

## **APPLICAZIONI GIS IN ECOLOGIA DEL PAESAGGIO PER LA DEFINIZIONE DI MODELLI DI GESTIONE SOSTENIBILE DI 3 SITI DI IMPORTANZA COMUNITARIA DEL LITORALE LAZIALE**

Giacomo COZZOLINO (\*), Alessandro PIAZZI (\*), Giuseppe PERSIA (\*\*)

(\*) Studio Ecolinfa, Via Vitaliano Rotellini, 113 – 00128 Roma, 0650780802, mail@ecolinf.com

(\*\*)Terna SpA, Via Ostiense, 92 – 00154 Roma, giuseppe.persia@terna.it.

*Use of advanced landscape analysis can be very important for territory management and planning. In this paper two different kinds of GIS analysis, applied on a little portion of the Tyrrhenian coastal area landscape (Central Italy), are shown. These applications present two mainly aspects: “scientific approach” and “management of Nature 2000 Sites”.*

*The first application is based on “hierarchical territorial classification”, that uses some environmental descriptors (morphology, litology, vegetation, land use) to classify landscape; the second application is a comparison of vegetation between 1944 and 2005. Both applications were used in order to give some important indicators for management and planning of three Nature 2000 Sites.*

*Results show that human activities played and play an important role on ecological dynamics at landscape scale; some conservation measurements are proposed in order to improve environmental quality levels of analyzed area.*

### **Premessa**

Negli ultimi 30-40 anni la frammentazione e la perdita di paesaggi naturali, dovuta all'estendersi e all'intensificarsi delle infrastrutture, delle aree urbane, delle aree agricole e pascolive nell'area costiera a Sud di Roma, ha portato alla formazione di paesaggi frammentati (Battisti, 2004). In questo contesto di paesaggio sopravvivono solamente pochi lembi (patches) di territorio caratterizzati da un uso del suolo naturale.

Tre delle principali aree naturali (figura 1) sono localizzate nel territorio comunale di Anzio (Provincia di Roma) e sono individuate come Siti Natura 2000 di “Tor Caldara” (codice Natura 2000: IT6030046), “Lido dei Gigli” (codice Natura 2000: IT6030045), “Macchia della Spadellata e Fosso S. Anastasio” (codice Natura 2000: IT6030044). Tali Siti e le rispettive aree agricole circostanti costituiscono l'oggetto di tre piani di gestione, nell'ambito dei quali sono state sviluppate le analisi del presente lavoro. Per poter effettuare dei confronti fra i 3 SIC, le analisi sono state condotte utilizzando la stessa metodologia.

### **Area di Studio**

L'area di studio, localizzata sulla fascia costiera del Lazio meridionale (Italia centrale), si articola in tre aree disgiunte, ma vicine, corrispondenti ad altrettanti Siti di Importanza Comunitaria (SIC): “Tor Caldara” (codice Natura 2000: IT6030046), “Lido dei Gigli” (IT6030045), “Macchia della Spadellata e Fosso S. Anastasio” (IT6030044).

Le indagini e le analisi sono state condotte in maniera distinta per ciascun SIC, estendendole anche alle aree agricole circostanti i Siti stessi.

Dal punto di vista biogeografico l'area di studio ricade nella zona mediterranea, caratterizzata da vegetazione sclerofilla sempreverde che, nelle forme più mature, si organizza a formare le tipiche fitocenosi arbustive della "macchia mediterranea" o le fitocenosi arboree a prevalenza di leccio.

## Metodologia

Lo studio intende mostrare l'applicazione di due indicatori ed il loro confronto nei 3 SIC. Nel primo caso è stata condotta una "Classificazione Gerarchica del Territorio" (Blasi et al., 2000; Blasi et al., 2001, Blasi et al., 2002) per individuare i sottosistemi di paesaggio, mentre nel secondo caso è stata effettuata un'analisi diacronica della vegetazione per valutare le dinamiche evolutive del territorio.

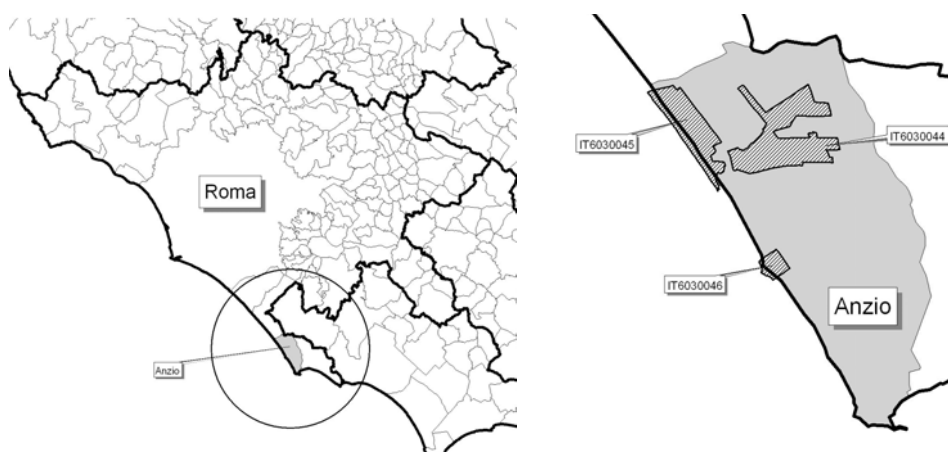


Figura 1 – Localizzazione geografica dei 3 siti di interesse comunitario.

### Classificazione Gerarchica del Territorio

La vegetazione si distribuisce nello spazio in un modo caratteristico che è strettamente correlato ai parametri ambientali (con particolare riferimento al clima e al suolo) ed è fortemente condizionato da fattori sia naturali che antropici.

La metodologia adottata nel presente studio segue l'approccio indicato dall'Ecologia del Paesaggio (Forman, 1995), integrandolo con l'indagine diretta sulla vegetazione dell'area di studio e con l'applicazione dell'indice di "presenza e ripartizione delle comunità naturali".

Tale approccio integrato induce ad una visione sistemica dell'ambiente (Klijn and Udo de Haes, 1994; Zonneveld, 1995; Bailey, 1996; Sims et al., 1996) e consente di identificare le correlazioni esistenti fra la distribuzione e l'estensione delle comunità vegetali ed i fattori antropici.

Nella prima fase dell'analisi la metodologia di classificazione gerarchica del territorio (Blasi et al., 2000; Blasi et al., 2001, Blasi et al., 2002) è stata applicata in ambiente GIS ed è stata delineata una carta della vegetazione a livello fisionomico, in seguito ad indagini di campo.

Il risultato dell'applicazione GIS consiste in un'articolazione del territorio indagato in diversi sottosistemi di paesaggio, definiti su base litologica e geomorfologica <sup>1</sup>.

Per ogni sottosistema di paesaggio individuato è identificata una singola serie di vegetazione (o geosigmeto), sulla base delle conoscenze ambientali a scala locale e delle indagini dirette sulla vegetazione.

Nella seconda fase dell'analisi l'indice di "presenza e ripartizione delle comunità naturali" è stato applicato per ogni sottosistema di paesaggio. Tale indice (codice V1) esprime, per ogni sottosistema, alcune caratteristiche corrispondenti ai seguenti indicatori:

<sup>1</sup> Diversamente dalle applicazioni standard della "classificazione gerarchica del territorio", in questo caso il clima non è stato considerato come fattore discriminante il paesaggio, in quanto l'area di studio appartiene, dal punto di vista macroclimatico, ad un'unica regione di paesaggio.

- la divisione fra aree edificate, aree agricole (A) ed aree forestali e naturali (N);
- la divisione tra fitocenosi arboree, fitocenosi arbustive, fitocenosi erbacee ed aree aperte con vegetazione scarsa o nulla (J);
- la coerenza fra vegetazione potenziale e vegetazione reale (C).

L'espressione dell'indice (V1) è:

$$V1 = (A*1 + N*2,5 + J*0,75 + C*0,75)/4$$

I valori degli indicatori A e N sono stati calcolati tramite GIS ed inseriti direttamente nell'indice. I valori degli indicatori J e C sono stati definiti con approccio deterministico, sulla base della conoscenza della vegetazione potenziale e reale, delle fitocenosi presenti e della loro estensione, calcolata tramite GIS.

I valori degli indicatori e dell'indice sono compresi fra 0 e 1.

### Analisi diacronica della vegetazione

Questa seconda analisi è stata condotta sui tre Siti Natura 2000 e sulle aree agricole limitrofe, al fine di studiare l'effetto delle pratiche agricole e forestali sul mosaico del paesaggio. L'arco di tempo considerato va dalla seconda guerra mondiale (1944) fino ai giorni d'oggi (2005) e si è fatto riferimento ad uno studio preliminare effettuato nel 2003 sulla medesima area di studio (Cozzolino, Piazzini, 2004).

Per riconoscere l'evoluzione del paesaggio vegetale è stata condotta un'analisi diacronica di fotografie aeree relative a due voli, rispettivamente del 1944 e del 2000. Nell'ambito di tale analisi si è data particolare attenzione alle trasformazioni degli habitat (*sensu* Dir. 92/43/CEE) ed alle tipologie vegetazionali più sensibili (come i boschi ripariali), che sono state cartografate. L'analisi ha permesso di evidenziare e cartografare le zone che mostrano i cambiamenti più rilevanti dal 1944 ad oggi. I risultati dell'analisi sono stati interpretati anche alla luce delle indagini sulla vegetazione e delle testimonianze fornite dalle popolazioni locali.

Le carte della vegetazione e delle trasformazioni degli habitat sono state realizzate nella scala 1:5.000 e i relativi tematismi sono stati descritti in diverse forme.

## **Risultati e Discussione**

### Classificazione Gerarchica del Territorio

Il risultato dell'applicazione della Classificazione gerarchica del Territorio è la mappatura dei sottosistemi di paesaggio per i tre Siti Natura 2000. I valori dell'indice di "presenza e ripartizione delle comunità naturali" per ciascun SIC sono sintetizzati nella Tabella 1. Nella Tabella 2 viene mostrato il risultato per il "sottosistema delle dune sabbiose antiche", un esempio di scheda di descrizione dell'indice V1 per ciascun sottosistema di paesaggio.

Sottosistemi di paesaggio	Aree di studio: Siti Natura 2000 ed aree agricole circostanti		
	Tor Caldara	Macchia della Spadellata e Fosso S. Anastasio	Lido dei Gigli
Sottosistema del litorale sabbioso	0,2	non presente	0,3
Sottosistema delle dune sabbiose recenti	non presente	non presente	0,4
Sottosistema delle dune anteriori e dei terreni sabbiosi costieri pianeggianti	non presente	non presente	0,8
Sottosistema delle dune sabbiose antiche	0,4	0,3	0,3
Sottosistema dei sedimenti alluvionali recenti	0,6	0,7	0,5

Sottosistema dei depositi argillosi delle depressioni	non presente	>0,1	>0,1
Sottosistema dei depositi argillosi delle vallecole fluviali	non presente	0,7	0,5
Terrazzi sabbiosi marini argillosi, marnosi e concrezionati (calcarei)	0,8	non presente	non presente
Terrazzi sabbiosi marini	0,4	non presente	non presente
Sabbie concrezionate dei terreni costieri pianeggianti	0,9	non presente	non presente
Depositi piroclastici dei Canyon	non presente	0,9	non presente
Depositi piroclastici delle colline	non presente	0,5	non presente

Tabella 1 – Valori dell'indice di "presenza e ripartizione delle comunità naturali" per ogni sottosistema di paesaggio.

INDICE	<b>“MACCHIA DELLA SPADELLATA E FOSSO S. ANASTASIO”</b> <u>Presenza e ripartizione delle comunità naturali</u> Sottosistema dei cordoni dunali antichi		V1
<b>Risultato e discussione</b>	E' l'ambito più esteso nell'area di studio. E' interessato in prevalenza da superfici agricole (54%). Potenzialità per le comunità di pertinenza della serie del Cerro e del Farnetto ( <i>Mespilo gemanicae-Quercetum frainetto</i> ). E' caratterizzato, tra le tipologie naturali e seminaturali, dalla prevalenza di cenosi forestali (37% sul totale della superficie interessata dal sottosistema), seguite dalle cenosi erbacee (7%); pressoché assenti le cenosi arbustive. Nell'ambito locale peraltro le cenosi forestali interessano il 40% dell'ambito della serie, mentre le cenosi arbustive solo il 2%		
<b>Grafico</b>			
<b>Cartografia</b>			

Tabella 2 – Esempio di scheda per l'indice "Presenza e ripartizione delle comunità naturali"

Dall'analisi dei risultati dell'indice di presenza e ripartizione delle comunità naturali, si nota come i tre siti siano accomunati dalla presenza dei sottosistemi delle dune sabbiose antiche e dei sedimenti alluvionali recenti. In questo contesto, discretamente diffuso, ciascun sito è caratterizzato da peculiarità che ne connotano le differenze. Vediamo infatti che il SIC "Lido dei Gigli" è rappresentativo di un sistema dunale articolato, mentre il SIC "Macchia della Spadellata e Fosso

S.Anastasio” rispecchia un ambiente interno con un asta fluviale. Infine il SIC “Tor Caldara” è rappresentativo dei sottosistemi a terrazza, peculiari per la loro origine geologica.

#### Analisi diacronica della vegetazione

I risultati dell’analisi diacronica sono riportati nella Tabella 3. I valori riportati si riferiscono a ciascun habitat (sensu Dir. 92/43/CEE) o a tipologie vegetazionali sensibili che sono state oggetto di variazioni significative. Nella Tabella 4 viene mostrato il risultato per la “Variazione % dei boschi di *Quercus ilex* e boschi misti con presenza di *Quercus ilex*”, un esempio di scheda di descrizione dell’indice per ciascun ambiente.

Uso del suolo	Aree di studio: Siti Natura 2000 ed aree agricole circostanti		
	Tor Caldara	Macchia della Spadellata e Fosso S. Anastasio	Lido dei Gigli
Aree edificate	<b>+8,1 ha (+5,7%)</b>	<b>+12,2 ha (+1,9%)</b>	<b>+ 33,3 ha (+3,2%)</b>
Aree agricole	-22,7 (-16%)	-22,7 ha (-3,6%)	- 157,8 ha (-29,5%)
Aree forestali e naturali	<b>+14,6 (+10,3)</b>	<b>+ 11,2 ha (+1,8%)</b>	<b>+ 123,9 ha (+23,2)</b>
<b>Habitat o altre tipologie vegetazionali sensibili</b>			
Boschi di <i>Quercus ilex</i>	<b>+5 ha (+4%)</b>	variazione non significativa	<b>+ 38,6 ha (+7,2%)</b>
Boschi riparali ad <i>Alnus glutinosa</i>	<b>+3,6 ha (+2,5%)</b>	- 8,2 ha (-1,3%)	-7,8 ha (-1,5%)
Boschi di <i>Quercus cerris</i> e <i>Quercus frainetto</i>	variazione non significativa	- 12,3 ha (-2,9%)	variazione non significativa
Aree agro-forestali con <i>Quercus spp.</i>	non presente	non presente	-22 ha (-4%)
Boschi di <i>Pinus pinea</i> (artificiali)	non presente	non presente	<b>+115,4 ha (+21,5%)</b>

Tabella 3 – Valori di variazione di distribuzione degli habitat e di altre tipologie ambientali sensibili (ettari e percentuale sulla superficie totale dell’area di studio)

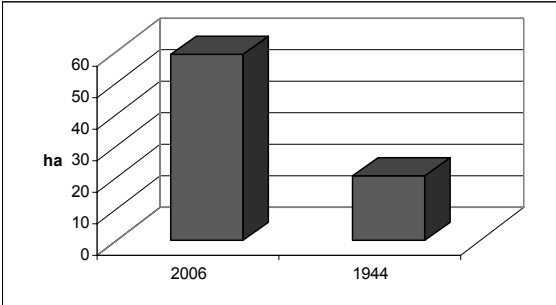
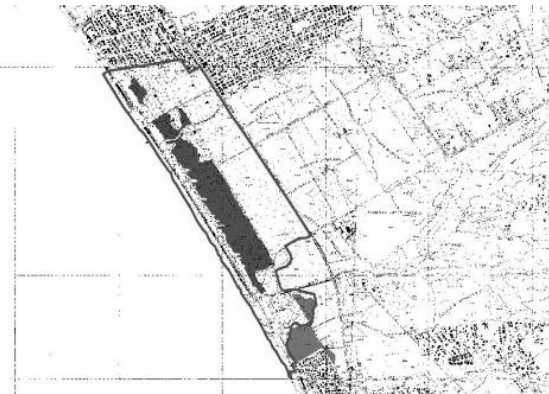
INDICE	<p align="center"><b>“LIDO DEI GIGLI”</b></p> <p align="center"><b><u>Analisi diacronica dell’assetto della vegetazione</u></b></p> <p align="center"><b>Principali variazioni % di tipi vegetazionali</b></p> <p align="center"><b>Variazione % dei boschi di <i>Quercus ilex</i> e boschi misti con presenza di <i>Quercus Ilex</i></b></p>		V2						
<b>Risultato e discussione</b>	<p>Si è verificato un incremento di circa 39 ha delle superfici occupate da boschi con presenza di Leccio. In particolare, i cambiamenti più significativi si registrano nella zona retrodunale.</p> <p>La parte meridionale dell’area di studio ha subito un decremento parziale delle superficie occupate da boschi di Leccio.</p>								
<b>Grafico</b>	<b>Cartografia</b>								
 <table border="1"> <caption>Data for Grafico</caption> <thead> <tr> <th>Anno</th> <th>Superficie (ha)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1944</td> <td>~25</td> </tr> <tr> <td>2006</td> <td>~64</td> </tr> </tbody> </table>	Anno	Superficie (ha)	1944	~25	2006	~64	 <p>(in grigio scuro le aree in cui si è verificato un incremento dei boschi di leccio, in grigio chiaro le aree in cui si è assistito ad un decremento)</p>		
Anno	Superficie (ha)								
1944	~25								
2006	~64								

Tabella 4 – Esempio di scheda per i risultati dell’analisi diacronica

Dai risultati dell’analisi diacronica si nota come i tre siti, con le loro aree limitrofe, siano accomunati da un aumento delle aree edificate e da una ripresa dei boschi e delle aree naturali. Questo fenomeno può essere spiegato dall’evoluzione dell’antropizzazione dei luoghi. Se da una parte aumentano le aree naturali per l’abbandono delle attività produttive legate ai campi, dall’altra la crescente attività edilizia va ad aumentare la pressione sui siti.

Queste considerazioni mostrano come le attività antropiche hanno giocato, e giocano tutt’ora, un ruolo fondamentale sulle dinamiche ecologiche a scala di paesaggio: in particolare, nell’area indagata, i fenomeni di frammentazione ecologica e modifica dell’assetto della vegetazione e dell’uso del suolo risultano essere molto significativi.

L’applicazione di questi ed altri indicatori, nell’ambito della redazione dei Piani di Gestione, permette di ottenere una visione completa dello stato di fatto e delle dinamiche in atto nel territorio in esame. L’individuazione dei sottosistemi di paesaggio, per esempio, permette di riconoscere aree omogenee in cui andare a concentrare una determinata tipologia di interventi, aumentandone l’efficacia. L’analisi diacronica, d’altro canto, permette di rilevare le dinamiche in atto e di poter valutare se queste siano nella direzione del mantenimento degli habitat o se siano necessari interventi volti a riorientarne l’evoluzione ai fini di tutela della biodiversità comunitaria.

Nei casi specifici presi come esempio, possiamo vedere come i risultati della Classificazione Gerarchica del Territorio portano a stabilire che, per il Sottosistema dei cordoni dunali antichi, sia importante incrementare le aree ad arbusteti, anche attraverso interventi di miglioramento ambientale in aree agricole, e favorire il recupero naturale delle fitocenosi. Per i boschi di *Quercus*

*Ilex* e boschi misti con presenza di *Quercus Ilex*, con l'analisi diacronica si è potuto verificare che l'indicazione gestionale può consistere nel favorire il recupero naturale delle fitocenosi.

Da questi e da altri indicatori, sono derivate le indicazioni gestionali che, in seguito ad un'analisi SWOT, hanno portato alla definizione di Obiettivi e Strategie di gestione per le differenti componenti ambientali e socioeconomiche (Tabella 5).

SIC "Lido dei Gigli"		SIC "Macchia della Spadellata e Fosso S. Anastasio"	
S1.1	Rimozione rifiuti SIC Lido dei Gigli	S1.1	Rimozione rifiuti nel Bosco di S. Anastasio
S1.2	Avviamento ad alto fusto della lecceta	S1.2	Isole di biodiversità in aree forestali
S1.3	Punti di approvvigionamento idrico antincendio	S1.3	Razionalizzazione viabilità forestale con interventi di limitazione del calpestio e del transito di bestiame
S1.4	Riqualficazione aree marginali	S1.4	Punti di approvvigionamento idrico antincendio
S1.5	Regolamentazione aree interne al campeggio	S1.5	Riqualficazione aree marginali
S1.6	Piano di Assestamento Forestale	S1.6	Interventi di contenimento del randagismo
S1.7	Piano Antincendio Boschivo	S1.7	Piano di Assestamento Forestale
S1.8	Eradicazione Ailanto ( <i>Ailanthus altissima</i> )		

Tabella 5 – Esempio di interventi

## Bibliografia

- Bailey R. G. (1996), *Ecosystem geography*. Springer-Verlag, New York.
- Battisti C. (2004), *Frammentazione ambientale, connettività, reti ecologiche. Un contributo teorico e metodologico con particolare riferimento alla fauna selvatica*. Provincia di Roma, Assessorato alle politiche agricole, ambientali e Protezione Civile. pp. 248.
- Blasi C., Carranza M.L., Ercole S., Frondoni R. Di Marzio P. (2001). "Classificazione gerarchica del territorio e definizione della qualità ambientale", in Documento IAED 4 "Conoscenza e riconoscibilità dei luoghi", Ed. Papageno. Palermo: 29-39.
- Blasi C., Carranza M.L., Frondoni R. Rosati L. (2000), "Ecosystem classification and mapping: a proposal for italian landscape". *J. Appl. Veg. Sci.* 3: 233-242
- Blasi C., Ciancio O., Iovino F., Marchetti M., Michetti L., Di Marzio P., Ercole S., Anzellotti S. (2002), *Il contributo delle conoscenze fitoclimatiche e vegetazionali nella definizione della rete ecologica d'Italia*, Sito del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio ([www.minambiente.it](http://www.minambiente.it)).
- Colombo A., Malcevski S. (1996). *Manuale AAA degli indicatori per la VIA*.
- Cornelini P., Loche P., Pani F., Petriccione B., Squartini V. (1987). "L'uso dell'informazione vegetazionale nella definizione della qualità dell'ambiente". *Inform. Bot. Ital.*, 21 (1989).
- Cozzolino G., Piazzi A. (2004), "Analisi diacronica degli aspetti vegetazionali ed ecologici di due proposti siti di importanza comunitaria del Lazio", 8° conferenza nazionale ASITA: Geomatica: standardizzazione, interoperabilità e nuove tecnologie, Roma, 14-17 dicembre 2004
- Ferrari C., Pezzi G., Dell'Aquila L. (2000), "Diversità e naturalità della vegetazione. Elementi per un'analisi quantitativa integrata", *Informatore Botanico Italiano*, 32 (suppl. 1): 31-34
- Ferrari C., Pezzi G., Diani L., Zitti S. (1999), "Le carte fitosociologiche della vegetazione come strumento di analisi ecologica del paesaggio. Casi studio nell'Appennino settentrionale", *Arch. Geobot.*, 5 (1-2): 95-108

- Forman R.T.T., Godron M. (1995), *Landscape ecology*, J. Wiley & Sons, New York
- Furnari F., Piccione V. (1999), “La naturalità-artificialità di un territorio su base vegetazionale”, *Arch. Geobot.*, 5 (1-2): 109-112
- Gentile S. (1999), “Valenze sintassonomico-ecologiche delle specie vegetali e definizione di indici di impatto ambientale (IGIA)”, *Arch. Geobot.*, 5 (1-2): 85-93
- Greco S., Persia G., Petriccione B., Pezzotti E. (1991), “Il valore della qualità ambientale degli ecosistemi forestali a partire da indici e funzioni di correlazione floristici e vegetazionali”. *Atti S.It.E.*, 1991, n. 12.
- Klin F. , Hudo de Haes H.A. (1994), “A hierarchical approach to ecosystems and its implications for ecological land classification”, *Land. Ecol.*, 9 (2): 89-104.
- Rossi G., Tomaselli M., Gualmini M. (1999), “Messa a punto metodologica sul problema dell'indicizzazione del valore naturalistico delle comunità vegetali”, *Arch. Geobot.*, 5 (1-2): 129-133
- Sims R. A., I. Corns G. W. and Klinka K. (1996), “Global to local: Ecological land classification – Introduction”, *Environ. Monit. and Assess.*, 39 (1-3): 1-10.
- Zonneveld I. S. (1995), *Land Ecology*, SPB Academy Press, Amsterdam, Netherlands.