

Monitoraggio dei canneti di Sirmione tramite drone MD4-200

Montagna M.*, Rigon P.*, Bresciani M.***, Fila G.L.***

* VIREAL – Via XX Settembre, 128 – Arquà Polesine (RO) – www.vireal.it – e-mail: info@vireal.it

** CNR-Stazione Sperimentale di Sirmione “Eugenio Zilioli”, via Punta Staffalo 16 Sirmione (BS), tel. 030-916556, fax 030-916556, e-mail: bresciani.m@irea.cnr.it

*** Centro Rilevamento Ambientale del Comune di Sirmione, via Punta Staffalo 16 Sirmione (BS) tel. 030-916556, fax 030-916556, e-mail: cra@sirmionebs.it

Sommario

La presenza dei canneti nella zona meridionale del lago di Garda, è di grande importanza nel mantenimento degli equilibri ecologici del lago. I canneti sono da anni gestiti e monitorati per conoscerli e per migliorarne lo stato di salute e la qualità. Tecniche non invasive, come il telerilevamento sono indispensabili nel monitoraggio di questi ambienti così delicati e difficilmente accessibili. Purtroppo la frammentazione e le ridotte dimensioni rendono alle volte difficile il loro studio da immagini satellitari. In questo studio si sono utilizzate le immagini acquisite dal drone MD4-200, con una risoluzione al suolo variabile tra i 2-10 cm per mappare le operazioni di gestione e lo stato di salute dei canneti. L'area studiata è quella di Sirmione, oltre 10 ha di canneti gestiti e monitorati dal 2004. È stato utilizzato il drone MD4-200, UAV della classe VTOL per valutare le dimensioni dei canali di circolazione delle acque dei canneti, per aggiornare la banca dati delle dimensioni dei canneti e per valutarne lo stato di salute. Sul drone, dotato di ricevitore gps, di magnetometro e di accelerometri, è stata montata una fotocamera a 12 megapixel calibrata per rilievi fotogrammetrici con stabilizzazione dell'immagine e filtri selettivi nella regione del visibile e dell'infrarosso. Le dimensioni estratte sono state confrontate con i valori di fotografie aeree e immagini del sensore iperspettrale MIVIS acquisite negli anni passati. Il lavoro è risultato utile al fine gestionale dell'area a canneto, il confronto con i dati disponibili ha permesso di valutare come l'area dei canneti ha subito notevoli variazioni nel corso degli anni, sia a causa di fattori ambientali, sia in seguito agli interventi di gestione. Lo studio ha permesso di valutare le potenzialità del drone MD4-200 che si è dimostrato adatto per il monitoraggio dei canneti di Sirmione, inoltre il sistema si configura come una suite di telerilevamento multispettrale a bassa quota e ad altissima risoluzione per lo studio delle caratteristiche fisiologiche.

Abstract

In the southern part of the Garda Lake the reduced slopes and the gravelly-sandy substrates have allowed the colonization of the shoreline by the common reed that took form together with other plant species. These ecotones are of great importance in maintaining the ecological balance of lakes and in the conservation of biodiversity. These common reed areas are managed for years to improve their own health and environmental quality with winter pruning and cleaning. Common reeds areas have been monitored both through traditional and remote sensing techniques. Unfortunately, the fragmentation and the small size make it difficult to study them from satellite imagery. In this study we have used images acquired by the MD4-200 UAV (Unmanned Aerial Vehicle), with a spatial resolution that would vary according to the survey quote (ie 5 cm @ 100 m) to map the maintenance operations and state of the common reed's health.

Area di studio

Il lago di Garda (o Benáco), il più grande lago italiano (368 km²) collocato in una delle zone più densamente popolate e produttive d'Italia, presenta una forte componente turistica e costituisce uno dei maggiori serbatoi d'acqua europei. Nella parte meridionale del suo bacino, che si differenzia fortemente per forma e dimensioni rispetto agli altri laghi subalpini, è caratterizzato da

fondali con pendenza ridotta che permettono la presenza di un importante tipo di habitat: il canneto.

I canneti, associazione vegetale a *Phragmites australis*, costituiscono un importantissimo stadio della successione ecologica delle zone umide. Sono un ecotono di grande valore per il mantenimento della biodiversità, infatti sono il luogo ideale per la riproduzione di pesci, anfibi e uccelli, inoltre essi funzionano da filtro delle acque grazie alla loro capacità di assorbire fino al 10-15% dei nutrienti e possono sottrarre notevoli quantità di metalli pesanti dai sedimenti (Jackson 1998; Saltonstall and Stevenson, 2007). Recenti studi hanno evidenziato il ruolo del *Phragmites australis* nella catena del detrito (Wetzel, 2001). Il *Phragmites*, insieme ad altre macrofite acquatiche, è saldamente ancorato al substrato nel cui sedimento forma una complessa rete di rizomi e radici dotati di ampi canali aeriferi. Questi vie permettono la diffusione dell'ossigeno nei sedimenti permettendo sia di instaurare popolazioni di decompositori aerobi molto più efficienti nella decomposizione del detrito degli organismi anaerobi sia di evitare la formazione di composti chimici secondari tossici. Oltre a questa importante funzione l'apparato radicale dei canneti stabilizza il terreno e previene il trasporto di particolato dalla riva al corpo d'acqua. Infine, sullo stelo dei canneti, si forma una guaina d'organismi epifiti che hanno una grande capacità di metabolizzare i nutrienti e di abbattere la carica batterica (Bresciani et al 2007).

Il grande sviluppo urbano negli anni '60-'70 ha portato ad una diminuzione dei canneti e la perdita di molte elofite a tal punto che la Regione Lombardia ha emesso la legge n° 33 del 1977, mirata a tutelare la vegetazione acquatica. La mancanza di pratiche di manutenzione a seguito dell'introduzione della legge ha portato all'accumulo di materiali organici e rifiuti con conseguente degrado dell'habitat naturale (Bresciani et al., 2006). L'accumulo di materiale organico dei canneti ha un ruolo notevole nei processi di decadimento dei nutrienti e nei processi bentonici. Inoltre è importante sottolineare come nel nord Europa, negli ultimi decenni, la vegetazione spondale a dominanza di *Phragmites australis* è andata incontro a fenomeni di declino dovuti alla sindrome di die-back (Van der Putten, 1997).

Per questi motivi nell'inverno del 2003 è stato avviato un monitoraggio dei canneti di Sirmione, sia tramite tecniche naturalistiche che tramite l'applicazione di tecniche di Telerilevamento (Bresciani et al., 2006b, 2009), ed è iniziato un progetto di pilota della Regione Lombardia per la gestione, tramite falciatura e pulizia, dei canneti.

Materiali

In questo studio si è utilizzato un sistema di rilievo remoto radiocontrollato. L'MD4-200 è un UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*), cioè un velivolo senza pilota a bordo in grado di seguire automaticamente una rotta pianificata a priori; solo nelle fasi di decollo e atterraggio può essere necessario l'intervento di un operatore a terra attraverso un sistema di teleoperazione.

L'MD4-200 è un UAV della classe VTOL (*Vertical Take-off and Landing*), un elicottero quadrirotore che decolla e atterra verticalmente da qualsiasi tipo di superficie slegandosi totalmente dalla necessità di aviosuperfici preparate allo scopo.



Figura 1. L'UAV MD4-200 durante le riprese.

La struttura è in fibra di carbonio *water-protected*, questo conferisce all'apparecchio robustezza e leggerezza, il peso complessivo è di 900 grammi, diametro inferiore a 1 metro, massima capacità di carico di 200 grammi. La propulsione è affidata a 4 motori elettrici *brushless* senza ingranaggi, il velivolo pertanto è estremamente silenzioso (<63dBA a distanza di 3m). Il sistema è alimentato da batterie Litio-polimero da 14,8 V e 2300 mAh che consentono un'autonomia di volo di circa 20 minuti c/a in condizioni standard.

Il drone è dotato di un ricevitore gps, di un magnetometro, accelerometri e giroscopi, l'integrazione di tutti questi sottosistemi consente di eseguire automaticamente un piano di volo pre-programmato su base cartografica, o se richiesto di mantenere precisamente la propria posizione. Il sistema di posizionamento GPS e i sensori di volo consentono inoltre di contrastare l'azione del vento in assenza di comandi da parte dell'operatore, migliorandone la stabilità.

Per quanto concerne le performance operative il drone ha sviluppo massimo della rotta di 2 km ad una quota massima di 500 m; le velocità sono comprese tra 0,1 – 5 m/s per la traslazione rettilinea orizzontale, 0,1 – 3 m/s per quella verticale, 10 – 90 deg/s per la rotazione intorno al proprio asse.

I *payloads* attualmente disponibili utilizzati nel presente studio sono: una fotocamera a 12 megapixel calibrata per l'utilizzo aereo fotogrammetrico (4000 x 3000 pixel) con stabilizzazione dell'immagine e controllo dello scatto I/R. Tutti gli apparati di ripresa sono montati sul drone MD4-200 con un castello in fibra di carbonio dotato di un asse servo-assistito e controllabile da radiocomando con 100° di movimento di tilt, ciò rende possibili sia riprese nadirali che frontali.

Il sistema si completa con un datalink a 2.4 GHz che in tempo reale restituisce a terra, ad una GCS (*Ground Control Station*), l'inquadratura dei sistemi di ripresa e le telemetrie di volo per un costante monitoraggio del rilievo in corso.

Metodi

Attraverso fotointerpretazione è stato dimensionato il canneto della Bre-Ma a Sirmione, definito come ecosistema costituito sia dall'associazione vegetale a cannuccia di palude sia di acqua presente tra la vegetazione, e sono state differenziate le aree a piscina (considerando le piscine quelle aree prive di *Phragmites australis* all'interno del canneto utilizzabili dalla fauna).

Per poter avere un preciso valore della dimensione dei pixel sono state effettuate delle misure a terra e si è valutato il pixel di dimensione di 2.25 cm².

Tramite sogliatura dell'immagine mascherata (maschera creata con il contorno del canneto) sul valore minimo di DN (*digital number*) nella banda del blu è stato possibile discriminare tutti i pixel della componente acquatica (DN<150) presente nell'immagine, rispetto a quella vegetale (DN>150). Questa operazione ha permesso di quantificare all'interno del canneto della Bre-ma la parte non acquatica. Alla parte non acquatica è stato applicato un rapporto tra le tre bande (b.Verde-b.Rosso / b.Blu). Questo rapporto ha permesso di discriminare tutte le aree a canneto secche o con accumulo superficiale di materiale organico.

Unendo le soglie delle maschere create sui pixel acquatici (DN blu <150) e sulle aree secche (b.Verde-b.Rosso / b.Blu) è stato possibile applicare un nuovo rapporto (b.Verde-b.Rossa) che ha permesso di identificare le zone con vegetazione verde all'interno del canneto.



Figura 2. A sinistra l'immagine acquisita dall'UAV il 22 aprile, a destra la vegetazione presente all'interno del canneto.

Risultati

L'analisi dell'immagine ha permesso di dimensionare la superficie a canneto (2462 m²) e di dimensionare le piscine e i canali acquatici interni (410 m²). Inoltre è stato possibile valutare che all'interno del canneto della Bre-Ma i pixel di zone a canneto verde costituiscono il 73% del totale dei pixel non acquatici e la componente secca il 27%. Considerando le dimensioni totali dell'ecosistema canneto, la componente verde è risultata del 36% mentre quella secca del 14%.

L'individuazione delle aree con canneti secchi o in cui si è accumulata un'elevata quantità di frazione organica (visibile in figura 3) risulta di fondamentale importanza nei piani di gestione poiché, nel prossimo intervento di manutenzione delle aree a canneto si effettueranno zone di rimozione dell'accumulo organico (come indicato nella figura dai cerchi verdi) e zone di sfalcio della frazione secca (come indicato nella figura nei cerchi blu).

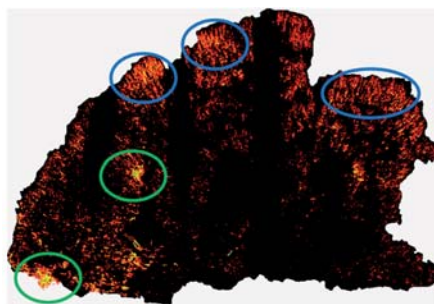


Figura 3. I pixel gialli e rossi indicano le porzioni in cui si è accumulata frazione organica (cerchi verdi) o sono ancora presenti le cannuce della crescita dell'anno precedente (cerchi blu).

Le dimensioni ottenute dall'analisi delle immagini dell'UAV sono state correlate con il data set a disposizione (figura 4), per maggiori dettagli delle dimensioni e del loro calcolo si rimanda all'articolo di Bresciani et al., 2006.

	mq	sorgente
1978	76	ortofoto
1994	2287	ortofoto
1997	2372	MIVIS
2001	2268	misure di campo
2004	2513	ortofoto
2005	2543	MIVIS
2007	2669	ortofoto
2009	2462	DRONE

Figura 4. Data set delle dimensioni del canneto della Bre-ma dal 1978 al 2009.

L'analisi delle variazioni temporali evidenzia che dal 2004 le dimensioni areali del canneto della Bre-ma si sono stabilizzate, nel 2009 l'areale è leggermente diminuito rispetto alle annate precedenti in seguito alla creazione del canale davanti alla massicciata necessario per la circolazione dell'acque effettuato nell'inverno del 2007.

Il grande risultato delle immagini acquisite con UAV rispetto alle altre sorgenti che hanno permesso il dimensionamento dei canneti sono emerse nella capacità di discriminare aree di piccole dimensioni, come le piscine interne al canneto, difficilmente identificabili anche con sensori iperspettrali aerotrasportati come il MIVIS. Nonostante l'immagine MIVIS del 27 luglio del 2005 avesse una risoluzione al suolo di 5m², le piscine interne avevano pixel d'acqua (pixel

discriminabile con sicurezza) pari a 175 m² e pixel misti pari a 200 m² (pixel contenenti sia porzioni di canneto sia di acqua).

Rispetto alle ortofoto, l'errore di valutazione delle dimensioni delle piscine di elevata dimensione è meno evidente dato il pixel di 60 cm², risulta invece marcata la maggior capacità dell'UAV di discriminare i piccoli canali interni. Il confronto tra queste due immagini ha evidenziato l'aumento delle zone prive a vegetazione all'interno del canneto.



Figura 5. Confronto tra l'immagine UAV del Drone (a sinistra) e l'Ortofoto (a destra). È evidente la differenza di risoluzione, risulta evidente anche l'aumento delle piscine interne.

Conclusioni

La conformazione e la collocazione dei canneti ne rende difficoltoso il monitoraggio: ad esempio ad una fitta barriera perimetrale di vegetazione fa poi seguito una serie di spazi aperti (piscine), oppure ostacoli come ondulazioni del fondale o zone di nidificazione. Quindi la sola ispezione visiva esterna da terra o acqua è utile, ma potenzialmente fuorviante, mentre l'accesso interno potrebbe dare maggiori informazioni a scapito di una invadenza poco rispettosa dell'habitat. Poter utilizzare uno strumento preciso, non invasivo, che permetta una visione "naturale" d'insieme e una post-elaborazione delle immagini acquisite è risultato di grande utilità sia ai fini naturalistici (fito-associazioni, areali degradati) sia per ottimizzare le azioni di manutenzione.

Rispetto a tutte le altre piattaforme aeree e satellitari l'UAV presenta numerosi vantaggi sia tecnici che logistici in questi ambiti applicativi, tra i più importanti: bassa quota operativa che si traduce in un elevatissima risoluzione spaziale, tempestività nella messa in opera e ottenimento dei dati, ridotti costi di esercizio.

L'analisi effettuata ha permesso di notare come il canneto della Bre-ma abbia un continuo bisogno di monitoraggio e manutenzione, al fine di evitare l'accumulo del materiale organico che può contribuire alla diminuzione della densità di *Phragmites australis* presente nelle zone interne del canneto.

Ringraziamenti

Si ringrazia per la collaborazione il Comune di Sirmione e la Provincia di Brescia.

Bibliografia

- Bresciani M., Fila G.L., Giardino C., (2006a). Utilizzo di ortofoto e di immagini satellitari per il censimento e lo studio delle aree umide e a canneto del basso lago di Garda. *Xª Conferenza Nazionale ASITA*, 14-17 Novembre, 2006, Bolzano, Italy.

- Bresciani M., Fila G.L. e Stroppiana D., (2006b). Use of radiometric techniques for the appraisal of the management of the habitats common reed in the town of Sirmione. *IEEE Gold Remote Sensing Conference 2006*, Bari, Italy, 4-5 Dicembre, 2006 pp. 55-57.
- Bresciani M., Fila G.L., Giardino C., Stroppiana D., (2007). Common reeds management and monitoring with remotely sensed data in the Lake Garda and divulgation activities: the project Rizoma, Proceedings of *International Conference on Multi Functions of Wetland Systems*, Legnaro, Padova, Italia, 26-29 Giugno, 2007, pp. 154-155, ISBN 978-88-902948-0-8.
- Bresciani M., Stroppiana D., Fila G. Montagna M., Giardino C., (2009). Monitoring reed vegetation in environmentally sensitive areas in Italy. *Italian Journal of Remote Sensing* - 2009, 41 (2): 125-137.
- Jackson L.J., (1998). Paradigms of metal accumulation in rooted aquatic vascular plants. *Science of the Total Environment*, 219, 223–231.
- Longhi D., Bartoli M., Viaroli P., (2008). Decomposition of four macrophytes in wetland sediments: Organic matter and nutrient decay and associated benthic processes. *Aquatic Botany* 89, 303–310.
- Saltonstall K., Stevenson J.C., (2007). The effect of nutrients on seedling growth of native and introduced *Phragmites australis*. *Aquatic Botany*, 86, 331–336.
- Van der Putten W. H., Peters B. A. M., Van den Berg M.S., (1997). Effect of litter on substrate conditions and growth of emergent macrophytes. *New Phytologist*, 135, 527-537.
- Wetzel R.G. (2001) - *Limnology, lake and river ecosystems*. San Diego, Academic Press, 1006 pp.