

UTILIZZO DI GRASS PER IL MONITORAGGIO DEI pSIC NELLA REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA

Enrico Bressan^(*), Marco Duriavig^(*) e Alfredo Altobelli^(*)

(*) Dipartimento di Biologia – Università degli Studi di Trieste – Via Weiss, 2 – 34127 Trieste
Tel. 040-5582080, Fax. 040-5582011, e-mail: ebressan@units.it; mduriavig@units.it; altobell@units.it

Riassunto

La Direttiva 92/43/CEE, conosciuta come Direttiva “HABITAT”, rappresenta lo strumento più recente e caratterizzante di un diverso approccio mirato ad individuare azioni coerenti che consentano l’uso del territorio e lo sfruttamento delle risorse in un’ottica di sviluppo sostenibile per il mantenimento vitale degli ecosistemi. La Direttiva fornisce indirizzi concreti per le azioni e per la costituzione di una rete europea NATURA 2000 di siti rappresentativi per la conservazione del patrimonio naturale di interesse comunitario. Grazie alla carta dei Sistemi Ecologici prodotta da APAT nell’ambito del Progetto Carta della Natura e ai moduli implementati in GRASS per l’analisi del paesaggio, sono stati analizzati i parametri di funzionalità ecosistemica dei Siti di Importanza Comunitaria (pSIC). Il presente lavoro vuole essere un primo passo per mettere a punto un sistema di supporto agli organi competenti per il monitoraggio della qualità dei pSIC della regione Friuli Venezia Giulia.

Keywords: Siti di Importanza Comunitaria (pSIC), Indici di paesaggio, Biodiversità, GRASS.

1. INTRODUZIONE

La Direttiva 92/43/CEE, conosciuta come Direttiva “HABITAT”, rappresenta lo strumento più caratterizzante di un diverso approccio mirato ad individuare azioni coerenti che consentano l’uso del territorio e lo sfruttamento delle risorse in un’ottica di sviluppo sostenibile. Essa fornisce indirizzi concreti per le azioni e per la costituzione di una rete europea NATURA 2000 (Relini, 1999; Commissione Europea, 2002; AA.VV., 2004) di siti rappresentativi per la conservazione del patrimonio naturale di interesse comunitario.

Con il presente lavoro si è voluto affrontare il problema della costituzione di un sistema per il monitoraggio della qualità dei Siti di Importanza Comunitaria (pSIC). In particolare sono stati analizzati attraverso GRASS alcuni parametri di funzionalità ecosistemica di questo tipo di zone protette, tenendo conto di quanto proposto da APAT nell’istituzione di un *core-set* di indicatori per il *reporting* sulla biosfera (Mammoliti Mochet et al., 2003).

2. AREA DI STUDIO

L’area di studio è la Regione Friuli Venezia Giulia, sul cui territorio sono presenti 62 Siti di Interesse Comunitario proposti (pSIC) (Fig. 1) che occupano una superficie totale di 1248.79 km², coprendo il 15.89% dell’intera superficie regionale, e distribuiti all’interno delle province della Regione nel seguente modo: Pordenone 11, Udine 38, Gorizia 7, Trieste 5 e 1 pSIC (le Dolomiti Friulane) a cavallo tra le province di Pordenone e di Udine (Bressan, 2006).

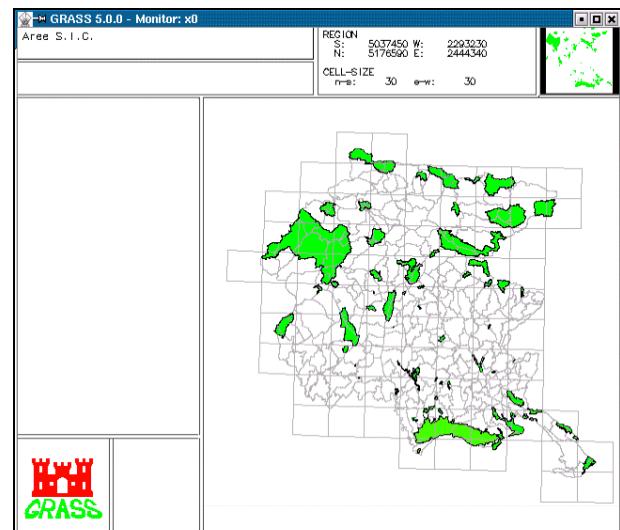


Figura 1 – Siti di Interesse Comunitario proposti (pSIC) presenti nella Regione Friuli Venezia Giulia.

Dei 62 pSIC, nel presente caso di studio, ne sono stati selezionati 14 equamente distribuiti sul territorio regionale (Fig. 2 e Tab. 1). In particolare, la scelta, è stata fatta selezionando i due pSIC con maggiore estensione per ognuna delle unità paesaggistiche (Cordara, 1993) in cui può essere divisa la Regione Friuli Venezia Giulia.

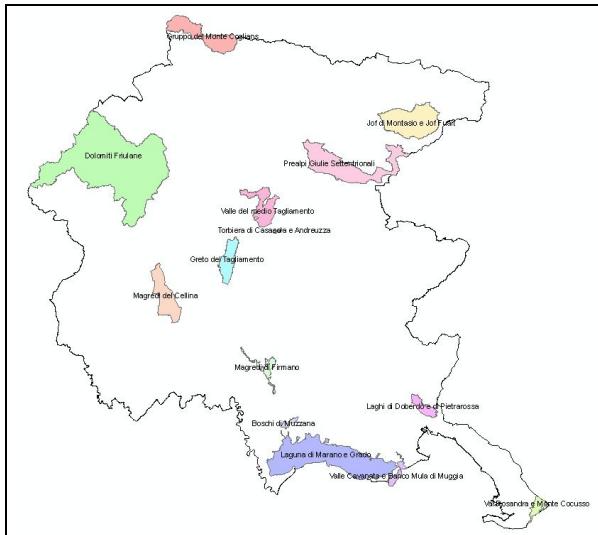


Figura 2 - Siti di Interesse Comunitario proposti (pSIC) analizzati nel presente lavoro.

Tabella 1 - Siti di Interesse Comunitario proposti (pSIC) analizzati nel presente lavoro.

pSIC	NOME	Superficie (m ²)
IT3310001	Dolomiti Friulane	367013728.92
IT3310007	Greto del Tagliamento	27124445.06
IT3310009	Magredi del Cellina	43624429.15
IT3320001	Gruppo del Monte Coglians	53981025.54
IT3320010	Jof di Montasio e Jof Fuart	79926242.01
IT3320012	Prealpi Giulie Settentrionali	95705794.91
IT3320015	Valle del medio Tagliamento	35790528.93
IT3320021	Torbiera di Casasola e Andreuza	953598.36
IT3320026	Magredi di Firmano	10359047.39
IT3320034	Boschi di Muzzana	3462880.53
IT3320037	Laguna di Marano e Grado	162897690.46
IT3330003	Laghi di Doberdò e di Pietrarossa	14344988.61
IT3330006	Valle Cavanata e Banco Mula di Muggia	8561331.91
IT3340004	Val Rosandra e Monte Coccusso	10651415.12

3. MATERIALI E METODI

Al fine di valutare la funzionalità ecosistemica dei pSIC sono state analizzate due diverse tipologie di indici: indici di biodiversità e indici di paesaggio.

I primi sono stati calcolati utilizzando il software STADIV, realizzato da collaboratori del Dipartimento di Biologia dell'Università di Trieste – Sezione Ecologia, e scaricabile gratuitamente dal sito

<http://www.units.it/~biologia/software/software.htm>.

In particolare per ogni pSIC sono stati valutati l'indice di ricchezza [1] (Feoli & Ganis, 2005), di equitabilità J di Pielou [2] (Pielou, 1966) e l'indice di Shannon-

Weaver [3] (Shannon & Weaver, 1949). Per ognuno di questi indici sono state utilizzate, come dati quantitativi di riferimento, le specie degli allegati della Direttiva Habitat presenti nei vari pSIC.

$$R = \text{nr. specie} \quad [1]$$

$$E_H = \frac{H}{H_{\max}} \quad [2]$$

$$H = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i \quad [3]$$

Gli indici di paesaggio sono stati calcolati applicando i moduli *r.le.patch* e *r.le.pixel* di GRASS (Baker, 2001); in particolare dei 62 indici di paesaggio calcolabili tramite i moduli *r.le.patch* e *r.le.pixel* e raggruppati in 10 distinte categorie, sono stati presi in esame, come elementi di maggiore interesse per la nostra analisi, solamente 34 indici per ogni area protetta. Tale elaborazione ha permesso di fornire dei dati oggettivi rispetto ad alcune caratteristiche spaziali dei pSIC, nonché di misurare la frammentazione e la diversità paesistica dei diversi sistemi ecologici presenti all'interno degli stessi.

L'analisi sugli ecosistemi presenti all'interno dei pSIC è stata effettuata utilizzando la carta dei Sistemi Ecologici prodotta presso il Dipartimento di Biologia dell'Università degli Studi di Trieste nell'ambito del *"Progetto Carta della Natura"* alla scala 1:250.000 di APAT. Essa è stata realizzata attraverso un'integrazione della carta *Corine Land Cover*, di immagini satellitari Landsat5-TM (color composite, NDVI) e ortofoto, del DEM e suoi derivati, della carta geologica e delle carte della vegetazione (AA.VV., 2003).

Al fine di descrivere con maggiore chiarezza la particolarità dei diversi pSIC oggetto di studio, è stata in seguito effettuata un'analisi delle componenti principali (PCA) (Orloci, 1978; Feoli & Ganis, 2005) per ogni tipologia di indicatori.

Una volta ottenuta una fotografia della peculiarità di ogni pSIC e del loro attuale stato ecosistemico mediante l'utilizzo di tale set di indicatori, si è voluto analizzare la possibile correlazione esistente tra alcuni indici di paesaggio e la diversità biologica presente in tali aree protette. In particolare si è effettuata un'analisi di correlazione multipla tra i 19 indici di paesaggio a distribuzione normale e l'indice di diversità di Shannon.

4. RISULTATI E DISCUSSIONE

I valori degli Indici di diversità, calcolati utilizzando le specie della Direttiva "Habitat", per ognuno dei pSIC esaminati sono riportati nella Tabella 2, mentre i valori dei 34 Indici di paesaggio calcolati con i moduli *r.le.patch* e *r.le.pixel* di GRASS sono riportati nelle Tabelle 3 e 4.

Tabella 2 - Indici di diversità calcolati con STADIV.

pSIC	Specie Direttiva Habitat	Ricchezza	Equitabilità	Shannon
Dolomiti friulane (1)	59	7	0.880	1.712
Gruppo del M. Coglians (2)	34	5	0.875	1.409
Jof di Montasio e Jof Fuart (3)	38	5	0.883	1.421
Prealpi Giulie settentrionali (4)	49	6	0.876	1.569
Valle del Medio Tagliamento (5)	68	7	0.844	1.642
Torbiera di Casasola e Andreuzza (6)	31	5	0.848	1.364
Greto del Tagliamento (7)	44	4	0.787	1.090
Magredi del Cellina (8)	36	4	0.788	1.092
Magredi di Firmano (9)	29	5	0.971	1.562
Laghi di Doberdò e di Pietrarossa (10)	55	7	0.852	1.658
Boschi di Muzzana (11)	34	5	0.911	1.467
Laguna di Marano e Grado (12)	147	7	0.507	0.987
Valle Cavanata e Banco Mula di Muggia (13)	95	6	0.472	0.845
Val Rosandra e Monte Cucusso (14)	47	7	0.848	1.649

Tabella 3 - Indici di paesaggio calcolati con il modulo *r.le.patch* di GRASS.

pSIC	Mean_core_size_px	Mean_edge_size_px	Mean_patch_shape_CPA	Mean_patch_shape_RCC	Perimeters_px
Dolomiti Friulane	1490.000	1542.000	3.165	0.402	618
Gruppo Monte Coglians	51503.000	7460.000	2.371	0.477	2042
Jof di Montasio e Jof Fuart	1949.000	1916.000	2.649	0.477	584
Prealpi Giulie settentrionali	25584.000	4550.000	2.135	0.516	1314
Valle del medio Tagliamento	1871.333	1972.000	3.711	0.399	2364
Torbiera di Casasola e Andreuzza	31851.000	7895.000	3.055	0.624	2160
Greto del Tagliamento	12633.000	3294.000	2.065	0.548	924
Magredi del Cellina	154403.000	16124.000	3.140	0.457	4598
Magredi di Firmano	386848.000	21078.000	2.531	0.651	5732
Laghi di Doberdò e di Pietrarossa	42415.000	6042.000	2.075	0.513	1620
Boschi di Muzzana	172.000	883.000	2.587	0.471	298
Laguna di Grado e Marano	7449.000	3290.000	2.602	0.546	956
Valle Cavanata e Banco Mula di Muggia	22982.000	3591.000	1.713	0.686	3952
Val Rosandra e Monte Cucusso	81898.000	6917.000	1.809	0.684	1912

Tabella 3 - Indici di paesaggio calcolati con il modulo *r.le.patch* di GRASS (continua).

pSIC	Total_densisty	Splitting_index	Mean_core_size	SD_Core_size	Mean_edge_size	SD_Edge_size	Mean_patch_sh ape_CPA	SD_Patch_shape _CPA	Mean_Twist_nu m
Dolomiti Friulane	580.000	82.284	212.498	847.099	490.822	919.260	2.050	0.718	66.300
Gruppo Monte Coglians	81.000	20.548	221.605	550.534	506.333	747.212	2.115	0.807	69.778
Jof di Montasio e Jof Fuart	113.000	11.490	345.920	1559.212	440.053	832.667	1.914	0.598	58.673
Prealpi Giulie settentrionali	132.000	23.271	327.788	954.329	477.477	845.164	1.884	0.622	57.818
Valle del medio Tagliamento	43.000	8.925	371.977	952.319	552.349	883.531	1.958	0.666	73.628
Torbiera di Casasola e Andreuzza	5.000	3.297	12.800	25.103	198.200	138.108	1.708	0.459	24.000
Greto del Tagliamento	25.000	4.742	577.360	1427.999	628.000	1114.197	2.028	0.923	72.080
Magredi del Cellina	35.000	3.631	865.057	2786.871	519.429	1302.615	1.900	0.647	64.286
Magredi di Firmano	43.000	2.990	104.953	534.456	163.186	468.724	1.766	0.827	33.023
Laghi di Doberdò e di Pietrarossa	9.000	3.160	960.889	1485.798	808.778	935.044	2.041	0.525	93.333
Boschi di Muzzana	18.000	2.517	93.944	266.110	120.778	267.533	1.926	0.597	22.000
Laguna di Grado e Marano	120.000	1.775	1057.745	9826.748	363.575	1830.193	1.917	0.845	49.867
Valle Cavanata e Banco Mula di Muggia	6.000	1.676	220.000	491.935	285.333	345.464	2.075	1.045	51.667
Val Rosandra e Monte Cucusso	31.000	7.785	66.161	167.547	280.258	444.149	1.868	0.706	48.387

pSIC	SD_twist_num	Mean_Omega_Index	SD_omega_index	Sum_perimeter	Mean_perimeter	SD_perimeter	Mean_patch_size	SD_patch_size	Eff. Mesh_size	Deg. Land. Div.
Dolomiti Friulane	103.187	0.941	0.128	103738.000	178.859	278.901	703.321	1729.765	4957.549	0.988
Gruppo Monte Coglians	86.537	0.920	0.185	15208.000	187.753	237.989	727.938	1248.593	2869.582	0.951
Jof di Montasio e Jof Fuart	92.168	0.914	0.202	17734.000	156.938	244.342	785.973	2336.211	7730.080	0.913
Prealpi Giulie settentrionali	86.948	0.909	0.208	21283.000	161.235	242.316	805.265	1740.642	4567.795	0.957
Valle del medio Tagliamento	100.645	0.941	0.150	8122.000	188.884	260.941	924.326	1806.135	4453.519	0.888
Torbiera di Casasola e Andreuzza	14.367	0.980	0.011	430.000	86.000	55.440	211.000	151.621	319.952	0.697
Greto del Tagliamento	106.842	0.892	0.266	5262.000	210.480	325.699	1205.360	2491.311	6354.553	0.789
Magredi del Cellina	140.404	0.931	0.165	5982.000	170.914	352.462	1384.486	4069.319	13345.139	0.725
Magredi di Firmano	71.729	0.922	0.154	3540.000	82.326	182.623	268.140	980.839	3855.992	0.666
Laghi di Doberdò e di Pietrarossa	102.015	0.850	0.304	2304.000	256.000	264.316	1769.667	2405.741	5040.108	0.684
Boschi di Muzzana	25.923	0.932	0.053	1090.000	60.556	75.377	214.722	532.584	1535.711	0.603
Laguna di Grado e Marano	181.490	0.898	0.199	16092.000	134.100	500.065	1421.050	11596.553	96055.326	0.437
Valle Cavanata e Banco Mula di Muggia	49.510	0.958	0.026	798.000	133.000	131.071	505.333	811.566	1808.708	0.403
Val Rosandra e Monte Cucusso	65.090	0.187	0.323	3566.000	115.032	153.584	346.419	598.197	1379.385	0.872

Tabella 4 - Indici di paesaggio calcolati con il modulo *r.le.pixel* di GRASS.

pSIC	Richness	Shannon	Dominance	Inverse_Simpson	Contagion	Ang._Sec_Mon	Inv._Diff_Mom	Entropy	Contrast	Sum_edges
Dolomiti Friulane	15	2.212	0.496	8.089	2.776	0.106	0.923	2.640	14.076	49003
Gruppo Monte Coglians	10	1.908	0.395	6.096	2.334	0.142	0.929	2.271	6.727	6583
Jof di Montasio e Jof Fuart	10	1.882	0.421	5.919	2.407	0.152	0.943	2.198	8.514	7911
Prealpi Giulie settentrionali	12	1.947	0.538	6.082	2.725	0.149	0.947	2.245	14.686	8664
Valle del medio Tagliamento	16	2.247	0.525	7.845	3.060	0.118	0.951	2.485	9.360	2981
Torbiera di Casasola e Andreuzza	4	1.104	0.282	2.974	1.468	0.308	0.952	1.304	13.807	66
Greto del Tagliamento	6	1.406	0.386	3.765	1.966	0.245	0.962	1.617	3.266	1974
Magredi del Cellina	3	0.971	0.128	2.470	1.082	0.386	0.974	1.115	0.770	2181
Magredi di Firmano	4	0.915	0.471	2.132	1.699	0.443	0.965	1.073	7.834	588
Laghi di Doberdò e di Pietrarossa	5	0.965	0.645	2.318	2.111	0.412	0.971	1.108	9.097	690
Boschi di Muzzana	2	0.348	0.345	1.245	0.935	0.797	0.956	0.451	7.436	253
Laguna di Grado e Marano	9	0.700	1.497	1.635	3.600	0.602	0.978	0.794	6.299	5747
Valle Cavanata e Banco Mula di Muggia	2	0.560	0.133	1.594	0.771	0.642	0.980	0.615	9.666	90
Val Rosandra e Monte Coccusso	7	1.284	0.662	3.025	2.252	0.283	0.924	1.640	27.154	1305

L'analisi delle componenti principali (PCA) tra i diversi Indici di paesaggio (Fig. 3) evidenzia come la prima componente sia principalmente descritta da due indici relativi alla frammentazione degli habitat (*contagion* ed *entropy*), mentre la seconda sia caratterizzata da indici che misurano la grandezza dei patches (*SD_patch_size*) e della loro area di contatto (*SD_edge_size*). Sulla base di queste componenti i diversi pSIC si caratterizzano come riportato nella Figura 4. Da essa si può notare come la "Laguna di Grado e Marano" si discosti da tutti gli altri pSIC e sia caratterizzata principalmente dagli indici relativi alla grandezza dei patches; questo è dovuto al fatto che l'ambiente lagunare presenta un'elevata omogeneità ecosistemica e una bassa frammentazione ambientale. Dall'analisi comparata delle Figure 3 e 4 emerge anche che i pSIC di ambienti montani (Val Rosandra e Monte Coccusso, Jof di Montasio e Jof Fuart, Gruppo Monte Coglians, Valle del medio Tagliamento, Prealpi Giulie settentrionali e Dolomiti Friulane) siano legati ad una maggiore frammentazione ambientale.

I restanti pSIC risultano tutti raggruppati insieme in quanto caratterizzati da bassa diversità ecosistemica e da dimensioni dei patches piccole rispetto a tutti gli altri.

I risultati della correlazione multipla tra i 19 Indici di paesaggio e l'indice di biodiversità sono riportati in Tabella 5. Assumendo come limite di significatività una probabilità dello 0.05, l'analisi della correlazione multipla dimostra che solo quattro indici di paesaggio risultano essere correlati con l'indice di biodiversità di Shannon. In particolare, tre di questi indici riportano delle misure di frammentazione (*Inverse_Diff_Mom*, *Entropy* e *Deg_Land_Div*) mentre un quarto la distribuzione spaziale (*SD_Patch_shape_CPA*) dei

diversi habitat. Questo dimostra come la diversità biologica sia direttamente collegata con la complessità spaziale e la frammentazione degli habitat.

5. CONCLUSIONI

I risultati ottenuti dimostrano che l'utilizzo incrociato degli Indici di paesaggio e degli Indici di biodiversità permettono una differenziazione tra diversi tipi di paesaggio; in particolare, nel caso analizzato, è stato possibile differenziare ambienti alpini, da ambienti sub alpini e da ambienti umidi.

Inoltre, poiché i risultati dimostrano che la biodiversità (Indice di Shannon) è strettamente collegata con la frammentazione e la complessità spaziale degli habitat, è lecito presupporre che in un piano di monitoraggio sulla conservazione dei pSIC è possibile utilizzare gli Indici di paesaggio per poter valutare l'effetto della conservazione in queste aree protette. A tale proposito crediamo quindi che sia possibile sviluppare un ampio set di indicatori per il monitoraggio dei pSIC, come proposto dal CTNeB – APAT (Mammoliti Mochet et al., 2003), che prenda in esame anche alcuni fondamentali indicatori del paesaggio.

Infine, va detto che i moduli *r.le.patch* e *r.le.pixel* di GRASS, permettendo di calcolare una grande quantità di indici di paesaggio sono senza dubbio degli ottimi strumenti di supporto a questo tipo di analisi. Ulteriori sforzi dovrebbero essere comunque fatti per rendere più flessibili e fruibili tali moduli. Ad ogni modo GRASS si dimostra essere ancora una volta un ottimo strumento gratuito a supporto degli enti pubblici preposti alla tutela ed al monitoraggio delle aree protette.

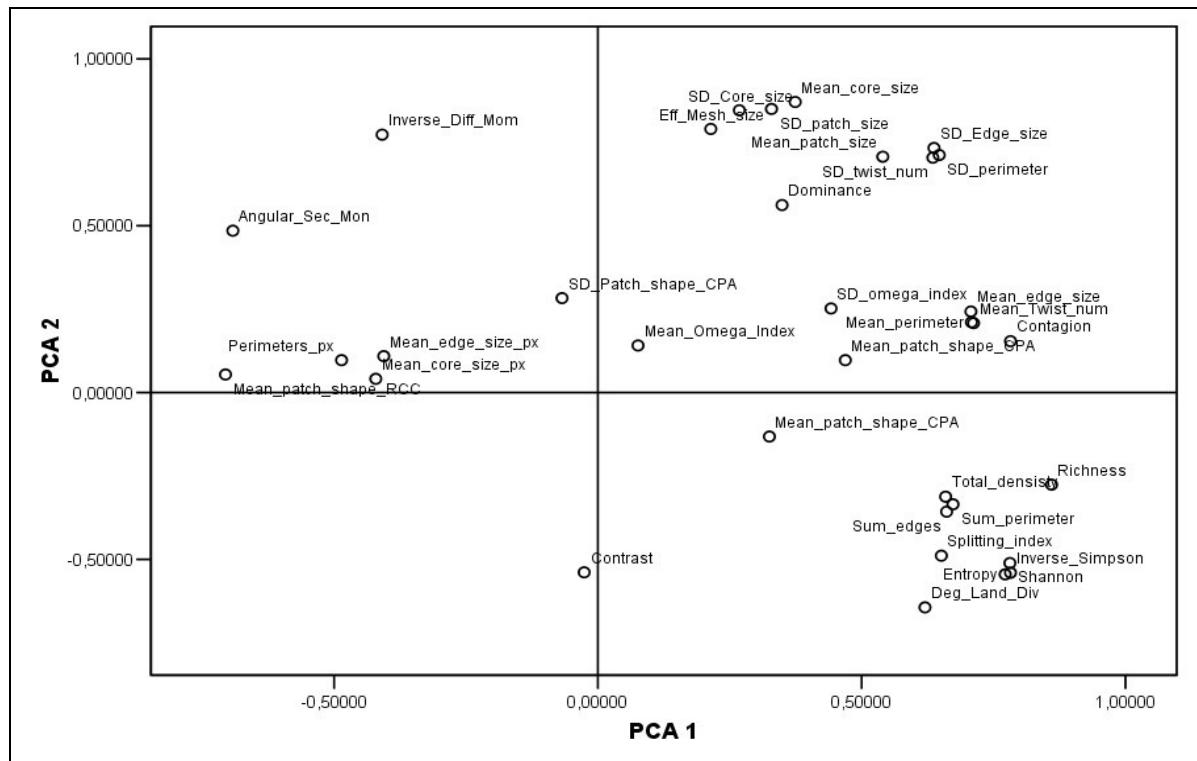


Figura 3 - Analisi delle componenti principali (PCA) sugli Indici di paesaggio.

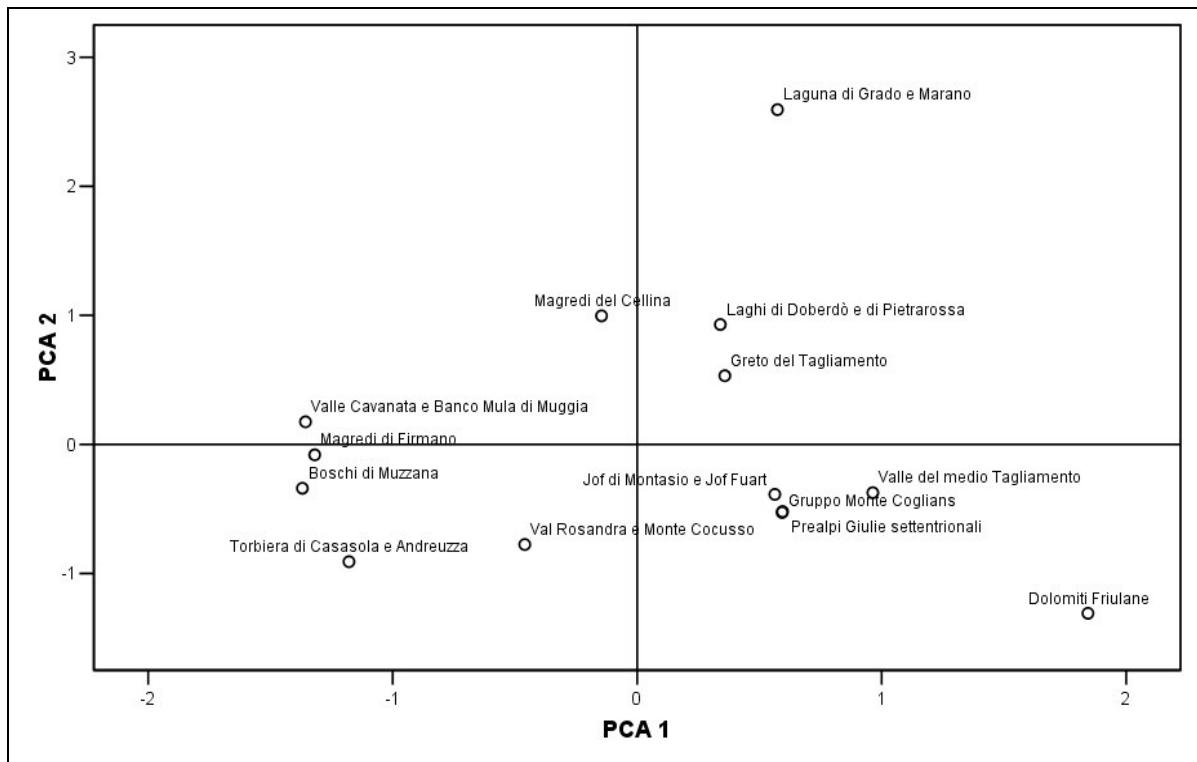


Figura 4 - Ordinamento dei pSIC in base agli Indici di paesaggio.

Tabella 5 - Correlazione tra gli Indici di paesaggio e l'indice dibiodiversità di Shannon; in giallo sono evidenziate le correlazioni significative ($p<0.05$).

		Shannon	Shannon	
Mean_patch_shape_CPA	Correlazione di Pearson	0,16319444	Correlazione di Pearson	-0,149
	Sig. (2-code)	0,29097222	Sig. (2-code)	0,42361111
	N	14	N	14
Mean_patch_shape_RCC	Correlazione di Pearson	-0,301	Correlazione di Pearson	-0,585
	Sig. (2-code)	0,20486111	Sig. (2-code)	0,028
	N	14	N	14
Richness	Correlazione di Pearson	0,32847222	Correlazione di Pearson	0,07916667
	Sig. (2-code)	0,087	Sig. (2-code)	0,48402778
	N	14	N	14
Shannon	Correlazione di Pearson	0,35486111	Correlazione di Pearson	-0,242
	Sig. (2-code)	0,062	Sig. (2-code)	0,28055556
	N	14	N	14
Contagion	Correlazione di Pearson	0,21875	Correlazione di Pearson	0,19583333
	Sig. (2-code)	0,18888889	Sig. (2-code)	0,22777778
	N	14	N	14
Angular_Sec_Mon	Correlazione di Pearson	-0,471	Correlazione di Pearson	0,081
	Sig. (2-code)	0,089	Sig. (2-code)	0,54375
	N	14	N	14
Inverse_Diff_Mom	Correlazione di Pearson	-0,661	Correlazione di Pearson	-0,286
	Sig. (2-code)	0,010	Sig. (2-code)	0,22361111
	N	14	N	14
Entropy	Correlazione di Pearson	0,37291667	Correlazione di Pearson	-0,205
	Sig. (2-code)	0,048	Sig. (2-code)	0,33472222
	N	14	N	14
Mean_edge_size	Correlazione di Pearson	0,07847222	Correlazione di Pearson	0,46736111
	Sig. (2-code)	0,48611111	Sig. (2-code)	0,008
	N	14	N	14
SD_Edge_size	Correlazione di Pearson	-0,295	Correlazione di Pearson	0,46736111
	Sig. (2-code)	0,2125	Sig. (2-code)	0,008
	N	14	N	14

6. BIBLIOGRAFIA

AA.VV., 2003. *Il Progetto Carta della Natura alla scala 1: 250.000. Metodologia di realizzazione*. APAT, Manuali e linee guida 17/2003, Roma.

AA.VV., 2004. *Aree naturali protette nel Friuli Venezia Giulia*. Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia.

Baker W.L., 2001. *The r.le Programs. A set of GRASS programs for the quantitative analysis of landscape structure (Version 5.0)*. University of Wyoming Laramie, U.S.A..

Bressan E., 2006. *Monitoraggio della biodiversità della Regione Friuli Venezia Giulia (Fanerogame, Avifauna e Mammalofauna)*. Tesi di dottorato in “Metodologie di Biomonitoraggio dell’Alterazione Ambientale” – XVIII ciclo. Università degli Studi di Trieste.

Commissione Europea, 2002. *Strategia europea per la protezione della natura*. Lussemburgo: Ufficio delle pubblicazioni ufficiali delle Comunità Europee.

Cordara P., 1993. *Indirizzi metodologici nell’analisi e nella valutazione della qualità visiva del paesaggio*. In: *La tutela del paesaggio nel Friuli-Venezia Giulia, voll.I-II e Allegati*. Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia – Direzione regionale della pianificazione territoriale. Genio Rurale 7/8: 33-41. Udine.

Feoli E. & Ganis P., 2005. *Introduzione all’ecologia quantitativa. Dispensa per gli insegnamenti di Ecologia ed Ecologia Quantitativa per i Corsi di laurea in Scienze Naturali, Biologiche e Ambientali*. Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Trieste. Anno accademico 2004-2005.

Mammoliti Mochet A., Morra di Cella U., Treves C., Bari A., Casotti M., Commodori D., Scalzo G.,

Sciarretta E., Serra B. & Raineri V., 2003. *Indicatori per il reporting sulla biosfera*. APAT – Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici.

Orloci L., 1978. *Multivariate analysis in vegetation research*. 2nd ed., Dr W. Junk Publishers, The Hague, Boston.

Pielou E.C., 1966. *Shannon's formula as a measure of species diversity: its use and misuse*. Amer. Natur. 100: 463-65.

Relini G., 1999. *L'Italia e la protezione della biodiversità in Mediterraneo*. Biol. Mar. Medit., 5 (2): 3-21.

Shannon C.E. & Weaver W., 1949. *The mathematical theory of communication*. Urbana, IL. Univ. Illinois Press.