Ecologia del paesaggio e pianificazione territoriale: le isole minori della laguna di Venezia

Daniel Franco Mario Scattolin Leonardo Ghirelli Marco Tosato

Introduzione

Il lavoro rappresenta un contributo alla stesura della variante al Piano Regolatore Generale relativa alla laguna di Venezia in corso di redazione presso l'Amministrazione Comunale di Venezia, e riguarda in particolare 36 isole minori. Si è operato per permettere una quantificazione delle condizioni ecologico-ambientali degli ecosistemi classificati, via obbligata per un'individuazione coerente dei loro possibili sviluppi futuri.

Così si è inteso fornire quel supporto indispensabile a scelte di ordine paesaggistico e ambientale all'interno delle interrelazioni pluridisciplinari necessarie all'evolversi di una moderna pianificazione.

Tutto ciò si è realizzato presupponendo che l'approccio utilizzato nell'analisi e valutazione delle caratteristiche del paesaggio deve permettere di considerare in maniera organica:

- i processi ecologici che hanno luogo nel sistema paesaggio, e le relazioni tra questi e le strutture che li sottendono e ne sono influenzate;
- i problemi di scala (derivanti dal tipo d'organizzazione gerarchica del sistema) che sono elementi fondamentali nell'analisi delle strutture e delle funzioni di un paesaggio;
- l'esplicita influenza dei processi e delle strutture antropiche nell'analisi e nella pianificazione paesaggistica.

Si ritiene che l'ecologia del paesaggio sia un approccio oggi necessario per una coerente pianificazione d'interventi di riqualificazione territoriale, perché permette di tenere conto interamente degli elementi sopra elencati.

Il suo utilizzo fornisce un'architettura teorico-concettuale comune alle varie professionalità e discipline che hanno il paesaggio come oggetto di analisi, e consente l'utilizzo di potenti modelli descrittivi e interpretativi. Le ragioni per cui l'ecologia del paesaggio può seriamente fornire questa area di interscambio comune sono, *sensu* Forman (1995), così sintetizzabili.

Modelli interpretativi e concetti accomunanti

Il modello descrittivo, caratterizzato dalla definizione di ecotopi che si possono configurare ed associare spazialmente in maniera semplicemente descrivibile (macchie, corridoi, matrice), è facilmente interpretabile da un ingegnere idraulico, da un agronomo, da un geografo o da un architetto. I concetti di struttura, funzione e cambiamento forniscono un senso compiuto e teoricamente supportato al consueto (ed abusato) utilizzo della sovrapposizione tematica di carte, oggi estremamente semplificato dai GIS.

Struttura

Questa disciplina ha permesso di mettere in luce il fatto che il rapporto spaziale delle strutture di un paesaggio, ad esempio la posizione di un ecosistema rispetto a quelli che lo circondano o la configurazione di reti di ecotopi lineari, fornisce informazioni che a scala di paesaggio sono diverse da quelle che si possono dedurre dai singoli ecosistemi; inoltre l'ecologia del paesaggio ha dimostrato che queste informazioni sono necessarie per comprendere il funzionamento del paesaggio rispetto al singolo ecosistema.

Funzioni

Anche l'analisi dei processi e delle funzioni che hanno luogo a scala di paesaggio ha permesso di comprendere che una loro insufficiente considerazione porta a problemi che si ripercuotono al di là del singolo ecosiste-

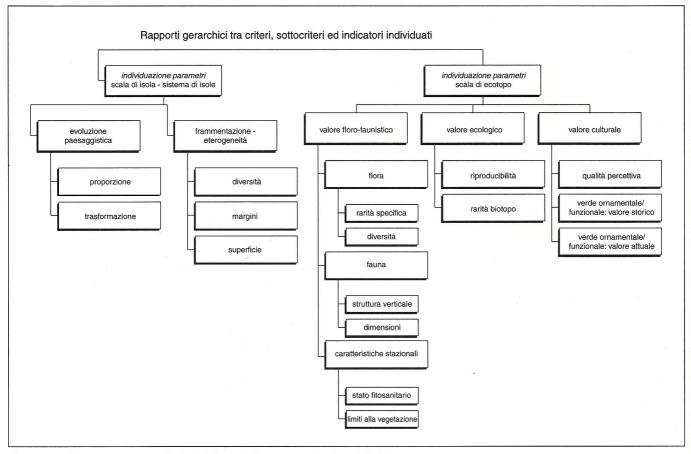


Fig. 1 - Architettura AHP per la definizione dello stato ecologico dei siti.

ma: ad esempio, la realizzazione di aree protette è insufficiente se scollegata da un'analisi dei flussi biotici nel paesaggio e dallo studio di come questi interagiscono con le strutture del paesaggio considerate.

Dinamica

L'analisi della dinamica del cambiamento delle strutture di un paesaggio ci permette di individuare quali sono i modelli evolutivi (Forman, 1995) che massimizzano la "sostenibilità", sensu Navhe (1994), del paesaggio.

Assunzioni implicite

Questo approccio presuppone l'utilizzo di una scala spaziotemporale superiore a quella immediatamente necessaria a gestire il problema locale, e implica la disponibilità di strumenti elastici e dinamici, entrambe caratteristiche implicite, a nostro parere, di qualsiasi buona pianificazione.

La classificazione preliminare del paesaggio analizzato è stata impostata come operazione interattiva, sulla base della *risoluzione progettuale* ed analitica da adottare e sulla *risoluzione delle informazioni* disponibili.

La nomenclatura adottata è stata quella CORINE sui dati aerofotogrammetrici 1987 e 1996: sono state inserite sia le categorie LANDCOVER che le categorie-madre BIOTOPES. La classificazione è stata in alcuni casi aggiustata a seguito delle indagini a terra.

Le valutazioni

Pornire informazioni chiare e riproducibili sullo stato ecologico di un sito è un'impresa che da decenni sta affascinando i ricercatori, e che ha portato più a sconfitte che vittorie. È necessario, infatti, trovare un compromesso tra quelle che sono l'oggettività scientifica, inevitabilmente complessa, e la sintesi necessaria alle previsioni gestionali, che porta ad una degradazione della qualità informativa iniziale. Inoltre queste considerazioni devono sottostare al fatto che la risoluzione percettiva, valutativa e quindi gestionale attiene a scale spaziotemporali diverse e questo fattore deve essere considerato in una qualsiasi strategia previsionale. I processi e le funzioni di un paesaggio sono, infatti, di tipo gerarchico e presentano frequenze-velocità differenti al variare delle ampiezze spaziale e temporale considerate; pertanto la scelta di scale elevate per la comprensione di fenomeni a scala ridotta porta a previsioni inconsistenti, e a scelte gestionali e pianificatorie errate.

Per risolvere questi problemi di impostazione si è deciso di seguire uno schema logico che, sulla base di obiettivi chiaramente dichiarati, porta a conseguenze trasparenti e ripetibili.

Individuazione dei parametri: il modello gerarchico-analitico

Gli scopi dell'individuazione dei parametri di giudizio sono

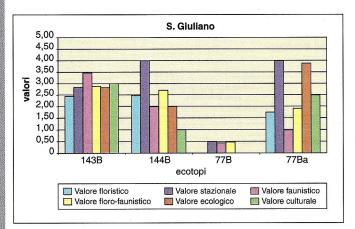


Fig. 2 - Andamento dei valori culturali, ecologici e florofaunistici per ecotopo nell'isola di S. Giuliano.

plurimi, e consistono nello stimare il valore naturalistico e culturale, ovvero ecologico, dei singoli ecotopi non utilizzati a scopo abitativo che compongono un'isola, dell'isola nel suo complesso, e del sistema di isole indagato. In questo caso la scelta si è articolata attraverso l'individuazione di una serie di criteri fondamentali collegati gerarchicamente ad una serie di sottocriteri disposti in successivi sottolivelli, affrontando il problema della comprensione e descrizione dello stato ecologico mediante un'architettura AHP (Saaty, 1994). L'identificazione dei criteri parte dalla definizione degli obiettivi (parametri) finali. Rispetto al metodo multicriterio succitato, però, non si è riscontrata la necessità di scegliere tra varie alternative e quindi non si sono associati ai criteri di ultimo livello pesi differenziati soggettivamente. Tutti i descrittori finali (livello inferiore) sono associati attraverso un processo moltiplicativo che implica un pregiudizio del criterio generale per il basso valore di uno qualsiasi dei descrittori. La composizione logica della struttura gerarchica fornisce uno strumento di comprensione sia del problema, sia delle variabili significative che lo riguardano; pertanto è utile nell'individuazione degli indicatori finali che vanno via via a comporre il significato dell'informazione finale. Questo meccanismo permette quindi di individuare con efficienza quali sono gli aspetti che singolarmente vanno approfonditi per comporre un giudizio finale sintetico ed esauriente. Ulteriore forza nella scelta degli indicatori finali deriva, per un processo parallelo di selezione, dal fatto che sono quelli che negli ultimi decenni hanno mostrato maggiore capacità esplicativa e minore ridondanza quando così associati. Infine il modello assume esplicitamente la proprietà gerarchica del sistema indagato, coerentemente al tipo di analisi generale impostato e al comportamento effettivo delle strutture e delle funzioni del paesaggio.

Scala di singolo ecotopo

Per dare concretezza agli intenti si sono semanticamente definiti *a priori* i "valori" ricercati, sottolineando il fatto che il concetto stesso di valore assume implicitamente una qualche soggettività nel giudizio.

- Per *valore ecologico* si intende la quantificazione obiettiva della probabilità che l'insieme di elementi biotici ed abiotici che conferiscono una caratterizzazione naturalistico-ambientale e culturale di un ecotopo si riproducano.
- Per valore floro-faunistico si intende una quantificazione obiettiva della possibilità di un ecotopo di garantire: 1) la sopravvivenza di specie/popolazioni/comunità animali e vegetali; 2) il livello di diversità e rarità specifica che contribuisce a mantenere elevata la variabilità del patrimonio genetico della regione di appartenenza, motivo per il quale si ritiene importante che tali organismi continuino ad esistere. Tutto ciò sulla base del fatto che è si acquisita negli ultimi decenni la consapevolezza del valore intrinseco della biodiversità come elemento portante di una gestione sostenibile del territorio.
- Per *valore culturale* si intende una quantificazione del gradimento percettivo del sito e del valore sociale e culturale dello stesso, che deriva dal peso che la società nel suo complesso dà ad un luogo e/o ad un evento.

Scala di isola - insieme di isole

Lo scopo della quantificazione, in questo caso, è stato di definire nello spazio e nel tempo quanto le condizioni struttura-



Foto 1 - Attività agricole in un'isola, oggi sempre più rare.



Foto 2 - Una piccola "motta", di esclusivo ed elevato interesse ecologico-naturalistico.

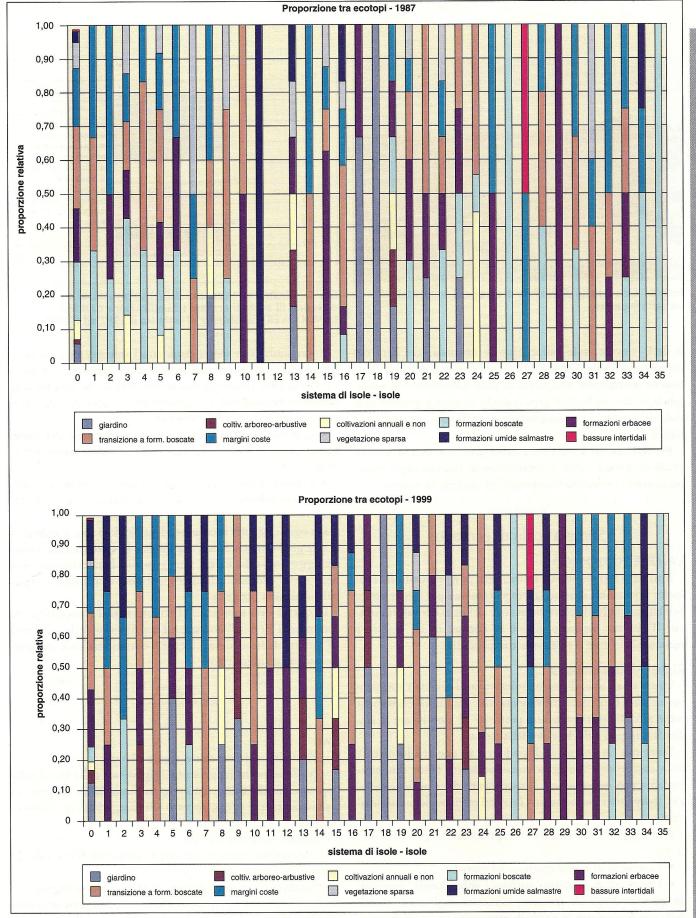


Fig. 3 - Ripartizione relativa delle categorie di ecotopi (classificazione CORINE LANDCOVER) nelle diverse isole e nel sistema di isole nel 1987 e nel 1999. Le isole sono indicate dal codice numerico, il sistema di isole dal valore 0.



Foto 3 - Un esempio discutibile di recupero ambientale di un'isola lagunare.

li delle singole isole influenzino le funzioni esercitate dal complesso di isole. Ovvero quanto le variazioni della configurazione spaziale del complesso di isole influenzino il paesaggio lagunare, in base al principio che la configurazione spaziale delle strutture paesaggistiche ne influenza i processi ecologici.

Per fare questo è stata selezionata una serie di metriche in grado di definire tanto la configurazione spaziale degli ecotopi, quanto l'evoluzione temporale del sistema di ecotopi.

Soluzioni

Stime a scala di ecotopo

VALORE ECOLOGICO

È stimato attraverso due sottocriteri, la riproducibilità ecologica e la rarità, mediati geometricamente per tenere conto dell'effetto moltiplicativo ricercato e del peso dei valori estremi. Il sistema permette inoltre di operare in un ambito a variabilità definita e ad elevata comparabilità.

Riproducibilità ecologica

Sapere quali sono il grado evolutivo ed il grado di sinantropia di una fitocenosi, riferendosi alle comunità climaciche come modello di riferimento, permette di identificare lo stadio di sviluppo o di degrado della stessa.

Tanto più un sistema è degradato o in uno stadio precoce della successione ecologica corrispondente, tanto più rapidamente può reinstaurarsi. L'inserimento dei tipi fitosociologici individuati permette una categorizzazione delle informazioni.

Alle categorie individuate corrispondono dei pesi crescenti (1-5):

- Comunità di specie coltivate ed esotiche.
- Comunità di ambienti antropici abbandonati, dominati da specie ruderali e/o invasive; comunità degli stadi iniziali della successione non in grado di proseguire per evidenti limiti alla vegetazione (per esempio, aridità).

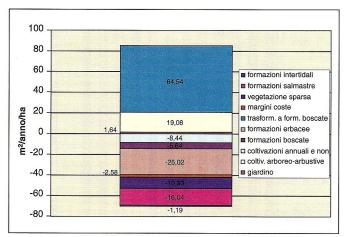


Fig. 4 - Dinamiche temporali delle trasformazioni tra categorie di ecotopi ecotopi (classificazione CORINE LANDCOVER) nel sistema di isole tra il 1987 ed il 1996.

- Comunità con specie degli strati inferiori non collegate fitosociologicamente a quelle degli strati superiori; comunità tipiche di stadi precoci di successioni ecologiche riconoscibili; comunità riconoscibili e degradate per l'ingressione di specie non caratteristiche della comunità.
- Comunità con specie erbacee caratteristiche del sottobosco relativo, stadio intermedio di una successione ecologica.
- Comunità con specie erbacee caratteristiche del sottobosco corrispondente, stadio maturo successione; comunità climax.

Per ogni categoria sono state identificate le specie indicatrici per grado di copertura, dominanza e strato, il tipo fitosociologico individuato ed una giustificazione circostanziata delle scelte adottate nell'inserimento del tipo fitosociologico nella categoria prescelta.

In questo caso sono state effettuate analisi fitosociologiche con metodi Braun-Blanquet, e l'inserimento delle comunità all'interno delle suddette categorie è stato verificato attraverso il seguente algoritmo:

$$RE = \frac{\sum_{i=1}^{n} a_i \cdot re_i}{\sum_{i=1}^{n} a_i}$$

dove:

a = abbondanza della i-esima specie rilevata;

re = coefficiente che rappresenta il significato della specie nella "riproducibilità" della comunità, risultato da un confronto a coppie per tutti i relevés, rispetto alle categorie di specie sotto riportate;

n = numero di specie rilevate.

La valutazione ecologica di alcune comunità si è avvalsa di considerazioni preventive:

• Secondo il concetto classico di climax molte vegetazioni alofile rilevate non dovrebbero afferire alla categoria ecologica più elevata, ma nella complessa articolazione delle vegetazioni alofile si riconoscono unità che rappresentano stadi precoci

di successioni ecologiche, come *Salicornietum venetae*, e altre unità di specie perenni in equilibrio con il succedersi delle alte e basse maree, che si possono considerare stabili nel tempo a tutti gli effetti di tipo edafo-climacico. In questo caso si è ritenuto appropriato inserirle nella categoria che comprende le vegetazioni climatiche.

• Le vegetazioni legnose con dominanza di esotiche sono state inserite in due categorie diverse a seconda della maturità e della composizione floristica. Dove le condizioni ecologiche risultano limitanti (spiccata aridità del sito, forte influenza della salsedine) gli individui dello strato arboreo mostrano generalmente uno sviluppo stentato e sintomi di sofferenza, e il sottobosco erbaceo risulta costituito da sole specie a carattere ruderale e nitrofilo. In questo caso, dal punto di vista dinamico-evolutivo si può considerare la cenosi bloccata ad uno stadio iniziale di colonizzazione e potenzialmente non in grado di proseguire; la categoria ecologica di afferenza è stata quella che comprende le comunità tipiche di ambienti antropici abbandonati in relazione al ruolo che svolge la cenosi e alla preponderante partecipazione di specie a carattere ruderale. In condizioni più favorevoli (suolo più maturo, ambienti meno esposti all'influenza della salsedine, minor aridità) la comunità sviluppa uno strato arboreo con buone coperture e lo strato erbaceo risulta costituito da specie a carattere nemorale come *Hedera helix*. In questo caso è possibile considerare la comunità come termine dinamicamente inserito in una successione e quindi dotato di potenzialità evolutiva. Inoltre, la stessa vegetazione può avere indici di riproducibilità diversi a seconda del ruolo ecologico che svolge in un determinato ecotopo. Ad esempio un fragmiteto può essere chiaramente individuato come termine di una serie igrofila e rappresentare uno stadio intermedio di una successione ecologica, oppure, se composto prevalentemente da specie nitrofilo-ruderali, come comunità di ambienti antropici.

Rarità

La rarità degli ecotopi è stata definita in base all'interesse comunitario, secondo la Direttiva CEE 92/43 relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche. Qui sotto viene riportato l'elenco degli habitat presenti, con la relativa codifica dell'Allegato I della succitata direttiva:

- Vegetazione delle paludi salmastre (habitat 1150): Chaetomorpho-Ruppietum Br.-Bl. 1952.
- Vegetazione pioniera annuale delle sabbie sciolte (habitat 1210): Salsolo kali Cakiletum maritimae Costa e Manz. 1981.

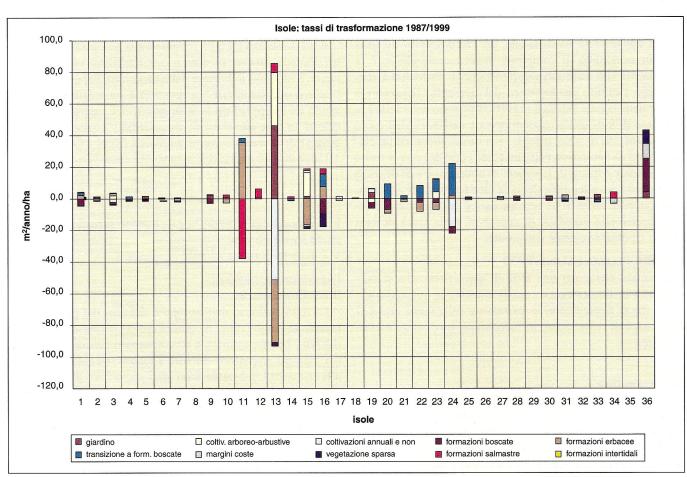


Fig. 5 - Dinamiche temporali delle trasformazioni tra categorie di ecotopi nelle singole isole tra il 1987 e il 1999. Le isole sono indicate dal codice numerico, il sistema di isole dal valore 0.

- Vegetazione casmofitica aeroalina (habitat 1240): Crithmo-Staticetalia Molinier 1934.
- Vegetazione a salicornie annuali delle barene (habitat 1310): Salicomietum venetae Pign. 1966; Suaedo maritimae-Salicomietum patulae (Brullo et Furnari 1976) Géhu e Gèhu Franck 1984.
- Vegetazione perenne pioniera dei fanghi salmastri (*habitat 1320*): *Limonio narbonensis Spartinetum maritimae* (Pign. 1966) Beeft. e Géhu 1973.
- Praterie alofile mediterranee (habitat 1410): Puccinellio festuciformis Juncetum maritimi (Pign. 1953) Géhu 1984; Puccinellio festuciformis Aeluropetum litoralis (Corb. 1968) Géhu e Costa 1984 in Géhu, Costa, Scoppola, Biondi, Marchiori, Peris, Géhu-Franck, Caniglia e Veri 1984; Limonio narbonensis Artemisietum coerulescentis (Pign. 1953) Géhu e Scopp. 1984 in Géhu, Scoppola, Caniglia, Marchiori e Géhu-Franck 1984.
- Arbusteti bassi alofili mediterranei (habitat 1420): Puccinellio festuciformis - Sarcocornietum fruticosae (Br.-Bl. 1928) Géhu 1976.
- Steppe salate mediterranee (habitat 1510): Limonio narbonensis Puccinellietum festuciformis (Pign. 1966) Géhu & Scopp. 1984 in Géhu, Scoppola, Caniglia, Marchiori & Géhu-Franck 1984.

Gli habitat di interesse comunitario sono tutti riferibili a vegetazioni alofile barenicole; infatti la componente alofila mostra una discreta articolazione, ben documentata dal quadro sintassonomico. Il complesso vegetazionale alofilo è la componente con maggiori caratteristiche di naturalità e coerente con l'ambito paesaggistico del territorio. Il paesaggio attuale della laguna veneta e in particolar modo delle isole è la risultante di forti trasformazioni operate dall'uomo dall'epoca pre-romana. Pochi sono, infatti, i siti caratterizzati da un elevato grado di naturalità; nella maggior parte dei casi la realtà vegetazionale è frutto di fenomeni di abbandono e di degrado che rendono, a volte, difficoltosa la caratterizzazione cenotica. L'indicatore di rarità di un ecotopo deriva dalla media, ponderata rispetto alla superficie di copertura, della rarità di ogni singola tipologia vegetale riscontrata.

VALORE FLORO-FAUNISTICO

È stimato attraverso una serie di sottocriteri, che si raggruppano in due categorie: quelli afferenti la vegetazione e quelli che si ripercuotono in particolare sulla fauna ospite. I due gruppi di criteri sono, in successione, mediati geometricamente.

Flora

Rarità specifica

La presenza di specie rare fornisce utili informazioni sulla ricchezza genetica di un biotopo, inquadrato in una definita area biogeografica, dove le condizioni pedo-ambientali permettono il permanere di portatori d'informazioni genetiche preziose. L'indicatore fornisce informazioni sulla rarità delle specie individuate raccolte per transetti, in numero proporzionale all'estensione del sito. La rarità si riferisce tanto a specie

legate ad ambienti frammentati e/o poco diffusi, quanto a specie endemiche. Le specie rilevate sono inserite in cinque categorie di rarità (Pignatti, 1982) a valore crescente (1-5) e ponderate rispetto all'abbondanza complessiva riscontrata per superficie e stimata speditivamente.

Le categorie sono le seguenti:

- Specie molto comune.
- Specie comune.
- Specie rara.
- · Specie molto rara.
- Specie endemica.

In questo caso si sono effettuate analisi fitosociologiche con metodo Braun-Blanquet, e l'inserimento delle comunità all'interno delle suddette categorie è avvenuto grazie al seguente algoritmo:

$$RE = \frac{\sum_{i=1}^{n} a_i \cdot r_i}{\sum_{i=1}^{n} a_i}$$

dove:

a = abbondanza della i-esima specie rilevata;

r = coefficiente che rappresenta la rarità della specie risultata da un confronto a coppie per tutti i *relevés*, rispetto alle categorie di rarità sopra ricordate;

n = numero di specie rilevate.

Diversità specifica

È un parametro che può collegarsi alla maturità ecologica di un biotopo, anche se non necessariamente; collegato alla rarità, è un buon indicatore della complessità specifica e della biodoversità riscontrate. La diversità è stata calcolata utilizzando un indice nel quale le singole specie inserite sono classificate in base alle classi di abbondanza valutate secondo un estimatore di massima verosimiglianza (Kent e Coker, 1998).

L'algoritmo è quello ben noto di Shannon-Wiener

$$H = \sum_{i=1}^{n} P_i \cdot LnP_i$$

dove:

P = abbondanza espressa in proporzione superficiale della *i*-esima specie rilevata;

n = numero di specie rilevate.

Caratteristiche stazionali

Stato fitosanitario

Lo stato sanitario dell'ecotopo è definito dal parere di un esperto in cinque classi di qualità crescente (pessimo, cattivo, discreto, buono, ottimo), e accompagnato da una descrizione dei sintomi riscontrati durante l'analisi stazionale. Allegati alla stima dell'indicatore sono stati inquadrati gli interventi consigliabili, a parere dell'esperto, per un miglioramento delle condizioni delle formazioni vegetali, classificati per categorie di urgenza (intervento urgente, intervento non urgente, intervento poco urgente).

Limiti alla vegetazione

I limiti alla vegetazione dell'area sono definiti dal parere di un esperto in cinque classi di impedimento decrescente (drastici, forti, presenti, limitati, nulli), e accompagnati da una descrizione delle cause riscontrate durante l'analisi stazionale per tipo e origine.

Fauna

Struttura verticale

La complessità strutturale di una fitocenosi è collegata alle possibilità trofiche, riproduttive e di rifugio della comunità animale, quindi a un aumento potenziale tanto della ricchezza quanto della densità del sistema nel suo complesso (Haukos et al., 1998). La struttura verticale è definita come numero di strati presenti e identificati ad occhio, indicazione del grado di occupazione del biospazio. Alle categorie individuate per numero di strati crescenti, corrispondono dei pesi crescenti.

Dimensioni

È un indicatore dell'influenza di un certo tipo d'ecotopo sulla fauna ospite, partendo dal presupposto che questa aumenti con la sua estensione aumentando la sua capacità portante. Naturalmente questo rapporto è strettamente specifico, e risulterebbe necessario individuare un gruppo tassonomico che possa funzionare da gruppo focale, e per il quale la connettività con gli altri gruppi di isole è funzionale. Per generalizzare l'utilizzo di questa informazione, si sono suddivisi semplicemente gli ecotopi in 5 classi superficiali omogenee, dando un peso crescente alle classi via via superiori.

VALORE CULTURALE

Qualità percettiva

È stimata sulla base di un modello *ex ante* (VQC) implementato per transetti a distanze costanti di 10-30 metri. Per la descrizione del modello si rimanda alla letteratura di riferimento (Franco, 1997).

Valore storico del verde ornamentale/funzionale

Deriva da un giudizio sintetico espresso in cinque classi di qualità crescente (pessimo, cattivo, discreto, buono, ottimo) da parte dell'esperto incaricato. Allegati alla stima dell'indicatore sono stati inquadrati gli interventi consigliabili, a parere dell'esperto, per un miglioramento delle condizioni della formazione vegetale, classificati per categorie d'urgenza (intervento urgente, intervento poco urgente).

Valore attuale del verde ornamentale/funzionale

Il valore è definito dal parere di un esperto in cinque classi di giudizio di qualità crescente (pessimo, cattivo, discreto, buono, ottimo), e accompagnato da una descrizione dei sintomi riscontrati durante l'analisi stazionale. Anche in questo caso sono stati allegati gli interventi di miglioramento previsti.

RILEVAMENTI FITOSOCIOLOGICI

Lo studio tipologico della vegetazione è stato condotto secondo il metodo fitosociologico (Braun-Blanquet, 1928), in modo da riconoscere tipi di vegetazione sulla base dell'acquisizione di informazioni sui caratteri floristici, strutturali, ecologici e dinamici che permettano di produrre una documentazione di sintesi esaustiva e completa.

La sintesi dell'analisi vegetazionale è presentata nel quadro

sintassonomico in cui sono elencate le unità di vegetazione riscontrate, organizzate gerarchicamente.

In più occasioni si è ritenuto corretto non giungere ad un inquadramento puntuale a livello di associazione e ci si è invece limitati a indicare l'esistenza di aggruppamenti vegetali inquadrati a vari livelli sintassonomici. Ciò è da attribuire alle diverse condizioni che ricorrono nel territorio studiato:

- frammentazione e sovrapposizione delle fitocenosi su superfici spesso molto ridotte sia nel caso della componente più strettamente alofila e sia nel caso di situazioni di abbandono colturale, con innesco di mosaici vegetazionali a carattere ruderale e compositivamente ripetitivi ma con dominanza alternata dell'una o dell'altra specie;
- forte ingressione di specie esotiche, favorite dalla presenza ubiquitaria dell'azione antropica e per certe specie dalle condizioni quasi generali di elevata disponibilità di nutrienti;
- interruzione dei meccanismi della dinamica evolutiva in relazione a fattori ambientali inibenti come l'aridità, la falda salmastra, l'aerosol marino, che impediscono i processi di naturale rinnovo successionale e provocano degrado e fenomeni di sofferenza delle fitocenosi presenti ed in particolar modo delle vegetazioni legnose.

L'inquadramento fitosociologico delle diverse cenosi riscontrate e il ruolo sintassonomico delle specie coinvolte sono stati reperiti tramite consultazione di diverse fonti bibliografiche (Biondi e Gehù, 1995; Caniglia et al., 1997; Gehù et al., 1984a; Gehù et al., 1984b; Gehù e Biondi, 1996; Mucina et al., 1993; Pignatti, 1952; Pignatti, 1966; Poldini, 1989).

Stime a scala d'isola - insieme d'isole GLI STRUMENTI UTILIZZATI

In questo caso sono state utilizzate metriche strutturali che si sono dimostrate meno ridondanti e particolarmente efficaci nel rappresentare i processi ecologici, soprattutto se associate (fig. 1).

Gli indicatori selezionati sono stati:

• Evoluzione paesaggistica

Proporzione,

Trasformazione,

• Eterogeneità/frammentazione

Diversità,

Superficie media categorie,

Margini.

• Valori eco-culturali: altro elemento di giudizio è stato fornito dall'utilizzo a scala di isola - insieme di isole dei tre criteri sviluppati per i singoli ecotopi, ottenuti ponderando i singoli indicatori per la superficie occupata a scala di isola o di insieme di isole.

Proporzione tra i vari tipi di ecotopi (P)

L'indice esprime il rapporto proporzionale tra un certo tipo di ecotopo e gli altri.

 $P_i = \frac{n_i}{N}$

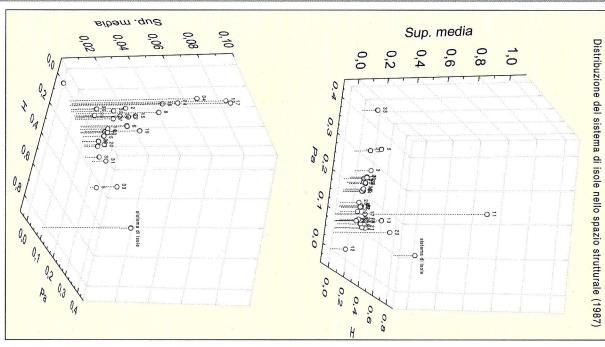


Fig. 6 - Disposizione delle singole isole e del sistema di isole nello spazio strutturale, nel 1987.

dove:

N = numero delle macchie;

 n_i numero delle macchie i.

Trasformazione (C)

Misura l'entità di cambiamento dei vari tipi di ecotopi (Hulshoff, 1995). C è espresso in questo caso in $m^2/anni/ha$ e nel tempo. indica il tasso di aumento o diminuzione dei tipi di ecotopi

$$C = \frac{\frac{(p_k 2 - p_k 1)}{t2 - t1}}{A}$$

anni, e A è la superficie totale in ha. dove $p_k 2$ $-p_k 1$ = differenza in m² della categoria k in t1 – *t*2

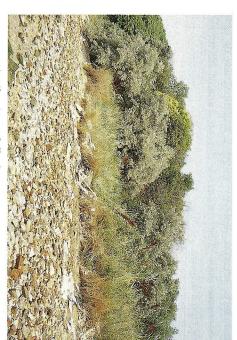


Foto 4 - Distribuzione delle fitocenosi in un'isola a funzione naturalistica predominante.

Diversità H

Simpson modificato e O'Neil, 1988); qui si riportano alcune varianti di uno dei più diffusi, quello di Shannon, già ampianell'analisi ecosistemica. mente utilizzato per la valutazione della diversità specifica Esistono vari indicatori di questo tipo (Shannon, Simpson,

$$H = \sum_{i=1}^{n} P_i * LnP$$

numero di ecotopi presenti. dove: P = e la proporzione occupata dall'*i*-esimo ecotopo, n

Margini (Pa)

diretta sulla forma degli ecotopi, ma solo sulla densità delle condizioni di ecotono. rispetto alla sua superficie totale. Non dà alcuna indicazione semplice che mette in rapporto i margini totali di un'area L'indice utilizzato (indice di Patton) è un indicatore molto

$$Pa = \frac{L}{2A\pi}$$

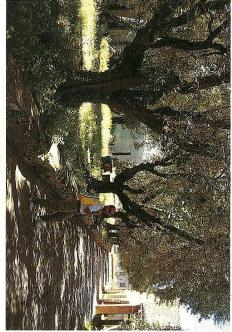


Foto 5 - Esempio di un importante elemento culturale da preservare e riqualificare.

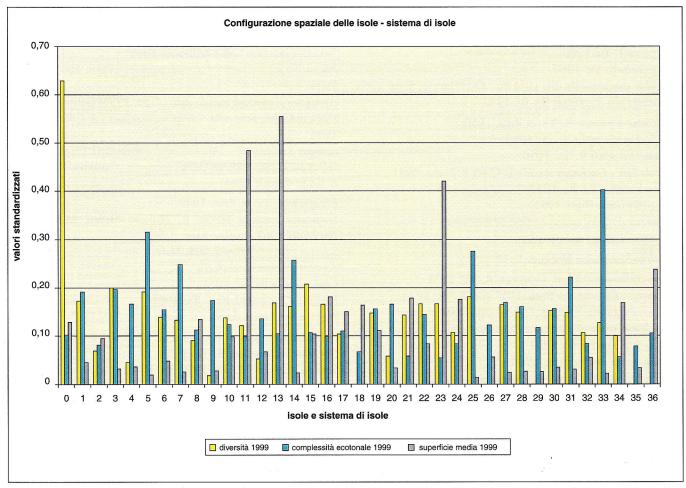


Fig. 7 - Valori di superficie media, diversità, e margini nelle singole isole e nel sistema di isole nel 1999 (valori standardizzati).

dove:

L = lunghezza totale dei margini presenti nell'area considerata, A = superficie totale dell'area.

Valori eco-culturali

La associazione dei singoli criteri è avvenuta sempre mediante media geometrica per i motivi ricordati. In questo caso, associando ad ogni unità classificata gli indicatori messi a punto per ecotopo, si è ottenuta un'indicazione complessiva nel tempo della qualità ecologico-ambientale dell'insieme di isole. La normalizzazione è avvenuta utilizzando il semplice algoritmo generale

$$In = \frac{\sum_{i=1}^{n} a_i * in_i}{\sum_{i=1}^{n} a_i}$$

dove:

In = indicatore generico;

a = area dell'i-esimo ecotopo identificato;

in = stima dell'indicatore generico;

n = numero di ecotopi considerato.

Sulla base delle indagini compiute nell'ultimo ventennio,

l'insieme degli indicatori selezionati è in grado, se opportunamente gestito, di sintetizzare efficacemente le modificazioni strutturali del paesaggio delle isole lagunari, indicando di conseguenza l'entità e la direzione dei processi paesaggistici occorsi. In particolare, il gruppo di indici sulla eterogeneità/struttura del paesaggio sono stati sintetizzati, come suggerito da Bob O'Neil (1996), in un'unica metrica (M1) ottenuta dalla posizione dell'isola - insieme di isole nello spazio strutturale definito dalle tre variabili selezionate, operazione possibile per i motivi sopra accennati. I tre diversi indicatori sono stati preventivamente standardizzati per la norma del loro vettore nella matrice di dati, per agevolare l'analisi ed il confronto.

La metrica permette di sintetizzare informazioni relative alla maggiore o minore frammentazione e/o eterogeneità del paesaggio rispetto ad uno stato di degrado ideale, definito dall'origine dello spazio tridimensionale della struttura paesaggistica. In questo punto dello spazio, il sistema di ecotopi presenta una diversità strutturale minima, una presenza minima di condizioni ecotonali ed una superficie minima dei singoli ecotopi. Al contrario, nella regione opposta dello spazio così definito si individuano condizioni di massima eterogeneità, massima superficie per ecotopo e massima diffusione di con-

Allegato A - Quadro sintassonomico

Ruppietea J. Tx. 1960

Ruppietalia J. Tx. 1960

Ruppion maritimae Br.-Bl. 1931 em. Den Hartog, Segal 1964

Chaetomorpho-Ruppietum Br.-Bl. 1952

Cakiletea maritimae R. Tx. & Prsg. 1950

Euphorbietalia peplis R. Tx. 1950

Euphorbion peplis R. Tx. 1950

Salsolo kali - Cakiletum maritimae Costa & Manz. 1981

Thero-Suaedion Br.-Bl. 1931

Salsoletum sodae Pign. 1953

Aggr. ad Atriplex latifolia e Suaeda maritima

Crithmo-Staticetea Br.-Bl. 1947

Crithmo-Staticetalia Molinier 1934

Thero-Salicornietea Pign. 1953 em. R. Tx. 1974

Salicornietalia europaeae Pign. 1953 em. R. Tx. 1974

Salicornion patulae Géhu & Géhu-Franck 1984

Suaedo maritimae - Salicornietum patulae (Brullo & Furnari 1976)

Géhu & Géhu-Franck 1984

Salicornietum venetae Pign. 1966

Spartinetea maritimae (R. Tx. 1961) Beeft., Géhu, Ohba & R.

Tx. 1971

Spartinetalia maritimae (R. Tx. 1961) Beeft., Géhu, Ohba & R.

Tx. 1971

Spartinion maritimae (R. Tx. 1961) Beeft., Géhu, Ohba & R.

Tx. 1971

Limonio narbonensis - Spartinetum maritimae (Pign. 1966) Beeft.

& Géhu 1973

Sarcocornietea fruticosae R. Tx. & Oberd. 1958

Sarcocornietalia fruticosae (Br.-Bl. 1931) R. Tx. & Oberd. 1958

Sarcocornion fruticosae Br.-Bl. 1931

Aggr. ad Halimione portulacoides

Sarcocornienion fruticosae Rivas-Martinez 1980

Puccinellio festuciformis - Sarcocornietum fruticosae (Br.-Bl. 1928)

Géhu 1976

Juncetea maritimi Br.-Bl. 1952 em. Beeftink 1965

Juncetalia maritimi Br.-Bl.1931

Juncion maritimi Br.-Bl. 1931

Puccinellienion festuciformis (Géhu & Scopp. 1984 in Géhu,

Scoppola, Caniglia, Marchiori & Géhu-Franck 1984) Géhu &

Biondi 1995

Limonio narbonensis - Puccinellietum festuciformis (Pign. 1966)

Géhu & Scopp. 1984 in Géhu, Scoppola, Caniglia, Marchiori

& Géhu-Franck 1984

Puccinellio festuciformis - Aeluropetum litoralis (Corb. 1968)

Géhu & Costa 1984 in Géhu, Costa, Scoppola, Biondi,

Marchiori, Peris, Géhu-Franck, Caniglia & Veri 1984

Juncenion maritimi Géhu & Biondi 1995

Puccinellio festuciformis - Juncetum maritimi (Pign. 1953) Géhu

1984

Agropyro - Artemision coerulescentis (Pign. 1953) Géhu & Scopp. 1984 in Géhu, Scoppola, Caniglia, Marchiori & Géhu-Franck

1984

Limonio narbonensis - Artemisietum coerulescentis (Pign. 1953) Géhu & Scopp. 1984 in Géhu, Scoppola, Caniglia, Marchiori

& Géhu-Franck 1984

Phragmitetea Tx. & Prsg. 1942

Scirpetalia compacti Hejny in Holub., Hejny, Moravec et

Neuhaüsl 1967 em Riv. Mart. 1980

Scirpion compacto-littoralis Riv. Mart. 1980

Aggr. a Phragmites australis

Chenopodietea Br.-Bl. 1951

Polygono-Chenopodietalia J. Tx. 1961

Aggr. a Sorghum halepense

Artemisietea vulgaris Lohmeyer et al. in R. Tx. 1950

Convolvuletalia sepium R. Tx. 1950

Senecion fluviatilis R. Tx. 1950 em. R. Tx. 1967

Aggr. ad Helianthus tuberosus

Aggr. ad Artemisia verlotorum

Convolvulion sepium R. Tx. 1947

Aggr. a Urtica dioica

Onopordetalia acanthii Br.-Bl. & Tx. 1943 em. Goers 1966

Dauco-Melilotion Goers 1966

Aggr. a Cynodon dactylon

Agropyretalia repentis Oberd. et al. 1967

Aggr. ad Agropyron repens

Aggr. ad Agropyron pungens

Molinio-Arrhenatheretea R. Tx. 1937

Arrhenatheretalia Pawl. 1928

Cynosurion R. Tx. 1947

Lolietum perennis Gams 1927

Festuco-Brometea Br.-Bl. & R. Tx. ex Klika & Hadac !944

Brometalia erecti Br.-Bl. 1936

Bromion erecti Koch 1926

Rhamno-Prunetea spinosae Riv.-God. & Carbonell 1961

Prunetalia spinosae R. Tx. 1952

Aggr. a Rubus ulmifolius

Querco-Fagetea Br.-Bl. & Vl. 1937

Aggr. a Sambucus nigra

Aggr. a Ulmus minor

Populetalia albae Br.-Bl. ex Tchou 1948

Populion albae Br.-Bl. ex Tchou 1948

Vegetazione legnosa con dominanza di esotiche

dizioni di ecotono, con tutto ciò che questo comporta in relazione alle caratteristiche funzionali del paesaggio. In tal modo si è in grado di definire l'entità, la direzione e la velocità delle modi-

ficazioni paesaggistiche intervenute, quindi di esprimere coerentemente indicazioni sulle possibili correzioni strutturali e/o funzionali opportune.

Allegato B - Archivi georeferenziati

Il layer *ecotopi* presenta i seguenti campi, ciascuno georeferenziato ad ogni singolo ecotopo:

- Isole: codice dell'isola contenente l'ecotopo.
- Landcover: codice Landcover CORINE dell'ecotopo mappato.
- Habitat: codice Habitat CORINE dell'ecotopo mappato.
- Ecotopo: codice univoco dell'ecotopo descritto.
- Superficie: superficie dell'ecotopo.
- Perimetro: perimetro dell'ecotopo.
- Descrizione: descrizione dell'ecotopo.
- Tipi vegetazionali: tipi vegetazionali.
- Data: data di rilevazione.
- *Diversità specifica:* (Franco): diversità specifica stima (nome del responsabile della stima).
- *Limiti alla vegetazione:* (Franco): limiti alla vegetazione (nome del responsabile della stima).
- *Motivazioni/tipologie:* tipo di limitazioni e/o motivazioni del giudizio.
- *Interventi consigliati:* descrizione degli interventi consigliati.
- Urgenza: classificazione dell'urgenza degli interventi.
- Qualità percettiva: gradimento percettivo del sito.
- Rarità: (Ghirelli) stima della rarità dell'ecotopo (nome del responsabile della stima).
- Rarità specifica: (Franco) stima della rarità specifica dell'ecotopo (nome del responsabile della stima).
- Riproducibilità ecologica: (Ghirelli): stima della riproducibilità ecologica dell'ecotopo (nome del responsabile della stima).
- *Stato fitosanitario:* (Franco); stato fitosanitario riscontrato (nome del responsabile della stima).
- *Motivazioni/tipologie:* tipo di limitazioni e/o motivazioni del giudizio.
- *Interventi consigliati:* descrizione degli interventi consigliati.
- Urgenza: classificazione dell'urgenza degli interventi.
- *Struttura verticale:* (Franco): descrizione della classe strutturale delle formazioni vegetali.
- Valore attuale del verde ornamentale/funzionale (Tosato): stima del valore attuale del verde ornamentale riscontrato (nome del responsabile della stima).
- *Motivazioni/tipologie*: tipo di limitazioni e/o motivazioni del giudizio.

- *Interventi consigliati:* descrizione degli interventi consigliati.
- Urgenza: classificazione della urgenza degli interventi.
- Valore storico del verde ornamentale/funzionale (Tosato): stima del valore attuale del verde ornamentale riscontrato (nome del responsabile della stima).
- *Motivazioni/tipologie:* tipo di limitazioni e/o motivazioni del giudizio.
- *Interventi consigliati:* descrizione degli interventi consigliati.
- Urgenza: classificazione dell'urgenza degli interventi.
- Valore floristico: stimato sulla base delle valutazioni precedenti.
- Valore stazionale: stimato sulla base delle valutazioni precedenti.
- Valore faunistico: stimato sulla base delle valutazioni precedenti.
- Valore floro-faunistico: stimato sulla base delle valutazioni precedenti.
- Valore ecologico: stimato sulla base delle valutazioni precedenti.
- Valore culturale: stimato sulla base delle valutazioni precedenti.

Il layer *foto* presenta i seguenti campi, ciascuno riferito con direzione e verso a ogni singolo ecotopo:

- Isola: nome dell'isola.
- Codiceisola: codice numerico dell'isola.
- Codicefoto: codice numerico di ciascuna foto.
- Ecotopo: codice univoco di ciascun ecotopo.
- Descrizione: descrizione dell'ecotopo/i.
- *Professionista:* nome del professionista responsabile della foro.

Il layer *isole* presenta i seguenti campi, ciascuno georeferenziato ad ogni singola isola:

- Isole: codice numerico dell'isola.
- Isolenome: nome dell'isola.
- *Valore floro-faunistico:* stimato a scala di isola e standardizzato rispetto al sistema di isole.
- Valore ecologico: stimato a scala di isola e standardizzato rispetto al sistema di isole.
- *Valore culturale:* stimato a scala di isola e standardizzato rispetto al sistema di isole.

Risultati

Singole isole, l'esempio di S. Giuliano (fig. 2)

ECOTOPO 143/B: Vegetazione arborea ed arbustiva, rinnovazione di ailanti, robinie, pioppi, prunus

Valore culturale. Pur non presentando elementi di elaborazione artificiale, la vegetazione assume per forma e colori una netta definizione degli spazi e delle forme, con variazioni cro-

matiche costanti nel corso dell'anno e con risultati percettivi decisamente gradevoli.

Valore ecologico. Tanto la riproducibilità quanto la rarità delle formazioni presenti non sono particolarmente rilevanti.

Valore floro-faunistico. È presente una spiccata diversità cenotica con formazioni arboree di esotiche (Ailanthus altissima e Robinia pseudoacacia) e nuclei di pioppo bianco e olmo che indicano la presenza di acqua dolce nel suolo. A questi si accompagnano vegetazioni a carattere preforestale con bosca-

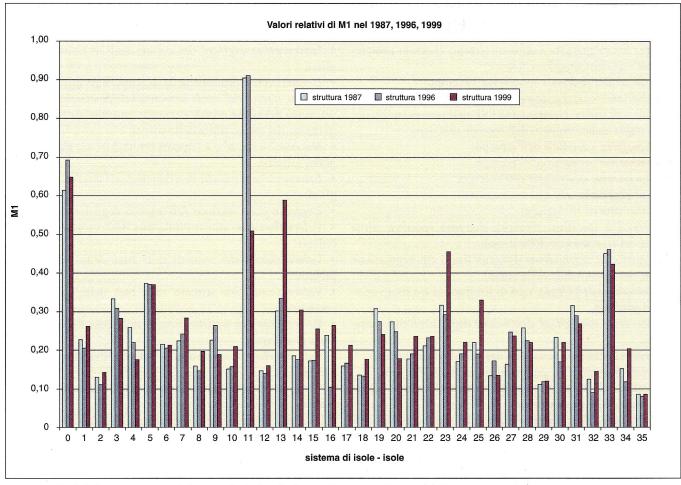


Fig. 8 - Valori della metrica M1 delle singole isole - insieme di isole tra il 1987 ed il 1999 .

glie di *Cornus sanguinea*, che fungono da mantello soprattutto al bosco di ailanto, e *Rubus ulmifolius*.

Le componenti legnose si sviluppano sulla parte rialzata dell'isola, divisa dalla costa da un evidente zoccolo di erosione. La ricchezza cenotica è dovuta in parte alla vicinanza dell'entroterra che funge da vettore per le molte specie caratterizzanti presenti, favorendo una peculiare articolazione con termini rappresentativi di una discreta naturalità. La forma allungata e stretta dell'isola penalizza evidentemente l'espressione e la potenzialità delle componenti di maggior pregio. La formazione ospita già da tempo una sostanziosa avifauna (garzaia).

ECOTOPO 77/Ba Vegetazione alofila

Valore culturale. La presenza di specie tutelate e le peculiarità percettive di questi biotopi conferiscono un peso non irrilevante al valore culturale degli stessi.

Valore ecologico. Il valore relativo alla riproducibilità ecologica di questi sistemi è elevato per i motivi ricordati.

Valore floro-faunistico. Nel settore settentrionale dell'isola, su fanghi salmastri soggetti a sommersione si sviluppa una vegetazione alofila caratterizzata soprattutto da Puccinellio festuciformis - Sarcocornietum fruticosae e, nelle parti più bagnate, da Salicornietum venetae.

La superficie di pertinenza è alquanto ridotta e la distribuzione è di tipo frammentario. Non presenta alcun problema stazionale.

ECOTOPO 144B Agropireto

Valore culturale. Scarso.

Valore ecologico. Non rilevante.

Valore floro-faunistico. La prateria ad Agropyron pungens si arricchisce nelle zone leggermente più depresse di Phragmites australis, e tende a fungere da componente erbacea nelle formazioni più aperte di ailanto. Funge inoltre da frangia alla vegetazione legnosa nei settori che risentono maggiormente dell'influenza della falda salmastra e dell'aerosol marino. Non presenta alcun problema stazionale.

ECOTOPO 77B; 148B Coste

Valore culturale. Nullo.

Valore ecologico. Scarso.

Valore floro-faunistico. Di qualche interesse, per la fauna intertidale.

Evoluzione dell'isola e stato attuale EVOLUZIONE PAESAGGISTICA

L'isola è composta (cfr. figg. 3 e 5) da formazioni sia terre-

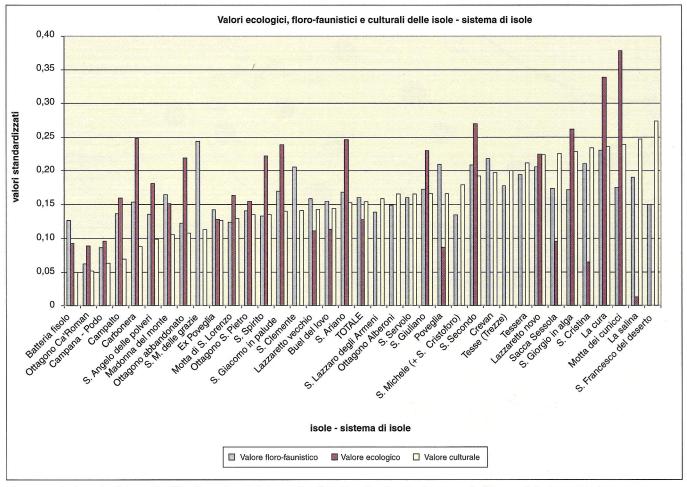


Fig. 9 - Valori ecologici, culturali e floro-faunistici standardizzati nelle singole isole e nel sistema di isole nel 1999.

stri che di transizione, in proporzioni più o meno eguali, ma ha mostrato una progressiva riduzione delle formazioni boscate, a vantaggio di strutture meno complesse (arbusteti e zone di transizione), a causa della progressiva erosione delle coste.

ETEROGENEITÀ/FRAMMENTAZIONE

Il sistema presenta valori tanto di eterogeneità quanto di frammentazione limitati, con bassi valori di complessità marginale dovuti in particolare alle superfici medie molto ridotte (fig. 7). La variazione delle metriche è stata inoltre molto scarsa negli ultimi 12 anni (fig. 8).

Valori sintetici per isola

Valore culturale. Nel complesso il valore sia percettivo che di tutela dato dalla società a quest'isola è intermedio.

Valore ecologico. Il valore ecologico dell'isola è mediamente elevato rispetto al sistema di isole rilevato.

Valore floro-faunistico. Dal punto di vista floro-faunistico l'isola ha una chiara rilevanza; le formazioni alofile non rappresentano un elemento caratterizzante il complesso ambientale dell'isola, sebbene sia da rimarcare la presenza di nuclei di Salicornia veneta (fig. 9).

Indirizzi gestionali

Dall'analisi dei risultati e dalla valutazione dell'insieme delle informazioni raccolte la vocazione ecologico-naturalistica dell'isola di S. Giuliano è evidente, anche dal punto di vista culturale.

Gli indirizzi gestionali ipotizzabili sono:

- miglioramento della struttura e della composizione della formazione forestale esistente;
 - preservazione dall'erosione marginale.

Sistema di isole

Come si rileva in figura 1 e come sopra riportato, gli indici sono stati raggruppati in una serie di sottocriteri, uno particolarmente orientato alla valutazione dell'evoluzione temporale delle caratteristiche paesaggistiche, ed un secondo più incentrato sullo stato di minore o maggiore eterogeneità e frammentazione del sistema. I risultati preliminari ottenuti sulla base del primo sottocriterio ricordato sono sintetizzati in figura 3. Come si potrà notare, il sistema nel suo complesso è dominato da formazioni terrestri: erbacee, arbustive e/o di transizione a forme boscose, ed infine da formazioni boscate; altro tipo dominante è quello della zona nuda intertidale, sas-

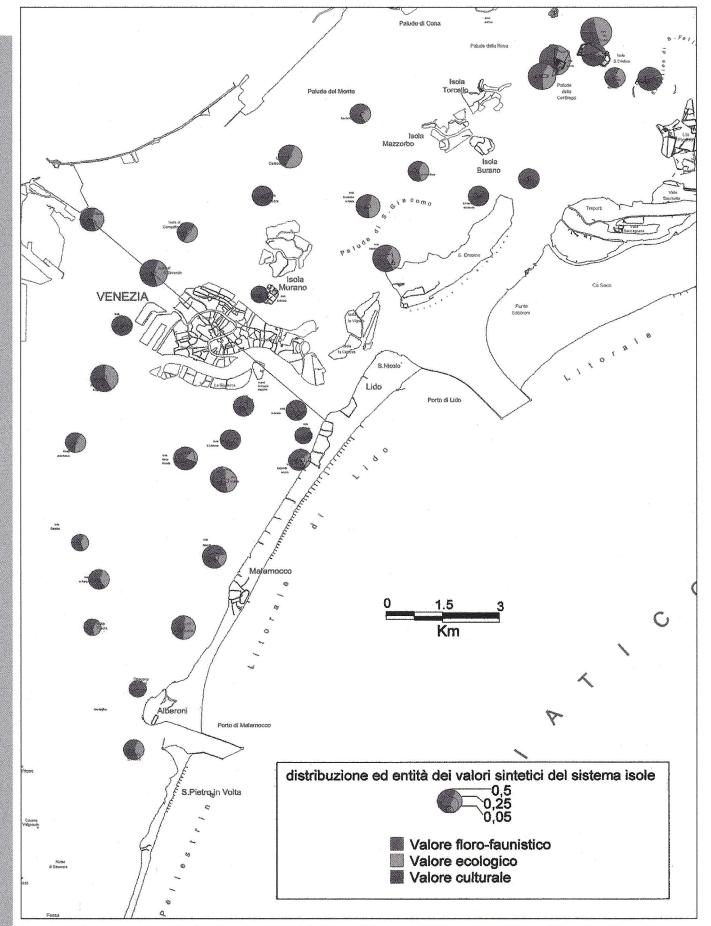


Fig. 10 - Valori ecologici, culturali e floro-faunistici del sistema di isole nel 1999, rappresentati spazialmente sull'area lagunare: la dimensione della "torta" indica l'entità dei valori, mentre gli "spicchi" indicano il contributo relativo dei tre indicatori.

sosa e priva di vegetazione. Decisamente scarse e localizzate in alcune isole sono le superfici coltivate (annuali o perenni), le zone umide salmastre, le zone a verde (in alcuni casi superficialmente molto estese negli ultimi anni, o degradate) e le zone a vegetazione sparsa. In questo caso le limitazioni che portano a tale condizione possono essere perenni (aree siccitose, saline, prive di sufficiente potenza) o momentanee (ricolonizzazione ruderale o evoluzioni di ex giardini). Pertanto il sistema nel suo complesso risulta dominato da formazioni terrestri a diverso stato di sviluppo e/o complessità, e da sistemi costieri (margini sassosi o ruderali) generalmente di scarso interesse dal punto di vista ecologico. Anche l'evoluzione temporale del sistema di isole nel suo complesso mostra risultati interessanti (figg. 4 e 5). I tassi più elevati (le categorie di ecotopi che più rapidamente si stanno trasformando) riguardano la categoria di transizione verso forme arboreo-arbustive, che aumenta soprattutto a scapito di formazioni erbacee e vegetazione sparsa (ciò indica una evoluzione verso fitocenosi più complesse), nonché formazioni boscate (questo segna invece un possibile degrado di sistemi più evoluti). Altra indicazione interessante, anche se contenuta quantitativamente, consiste nella riduzione delle formazioni di costa e salmastre di transizione a favore di formazioni terrestri in evoluzione. Negli ultimi anni, a questo andamento di evoluzione non gestita degli ecotopi si sono associati interventi in alcuni casi radicali e su ampie superfici che hanno influito sulle tipologie e sui tassi di trasformazione: si nota pertanto un incremento delle superfici a giardino, quasi interamente a carico di un'unica isola.

I risultati ottenuti sulla base del secondo sottocriterio ricordato sono sintetizzati nelle figure 6 e 8. Nel primo caso sono riportate le posizioni nello spazio strutturale delle singole isole - sistema di isole definito dalle variabili: diversità, margini, superficie media ecotopi. Nel secondo caso sono riportati i valori di M1 per l'insieme di isole e di singole isole a 9 e 12 anni di distanza, operazione che consente adeguati confronti. Il sistema presenta un elevato grado d'eterogeneità, dovuto in particolar modo alla diversità di situazioni riscontrabili nella configurazione spaziale delle singole isole, e presenta bassi valori medi di superficie per ecotopo e limitata complessità ecotonale. In generale, tanto la diversità quanto la complessità ecotonale nelle singole isole si accompagnano ad una riduzione della dimensione media degli ecotopi, fatto dovuto sia alla ricolonizzazione della vegetazione di superfici abbandonate, sia al mantenimento di un'eterogeneità in base all'azione di controllo antropico.

Il confronto della metrica tridimensionale *M1* (fig. 8) permette di valutare il variare dell'eterogeneità del paesaggio nel tempo. Le variazioni strutturali tanto nel sistema d'isole nel suo complesso quanto nelle singole isole sono ridotte e dovute in generale a perdite in diversità o complessità ecotonale, non a variazioni della superficie media.

Un'ultima serie di informazioni deriva infine dal confronto dei valori sintetici degli aspetti culturali, ecologici e floro-faunistici tra le diverse isole ed il sistema nel suo complesso. Nel complesso del sistema i tre aspetti si equilibrano, ma con notevoli differenze nella distribuzione spaziale ed in riferimento al livello di intervento e gestione antropica (figg. 9 e 10). Le isole di più antico abbandono hanno sviluppato:

- sistemi ecologici semplificati e non particolarmente preziosi nelle situazioni caratterizzate da condizioni ambientali difficili e da ridotta estensione;
- sistemi ecologici evoluti o in evoluzione, dalle caratteristiche peculiari e non rapidamente riproducibili, dove le estensioni sono maggiori o le condizioni stazionali risultano migliori.

Nelle isole gestite e/o di recente o parziale abbandono si individuano caratteristiche culturali che sono in equilibrio o superano decisamente gli aspetti prettamente ecologici. Si ricorda che il valore culturale si riferisce esclusivamente agli spazi scoperti. Quasi sempre, infine, si riscontrano condizioni floro-faunistiche rilevanti, per la varietà di limitazioni ambientali e la dinamica evolutiva dei singoli sistemi.

Conclusioni

1 quadro paesaggistico delle isole minori della laguna di L'Venezia è quello di un sistema in evoluzione, con dinamiche molto differenziate spazialmente e caratterizzate da direzioni non uniformi. Queste stanno determinando in alcuni casi forme di degrado (nella complessità e ricchezza) di strutture e funzioni preesistenti e, in altri casi, condizioni potenzialmente favorevoli ad un'evoluzione ecologica. Se il sistema di isole è decisamente eterogeneo e con considerevoli tassi di conversione delle varie categorie di ecotopi verso strutture ecologiche terrestri di transizione, queste sono caratterizzate però da dimensioni limitate o limitatissime. Tale parametro è critico nella possibilità omeostatica dei sistemi più complessi, come gli ecosistemi forestali pluristratificati. L'evoluzione è particolarmente rapida dove è venuta meno l'azione umana, come prevedibile, con indicazioni sui cambiamenti in atto sia positive che negative, molto differenziate spazialmente (fig. 10). Questo insieme di informazioni georeferenziate ha permesso di esprimere giudizi sul tipo di sforzo gestionale di ordine ambientale in stretta relazione con le dinamiche della struttura. Uno dei risultati fondamentali del lavoro, oltre a quello di fornire un quadro puntuale e circostanziato delle condizioni ecologico-ambientali del paesaggio analizzato, è la messa a punto di un GIS aggiornabile sullo stato ecologico-ambientale del paesaggio lagunare di Venezia. Il percorso analitico si è progressivamente focalizzato attraverso una serie di sintesi successive che hanno seguito uno schema gerarchico rigorosamente ripetibile. Ogni valutazione di sintesi è stata stabilita sulla scorta di una serie di considerazioni rapidamente reperibili, alla base della quale si ritrovano giudizi sintetici o analitici accompagnati dal nome del professionista che li ha stilati. In tal modo l'intero processo di giudizio risulta chiaro, ripetibile e assolutamente trasparente, annullando il problema del mimetismo della responsabilità che affligge i processi decisionali. Il GIS è organizzato in due layer principali e dispone di un ampio archivio fotografico. Il primo layer è riferito ai singoli ecotopi, mentre il secondo è riferito alle intere isole; i campi sono aggregati analiticamente in base all'architettura gerarchica descritta in figura 1. Il layer *ecotopi* presenta i campi riassunti all'Allegato B, ciascuno georeferenziato ad ogni singolo ecotopo. Il GIS non è solo costituito da migliaia di dati comunicanti tra loro attraverso relazioni logiche e inserite in una architettura descrittiva ed analitica stabilita *a priori*, ma da un archivio iconografico georeferenziato di centinaia di immagini, che permettono la reiterazione anche visuale delle analisi svolte. Lo strumento messo a punto permette un'analisi a varie scale del paesaggio indagato da più punti di vista e lo sviluppo di scenari alternativi in funzione dell'obiettivo ricercato sfruttando la georeferenzialità dei singoli dati.

BIBLIOGRAFIA

- Biondi E., Géhu J.M. (1995) Essai de typologie phytosociologique des habitats et des végétations halophiles des littoraux sédimentaires periméditerranéens et thermoatlantiques. Fitosociologia, 30: 201-212.
- Biondi E., Géhu J.M. (1996) Synoptique des associations végétales du littoral adriatique italien. Giorn. Bot. Ital., 130 (1): 257-270.
- Braun-Blanquet J. (1928) Pflanzensoziologie. Berlin.
- Conti F., Manzi A., Pedrotti F. (1997) Liste Rosse Regionali delle piante d'Italia.

 Camerino.
- Ferrari C. (1984) Materiali e prospettive per una cartografia della vegetazione del delta del Po. Atti Soc. Ital. Sci. Nat., 125 (3-4): 180-188.
- Foreman R.T.T., Gordon M. (1985) Patches and structural components for land-scape ecology. Bio. Science 31: 733-739.
- Forman R.T.T. (1995) Land Mosaic. Cambridge University Press. Cambridge. Forman R.T.T., Godron M. (1986) - Landscape Ecology. J. Wiley and Sons. New York.
- Franco D. (1997) La procedura Planland^{©®}: un nuovo strumento per l'analisi e la progettazione paesistica. Acer, 1/97 Acer, 3/97.
- Franco D. (1999) Paesaggio, reti ecologiche ed agroforestazione. Il Verde Editoriale, Milano, Italia.
- Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee (1992) Direttiva 92/43/CEE del consiglio.
- Géhu J.M., Costa M., Scoppola A., Biondi E., Marchiori S., Peris J.B., Franck J., Caniglia G., Veri L. (1984) - Essai synsystématique e synchronologique sur les végétations littorales italiennes dans un but conservatoire. I - Dunes et vases salées. Doc. Phytosoc., 3: 393-474.
- Géhu J.M., Scoppola A., Caniglia G., Marchiori S., Géhu-Franck J. (1984) Les systèmes végétaux de la côte nord-adriatique italienne, leur originalité à l'échelle européenne. Doc. Phytosoc., 1984: 485-558.
- Gerardol R., F. Piccoli (1984) La vegetazione del delta Padano: stato attuale delle conoscenze. Atti Soc. Ital. Sci. Nat., 125 (3-4): 233-244.
- Giacomelli P., Pareglio S. (1998) Compatibilità ambientale e valutazione di impatto nel piano urbanistico. Aspetti metodologici e problematiche applicative. Genio Rurale, 1 (61): 44-53.
- Haukos D.A., Hong Z.S., Wester D.B., Smith L.M. (1998) Sample size, power, and analytical consideration for vertical structure data from profile boards in wetland vegetation. Wetlands 2(18): 203-215.
- Hulshoff R.M. (1995) Landscape indices describing a Dutch landscape. Landscape Ecology, 2(10):101-111.
- Istituto Nazionale di Biologia della Selvaggina (1983) Laride-Italia, rapporto 1983, Istituto Nazionale Biololgia della Selvaggina, Dipartimento di Biologia, Pavia.
- Jensen A. (1985) On the ecophysiology of Halimione portilacoides. Vegetatio, 61: 231-240.
- Jepson P.C. (1994) Field margins as habitats, refuges and barriers of variable permeability to Carabidae. In: N. Boatman (ed.), Field margins: integrating agriculture and conservation. BCPC Surrey, UK.
- Johnson R., Brunson M.W., Kimura T. (1994) Using Image-capture Technology to assess scenic value at the urban/forest interface: a case study. J. Environ. Management. 2(40): 183-195.
- Kent M., Coker P. (1992) Vegetation description and analysis. Behaven Press, London.
- Li H., Reynolds J.F. (1993) A new contagion index to quantify spatial pattern of landscape. Landscape Ecology. 2(8): 152-162.

- Miller J.N., Brooks R.P., Croonquist M.J. (1997) Effects of landscape pattern on biotic communities. Landscape Ecology 3(12): 137-153.
- O'Neil R.V., Hunsaker C.T., Timmins S.P., Jackson B.L., Jones K.B., Riitters K.H.M, Wickham J.D. (1996) Scale problems in reporting ladscape pattern at regional scale. Landscape Ecology. 3(11): 168-180.
- O'Neil R.V., Krummel J.R., Gardner R.H., Sugihara G., DeAngelis D.L., Milne B.T., Turner M.G., Zygmunt G., Christiensen S.W., Dale W.H., Graham R.L. (1988) *Indices in landscape pattern*. Landscape Ecology. 1: 153-162.
- O'Neill R.V., Johnson A.R., King A.V. (1989) A hierarchical framework for the analysis of scale. Landscape Ecology 3: 193-205.
- Pignatti S. (1953) Introduzione allo studio fitosociologico della pianura veneta orientale. Atti Ist. Bot. Univ. Pavia, 11:92-258.
- Pignatti S. (1952-1953) Introduzione allo studio fitosociologico della pianura veneta orientale con particolare riguardo alla vegetazione litoranea. Arch. Bot., 28(4): 265-329; 29(1): 1-25; (2): 65-98; (3): 129-174.
- Pignatti S. (1966) La vegetazione alofila della laguna veneta. Mem. Ist. Ven. Sc. LL. AA. cl. Sc. MM. NN., 33(1): 174 pp.
- Pignatti S. (1982) Flora d'Italia. Edagricole. Bologna.
- Poldini L. (1989) La vegetazione del Carso isontino e triestino. Edizioni Lint, Trieste.
- Provincia di Venezia (1983) Studio geopedologico ed agronomico del territorio provinciale di Venezia, parte nord-orientale. Amministrazione della Provincia di Venezia, Dipartimento Programmazione, Venezia.
- Purcel A.T. (1992) Abstract and Specific Physical Attributes and the Experience of Landscape. J. Environ. Management 3 (34): 159-177.
- Raggi A., Barbiroli G. (1992) Gli indici di qualità delle risorse ambientali. Franco Angeli, Milano.
- Regione del Veneto, Dipartimento Foreste (1989) Le pinete litorali nel Veneto. Venezia.
- Regione del Veneto, Dipartimento Foreste (1990) La tipologia forestale del Veneto, prodromi di tipologia forestale. Venezia.
- Regione del Veneto, Giunta regionale (1985) Carta delle vocazioni faunistiche del Veneto. Antoniana, Padova.
- K.B., Jakson B.L. (1995) A factor analysis of landscape pattern and structure metrics. Lanndscape Ecology, 1 (10): 23-39.
- Ritters K.H., O'Neill R.V., Wikham J.D., Jones K.B. (1996) A note on contagion indices for landscape analysis. Lanndscape Ecology, 3(11):197-202.
- Risser P.G. (1987) Landscape ecology: state of the art. In: M.G. Tuner (ed.), Landscape Heterogenity and disturbance. Springer Verlag, New York: 3-14.
- Saaty T.L. (1994) Fundaments of decision making and Priority Theory with the Analytic Hierarchy Process. RWS Publications, Pittsburgh.
- Savio D. (1995) Salvaguardare l'ecosistema lagunare. Le Foreste, 6:11-15.
- Savio D. (1995) Elementi di ecologia applicati al recupero naturalistico e multifunzionale della "Isola della Certosa" (Laguna di Venezia), Tesi di laurea, Università degli Studi di Padova, a.a. 1994-1995.
- Savio D. (1999) Il bosco dell'isola della Certosa: caratteristiche, prospettive, problemi gestionali. http://www.gpnet.it/savio/certosa/intro.htm.
- Schmid E. (1963) Die Erfassung der Vegetationseiheiten mit floristischen und epimorphologischen Analysen. Ber. Schweiz. Bot. Ges., Bd. 73.
- Schumaker N.H. (1996) Using landscape indices to predict habitat connectivity. Ecology 77: 1210-1225.
- Scrinzi G., Floris, A., Flaminj T., Agatea P. (1996) Un modello di stima delle
- qualità estetico-funzionali. Genio Rurale 4 (59): 57-79. Sereni E. (1962) - Storia del Paesaggio agrario italiano. Laterza, Bari.
- Sestini A. (1981) Cartografia generale e Geografia ed organizzazione dello sviluppo territoriale. Patron, Bologna.
- Simpson I.A., Dennis P. (eds.) (1996) The spatial dynamics of biodiversity. UKIALE, Colin Cross Printers.
- St. Clair C.C., Bélisle M., Desrochers A., Hannon S. (1998) Winter response of forest birds to habitat Corridors and gaps. Conservation Ecology. 2 (2): 13.
- Usher I. (ed.) (1986) Wildlife conservation evaluation. Chapman Hall. Ltd., Cambridge, UK.
- Ye Qui, J. Wu (1996) Effects of changing spatial resolution on the resuls of landscape pattern analysis using spatial autocorrelation indices. Landscape Ecology 1(11): 39-49.

Daniel Franco è dottore forestale libero professionista, Cannaregio, Venezia. Mario Scattolin è dirigente Ufficio Ambiente, Assessorato all'Ecologia, Comune di Venezia.

Leonardo Ghirelli e Marco Tosato sono consulenti esperti nelle indagini di campo, rispettivamente per le rilevazioni fitosociologiche e dello stato del verde ornamentale, Padova.