

INTRODUZIONE

Le zone umide, come le lagune e gli estuari, sono ambienti complessi e delicati, soggetti ad evoluzione molto rapida e spesso amplificata da uno sfruttamento sempre più intenso da parte dell'uomo, per il quale rappresentano risorse multifunzionali insostituibili.

La minaccia a tali ambienti deriva inoltre dal progressivo degrado delle condizioni idrologiche, dall'inquinamento, dalle pressioni turistiche e dalle crescenti attività di pascolo e di pesca (Pearce e Turner, 1991).

L'importanza sociale e i problemi ambientali connessi alla tendenza evolutiva attuale di tali aree sono stati chiaramente riconosciuti nella Convenzione Internazionale di Ramsar sulle zone umide, sottoscritta da 94 Paesi, che riporta l'elenco degli 844 siti protetti di importanza internazionale, 445 dei quali situati in Europa¹.

La presa di coscienza relativa all'insostituibile ruolo delle zone umide nel mantenimento della biodiversità e l'interesse per la comprensione dei fenomeni che ne

¹ La Convenzione, firmata a Ramsar, Iran, nel 1972, è un trattato intergovernativo che fornisce il fondamento all'azione nazionale e internazionale per la conservazione e l'uso sostenibile delle zone umide. Attualmente la lista delle zone di importanza internazionale è sottoscritta da 130 firmatari, per un totale di 1146 siti di interesse con un'area di circa 100 milioni di ettari (<http://www.ramsar.org/>).

regolano la tendenza evolutiva, si sono tradotti negli ultimi decenni in una serie di progetti ed iniziative a livello prima nazionale e poi necessariamente internazionale, tesi allo studio e alla tutela di tali patrimoni ambientali.

Con questi peculiari obiettivi nasce nel 2002 il progetto TIDE (*Tidal Inlets Dynamics and Environment*), finanziato dalla Commissione Europea, nell'ambito del V Programma Quadro che implementa l'azione chiave "Ecosistemi marini sostenibili" all'interno del programma per lo Sviluppo Sostenibile, l'Energia e l'Ambiente.

Il principale scopo del progetto TIDE, nel quale si inquadra il presente lavoro, è lo sviluppo e la verifica di modelli dinamici che descrivono il comportamento delle zone umide e in particolare della Laguna di Venezia. Gli studi renderanno possibile la programmazione di pratiche di prevenzione a medio e lungo termine e di interventi mirati alla protezione e al ripristino degli ecosistemi che presentano condizioni particolarmente delicate e fragili, come ad esempio la ricostruzione di aree soggette ad erosione.

Uno degli aspetti che interessa maggiormente tale ricerca nell'area lagunare veneziana è il mantenimento delle strutture naturali di difesa dalle acque alte, e quindi di tutto quel complesso di elementi morfologici che si sono via via formati nei secoli in seguito all'apporto di sedimenti dai fiumi e dal mare, e che costituiscono un ambiente di fondamentale importanza per la regolazione delle dinamiche di marea.

L'aspetto di queste strutture, in particolare la loro morfologia e il tipico fenomeno della *zonazione delle alofite*², che si dispongono in barena formando veri e propri mosaici di popolamenti omogenei, presenta una dinamica evolutiva particolarmente sensibile a modificazioni che interessano l'intero ecosistema lagunare. Precedenti studi condotti negli ultimi anni (Silvestri, 2000; Salviato, 2000) hanno inoltre dimostrato come le varie specie vegetali crescano in intervalli di quota piuttosto ristretti e secondo successioni che si ripetono sistematicamente sulle diverse barene della laguna di Venezia.

La quota rappresenta quindi un elemento discriminante nella localizzazione delle diverse associazioni vegetali; tuttavia la zonazione della vegetazione di barena sembra seguire un andamento strettamente legato non solo alla microtopografia, ma anche a fattori morfologici (distanza da ghebi e chiari e periodo di sommersione dovuto alla marea) e chimici (natura e caratteristiche del sedimento da cui hanno origine le diverse barene) (Adam, 1990).

² Piante adattate a vivere in ambienti salini e spesso in condizioni di carenza di ossigeno.

Per questo motivo lo studio è stato impostato su due fronti: da una parte è stata approfondita l'analisi dei fattori naturali della zonazione, dall'altra si è cercato di mettere a punto un sistema di tecniche di osservazione che consentissero di apprezzare le dinamiche dei popolamenti vegetali di barena.

Dal momento che i sistemi a marea sono sede di fenomeni di estensione spaziale che va dall'ordine del decimetro a quello del chilometro, e temporale che va dal periodo di escursione mareale a quello annuale, il progetto TIDE ha previsto allo scopo l'impiego di immagini acquisite mediante sensori remoti, che presentano caratteristiche particolarmente utili per il monitoraggio di aree così fragili e spesso difficilmente accessibili.

Il telerilevamento si configura infatti come l'unico strumento in grado di garantire la necessaria sinotticità delle osservazioni, la non compromissione del fenomeno osservato, un'ampia gamma di sensori adatti allo studio in questione, e soprattutto la ripetibilità dell'indagine, indispensabile per studi di carattere evolutivo.

La scelta dei sensori per l'acquisizione delle immagini si è basata sulla scala tipica dei fenomeni da monitorare e si è tradotta in un sistema di osservazione di tipo integrato: a livello di remote sensing l'area di studio è stata ripresa dalla piattaforma satellitare QuickBird, che opera ad una distanza di 450km, da due sensori iperspettrali, il MIVIS e il CASI, aerotrasportati a circa 900m di quota, e da un sensore attivo, il Toposys LIDAR; a livello di *proximal sensing* è in programma l'utilizzo di un pallone frenato ad elio munito di videocamera digitale, che permette l'osservazione continua delle strutture lagunari da una distanza di circa 50 metri; a livello di maggior dettaglio si sono acquisite immagini delle barene mediante fotocamera digitale da un'altezza di 2,5 metri, e infine sono state eseguite delle misure mediante radiometro portatile GER 1500 dalla distanza di circa 1 metro per l'acquisizione delle firme spettrali della vegetazione.

I dati raccolti consentiranno di verificare la presenza di eventuali caratteristiche legate alla scala e di estrarre tutta l'informazione racchiusa in ogni pixel delle immagini a disposizione.

In questo lavoro verranno discussi in particolare i risultati dell'elaborazione dell'immagine Quikbird acquisita il 16 maggio 2002 per il riconoscimento della vegetazione alofila di barena mediante algoritmo di classificazione supervisionato SAM (*Spectral Angle Mapper*); la validazione dell'immagine ha richiesto lo svolgimento di una serie di campagne di misura per il rilevamento delle verità a terra, in concomitanza delle quali sono state eseguite anche alcune misure relative a caratteristiche del suolo

barenale mediante sonda multiparametrica, e numerosi rilevamenti topografici per lo studio della zonazione e dei fattori che ne determinano la relazione con la quota.