

DANIEL SPITALE

Lo stato di conservazione di alcune torbiere del Trentino occidentale e stima del carbonio accumulato

Introduzione

Le torbiere sono ambienti di transizione tra gli habitat acquatici e terrestri, caratterizzati da un accumulo di sostanza organica, la torba, dovuta alle condizioni di saturazione dell'acqua e conseguente scarsa aerazione. La torba è sostanza organica che si accumula quando il suolo è saturo d'acqua, l'aerazione è di conseguenza scarsa e le temperature sono relativamente basse. L'elemento chiave delle torbiere montane è il tappeto di briofite (perlopiù sfagni) il cui spessore può variare da pochi centimetri ad alcuni metri. La coltre di sfagni cresce sulla superficie, mentre la parte inferiore muore e rimane accumulata, formando con il tempo la torba. Le condizioni idromorfologiche e climatiche necessarie allo sviluppo delle torbiere si verificano nei climi freddi dell'Europa del Nord, Russia, Canada, mentre in Italia le torbiere sono limitate alle Alpi ed Appennino settentrionale. Data questa condizione di marginalità rispetto alla loro distribuzione fitogeografica principale, le torbiere nazionali sono molto fragili dal punto di vista ecologico, e rappresentano pertanto un valore naturalistico maggiore rispetto ai territori dove sono più diffuse. La presenza di specie vegetali rare e la ridotta estensione delle torbiere le hanno fatte includere tra gli habitat la cui tutela deve essere prioritaria (Direttiva Habitat, 92/43/CEE). Le torbiere sono habitat a rischio in tutta Europa. Si calcola che circa il 60% delle torbiere europee siano state drenate per far posto a coltivazioni o per l'estrazione della torba. Quelle ancora presenti, sono

minacciate da pressioni antropiche di vario tipo, dal pascolo eccessivo del bestiame alle piste da sci (ARNESEN, 1999; ROUX-FOUILLET *et al* 2011). Nel contesto delle Alpi italiane gli studi mirati allo studio degli impatti antropici nelle torbiere sono assenti (BRACCO *et al* 2004) o limitati ad isolate esperienze come nel Parco Naturale Mont Avic in Val d'Aosta (CREMONESE *et al* 2008) e da qualche anno in Trentino (Spitale 2012; 2013; 2014)

Il risultato dell'accumulo di sostanza organica sono le torbiere che vediamo oggi, e la loro ecologia, idrologia e funzionamento sono fortemente dipendenti dalla quantità e natura della torba accumulata. Il ruolo dell'accumulo di torba nel ciclo del carbonio è particolarmente importante nel contesto dei gas effetto serra e del *climate change*. Il bilancio del carbonio e dei nutrienti è solitamente positivo nelle torbiere, cioè gli input nel sistema sono solitamente maggiori degli output. Meno spesso gli input che entrano attraverso la superficie o l'atmosfera, sono eguali agli output, cosicché la torbiera funziona da trasformatore piuttosto che da *sink*. In casi rari, come nelle torbiere drenate, l'output è maggiore dell'input. L'anidride carbonica è il principale input di carbonio attraverso la fotosintesi della vegetazione. Parte della CO₂ è rilasciata attraverso la respirazione ma essendo in genere la quota minore degli input, la torbiera costituisce un *sink* di anidride carbonica. Nonostante le incertezze nelle stime, il carbonio accumulato nelle torbiere rappresenta circa la metà del carbonio globale. In altri termini, si ritiene che

il carbonio nelle torbiere sia circa uguale a quello presente in tutta l'atmosfera del globo terrestre (CHARMAN 2002). Nell'ultimo ventennio c'è stato un aumento dell'interesse nella valutazione del carbonio accumulato nelle torbiere per via della contabilizzazione prescritta dal Protocollo di Kyoto.

Gli obiettivi del lavoro sono i seguenti: (1) eseguire una serie di rilievi standardizzati e georeferenziati della flora (briofite e piante vascolari) presenti in 14 torbiere della rete europea Natura 2000 localizzate nel settore Nord-Ovest della Provincia Autonoma di Trento. I rilievi sono finalizzati soprattutto alla definizione della distribuzione delle specie briofitiche di interesse conservazionistico la cui conoscenza a livello provinciale è ancora molto frammentaria. (2) Descrivere le principali caratteristiche ambientali delle torbiere attraverso la misurazione del pH, della conducibilità elettrica dell'acqua, dell'altezza della falda idrica e della profondità dello strato torboso. La definizione delle caratteristiche delle singole torbiere rappresenta anche un valore intrinseco per la comprensione della diversità e rarità degli habitat. (3) Descrivere e quantificare le minacce che incidono sulla conservazione degli habitat torbicoli e delle specie di interesse comunitario. La combinazione delle informazioni sulla distribuzione delle specie e sulle caratteristiche degli habitat è finalizzata alla definizione delle criticità ambientali che ne minacciano lo stato di conservazione. La sensibilità soprattutto del genere *Sphagnum* alle variazioni dell'altezza della falda, alla concentrazione dei nutrienti e al calpestio dovuto al pascolo, ne fa un utile bioindicatore in grado di fornire indicazioni utili sullo stato di conservazione delle torbiere. (4) Stimare il carbonio stoccato nelle torbiere mediante misurazioni della profondità dello

strato torbicolo accumulato. A parte singole misure, la quantificazione del carbonio nelle torbiere del Trentino non è mai stato effettuato e rappresenta quindi un serbatoio inesplorato.

Parametro	Stato di conservazione		
	Favorevole	Inadeguato	Sfavorevole
Disturbo da pascolo	Non presente o < 20 orme/100 m ²	20-40 orme/100 m ²	>40 orme/100 m ²
Drenaggi	Non presenti	Interessano il 10-50% della superficie	Interessano > 50% superficie
Piste da sci	Non presenti	Interessano il 10-50% della superficie	Interessano > 50% superficie
Altri disturbi	Non presenti	Interessano il 10-50% della superficie	Interessano > 50% superficie
Valutazione complessiva	Tutte verdi	Una o più arancioni ma nessun rosso	Una o più rossi

Tabella 1. Classificazione dello stato di conservazione delle torbiere.

Materiali e metodi

Area di studio e campionamento

In totale sono state selezionate 14 torbiere, 3 nell'area del Passo del Tonale, 2 a malga Bordolona-malga Preghena, 6 nel comune di Brez e 3 in quello di Castelfondo (Tabella 1). Ogni torbiera è stata inizialmente percorsa per individuare gli habitat più rappresentativi. Entro porzioni di habitat il più possibile omogeneo si è proceduto al campionamento dei popolamenti di briofite e piante vascolari. Questa fase è stata svolta nel mese di luglio 2013. Ogni rilievo è stato georeferenziato con un GPS Garmin eTrex Vista HCx mediando almeno 300 misurazioni. Il rilievo è stato effettuato posizionando un reticolo 60 x 40 cm suddiviso in 12 quadrati. Entro ogni quadrato è stata registrata la presenza delle diverse specie, ottenendo in tal modo un indice di frequenza in scala 1-12. La dimensione del reticolo è stata scelta considerando sia la necessità di rilevare precisamente anche le specie più

piccole di briofite che di descrivere puntualmente le caratteristiche dell'habitat. Fattori ambientali come l'altezza della falda e pH dell'acqua possono variare parecchio anche a distanze di pochi metri. In letteratura esistono vari esempi di studio in cui sono stati utilizzati reticoli di dimensione simile (p.e. BRAGAZZA, GERDOL, 1996).

I campioni di briofite sono stati prelevati e successivamente identificati mediante strumenti ottici adeguati e utilizzando la letteratura di riferimento. In particolare, per il genere *Sphagnum*, sono state utilizzate le monografie di Daniels e Eddy (1985) e Hölzer (2010); per le altre briofite Cortini-Pedrotti (2001-2005); per le epatiche Paton (1999). L'identificazione delle piante vascolari è stata effettuata in accordo a Pignatti (1982) e Aeschmann et al (2004).

Rilievo delle caratteristiche ambientali

Oltre alle informazioni relative alle briofite e piante vascolari in corrispondenza di ogni rilievo sono state misurate una serie di caratteristiche ambientali fondamentali per la descrizione ecologica delle torbiere e dello stato di conservazione. Altezza della falda: rappresenta la distanza tra il livello dell'acqua e la superficie esterna della torbiera; la misura è stata effettuata praticando un foro di circa 5 cm nello strato di torba fino al raggiungimento della falda idrica. Profondità dello strato di torba: la misura è stata effettuata infilando nella torba una sonda metallica fino al raggiungimento della sottostante roccia o depositi litici; solo in una minoranza di casi non è stato possibile raggiungere con certezza il fondo causa (i) la notevole profondità dello strato, o (ii) l'elevata densità della torba. Proprietà fisico-chimiche dell'acqua: mediante una sonda multiparametrica è stato misurato il pH e la conducibilità elettrica. L'acqua è stata prelevata mediante una siringa dal foro praticato per la misura dell'altezza della falda. Impatti antropici: la pressione del pascolo è stata stimata conteggiando il numero di impronte nel raggio di 5 metri dal rilievo delle piante. Gli impatti causati dai dreni non

sono misurabili istantaneamente, perciò ci si è limitati ad una descrizione qualitativa stimando la superficie interessata dal disturbo. Analoga procedura qualitativa è stata adottata per altri tipi di impatto.

Definizione dello stato di conservazione

Per quanto possibile, ed in linea con le modalità con cui le Pubbliche Amministrazioni rendicontano periodicamente lo stato di conservazione di habitat e specie, in questo lavoro si è adottata la classificazione proposta da Genovesi (GENOVESI *et al.*, 2014), in cui lo stato di conservazione viene definito favorevole, inadeguato o sfavorevole (Tabella 1). La classe viene attribuita in base alla presenza di disturbi singoli o combinati e in base alla loro intensità. Lo stato di conservazione delle specie non può essere valutato con criteri analoghi, in quanto tale stima avrebbe poco senso se eseguita su un numero così limitato di torbiere.

Stima del carbonio accumulato

La stima del carbonio accumulato è stato effettuato a partire dal volume della torbiera effettuato mediante misurazioni speditive di profondità. Questa semplice metodica fornisce risultati attendibili nella maggior parte delle torbiere in quanto il fondo viene chiaramente percepito. Va riconosciuto che per dimensionamenti di volume più accurati, e nei casi di torbiere piuttosto profonde (>3-4 m) o con strati di torba particolarmente compatti, sarebbe necessaria una strumentazione più idonea. Una volta stimato il volume della torbiera, la conversione del dato in carbonio accumulato è necessariamente una semplificazione in quanto esso dipende da diversi fattori, come ad esempio la densità e il tipo di torba. Inoltre, la densità e quantità di carbonio presente nella sostanza organica varia con la profondità, ed una quantificazione più accurata richiederebbe misure specifiche a intervalli regolari dalla superficie al fondo. La letteratura scientifica a riguardo offre stime in diverse situazioni

e ambienti (CHARMAN 2002, RYDIN, JEGLUM, 2006). In particolare, la densità della torba in ambienti paragonabili a quelli studiati ha un intervallo di variazione compreso tra 40 e 180 Kg/m³, con valori più probabili che si attestano attorno ai 60 Kg/m³. Dal volume della torbiera è stata calcolata la massa di torba, e da questa la quantità di carbonio, che in genere rappresenta circa il 50% della massa. Nonostante le incertezze legate alla stima, questa informazione offre un ordine di grandezza plausibile che ci permette di porre l'accento sull'importanza delle torbiere come *sink* di carbonio, tentando nel contempo confronti con altre tipologie di habitat, primo fra tutti quello forestale. Per le stime di carbonio nell'ecosistema forestale si è fatto riferimento all'inventario della Provincia di Trento (TONOLLI, SALVAGNI, 2007).

Risultati e discussione

La distribuzione delle specie secondo i gradienti ambientali

La distribuzione delle briofite e delle piante vascolari è fortemente influenzata da due gradienti principali, il pH e l'altezza della falda. Limitando l'analisi a questi due fattori si è dimostrato che le specie si distribuiscono in base ai loro optimum di crescita. Ad esempio, specie di piante vascolari come il genere *Vaccinium* spp, o *Calluna vulgaris*, occupano porzioni di torbiera dove il pH è inferiore a 5.0 e con falda profonda più di 30 cm. Specie come *Eriophorum latifolium*, o *Carex flava* invece, preferiscono pH superiori a 6.0 e falda superficiale (superiore a -10 cm). Considerazioni analoghe possono essere fatte per le briofite, con *Sphagnum nemoreum* e *Polytrichum strictum* come esempi di specie che occupano habitat con pH inferiore a 4.5 e falda attorno a -40 cm, e *Scorpidium*

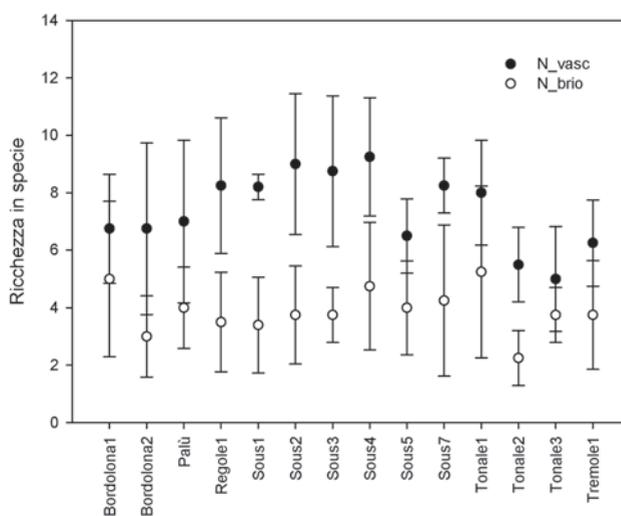


Figura 1. Diversità media (n° di specie) di piante vascolari e briofite nelle torbiere esaminate. Per permettere un confronto corretto tra le torbiere, i valori mediati si riferiscono alle specie rilevate nei 4 plot (50x30cm).

cossoni e *Campylium stellatum* che preferiscono pH maggiori di 6 a falda superficiale. La misura delle variabili ambientali in corrispondenza e in contemporanea al rilievo delle specie consente quindi una valutazione più esauriente delle condizioni delle torbiere. La diversità di specie che una torbiera può ospitare dipende in gran parte dall'eterogeneità di habitat presenti. In genere, le torbiere studiate mostrano notevoli variazioni in termini di numero di specie. Le piante vascolari sono sempre in maggior numero rispetto alle briofite (Figura 1).

3.2 Le specie di lista rossa (1)

Sono state identificate 47 specie di briofite (di cui 6 epatiche e 18 sfagni). Di queste 47 specie, 7 sono elencate nella Lista Rossa del Trentino (CORTINI-PEDROTTI ALEFFI, 2011). La percentuale di specie che rientrano nella LR è pari al 15%. Due epatiche: *Cladopodiella fluitans* (EN), *Gymnocolea inflata* (VU), e 5 muschi, *Leucobryum glaucum* (presente nell'Allegato V della direttiva Habitat), *Paludella squarrosa* (CR) che è conosciuta solo in 3 siti in Provincia di Trento, *Sphagnum centrale* (VU), *Sphagnum fuscum* (VU), *Splachnum sphaericum*

(CR) che è una specie la cui diffusione è strettamente legata agli escrementi bovini in luoghi umidi, e *Warnstorfia sarmentosa* (VU).

Nel corso dei rilievi sono state identificate anche 64 specie di piante vascolari, alcune di queste incluse nella Lista Rossa del Trentino (PROSSER 2001) come ad esempio *Andromeda polifolia* (VU), *Carex lasiocarpa* (VU), *Drosera anglica* (VU), *Salix rosmarinifolia* (EN), *Scheuchzeria palustris* (VU) e *Utricularia minor* (VU).

Lo stato di conservazione delle torbiere esaminate

Le principali minacce per la conservazione delle torbiere rilevate sono riferibili a disturbi provocati dal calpestio del bestiame (alcune delle torbiere del comune di Brez e Bresimo) e a quelli provocati dalle attività turistiche (Tonale).

L'effetto del calpestio è distinguibile in due fasi, la prima, immediata, di danneggiamento della struttura degli strati superficiali della torbiera, e la seconda, nel medio periodo, di modificazione dell'abbondanza e/o presenza delle specie vegetali. La prima fase di danneggiamento della struttura superficiale comporta l'interruzione localizzata del processo di capillarità che permette all'acqua di risalire dalla falda. L'entità del disturbo da pascolamento dipende dal grado in cui il processo di capillarità viene compromesso. Se la falda idrica è superficiale, come nel caso delle torbiere minerotrofe rifornite continuamente da un flusso diffuso, l'importanza della capillarità è di per sé limitata. Ne consegue, che il calpestio ha un effetto prevalentemente fisico, ma non compromette nessun processo omeostatico. In questo caso è possibile che ci sia un rapido recupero delle condizioni pre-disturbo. Nel caso di una falda idrica mediamente profonda, l'importanza della capillarità per la risalita dell'acqua dalla falda è molto più importante. La rottura della continuità dei popolamenti di sfagni in seguito al calpestio, provoca un immediato aumento dell'evaporazione e un rapido disseccamento dello

strato superficiale della torbiera. Il processo di capillarità, che prima garantiva la risalita dell'acqua verso gli strati superiori della torbiera viene compromesso, rallentando di molto il recupero del disturbo. A distanza di qualche anno, si insediano specie meno idrofile (come il *Polytrichum strictum*), che ha bassissime capacità di trattenere l'acqua rispetto agli sfagni. Questo è dovuto soprattutto al fatto che le colonie di politrico hanno ridotta capillarità. Non è chiaro se a distanza di tempo ci sia o meno il recupero verso le condizioni pre-impatto. Nel caso di torbiere con falda idrica molto profonda, e talvolta in seguito a drenaggi, gli strati di torba sono più compatti, le piante vascolari più abbondanti, e come tali più resistenti al calpestio. Sembra quindi, che a parità di pressione da pascolamento, le torbiere con falda idrica mediamente profonda potrebbero essere quelle più sensibili.

Oltre che un effetto diretto da calpestio, il pascolamento protratto nel tempo determina una selezione delle specie più resistenti



Figura 2. Marcati danni da calpestio con successiva erosione della torba nuda in una torbiera del monte Sous, comune di Brez (Sous 3).

e una scomparsa di quelle più sensibili. La letteratura riporta che in torbiera anche un pascolo leggero ma prolungato negli anni è in grado di modificare la composizione di specie (COOPER *et al.*, 1997; SEGERSTROM, EMANUELSSON, 2002; McDUGALL, 2007). Questo effetto di selezione verso fitocenosi più resistenti, e dove gli elementi più sensibili diminuiscono, è probabile che si verifichi in tutti i tipi di torbiera, e a prescindere dall'altezza della falda idrica.

Oltre al disturbo fisico del calpestio sulle coperture vegetali e una scomparsa delle specie più sensibili, il pascolamento può incidere anche sull'idrologia della torbiera. Il calpestio può modificare la microstruttura superficiale anche creando via preferenziali di scorrimento dell'acqua. In torbiere leggermente inclinate questi rivoli erodono la torba, approfondendosi (EVANS, 1997). Un esempio di questa fase iniziale può essere riconosciuta nella torbiera Sous 3 (Figura 2).

Infine, la presenza del bestiame in torbiera determina un certo aumento degli input di nutrienti. In genere, un aumento di nutrienti in sistemi naturali che ne sono naturalmente poveri (oligotrofi), ha un effetto rilevante. Anche in questo caso è ragionevole aspettarsi un aumento delle specie più nitrofile e a rapida crescita a discapito delle altre.

L'effetto dell'attività turistica non è univoco, e il disturbo che ne provoca dipende dalle funzionalità ecologiche che vengono alterate. Nel caso delle torbiere esaminate la vicinanza con le attività turistiche determina un maggior flusso di visitatori più o meno consapevoli dell'ambiente che attraversano. L'attraversamento, soprattutto se non incanalato correttamente, causa problemi di compattamento della torba, spesso l'abbandono di rifiuti, e può costituire quindi un primo passo verso il degrado dell'ambiente. Altre volte per consentire il passaggio del sentiero viene trasportato materiale alloctono per rialzare e asciugare il tratto interessato (p.e in una torbiera del Tonale). Va detto comunque che nel caso delle torbiere analizzate il disturbo più rilevante in termini di alterazione dei processi ecologici è dovuto al pascolo del bestiame, e solo in secondo ordine alle attività turistiche (Tabella 2).

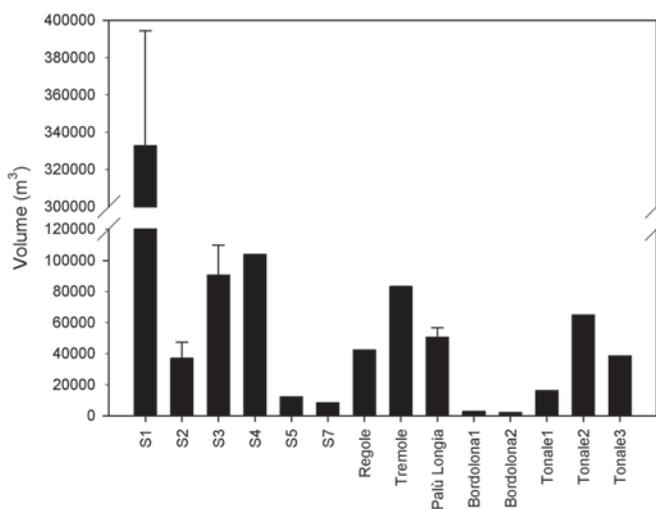


Figura 3. Stima del volume delle torbiere esaminate.

Quantità di Carbonio accumulato

Con una profondità media dello strato di torba pari a 1.76 m (min 0.22, max circa 5 m) e un numero di misurazioni per torbiera variabile in funzione dell'estensione (min 4 max 19) il volume calcolato è risultato essere compreso tra i 2097 (Bordolona 2) e i 376344 m³ (Sous 1), Figura 3. Tentando un confronto tra la quantità di carbonio immagazzinato in una torbiera e l'equivalente a parità di superficie che potrebbe essere contenuto in una pecceta a simile altitudine, si vede che la torbiera ha dalle 3 alle 18 volte la quantità di carbonio epigeo del bosco (Tabella 3). L'area totale delle torbiere esaminate è pari a 46.3 ettari, per un totale di 28643 ton di carbonio. Tale quantità di carbonio corrisponde a quella immagazzinata in ben 455 ettari di pecceta. Queste stime ci forniscono un'indicazione dell'importanza delle torbiere dal punto di vista del bilancio tra assorbimento ed emissione di carbonio prescritto dal Protocollo di Kyoto. Naturalmente se considerate a livello Provinciale, data la loro limitata estensione, il contributo fornito dalle torbiere rimane comunque poco importante nonostante immagazzinino mediamente molto più carbonio su unità di superficie rispetto alle peccete.

torbiera	ton C torb	ton C pecc	C torb/C pecc
S1	11290	777	14.5
S2	1332	93	14.3
S3	3124	177	17.6
S4	3116	253	12.3
S5	366	77	4.8
S7	251	49	5.1
Regole*	1274	382	3.3
Tremole	2499	188	13.3
Palù Longia	1648	123	13.4
Bordolona 1	82	31	2.6
Bordolona 2	63	18	3.4
Tonale 1	488	118	4.1
Tonale 2	1951	277	7.1
Tonale 3	1158	354	3.3

Tabella 3. Stima del carbonio organico accumulato nelle torbiere (torb) e confronto con il soprassuolo di pecceta montana di pari superficie (ton C pecc). Il carbonio contenuto in torbiera è sempre dalle 3 alle 18 volte quello contenuto in una pecceta equivalente (C torb/C pecc). *utilizzata come cava di torba in passato, stima approssimativa.

Indicazioni gestionali

La regolamentazione del pascolo nelle torbiere montane è una necessità ambientale rilevante che richiede un intervento da parte del legislatore. Sebbene la problematica sia stata sollevata da tempo altrove (p.e. in Provincia di Bolzano già nel 1991 all'epoca del Catasto delle Torbiere, e ripetutamente in Svizzera, GRÜNIG, 1994), la risoluzione non è semplice per diversi motivi. La probabile scarsa consapevolezza del problema da parte delle autorità competenti in materia ambientale, unita a forme di sovvenzione all'alpeggio che non considerano il rispetto di habitat ad elevato valore naturalistico, sono tra le principali cause del deterioramento dello stato conservativo delle torbiere. Pare quanto mai necessario un intervento che modifichi l'attuale normativa in modo che gli incentivi per il mantenimento dell'alpeggio siano correlati ad un limite massimo di capi di bestiame sull'unità di superficie. Nei casi di torbiere il cui status conservativo è grave, si consiglia l'esclusione del pascolo mediante recinzione con

filo elettrico da installarsi all'occorrenza. Forme di pascolo sostenibili con le torbiere potrebbero essere con un numero idoneo di pecore, capre, bovini giovani, vacche da latte in asciutta o di basso livello produttivo. Il peso dell'animale è infatti correlato con l'entità del danno a carico dei tappeti di sfagni.

Conclusioni

L'esame di 14 torbiere del settore Nord-Ovest della Provincia di Trento ha contribuito a colmare una lacuna di informazioni per quanto riguarda le caratteristiche ambientali delle torbiere, le briofite (un comparto di fondamentale importanza ecologica in questi habitat) e lo stato di conservazione. Sono state identificate 47 specie di briofite (di cui 6 epatiche e 18 sfagni), 7 sono elencate nella Lista Rossa del Trentino (CORTINI-PEDROTTI, ALEFFI, 2011). Di particolare interesse sono *Cladopodiella fluitans* (EN), *Gymnocolea inflata* (VU), *Paludella squarrosa* (CR), *Sphagnum centrale* (VU), *Sphagnum fuscum* (VU) e *Warnstorfia sarmen-tosa* (VU). Per la prima volta in quest'area, sono state misurate una serie di caratteristiche fisiche e chimiche delle torbiere che permettono una miglior comprensione delle tipologie di habitat presenti. Il lavoro è stato svolto con la precisa intenzione di rappresentare il punto di riferimento per i futuri confronti che ne monitoreranno lo stato di conservazione. Di particolare importanza è anche la stima del carbonio organico immagazzinato nelle torbiere, che è dalle 3 alle 18 volte più abbondante di quello contenuto in una pecceta (biomassa epigea) di pari superficie.

La minaccia più grave per la conservazione delle torbiere è dovuta al pascolamento del bestiame, e solo in secondo ordine dalla pressione turistica nell'area del Passo del Tonale. Il pascolamento è particolarmente grave in alcune torbiere del monte Sous, e in alcune situazioni potrebbe essere precauzionalmente escluso. Sono stati evidenziati disturbi di entità variabile sulla componente vegetale, la cui reversibilità

	Punto	Comune	Altit m slm	Area (m2)	Stato di conservazione	Descrizione
Sous 1	E657957 N5152431	Castelfondo	1751	123402	Favorevole	Non sono visibili disturbi evidenti ma è da considerarsi sito sensibile per il possibile interesse al pascolo del bestiame
Sous 2	E657490 N5151840	Brez	1832	14803	Favorevole	Non sono visibili disturbi evidenti, anche se la presenza di una recinzione elettrica che attraversa torbiera indica una certa attività di pascolo
Sous 3	E657793 N5151509	Brez	1838	28169	Sfavorevole	Ampia torbiera pesantemente disturbata dal pascolo. Estesi tratti di torba nuda con principi di erosione
Sous 4	E657950 N5150742	Brez	1837	40211	Inadeguato	A tratti piuttosto disturbata dal pascolo anche se nel complesso il danno rimane contenuto
Sous 5	E658363 N5151459	Castelfondo	1792	12187	Inadeguato	A tratti piuttosto disturbata dal pascolo anche se nel complesso il danno rimane contenuto
Sous 7	E658091 N5151342	Brez	1822	7790	Inadeguato	A tratti piuttosto disturbata dal pascolo anche se nel complesso il danno rimane contenuto
Regole	E661829 N5149030	Castelfondo	1237	60676	Inadeguato	Torbiera ampiamente modificata dall'estrazione della torba in passato, in seguito è stato eseguito un intervento di recupero ed ora è in atto un'evoluzione naturale che pare priva di minacce. La previsione nel medio periodo pare favorevole
Tremole	E659272 N5149329	Brez	1720	29881	Favorevole	Probabilmente è il sito a più elevato valore naturalistico tra quelle esaminate; non sono visibili problematiche di origine antropica; alcune porzioni sono calpestate ma per la presenza di animali selvatici che utilizzano la pozza per abbeverarsi.
Palù Longia	E659825 N5148520	Brez	1572	19511	Favorevole	Sito ad elevato valore naturalistico; solo in un tratto è presente un danno da calpestio risalente agli anni scorsi.
Bordolona 1	E644499 N5143349	Bresimo	2002	4977	Sfavorevole	Piccola e poco profonda torbiera che attualmente non rientra tra i siti di Natura 2000. Le malghe vicine (Bordolona e Preghena) causano un disturbo medio-alto.
Bordolona 2	E645400 N5141853	Bresimo	2107	2913	Inadeguato	Piccola torbiera di una certa importanza funzionale. Presente il raro muschio <i>Paludella squarrosa</i> (EN), il che ne accresce il valore naturalistico.
Tonale1	E622621 N5123970	Vermiglio	1841	18725	Inadeguato	Si estende a poche decine di metri da un albergo ed è attraversata da un sentiero poco curato. Probabilmente in passato è stato trasportato del materiale per rendere più agevole il passaggio del sentiero.
Tonale2	E623263 N5124018	Vermiglio	1815	43914	Favorevole	Non sono visibili disturbi evidenti né pare ci siano state alterazioni in passato. Per la vicinanza con l'attività turistica rimane comunque un sito da monitorare con particolare attenzione.
Tonale3	E623607 N5124934	Vermiglio	1881	56216	Favorevole	Non sono presenti disturbi rilevanti. A valle la torbiera confina con la pista di atterraggio, la quale attualmente non è molto utilizzata. Per la vicinanza con l'attività turistica rimane comunque un sito da monitorare con particolare attenzione.

Tabella 2. Elenco delle torbiere esaminate e relativo stato di conservazione. Coordinate geografiche WGS84 UTM 32.

non è stata accertata. In alcuni casi l'effetto del calpestio potrebbe anche favorire l'instaurarsi di fenomeni di erosione.

Ringraziamenti

Lo studio è stato finanziato dall'Ufficio Biotopi e Rete Natura 2000 della Provincia Autonoma di Trento. Si ringrazia la Sezione di Limnologia e Algologia del Museo delle Scienze di Trento per il supporto tecnico e l'archiviazione dei campioni briologici più significativi.

(1) Nello specifico le categorie e il loro significato sono quelli riportati di seguito:

EX (Extincted) = estinzione globale

EW (Extincted in the Wild) = estinzione in natura

CR (Critically endangered) = Gravemente minacciato

EN (Endangered) = Minacciato

Vu (Vulnerable) = Vulnerabile

LR (Lower Risk) = A minor rischio

DD (Data Deficient) = Dati insufficienti

NE (Not Evalued) = Non valutato.

BIBLIOGRAFIA

AESCHIMANN, D., LAUBER K., MOSER D.M., THEURILLAT J.P., 2004 - *Flora alpina*. Zanichelli, Bologna: 2670 pp.

ARNESEN T., 1999. *Vegetation dynamics following trampling in rich fen at Solendet, Central Norway; a 15 year study of recovery*. Nordic Journal of Botany 19: 313–327.

BRAGAZZA L., GERDOL R. 1996. *Response surfaces of plant species along water-table depth and pH gradients in a poor mire on the southern Alps (Italy)*. Annales Botanici Fennici 3: 11-20.

BRACCO F., STOCH F., MINELLI A., VENANZONI R., 2004. *Aspetti di conservazione e gestione. In: Le torbiere montane, relitti di biodiversità in acque acide. A cura di A. Minelli*. Quaderni Habitat Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Museo Friulano di Storia Naturale - Comu-

ne di Udine, pp. 115-133.

CHARMAN D., 2002. *Peatlands and environmental change*. John Wiley & Sons Ltd, West Sussex, England.

COOPER A., MCCANN T., POWER J., 1997. *Regional variation in the cover, species composition and management of blanket bog*. Landscape Urban Plan 37:19–28.

CORTINI-PEDROTTI C., 2001-2005. *Flora dei muschi d'Italia*. Volume 1 e 2. Antonio Delfino editore, Roma, 817 + 418 pp.

CORTINI-PEDROTTI C., ALEFFI M., 2011. *Lista Rossa delle Briofite del Trentino*. Studi Trent. Sci. Nat., 88: 5-27.

CREMONESE D., GALVAGNO M., GANIS L., MAMMOLITI MOCHET A., MORRA DI CELLA U., GANIS, L., 2008. *Monitoraggio delle caratteristiche idrochimiche delle torbiere del Parco Naturale Mont Avic e valutazione del potenziale impatto del pascolamento*. Revue valdôtaine d'histoire naturelle, 61-62: 353-366.

DANIELS R.E., EDDY A., 1985. *Handbook of European Sphagna*. Abbots Ripton, Huntingdon, Institute of Terrestrial Ecology, 262pp.

EVANS R. 1997. *Soil erosion in the UK initiated by grazing animals: a need for a national survey*. Appl Geogr 17:127–141.

GRÜNIG A., 1994. *Mires and Man. Mire Conservation in a Densely Populated Country - the Swiss Experience*. Excursion Guide and Symposium Proceedings of the 5th Field Symposium of the International Mire Conservation Group (IMCG) to Switzerland 1992. Birmensdorf, Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research. 415 p.

HÖLZER A., 2010. *Die Torfmoose Südwestdeutschland und der Nachbargebiete*. Weissdorn-Verlag Jena, 247 pp.

MCDUGALL K.L., 2007. *Grazing and fire in two subalpine peatlands*. Australian Journal of Botany, 55, 42–47

PATON J.A., 1999. *The Liverwort Flora of the British Isles*. Harley Books, Martins, Colchester, Essex, 626 pp.

PIGNATTI S., 1982. *Flora d'Italia*. Edagricole, Bologna.

PROSSER F., 2001. *Lista Rossa della flora del Trentino. Pteridofite e Fanerogame*.

Pubblicazione della Società Museo civico di Rovereto, Edizioni Osiride.

ROUX-FOUILLET P., WIPF S., RIXEN C., 2011. *Long-term impacts of ski piste management on alpine vegetation and soils*. Journal of Applied Ecology, 48: 906–915.

RYDIN H., JEGLUM J., 2006. *The biology of peatlands*. Oxford University Press.

SEGERSTROM U., EMANUELSSON M., 2002. *Extensive forest grazing and hay-making on mires – vegetation changes in south-central Sweden due to land use since Medieval times*. Veg Hist Archaeobot 11:181–190.

SPITALE D., 2012. *Lo stato di conservazione delle torbiere dell'alta Val Rendena (Parco Naturale Adamello Brenta)*. Dendronatura 33(2): 49-55

SPITALE D., 2013. *Stato di integrità delle torbiere del Parco Naturale Adamello-Brenta mediante l'analisi della distribuzione delle briofite*. Relazione tecnica, 92 pp.

SPITALE D., 2014. *Valutazione dello stato di integrità di alcune torbiere del Tonale, del Comune di Brez e Bresimo mediante l'analisi della distribuzione delle briofite*. Relazione tecnica, 50 pp.

TONOLLI S., SALVAGNI F. (a cura di), 2007. *InfoCarb inventario forestale del carbonio della Provincia di Trento*. Centro di Ecologia Alpina, Trento, 176 pp.

Daniel Spitale

collaboratore di ricerca del
Museo delle Scienze - MUSE,

Corso del Lavoro e della Scienza 3 - 38123 TRENTO
collaboratore di ricerca del Museo di Scienze Naturali
dell'Alto Adige,

via Bottai 1 - 39100 BOLZANO
email: spitale.daniel@gmail.com

PAROLE CHIAVE: *torbiere, briofite, carbonio organico, piante vascolari, impatti antropici*

RIASSUNTO

Le torbiere sono ambienti residuali, di elevato valore naturalistico, e spesso minacciate da attività antropiche di vario genere. La presenza di specie rare e la vulnerabilità delle torbiere sono tra i motivi della loro inclusione tra gli habitat la cui tutela deve essere prioritaria (Direttiva

Habitat, 92/43/CEE). L'Ufficio Biotopi e Rete Natura 2000 della Provincia Autonoma di Trento ha promosso una ricerca con l'obiettivo di esaminare lo stato di conservazione di 14 torbiere localizzate nel settore nord-ovest della Provincia e di quantificarne il carbonio accumulato. Oltre all'esame degli aspetti floristici, sono state effettuate misure dell'altezza della falda, della profondità della torba, delle proprietà chimico-fisiche dell'acqua, e stime quali-quantitative degli impatti antropici. I risultati hanno evidenziato l'elevato valore floristico, soprattutto per la parte delle briofite che era ancora virtualmente sconosciuta. Sono state identificate 47 specie di briofite (di cui 6 epatiche e 18 sfagni) il 15% delle quali rientra nella Lista Rossa del Trentino. Lo stato di conservazione delle 14 torbiere esaminate è risultato essere favorevole in 6 casi, in 6 inadeguato e in 2 sfavorevole. Gli impatti antropici più rilevanti sono dovuti al pascolamento del bestiame, anche se le minacce da una pressione turistica elevata non sono da sottovalutare nell'area del Passo del Tonale. Il pascolamento è particolarmente grave in alcune torbiere del monte Sous (comune di Brez), e in alcune situazioni dovrebbe essere precauzionalmente escluso. Sono stati evidenziati disturbi di entità variabile sulla componente vegetale, la cui reversibilità non è stata accertata. In alcuni casi l'effetto del calpestio potrebbe anche favorire l'instaurarsi di fenomeni di erosione.

KEY WORDS: *peatlands, bryophytes, organic carbon, vascular plants, anthropogenic impacts*

ABSTRACT

Mires are residual habitats of high naturalistic value and often threatened by different kind of anthropogenic activities. Most mires are considered priority habitats (sensu Habitat Directive 92/43/EU) mainly because they are particularly vulnerable and because they host valuable species. The work, supported by the Office Natura 2000 Network of the Autonomous Province of Trento, aims to assess the conservation status of 14 mires located in the North-West of the Province and to estimate the stored organic carbon. Beyond the floristic data, I measured the depth to the water table, peat thickness, physical-chemical characteristic of water and anthropogenic impacts. Results showed the high floristic values especially concerning the bryophytes, which were still almost unknown in these sites. A total of 47 bryophytes were identified (6 liverworts and 18 Sphagna), 15% of them belong to the Trentino Red List. The conservation status was favourable in 6 mires, inadequate in 6, and unfavourable in 2. The most relevant anthropogenic impacts was cattle grazing, even though tourism pressure should not be overlooked especially at Tonale Pass. Disturbance prompted by cattle grazing and trampling was serious in several mires on the Sous mountain (Brez municipality), and pasture should be interdicted. It is not clear if such disturbance is reversible or not. In some cases, trampling could lead to erosion of the peat surface.