiere del Sebino”.
- ANDREIS C., 2007-2014. Assetto della componente floristico-vegetazionale della Riserva Naturale Torbiere del Sebino. Relazioni annuali inedite depositate presso l’Ente di gestione della Riserva.
- ANDREIS C., LAZZARONI L., RODONDI G., ZAVAGNO F., 1995 (1993). La vegetazione delle torbiere del Sebino e le direttive del piano di gestione. *Coll. Phytosoc.*, 21: 511-546.
- BARTOLUCCI F., PERUZZI L., GALASSO G., ALESSANDRINI A., ARDENGHI N.M.G., BACCHETTA G., BANFI E., BARBERIS G., BERNARDO L., BOUVET D., BOVIO M., CALVIA G., CASTELLO M., CECCHI L., DEL GUACCHIO E., DOMINA G., FASCETTI S., GALLO L., GOTTSCHLICH G., GUARINO R., GUBELLINI L., HOFMANN N., IBERITE M., JIMÉNEZ-MEJÍAS P., LONGO D., MARCHETTI D., MARTINI F., MASIN R.R., MEDAGLI P., PECCENINI S., PROSSER F., ROMA-MARZIO F., ROSATI L., SANTANGELO A., SCOPPOLA A., SELVAGGI A., SELVI F., SOLDANO A., STINCA A., WAGENSOMMER R.P., WILHALM T., CONTI F., 2024. A second update to the *checklist* of the vascular flora native to Italy. *Plant Biosystems* 158(2): 219–296.
- BAZZICHELLI G., ABDELAHAD N., 2009. Flora analitica delle Caroficee. Università La Sapienza ed., Roma: 75 pp.
- BOLPAGNI R., 2013. Macrophyte Richness and Aquatic Vegetation Complexity of the Lake Idro (Northern Italy). *Ann. Bot.* 35–43.
- BOUTRY S., BERTRIN V., DUTARTRE A., 2013. Méthode d’évaluation de la qualité écologique des plans d’eau basée sur les communautés de macrophytes. Indice Biologique Macrophytique en Lac (IBML) - Rapport d’avancement. Irstea, REBX, Rapport d’étape, 26 p + annexes.
- BRUSA G., DALLE FRATTE M., BOGLIANI G., CELADA C., GAIBANI G., LUONI F., SOLDARINI M., 2019. Le aree umide nella regione biogeografica Continentale dell’Italia settentrionale: dagli scenari di cambiamento a prospettive di conservazione. *Natural History Sciences*. Atti Soc. it. Sci. nat. Museo civ. Stor. nat. Milano, 6 (2): 37-69
- CAPELLI S., 2014. Torbiere del Sebino. Guida alla visita. Tipografia Camuna S.p.a. Breno (Brescia)
- CRESCINI A., 1970. Conservazione e Valorizzazione delle Torbiere Sebino. *Quaderni della Biblioteca Comunale di Iseo* n. 2 (pp 11-20).
- GALASSO G., CONTI F., PERUZZI L., ALESSANDRINI A., ARDENGHI N.M.G., BACCHETTA G., BANFI E., BARBERIS G., BERNARDO L., BOUVET D., BOVIO M., CALVIA G., CASTELLO M., CECCHI L., DEL GUACCHIO E., DOMINA G., FASCETTI S., GALLO L., GUARINO R., GUBELLINI L., GUIGGI A., HOFMANN N., IBERITE M., JIMÉNEZ-MEJÍAS P., LONGO D., MARCHETTI D., MARTINI F., MASIN R.R., MEDAGLI P., MUSARELLA C.M., PECCENINI S., PODDA L., PROSSER F., ROMA-MARZIO F., ROSATI L., SANTANGELO A., SCOPPOLA A., SELVAGGI A., SELVI F., SOLDANO A., STINCA A., WAGENSOMMER R.P., WILHALM T., BARTOLUCCI F., 2024. A second update to the *checklist* of the vascular flora alien to Italy. *Plant Biosystems* 158: 297–340.
- GIACOMINI V., 1946. Aspetti scomparsi e relitti della vegetazione padana. Documenti sulla vegetazione recente delle “lame” e delle torbiere fra l’Oglio e il Mincio. *Atti Ist. Bot. Lab. Critt. Univ. Pavia*, (5) 9: 29-123.
- HAMMER Ø., HARPER D.A.T., RYAN P.D., 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*. 4(1):1–9.
- KEDDY P. A., 2023. Wetland Ecology: Principles and Conservation. Cambridge University Press.
- MARTINI F., BONA E., DANIELI S., FANTINI G., FEDERICI G., FENAROLI F., MANGILI L., PERICO G., TAGLIAFERRI F., ZANOTTI E., 2012. Flora vascolare della Lombardia centro-orientale. 2 Voll., Lint, Trieste, 602 pp. e 326 pp.
- MINCIARDI M. R., SPADA C. D., ROSSI G. L., ANGIUS R., ORRÙ G., MANCINI L., PACE G., MARCHEGGIANI S., PUCCINELLI C., 2009. Metodo per la valutazione e la classificazione dei corsi d’acqua utilizzando la comunità delle Macrofite acquatiche. Rapporto Tecnico ENEA RT/2009/23/ENEA, 35pp.
- PATERA G., 2021. Relazione botanica Riserva Naturale “Torbiere del Sebino”. Relazione annuale inedita depositata presso l’Ente di gestione della Riserva.
- PATERA G., 2022. Relazione botanica Riserva Naturale “Torbiere del Sebino”. Relazione annuale inedita depositata presso l’Ente di gestione della Riserva.
- PIGNATTI S., 2019. Flora d’Italia. Edagricole, Bologna.
- PHILLIPS, G., WILLBY N., MOSS B., 2016. Submerged Macrophyte Decline in Shallow Lakes: What Have We Learnt in the Last Forty Years? *Aquatic Botany* 135: 37–45.
- ROSSI G., MONTAGNANI C., GARGANO D., PERUZZI L., ABELI T., RAVERA S., COGONI A., FENU G., MAGRINI S., GENNAI M., FOGGI B., WAGENSOMMER R.P., VENTURELLA G., BLASI C., RAIMONDO F.M., ORSENIGO S., 2013. Lista Rossa della Flora Italiana. 1. Policy Species e altre specie minacciate. Comitato Italiano IUCN e Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.
- ROSSI G., ORSENIGO S., GARGANO D., MONTAGNANI C., PERUZZI L., FENU G., ABELI T., ALESSANDRINI A., ASTUTI G., BACCHETTA G., BARTOLUCCI F., BERNARDO L., BOVIO M., BRULLO S., CARTA A., CASTELLO M., COGONI D., CONTI F., DOMINA G., FOGGI B., GENNAI M., GIGANTE D., IBERITE M., LASEN C., MAGRINI S., NICOLELLA G., PINNA M.S., POGGIO L., PROSSER F., SANTANGELO A., SELVAGGI A., STINCA A., TARTAGLINI N., TROIA A., VILLANI M.C., WAGENSOMMER R.P., WILHALM T., BLASI C., 2020. Lista Rossa della Flora Italiana. 2. Endemiti e altre specie minacciate. Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.
- VOLPINI S., PILOTTI M., VALERIO G., CHAPRA S. C., 2021. Modeling the hydrodynamics of a wetland under strong anthropic pressures (Torbiere del Sebino, Italy), EGU General Assembly 2021, online, 19–30 Apr 2021, EGU21-9981
- ZEDLER, J. B., & KERCHER, S., 2005. Wetland Resources: Status, Trends, Ecosystem Services, and Restorability. *Annual Review of Environment and Resources*, 30, 39-74.