

Carta della vegetazione e valutazione della naturalità del territorio dell'Ogliastra (provincia dell'Ogliastra, Italy)

Maria Cristina Batzella*, Teresa Balvis, Francesco Muntoni, Alberto Marini

Laboratorio di Telerilevamento TELEGIS, Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Cagliari, v. Trentino 51, I-09127 Cagliari (Italy) - *Corresponding Author: Maria Cristina Batzella (m.batzella@tiscali.it)

Abstract: *Vegetation map and evaluation of the naturalness of the Ogliastra territory (province of Ogliastra, Italy).* A cartographic representation of the vegetation characteristics over a large area of the Ogliastra territory, coupled with the use of several environmental indexes, allowed to estimate the degree of naturalness of this area. This information comes as a useful contribution for the assessment of ongoing projects such as the planned reintroduction of the Sardinian deer (*Cervus elaphus corsicanus* E.).

Keywords: Landscape ecology, Environmental indexes, Vegetation, Sardinia

Received: Feb 02, 2011; Accepted: Jul 30, 2011; Published online: Jun 26, 2012

Citation: Batzella C, Balvis T, Muntoni F, Marini A, 2012. Carta della vegetazione e valutazione della naturalità del territorio dell'Ogliastra (provincia di Cagliari, Italy). *Forest@* 9: 130-136 [online 2012-06-26] URL: <http://www.sisef.it/forest@/contents/?id=efor0671-008>

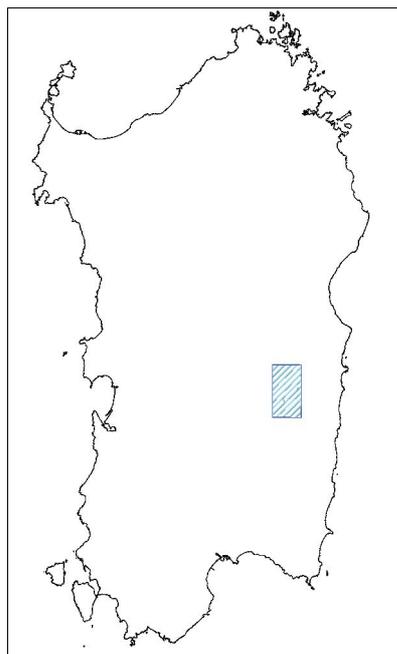
Introduzione

La carta della vegetazione è uno strumento molto utile per l'analisi e la valutazione di un determinato territorio, consentendo di rappresentare in modo sintetico ed efficace la distribuzione spaziale delle formazioni vegetali e di ordinarle secondo modelli di aggregazione in funzione dei fattori ambientali e del grado di influenza antropica (Pirola 1978, Ferrari et al. 2000, Farina 2001). Nel caso specifico, la carta della vegetazione del territorio Ogliastrino (provincia di Cagliari) è stata predisposta nell'ambito del progetto, gestito dall'Ente Foreste della Sardegna in collaborazione con l'ISPRA e con la Provincia dell'Ogliastra, mirante alla reintroduzione del Cervo sardo (*Cervus elaphus corsicanus* E.). In relazione alle esigenze di questo progetto, uno degli obiettivi era quello di desumere, dalla carta della vegetazione, la carta della naturalità, in modo da ottenere, attraverso l'applicazione di appositi indici ambientali, un quadro generale sul grado di antropizzazione dell'area esaminata. Informazioni, quest'ultima, che risulta di notevole rilievo per i progetti di reintroduzione faunistica.

Area di studio

Il territorio dell'Ogliastra si estende lungo la costa orientale della Sardegna, spingendosi, verso l'interno, fino alle pendici del Gennargentu (Fig. 1). Racchiusa tra mare e montagna, l'Ogliastra occupa una superficie complessiva di 1855 km², confinando a nord con le Baronie, a nord-ovest e ad ovest con le Barbagie e a sud con il Sarrabus (AA.VV. 2007a). L'area di studio ricopre un'area di circa 276 km², ricadendo nei comuni di Arzana, Gairo, Osini, Ulassai, Seui e Ussasai. Le caratteristiche economiche, il basso grado di antropizzazione e la limitata densità demografica consentono la conservazione di vaste aree incontaminate con alto valore naturalistico, in particolare laddove la morfologia del rilievo si fa più aspra. Dal punto di vista geologico e geomorfologico il territorio è fortemente caratterizzato dalla regione dei Tacchi, testimonianza di un originario bacino di sedimentazione marina del mesozoico, che successive vicende tettoniche hanno smembrato in tavolati calcareo-dolomitici (Barca & Costamagna 2007). Dal punto di vista vegetazionale, l'Ogliastra si caratterizza per la presenza di formazioni tipiche dell'ambien-

Fig. 1 - Inquadramento geografico dell'area di studio.



te mediterraneo. Gran parte del territorio è stato influenzato dalle utilizzazioni silvo-pastorali e dal fenomeno degli incendi con estesa trasformazione delle formazioni primarie in cenosi di sostituzione e degradazione. Nelle aree collinari a morfologia più dolce, le cenosi forestali sono state da tempo sostituite con colture agrarie. L'area, a livello potenziale, si caratterizza per la netta prevalenza della serie sarda, termo-mesomediterranea del leccio (serie *Prasio majoris* - *Quercetum ilicis*) e della serie sarda, termo-mesomediterranea della sughera (serie *Galio scabri* - *Quercetum suberis*). Allo stadio maturo, questa tipologia vegetazionale è costituita da boschi climatofili a *Quercus ilex* L. con *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus*, *Juniperus phoenicea* L. subsp. *turbinata* (Guss.) e *Olea europaea* L. var. *sylvestris* Brot. (AA. VV. 2007b, AA. VV. 2007c). Il clima presenta una stagione estiva caldo-arida e una stagione autunno-invernale moderatamente umida nella quale si concentrano le precipitazioni. I valori medi di temperatura sono compresi tra gli 11°C delle aree interne e i 17°C delle aree costiere, le precipitazioni annue variano da 700 a 800. Nella Tab. 1 si riportano i dati termopluviome-

trici disponibili della stazione di Arzana. Secondo la classificazione bioclimatica di Rivas-Martínez (2004), la zona rientra nel bioclima Mediterraneo pluvio-stagionale oceanico.

Materiali e Metodi

Carta della vegetazione e della naturalità

La legenda utilizzata per la carta è quella descritta nelle linee guida per l'adeguamento dei piani urbanistici comunali al PPR e al PAI pubblicate dalla Regione Autonoma della Sardegna (AA.VV. 2008), che riprende l'impostazione gerarchica dei tipi forestali (Del Favero 1992). Le categorie generali di copertura vegetale individuate nello schema di legenda sono afferenti alle principali fisionomie della vegetazione (bosco, boscaglia, macchia, gariga, ecc.), specificate in termini di vegetazione climatofila (leccete, sugherete, querceti caducifogli, ecc.), edafoixerofila (oleastreti, ginepreti, ecc.) ed edafoigrofila (ontaneti, populeti, saliceti, ecc.). Successivamente, la carta è stata riclassificata secondo una scala di naturalità che esprime dalla classe 0 (forte influenza antropica) alla classe 10 (elevata naturalità) la progressiva diminuzione dell'influenza antropica sul territorio (Tab. 2). Sulla base degli obiettivi dell'analisi ambientale, sono stati anche definiti, in funzione della carta della vegetazione, i valori e le sensibilità a livello di uso del suolo e di presenza di formazioni naturali. Ciò ha previsto, ovviamente, la scelta di criteri per la valutazione dei valori e della sensibilità ambientali da adottare come "criteri guida" per la costruzione di schemi valutativi, necessariamente semplificati. Per la valutazione dei valori ambientali è stato individuato quale "criterio guida" la naturalità, da intendere in termini di "climacità" potenziale (Minciardi & Gargini 2004).

Analisi ambientale: applicazione degli indici ecologici

L'analisi ambientale è stata effettuata mediante l'applicazione di indici specifici, quali *INV* (Indice di Naturalità della Vegetazione), *Ca* (Class Area), *Pland*

Tab. 1 - Valori termopluviometrici rilevati nella stazione di Arzana nel cinquantennio 1955-2005.

Parametro		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Annua
Temperatura Media (° C)	med	7.9	7.9	9.8	12.1	16.2	20	23.7	24	20.5	16.2	12.2	9.4	15
	max	11.2	11.1	13.2	15.9	20.5	24.4	28.4	28.4	24.7	20.2	15.8	12.6	-
	min	4.5	4.6	6.3	8.2	11.9	15.6	19.6	19.6	16.3	12.3	8.6	6.2	
Precipitazioni mensili (mm)		95.2	116.7	135.7	63	52.2	18.7	8.7	16.3	60.1	149.2	157.5	165.4	1038.6

(*Percent of Landscape*), *Nump* (*Number of pathes*), e l'*ILC* (*Index of Landscape Conservation*). *ILC* è dato da (eqn. 1):

$$ILC = 1 - \left(\frac{A}{A_{max}} \right)$$

$$A = \sum_{i=1}^n x_i - 100$$

dove x_i è il valore cumulativo percentuale della categoria i -esima, n è il numero di classi di naturalità e $A_{max} = 100 (n - 1)$.

ILC, che varia fra 0 e 1, rappresenta la misura della conservazione del territorio in termini di superficie relativa occupata (Pizzolotto & Brandmayr 1996). Valori di *ILC* vicini a 1 denotano un territorio ad elevata naturalità, viceversa valori prossimi a 0 indicano un forte grado di antropizzazione. Al fine di valutare la naturalità del territorio, le categorie della carta della vegetazione, riunite in tipologie vegetazionali, sono state classificate secondo un gradiente di naturalità crescente: da sistemi a forte determinismo antropico a sistemi a elevata naturalità, in una scala a 11 classi di naturalità (da 0 a 10).

L'eterogeneità ambientale del territorio in esame è stata valutata applicando l'indice di diversità di Shannon alle diverse categorie della carta della vegetazione individuate, secondo la formula (eqn. 2):

$$H = - \sum_{k=1}^m (p_k) \log(p_k)$$

dove p_k è l'estensione relativa occupata dalla categoria i -esima, data dalla superficie assoluta della categoria stessa diviso la superficie totale dell'area, m è il numero totale delle categorie presenti. L'indice tende a zero quando l'area di studio è occupata da poche tipologie di copertura vegetale, dove una sola è dominante (in termini di area relativa) sulle altre. Tende invece a infinito, quando sono presenti un elevato numero di categorie vegetazionali che occupano più o meno la stessa area relativa. In un sistema ambientale con m categorie l'indice di diversità non può assumere valori superiori a (eqn. 3):

$$H_{max} = \log(m)$$

che corrisponde al valore che l'indice di diversità assumerebbe se le m categorie presenti fossero equipartite nell'area esaminata. L'equipartizione (J) è data da (eqn. 4):

$$J = \frac{H}{H_{max}}$$

che può assumere valori che vanno da zero a uno. Quando J tende a zero significa che l'area è caratterizzata dalla presenza di una tipologia dominante sulle altre, mentre quando assume valori prossimi o uguali a uno significa che si ha una tendenza all'equipartizione delle categorie presenti. Dal valore dell'equipartizione J è possibile calcolare la ridondanza, definita come $R = 1 - J$, che è possibile correlare col numero di tipologie fondamentali per la descrizione di un territorio. La ridondanza varia anch'essa tra 0 ed 1, assumendo il valore 0 quando si hanno più tipologie ad uguale estensione. In questo caso si ha assenza di ridondanza: tutte le tipologie sono caratterizzanti nella stessa misura. R assume valori tanto più vicini ad 1 quanto più si ha minore equipartizione e poche tipologie sono dominanti, in tal caso saranno tali tipologie a caratterizzare il territorio e la ridondanza sarà elevata; si ha massima ridondanza quando R assume valore 1, ovvero quando è presente una sola tipologia ed, ovviamente, questa caratterizza esaustivamente il territorio (Minciardi & Gargini 2004).

Risultati e discussione

Carta della vegetazione e carta della naturalità

La realizzazione della carta della vegetazione ha consentito di ricavare informazioni sull'estensione e la distribuzione delle varie tipologie vegetazionali presenti nell'area oggetto di studio. In particolare, si evidenzia l'elevata estensione della macchia evoluta e preforestale (24%), costituita principalmente da corbezzolo (*Arbutus unedo* L.) in associazione con l'erica (*Erica arborea* L.), la fillirea (*Phillyrea* sp.p.) e il leccio (*Quercus ilex* L.). Le aree boschive naturali e seminaturali coprono circa il 32% del territorio e sono costituite principalmente da querceti sempreverdi e querceti decidui. Importante è anche la presenza di rimboschimenti di conifere autoctone e non (circa il 20% - Fig. 2). Confrontando i valori assoluti delle varie categorie vegetazionali con il numero di *patch* presenti si nota invece il grado di frammentazione del territorio. Come si può vedere dal grafico, le zone boschive e arbustive presentano un ridotto numero di *patch* rispetto al valore di superficie assoluto, mentre le aree antropizzate e agricole presentano un livello più elevato di frammentazione (Fig. 3).

Attraverso la costruzione della carta della naturalità è stato possibile mettere in evidenza l'elevato grado di conservazione del territorio; infatti, circa il 34% del territorio presenta un indice *INV* pari a 10 e circa il 30% con *INV* pari a nove. Elevata è anche la classe

Tab. 2 - Classi di naturalità e relative categorie vegetazionali.

Classi di naturalità	Tipologia vegetazionale	Categoria carta della vegetazione
0	Suolo privo di vegetazione per cause antropogene	030_001 Aree edificate e antropizzate in ambiti rurali 030_004 Aree urbanizzate
1	Colture agrarie e verde artificiale	029_001 Seminativi a rotazione 029_002 Colture orticole a pieno campo e colture industriali 029_003 Aree ad agricoltura part-time/orti familiari/colture minori
2	Colture da legno	027_001 Oliveti 027_003 Oliveti consociati a colture erbacee temporanee. 023_002 Piantagione di pioppo o salice 023_003 Piantagione di ciliegio e/o noce
3	Filari e boschi artificiali. Vegetazione ruderale di ambiente fortemente disturbato	022_001 Rimboschimenti puri o misti di conifere non autoctone (pini, cedri, cipressi, ecc)
4	Vegetazione erbacea infestante	-
5	Vegetazione erbacea post-culturale, prati falciabili	017_001 Praterie perenni a prevalenza di asfodelo
6	Vegetazione arbustiva di ricolonizzazione e imboschimenti con specie autoctone	015_003 Formazioni mesofile a prevalenza di prugnolo, biancospino, rovo, ecc. 015_004 Formazioni alto-montane a prevalenza di astragali, santolina, ruta, crespino dell'Etna, ecc. 021-001 Rimboschimenti puri di conifere mediterranee 021-002 Rimboschimenti misti di conifere mediterranee e latifoglie sempreverdi 021-003 Rimboschimenti misti di conifere mediterranee e latifoglie decidue
7	Vegetazione erbacea di habitat sottoposti a stress ecologico naturale con pesante ingressione di specie esotiche	014-001 Vegetazione acquatica dulciacquicola 014-002 Formazioni miste di latifoglie meso-igrofile
8	Vegetazione arbustiva di habitat sottoposti a stress ecologico naturale	013-001 Saliceti a salice rosso
9	Boschi a composizione specifica naturale modificata da usi recenti o in atto	010-001 Formazioni miste di corbezzolo, erica e fillirea, con leccio sub 010-002 Formazioni a prevalenza di corbezzolo 010-003 Formazioni a prevalenza di erica arborea 011_003 Macchie a prevalenza di cisti
10	Vegetazione climax o prossima al climax	001_001 Leccete pure 001_002 Leccete con latifoglie sempreverdi 001_003 Leccete con latifoglie decidue 001_005 Leccete di rupe/roccia affiorante 003_001 Querceti caducifogli puri 003_003 Querceti caducifogli su pascolo/colture erbacee 004_001 Tassete pure e miste 004_002 Formazioni laurifilliche (alloro, agrifoglio) pure e/o miste 005_002 Castagneti da frutto 006_001 Ostrieti puri e/o misti 012_001 Ontaneti 012_006 Formazioni planiziali a olmo

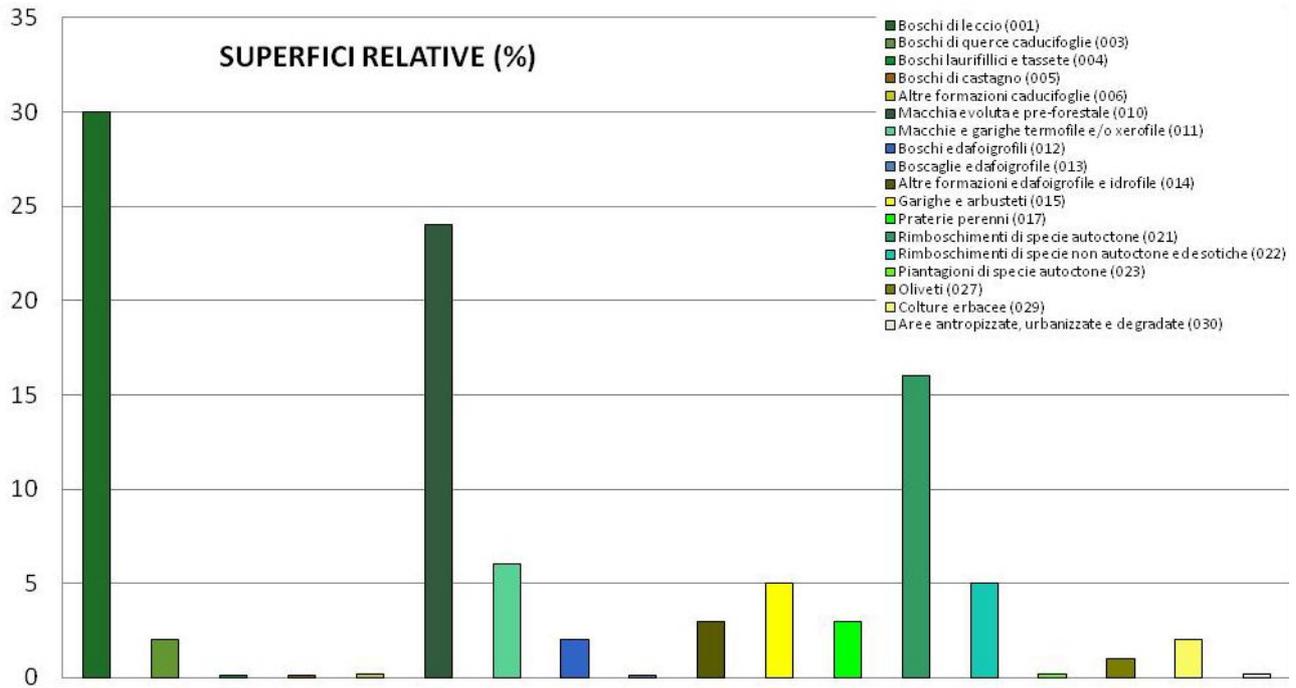


Fig. 2 - Superficie relativa di ciascuna categoria vegetazionale riscontrata, espressa in termini percentuali.

6 (21 %), segno comunque di processi di recupero, anche grazie ai numerosi rimboscimenti effettuati. Le classi inferiori presentano invece percentuali molto basse, a dimostrazione della ridotta antropizzazione

ne dell'area.

La carta della vegetazione rappresenta graficamente i caratteri vegetazionali del territorio con le possibili applicazioni gestionali, informa sui caratteri del-

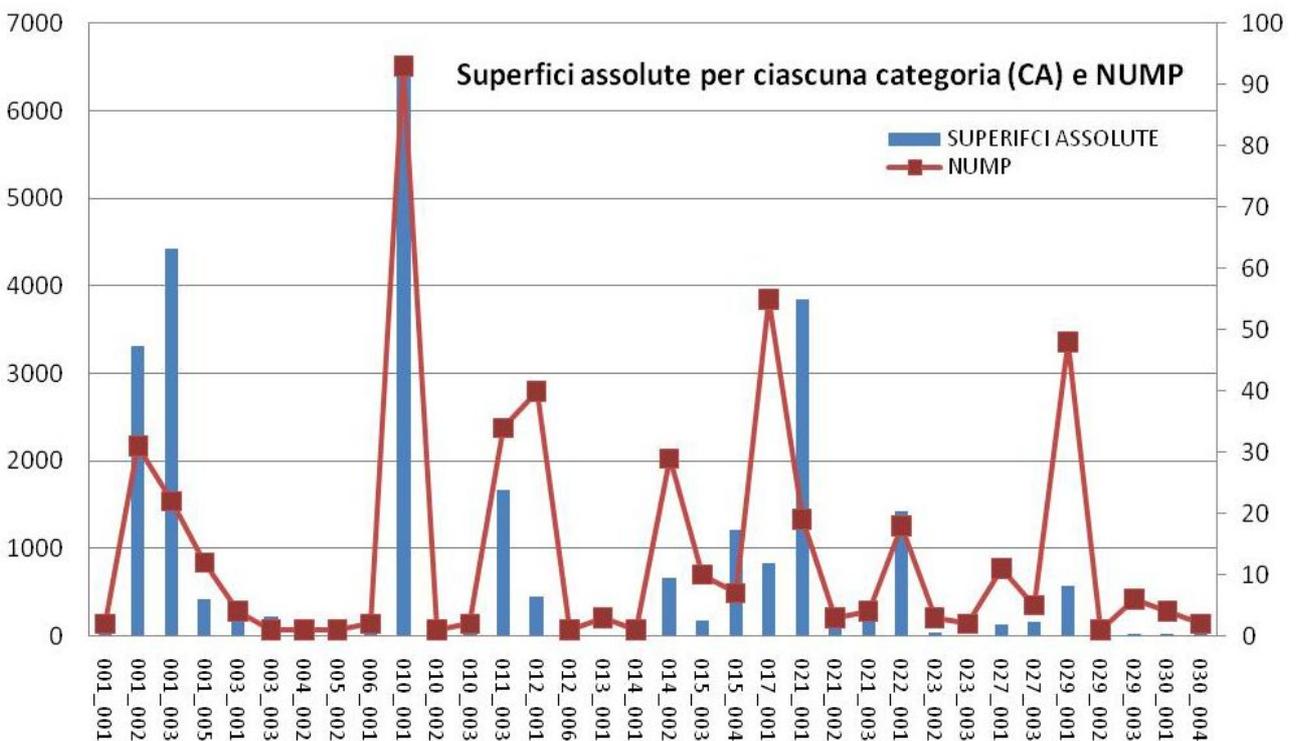


Fig. 3 - Relazione fra la superficie assoluta di ciascuna categoria (ha) ed il numero di patch presenti.

Tab. 3 - Elenco degli indici ambientali utilizzati.

Indice	Descrizione
Indice di Naturalità della Vegetazione (INV)	Presenza, estensione, configurazione e funzionalità degli ambienti naturali
Class Area (Ca)	Superficie assoluta, espressa in ettari, di ogni singola classe
Percent of Landscape (Pland)	Superficie relativa (%) di ogni singola classe
Number of patches (Nump)	Numero di <i>patch</i> per ciascuna classe
Index of Landscape Conservation (ILC)	Grado di conservazione del paesaggio
Indice di diversità di Shannon (H)	Stima dell'eterogeneità ambientale del territorio
Equipartizione (J)	Misura della ripartizione dei patches all'interno delle categorie
Ridondanza (R)	Misura dell'omogeneità del territorio calcolato sulla base dell'estensione di tutte le categorie presenti

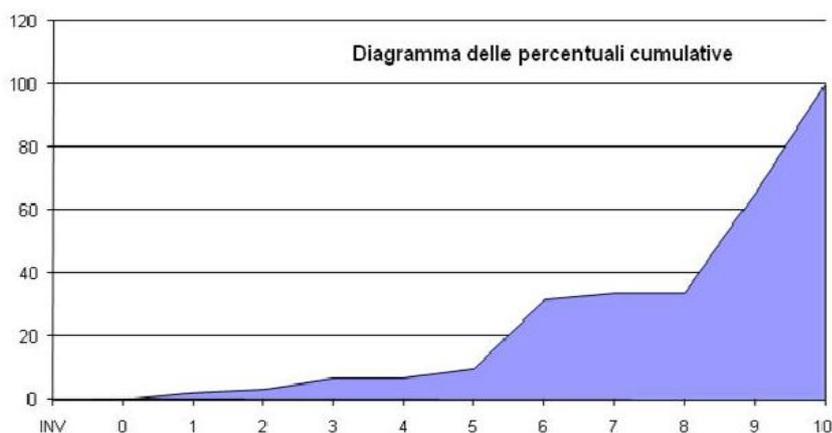
la vegetazione attraverso criteri fisionomico, strutturali e floristici. Il grado di dettaglio della carta realizzata mette in condizione di conoscere con precisione le reali estensioni delle cenosi vegetali, la loro ubicazione e le caratteristiche qualitative (composizione specifica, densità, grado di conservazione, dinamiche evolutive, tipo di gestione attuale). Una delle principali finalità della carta della vegetazione è quella di ottimizzare le conoscenze in merito alle valenze naturalistiche, al grado di naturalità o compromissione del paesaggio vegetale, alla flora e alle fitocenosi a rischio, al grado di funzionalità protettiva della copertura vegetale.

Partendo da questa carta della vegetazione è stato poi possibile, da una parte, applicare gli indici ecologici, che hanno permesso un'analisi più dettagliata dello stato di conservazione del territorio, dall'altra, di derivare la carta delle naturalità. Questo tipo di approccio ha consentito di evidenziare l'elevato grado di naturalità del territorio e la ridotta presenza di aree agricole. Le aree interessate da gestione forestale attiva risultano estese. In generale, la gestione forestale è orientata a una selvicoltura prettamente naturalistica, che prevede il miglioramento dei sistemi forestali semplificati attraverso la conversione ad

alto fusto nei casi dei cedui, l'evoluzione naturale nel caso di formazioni a macchia, con interventi mirati ad assecondare le dinamiche evolutive e interventi di rinaturalizzazione in presenza di impianti artificiali nelle diverse fasi di sviluppo. Nelle aree più degradate le azioni di recupero funzionale sono affidate a interventi attivi di ricostituzione.

Indici ecologici

Attraverso l'applicazione degli indici ecologici (Tab. 3) è stato possibile ottenere informazioni sullo stato di naturalità del territorio e sulle sue caratteristiche ambientali. Mediante il calcolo dell'indice di diversità di Shannon si è potuta riscontrare una elevata omogeneità del territorio: infatti l'indice tende allo zero ($H = 0.98$) con un H_{max} pari a 1.54. L'area presa in esame presenta anche una tendenza all'equipartizione: non è presente cioè una tipologia particolarmente dominante sulle altre ($J = 0.63$). Sono infatti presenti più categorie vegetazionali di eguale estensione che dimostrano l'assenza di ridondanza ($R = 0.37$). La presenza di un territorio piuttosto omogeneo contribuisce all'estensione di certi habitat limitando il possibile isolamento delle patches presenti. L'assenza di omogeneità, e quindi la frammentazio-

**Fig. 4** - Diagramma delle percentuali cumulative delle classi di naturalità.

ne del territorio, è infatti un processo legato prevalentemente all'azione dell'uomo, attraverso il quale una copertura omogenea (foreste, praterie), viene divisa in diverse parti e/o rimossa. La frammentazione cresce per effetto continuo della popolazione umana e della corrispondente necessità di nuova terra da coltivare, per espandere i centri urbani o per fare spazio alle infrastrutture. Gli effetti della frammentazione sono molteplici, sia sulle specie e le loro aggregazioni sia sul mosaico ambientale (Farina 2001). La ridotta pressione antropica, l'asprezza del territorio, spesso inaccessibile e le attività di recupero di aree degradate a causa soprattutto di incendi, ha permesso quindi la conservazione di una certa omogeneità del territorio che garantisce quindi la presenza dei diversi habitat e delle specie che li costituiscono.

La valutazione della naturalità del territorio è stata effettuata utilizzando la copertura percentuale di ogni classe di naturalità (Fig. 4). Il diagramma presenta sull'asse delle ascisse le classi di naturalità da zero a dieci e su quello delle ordinate le percentuali cumulative per ogni classe di naturalità. L'area del piano sotto la curva è un'espressione del grado di antropizzazione del territorio e può essere espressa come (eqn. 5):

$$A = \sum_{i=1}^n x_i - 100$$

dove n è il numero di classi di naturalità (in questo caso 11) e x_i è il valore cumulativo percentuale della categoria i -esima. Nel caso del territorio analizzato il valore di antropizzazione è $A = 95.84$, quindi un valore basso (il valore massimo è $A_{\max} = 1000$). Ad un basso grado di antropizzazione equivale quindi un elevato indice di conservazione ($ILC = 0.905$). Confrontando l'indice di conservazione (ILC) con l'indice di equipartizione ($J = 0.63$) si nota come entrambi siano elevati: questo evidenzia un territorio con vegetazione a mosaico in presenza di tipologie ad elevata naturalità e stabilità vegetazionale. La stabilità è un fattore molto importante, determinato dalla presenza di un elevato numero di specie e dalle differenti interazioni che queste producono. La ricchezza di specie e una maggiore diversificazione del territorio permette quindi una sua ridotta vulnerabilità e una maggiore capacità a rispondere a stress sia ecologici che di tipo antropico.

Bibliografia

AA.VV. (2008). Linee guida per l'adeguamento dei piani

- urbanistici Comunali al ppr e al pai. Regione Autonoma della Sardegna, Assessorato della difesa dell'ambiente. [online] URL: <http://www.sardegna.territorio.it/j/v/1123?s=6&v=9&c=3687&na=1&n=10>
- AA.VV. (2007a). Piano forestale ambientale regionale - distretto 14: Gennargentu. Regione Autonoma della Sardegna, Assessorato della difesa dell'ambiente. [online] URL: http://www.regione.sardegna.it/documenti/1_5_20080214174359.pdf
- AA.VV. (2007b). Piano forestale ambientale regionale - distretto 18: Ogliastra. Regione Autonoma della Sardegna, Assessorato della difesa dell'ambiente [online] URL: http://www.regione.sardegna.it/documenti/1_5_20080214174534.pdf
- AA.VV. (2007c). Ogliastra antica cultura - nuova provincia, Zona Editori, Mediateca Ogliastrina, Bari Sardo, pp. 15-91.
- Barca S, Costamagna LG (2007). Il paesaggio geologico dei tacchi: evoluzione stratigrafica e paleoambientale del Giurassico della Sardegna centro-orientale. In: Atti del Convegno "Il Paesaggio naturale ed umano dei Tacchi dell'Ogliastra: (Sardegna centro-orientale): introduzione alla scoperta". Ulassai (OG) 5-6 maggio 2007, pp. 17 - 27.
- Del Favero R (1992). Un'esperienza di studio di tipologia forestale. *Annali dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali* 41: 65-84.
- Farina A (2001). *Ecologia del paesaggio: principi, metodi e applicazioni*, UTET, Torino, pp. 673.
- Ferrari C, Pezzi G, Dell'Aquila L (2000). Diversità e naturalità della vegetazione. *Elementi per un'analisi quantitativa integrata. Informatore Botanico Italiano* 32 (1): 31-34.
- Minciardi MR, Gargini V (2004). La valutazione della naturalità e della vulnerabilità di un territorio. In: Atti del XIII Congresso Società Italiana di Ecologia "Ecologia quantitativa: metodi sperimentali, modelli teorici, applicazioni". Como 8-10 settembre 2003, pp. 59.
- Pirola A (1978). *Cartografia della vegetazione: definizioni, tipi e convenzioni*. Convegno sul tema: "Metodi di cartografia geo-ambientale e di cartografia della vegetazione". Bologna, 29-30 marzo 1978, Roma. C.N.R., AC/1/13.
- Pizzolotto R, Brandmayr P (1996). An index to evaluate landscape conservation state based on land - use pattern analysis and Geographic Information System techniques. *Coenoses* 1: 37 - 44.
- Rivas-Martinez S (2004). Bioclimatic map of Europe. Cartographic service, University of Leon, Graphics CELARAIN, Leon, Spain. [online] URL: <http://www.globalbioclimatics.org/form/maps.htm>