

Analisi multitemporale del paesaggio e classificazione gerarchica del territorio: il caso dei Monti Lepini (Italia centrale)

C. BLASI, D. SMIRAGLIA e M.L. CARRANZA

ABSTRACT – *Multitemporal landscape analysis and hierarchic ecosystem classification. The case of the Lepini Mountains (Central Italy)* - In the past two decades, as the influence of global change became more prominent, ecological research has been conducted at increasingly larger spatial scales. It is generally agreed that the actual land use pattern of a region has a strong influence on a variety of ecological phenomena. Nevertheless, the actual status of a landscape is the result of a land use evolution, and the historic development of a region is often one of the most decisive factors governing species distribution of plants and animals. Thus, describing changes in the proportions of land cover types through time may be crucial for preserving biological diversity and developing paradigms of sustainable ecosystem management at the landscape level. Numerous studies in landscape ecology has been concentrated in quantify various aspects of landscape change. However, a shortcoming of most of this work is that landscape change depends non-linearly on the extent of the area analyzed. Therefore, a landscape classification scheme that provides ecologically meaningful frame for quantifying different aspects of landscape mosaics could be useful. The aim of this work is to analyze and describe landscape change of the SW sector of the Lepini Range (Central Italy) and its relationship with different environmental factors. The Lepini Mountains are located in central Italy and the analyzed sector has an extension of 418 Km². It is characterized by some heterogeneity in geological and morphological features since elevation ranges from 20 m a.s.l. to 1536 m a.s.l. Two Land cover vegetation maps (1954 and 1992) at 1:50000 of the study area were produced through aerial photographs interpretation following CORINE Land Cover protocol. The land cover legend has been adapted incorporating information (i.e. vegetation types) in a new level of detail. 23 land cover types were identified. Landscape change has been evaluated through transition matrix analysis for the landscape extent and for each land unit present inside the study area. Results show two opposite trends inside the Lepini Range, on one hand, an intensification of man activities and natural regrowth of spontaneous woodlands on the other. Although refinements are needed to create a uniform language for describing and mapping ecosystem distribution, the use of landscape classification as a baseline for a quantitative landscape change analysis seems very effective.

Key words: landscape change analysis, landscape classification, vegetation

*Ricevuto il 3 Gennaio 2002
Accettato il 4 Giugno 2002*

INTRODUZIONE

Un paesaggio costituisce un'unità ecologica dinamica in struttura e funzione. La configurazione spaziale dei diversi elementi del paesaggio e i loro cambiamenti nel tempo possono essere attribuiti ad una combinazione di fattori ambientali e attività umane, ognuna delle quali opera a scale spaziali e temporali diverse (FORMAN, GODRON, 1986; DUNN *et al.*, 1990; KLIJN, HUDO DE HAES, 1994; FORMAN, 1995). Il paesaggio è un mosaico formato da elementi che, in funzione della scala, rappresentano singoli stadi di una dinamica più complessa. Dall'osservazione di un mosaico più o meno articolato si può arrivare ad aggregare un insieme di ele-

menti che, anche se diversi per composizione floristica e struttura, sono legati dalla comune tendenza dinamica verso una stessa tipologia di vegetazione matura (stadi seriali) e distinguere quelli che invece, pur essendo vicini, fanno riferimento a tipologie diverse di vegetazione naturale potenziale (stadi catedrali) (BLASI *et al.*, 2000b; BLASI *et al.*, 2001a). Variazioni avvenute nella struttura del paesaggio possono portare un gran numero di conseguenze in funzioni importanti del mosaico ambientale, quali la dispersione di organismi (o propaguli), il flusso genico, la propagazione dei disturbi e degli incendi (DUNN *et al.*, 1990). Evidenziare i cambiamenti delle

caratteristiche fisico-ambientali e socio-economiche è un aspetto di grande interesse negli studi territoriali, poiché permette di comprendere non solo l'attuale struttura del territorio ma anche di poterne prevedere l'assetto futuro (VOS, 1993; NAGAIKE, KAMITANI, 1997; LUQUE, 2000; BLASI *et al.*, 2001). L'analisi multitemporale del paesaggio è il processo attraverso il quale vengono comparate informazioni di periodi diversi, riguardanti uno stesso territorio, per determinare la localizzazione e la natura dei cambiamenti nel tempo. Rappresenta un potente metodo di analisi territoriale che fornisce una visione organica e completa del territorio, apportando elementi utili per una corretta lettura delle origini del paesaggio attuale e delle sue vicissitudini. Lo studio dei rapporti che l'uomo ha instaurato nel tempo con le risorse produttive naturali presenti in un dato territorio, consente di individuare quei fattori che mantengono un'influenza significativa e che costituiscono gli elementi determinanti di un paesaggio (TURNER, RUSCHER, 1988; GASPERINI, 1993; RESCIA *et al.*, 1994; MARCHETTI, GUSMEROLI, 1994; NAGAIKE, KAMITANI, 1997; LUQUE, 2000; BLASI *et al.*, 2001a, 2001b). La valutazione del cambiamento del paesaggio, assumendo come modello di riferimento la distribuzione della vegetazione naturale potenziale, fornisce un supporto ulteriore sulla funzionalità degli ecosistemi che lo costituiscono (BLASI *et al.*, 2001b; RICOTTA *et al.*, 2000, 2002). In questo modo è possibile interpretare le dinamiche in atto in un determinato territorio, consentendo una sua lettura utile per la tutela e la corretta gestione delle risorse.

I principali strumenti a disposizione per descrivere ed analizzare i cambiamenti temporali del paesaggio sono: fotografie aeree, immagini da satellite, censimenti e dati catastali (utilizzati soprattutto come dati ausiliari).

L'uso dei Sistemi Informativi Geografici risulta essere di grande aiuto in questo tipo di studi poiché consentono la gestione di una considerevole mole di dati territoriali nelle svariate forme che essi possono assumere e, attraverso la loro continua evoluzione tecnologica, propongono e rendono disponibili nuovi metodi di analisi spaziale (GOMARASCA, 1997; JOHNSTON, 1998).

Negli ultimi anni sono stati proposti diversi metodi per la valutazione di cambiamenti nella struttura del paesaggio e nell'uso del suolo (TURNER, RUSCHER, 1988; KIENAST, 1993; RESCIA *et al.*, 1994; SIMPSON *et al.*, 1994; LUQUE, 2000). Il numero, la dimensione e la forma delle macchie che costituiscono il mosaico, la dimensione frattale e gli indici di diversità e di dominanza di un paesaggio, sono solo alcuni esempi di valutazione quantitativa della struttura di un territorio. La stima dei cambiamenti all'interno delle unità ambientali che costituiscono il paesaggio è stata però generalmente trascurata. L'unità ambientale rappresenta una porzione di territorio omogenea in termini fisici e biologici, ma che può ospitare diversi stadi o elementi legati alla storia stessa del territorio. Sono perciò rappresentative di un'eterogeneità

indotta, dinamicamente riconducibile ad un solo aspetto di vegetazione naturale potenziale (BLASI *et al.*, 2000b).

Una corretta lettura dell'evoluzione del paesaggio deve essere quindi effettuata in ambiti territoriali ecologicamente omogenei. In questo modo i cambiamenti verificatisi diventano significativi perché rapportati a determinati fattori ambientali e antropici responsabili dell'attuale assetto territoriale. In questo contesto diventa rilevante il contributo dato dalla classificazione gerarchica territoriale, che permette di individuare delle unità ambientali *s.l.* come porzioni di territorio omogenee, dal punto di vista ecologico, ad ogni scala. È così possibile identificare la scala spaziale alla quale gli attributi territoriali si presentano con una struttura riconoscibile (KLIJN, UDO DE HAES, 1994; ZONNEVELD, 1995; BLASI *et al.*, 2000a, 2000c).

Nel presente lavoro viene proposta una metodologia per la valutazione del cambiamento del paesaggio che tiene conto sia dell'intera area di studio che delle singole unità ambientali che la compongono.

MATERIALI E METODI

Lo studio si è svolto nel settore sudoccidentale dei Monti Lepini (Italia centrale), su un'area di 418 km² con altitudini variabili da 20 a 1536 m s.l.m. I M.ti Lepini rappresentano la porzione settentrionale del sistema montuoso dei Volsci e sono costituiti da due catene calcaree, con andamento NW-SE, separate dalla Valle di Carpineto Romano. Da un punto di vista fitoclimatico, l'area ricade in parte nella regione temperata ed in parte nella regione mediterranea, e presenta delle unità fitoclimatiche che variano tra il tipo montano inferiore/umido superiore ed il tipo mesomediterraneo inferiore/subumido superiore (BLASI, 1994).

È stata prodotta una carta dei Sottosistemi di paesaggio (scala 1:50.000) in base alla classificazione gerarchica territoriale proposta da Blasi *et al.* (2000a) che prevede la definizione di:

Regioni di paesaggio, su base macroclimatica;

Sistemi di paesaggio, su base litologica;

Sottosistemi di paesaggio, su base geomorfologica e bioclimatica di maggior dettaglio.

In questo modo è stato possibile individuare per il settore sudoccidentale dei M.ti Lepini 2 Regioni di paesaggio articolate in 7 Sistemi e 17 Sottosistemi di paesaggio, come evidenziato nella Fig. 1a (SMIRAGLIA *et al.*, 2001). Per la cartografia della copertura del suolo (Figg. 1b e 2) è stata seguita l'impostazione metodologica del progetto CORINE Land Cover, che ha l'obiettivo di fornire un'informazione geografica localizzata ed omogenea sull'occupazione del suolo. La legenda è articolata in tre livelli gerarchici ed è possibile aggiungere ulteriori livelli di informazione a seconda degli scopi (A.A.V.V., 1993). Le carte di copertura del suolo sono state prodotte a scala 1:50.000 attraverso fotointerpretazione di foto aeree pancromatiche relative agli anni 1954 e 1992. Per la data più recente è stato aggiunto, alla legenda

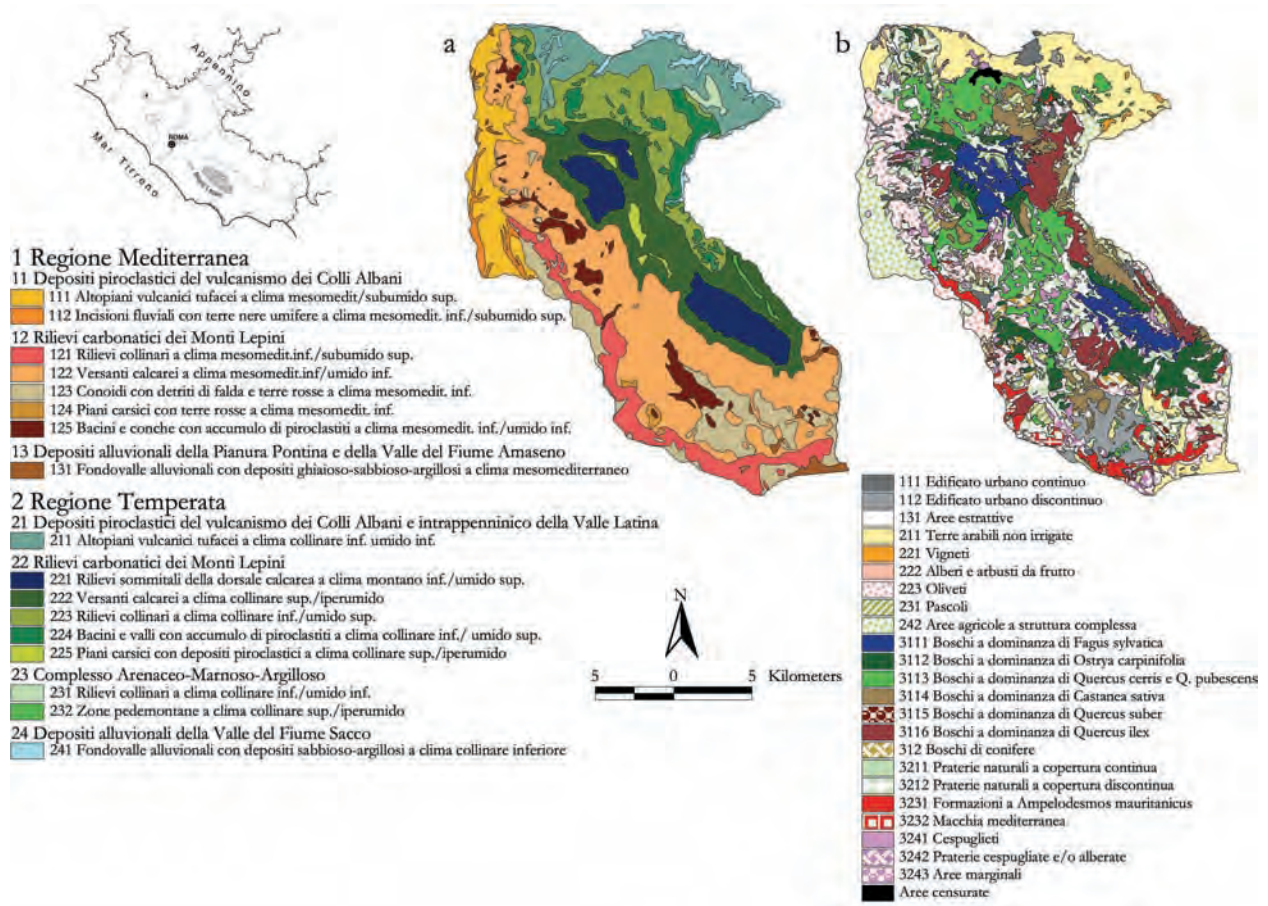


Fig. 1

Localizzazione dell'area di studio: a) Sottosistemi di paesaggio del settore sudoccidentale dei M.ti Lepini; b) Carta della copertura del suolo/vegetazione del settore sudoccidentale dei M.ti Lepini realizzata secondo la Legenda CORINE Land Cover livello IV.

Location of the study area in Central Italy: a) Map of land facets in the western range of Lepini Mountains; b) Land Cover vegetation map of the western range of Lepini Mountains following CORINE Land Cover IV level protocol.

CORINE Land Cover, un quarto livello di dettaglio per la categoria *Aree forestali e seminaturali* (Fig. 1b) effettuando anche verifiche in campo degli elementi fotointerpretati. E' notevole la ricchezza di informazione che la cartografia della vegetazione ha aggiunto; basti pensare, ad esempio, alle sei tipologie forestali che, senza questo approfondimento, sarebbero state tutte accorpate nella categoria *Boschi di latifoglie*, quando invece è rilevante l'informazione ecologica che esse apportano. Le informazioni ottenute dallo studio delle foto aeree nelle due date, integrate attraverso il GIS ArcView 3.2 (ESRI, 2000), hanno permesso di verificare le tendenze evolutive nell'intera area. Oltre alla valutazione della abbondanza percentuale di ogni categoria di copertura del suolo, è stata anche costruita la matrice di transizione per valutare non solo il tasso di cambiamento per l'intera area, ma anche quali categorie hanno subito variazioni e di quanto (TURNER, GARDNER, 1990; LUQUE *et al.*, 1994; LUQUE, 2000). In una matrice di transizione, gli elementi sulla diagonale sono un indice di stabilità rappresentando la quantità di ogni categoria che rimane la stessa. Gli elementi che si trovano al di

fuori della diagonale spiegano invece la dinamica, indicando il tasso di cambiamento di ciascuna unità nell'altra.

Inoltre, l'analisi del cambiamento è stata realizzata all'interno delle diverse unità ambientali per verificare quale sottosistema presenta i cambiamenti maggiori e cercare di individuarne le cause. Si è proceduto quindi alla sovrapposizione, in ambiente GIS, della carta dei Sottosistemi di paesaggio con le carte di copertura del suolo, valutando, tramite le matrici ottenute, il grado di cambiamento all'interno di unità funzionali dal punto di vista ecologico.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Analisi dei cambiamenti del paesaggio nell'intera area di studio

Da una prima analisi, condotta attraverso l'osservazione dei grafici delle percentuali della copertura del suolo (Fig. 3), si nota come la categoria delle cenosi forestali risulti essere quella più rappresentata in ambedue le date, anche se si verifica un aumento percentuale nella data più recente. Un sensibile incre-

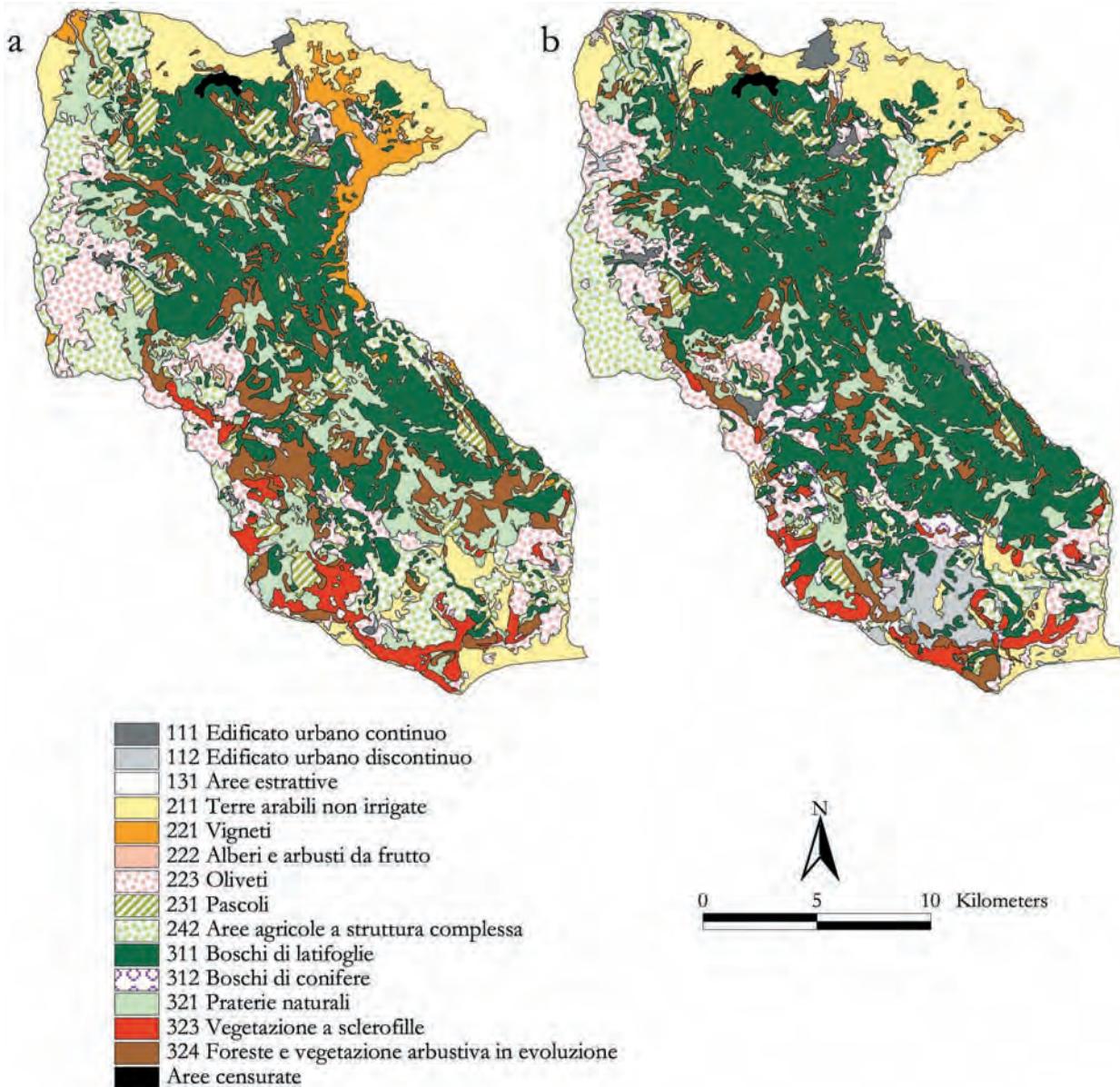


Fig. 2
 Carte della copertura del suolo del settore sudoccidentale dei M.ti Lepini (a: 1954, b: 1992) realizzate secondo la legenda CORINE Land Cover livello III.
 Land cover maps for the analyzed period (a: 1954, b: 1992) of the western range of the Lepini Mountains. The legend is CORINE Land Cover III level.

mento si registra anche per le superfici artificiali (*Edificato urbano continuo*, *Edificato urbano discontinuo*, *Aree estrattive*), che adesso cominciano ad avere una certa importanza nel bilancio territoriale. La tendenza è invece opposta per le aree destinate in passato alle attività agricole, nelle quali si registra una notevole riduzione nelle percentuali di questa categoria di copertura del suolo.

Dall'analisi della matrice di transizione (Tab. 1), il tasso di cambiamento per l'intera area risulta essere del 37,5%. In Fig. 4 vengono sinteticamente rappresentate le caratteristiche del cambiamento del paesaggio avvenute durante il periodo in esame. Le

superfici artificiali che nel 1954 risultavano antropizzate, come era prevedibile, non hanno subito variazioni. Cambiamenti significativi si sono verificati invece per le tipologie agricole. Ad esempio, i *Vigneti* si sono ridotti al 3,6%, cedendo alle *Terre arabili* ben il 41% ed il 38% alle *Aree agricole a struttura complessa*. I grandi appezzamenti di vigne esistenti negli anni '50, sono stati frammentati e ridotti in estensione e dunque buona parte è stato assorbito dalla categoria *Aree agricole a struttura complessa*. I *Pascoli* abbandonati sono stati sostituiti in parte dai *Boschi di latifoglie* (21,4%) e dalla *Aree di transizione cespugliato-bosco* (13,8%). L'urbanizzazione (*Edificato urbano*

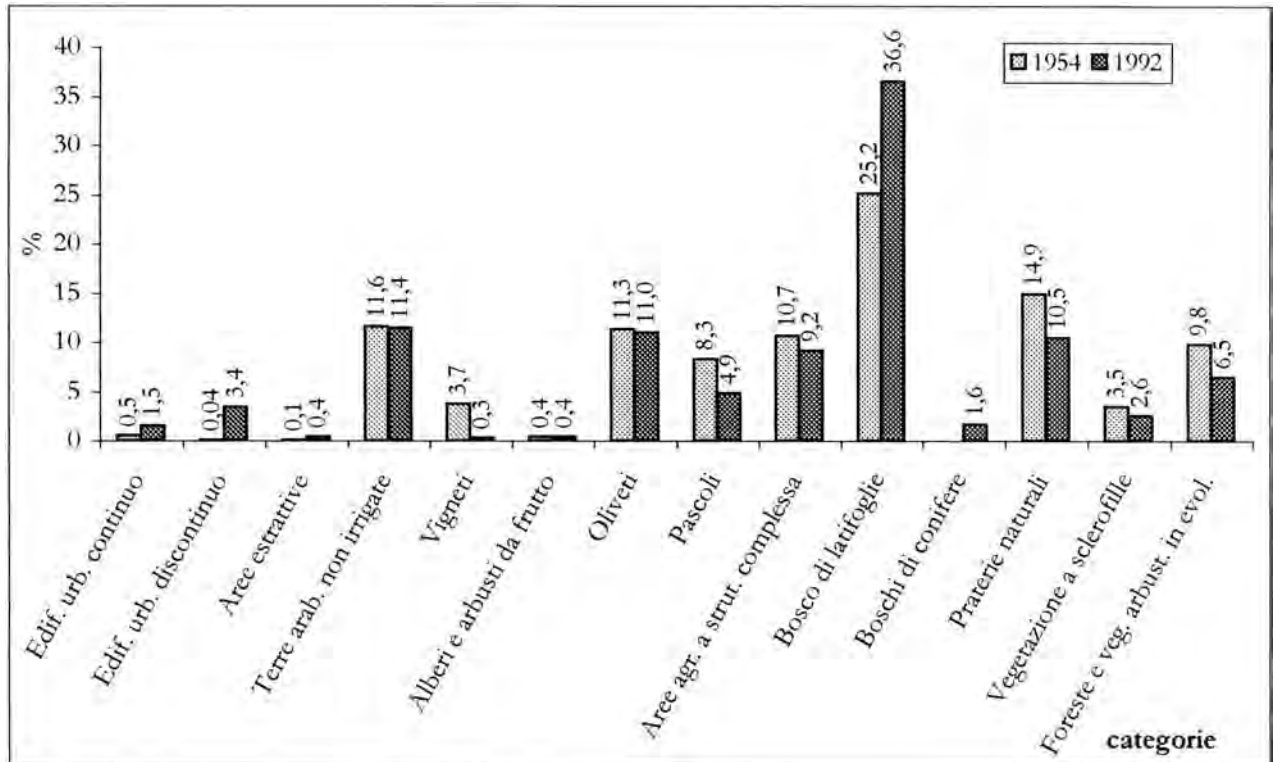


Fig. 3

Percentuale di ogni categoria di copertura del suolo nel 1954 e nel 1992. (CORINE Land Cover livello III) nell'intera area indagata.

Percent of each CORINE Land Cover category (level III) for the analyzed period (1954 and 1992) in the entire landscape extent.

discontinuo) si è espansa sulle aree più favorevoli all'insediamento umano, guadagnando il 19,2% dalle *Aree agricole a struttura complessa*. Nella categoria *Aree forestali e seminaturali* è cospicua la crescita dei *Boschi di latifoglie* che, non solo rimangono quasi inalterati in gran parte dell'area di distribuzione che occupavano nel '54 (95,9%), ma si espandono a scapito soprattutto delle *Praterie naturali* per il 20,6%, delle *Aree di transizione cespugliato-bosco* per il 55,8% e dei già citati *Pascoli*. La *Vegetazione a sclerofille* è stata interessata dall'impianto artificiale di conifere per il 7,4%. E' da ricordare che nella categoria *Vegetazione a sclerofille* sono state inserite le formazioni ad *Ampelodesmos mauritanicus*, e che i rimboschimenti, che non esistevano nel 1954, attualmente si presentano soprattutto su queste formazioni del settore mediterraneo della catena montuosa. E' rimasto ben poco di ciò che nel 1954 appariva come *Aree di transizione cespugliato-bosco* (18,3%), che si è trasformato per gran parte in *Boschi di latifoglie* (55,8%). Le dette aree di transizione si sono invece insediate su alcune aree che in precedenza erano di pertinenza della *Vegetazione a sclerofille* (29,7%), dei *Pascoli* (13,8%) e delle *Praterie naturali* (11,8%).

Analisi dei cambiamenti nei Sottosistemi di paesaggio

La sovrapposizione della carta dei Sottosistemi di

paesaggio (Fig. 1a) con le carte di copertura del suolo al terzo livello di CORINE (Fig. 2), ha permesso di fare alcune considerazioni sulla dinamica in atto sui M.ti Lepini. In Tab. 2 viene indicato, per ogni Sottosistema di paesaggio, il numero di tipologie presenti (N) e la categoria maggiormente rappresentata al suo interno, vale a dire la classe dominante. Da quest'analisi risulta evidente una netta differenza tra i Sottosistemi di paesaggio della Regione mediterranea e quelli della Regione temperata. Infatti, i Sottosistemi della Regione mediterranea interessati da morfologie pianeggianti e collinari, sono più idonei alle attività antropiche che nel tempo si sono intensificate; basti osservare il Sottosistema 123 (*Conoidi con detriti di falda e terre rosse a clima mesomediterraneo inferiore/subumido superiore*.) dove l'*Edificato urbano discontinuo*, estendendosi con un 22,3%, sostituisce la classe dominante nel 1954 corrispondente alle *Aree agricole complesse* che avevano un 36,8% di copertura. Da notare però che, in ambito collinare, anche nella Regione mediterranea è sempre il recupero della vegetazione naturale a caratterizzare la dinamica territoriale. Ad esempio nel Sottosistema 122 (*Versanti calcarei a clima mesomediterraneo inferiore/umido inferiore*) si passa da un paesaggio caratterizzato dalle *Praterie naturali* per il 27,5% ad uno dominato dai *Boschi di latifoglie* per il

TABELLA 1

Matrice di transizione del paesaggio dei M.ti Lepini sudoccidentali dal 1954 al 1992. I caratteri normali e quelli in neretto rappresentano rispettivamente i valori percentuali di cambiamento e di stabilità.

Transition matrix that represents the percent cover changes in the study area for the period of observation (1954 and 1992). The normal and bold character indicate the transition and the retention percent of each cover class respectively.

1954 \ 1992	Edif. urb. continuo	Edif. urb. discontinuo	Arece estrattive	Terre arabili non irrigate	Vigneti	Alberi e arb. da frutto	Oliveti	Pascoli	Arece agr. a strutt. compl.	Boschi di latifoglie	Boschi di conifere	Praterie naturali	Vegetazione sclerofille	Arece di trans. cesp.-bosco
Edif. urb. continuo	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Edif. urb. discontinuo	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arece estrattive	0	0	92,4	0	0	0	0	0	0	0	0	7,6	0	0
Terre arabili non irrigate	2,8	5,1	0	80,6	1,1	0	2,5	0	4,6	1,1	0	0	0	2
Vigneti	0,5	4,5	0,6	41	3,6	0,9	2,9	1,7	38	5,9	0	0	0	0
Alberi e arb. da frutto	4,7	0,7	1	0,9	0	65	7,5	4,1	3	13	0	0	0	0
Oliveti	2,1	2,2	0	1,1	0	0	67	0,2	15,4	6,6	0	0,7	1,6	2,2
Pascoli	1,7	0	0	0,6	0	0,8	4,6	46,6	2,5	21,4	0,6	6,7	0	13,8
Arece agr. a strutt. compl.	1,5	19,2	0	2,1	0	0	16,7	2,4	47,5	9	0	0	0	0
Boschi di latifoglie	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	95,9	0	1	0	0,9
Boschi di conifere	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Praterie naturali	0	0,6	0	0	0	0	2,7	2,7	0	20,6	2,1	55,6	2,9	11,8
Vegetazione sclerofille	0	2,7	0	0	0	0	6,3	0,5	0,7	5	7,4	9,3	37,8	29,7
Arece di trans. cesp. bosco	0	0,6	0	0,5	0	0	1,2	0,9	0	55,8	5,4	10,7	5,7	18,3

36,3%. I Sottosistemi della Regione temperata invece sono stati interessati da un generale incremento della copertura forestale che ha interessato il piano collinare e montano. Da notare quindi che, in entrambe le Regioni, il recupero della vegetazione forestale avviene nel piano collinare-montano nei Sottosistemi di paesaggio (Fig. 1a) dove attualmente, come si può vedere dalla carta della vegetazione/copertura del suolo (Fig. 1b), sono presenti i *Boschi a dominanza di Ostrya carpinifolia* e i *Boschi a dominanza di Quercus cerris e Q. pubescens*. Anche il numero di tipologie presenti nei vari Sottosistemi rispecchia le differenze esistenti tra le due regioni. Il recupero della vegetazione forestale nella Regione temperata ha determinato una tendenza all'omogeneizzazione del paesaggio, mantenendo costante il

numero di tipologie presenti nei vari Sottosistemi di paesaggio (Tab. 2). Le attività antropiche invece, sviluppatesi maggiormente in ambito mediterraneo, hanno portato ad un aumento del numero di tipologie e quindi della frammentazione nei Sottosistemi di questa regione.

L'analisi multitemporale della catena occidentale dei Monti Lepini, ha messo in evidenza dei processi connessi in parte con una generale tendenza verificatasi su vaste zone dell'Appennino centrale (GASPERINI, 1993; MARCHETTI, GUSMEROLI, 1994; FORTINI *et al.*, 1995; BLASI *et al.*, 2001b). Si è verificato da una parte un progressivo declino dell'economia montana a favore dell'urbanizzazione, dall'altra un recupero della vegetazione forestale laddove la pressione antropica si è allentata. E' però da sottolineare che nei

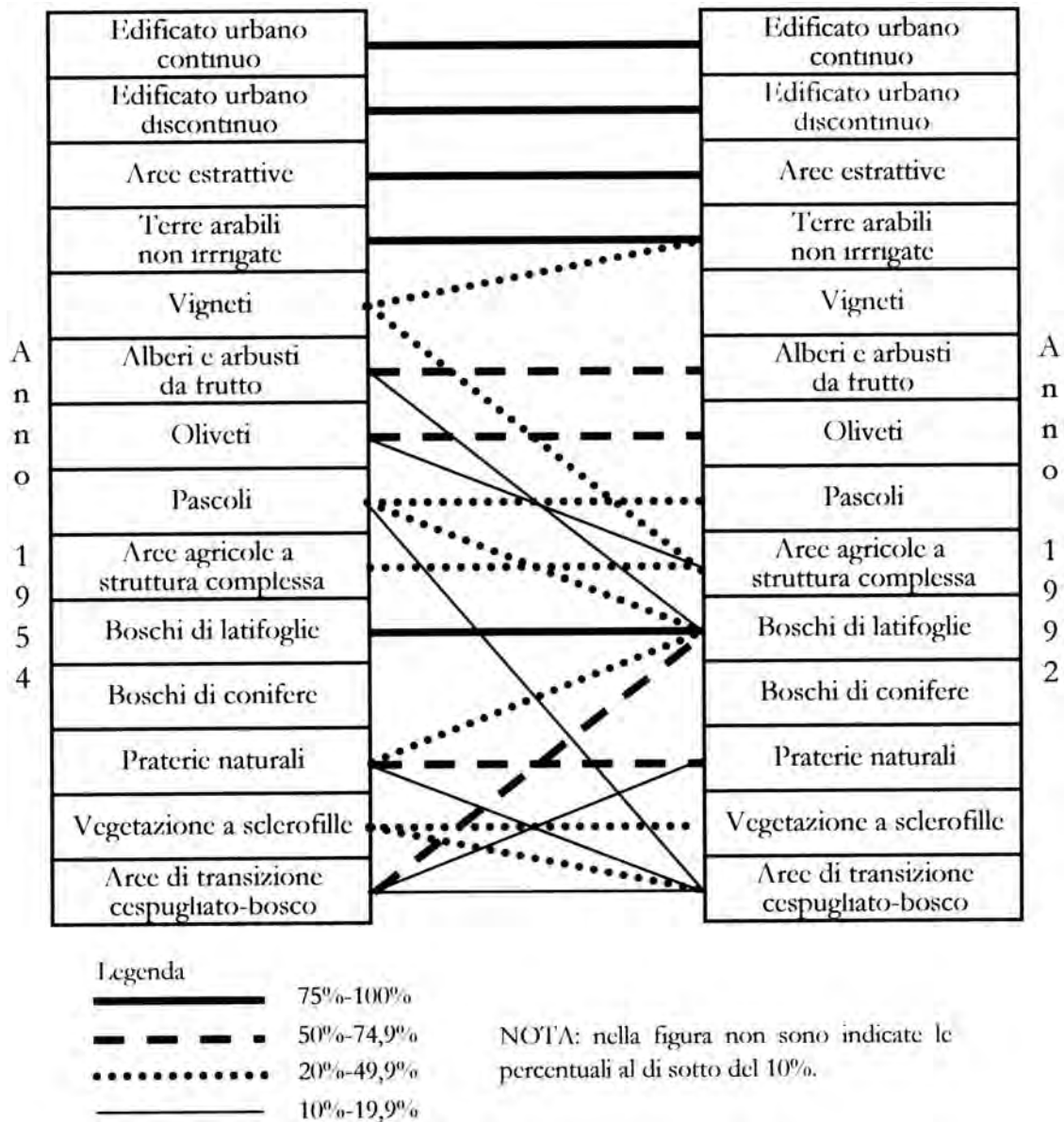


Fig. 4

Cambiamenti del paesaggio del settore sudoccidentale dei M.ti Lepini Le linee indicano le percentuali di variazione o di stabilità dal 1954 al 1992.

Landscape change of the western range of the Lepini Mountains. The different line types indicate the stability or change from 1954 to 1992.

Note: the percent values under 10% are not drawn.

Monti Lepini questa tendenza non è così pronunciata. In molte zone dell'Appennino centrale si è assistito, dal dopoguerra ad oggi, a vere e proprie ondate migratorie della popolazione montana verso le aree urbane, con conseguente abbandono delle attività agro-silvo-pastorali, crisi nel settore zootecnico ed un forte recupero della vegetazione naturale potenziale. Sui Monti Lepini questo fenomeno si è verificato ma non ha comportato cambiamenti drastici nel paesaggio. Le cause di questa peculiarità nella dinamica del paesaggio, sono da ricercare nelle caratteristiche fisiche e biologiche di questo territorio; il clima favorevole (la copertura nevosa è presente per un periodo

dell'anno molto limitato ed interessa solo le zone più elevate), le quote non particolarmente elevate (quasi la metà dell'area si trova al di sotto dell'isoipsa 500 m), la risorsa acqua e la vicinanza alle fertili pianure della Valle del Sacco, della Valle dell'Amaseno e della Pianura Pontina, hanno sicuramente favorito ed incoraggiato l'insediamento su queste montagne in passato come adesso. In altre parole, il bosco ha diffuso la sua presenza un po' ovunque ma lo ha fatto in modo evidente nel piano collinare e montano della Regione temperata. Invece, nella Regione mediterranea si assiste ad un'affermazione delle attività antropiche, soprattutto nei Sottosistemi di paesaggio che

TABELLA 2

Tabella sintetica dei principali cambiamenti verificatisi all'interno di ogni unità di paesaggio. Vengono riportati la classe dominante (p_{max}) ed il numero di categorie di copertura del suolo (N) presenti in ogni sottosistema per entrambi le date analizzate (1954 e 1992).

This table synthesizes the landscape change inside each land facet for the analyzed period. The percent cover of the dominant class (p_{max}) and land facet richness (N) for the two periods of observation is reported.

Sottosistemi	N		P_{max}	
	1954	1992	1954	1992
111	7	9	45,90% Arce agr. a struttura complessa	48,20% Arce agr. a struttura complessa
112	4	3	74,20% Arce agr. a struttura complessa	84% Arce agr. a struttura complessa
121	10	12	30,30% Vegetazione a sclerofille	25,60% Vegetazione a sclerofille
122	9	11	27,50% Praterie naturali	36,30% Boschi di latifoglie
123	9	9	36,80% Arce agr. a struttura complessa	22,30% Edif. urbano discontinuo.
124	3	7	76,50% Pascoli	62,70% Pascoli
125	7	10	41,10% Boschi di latifoglie	46,20% Boschi di latifoglie
131	8	7	60,70% Terre arabili non irrigue	55,60% Terre arabili non irrigue
211	8	8	67,10% Terre arabili non irrigue	74,20% Terre arabili non irrigue
221	4	4	59,20% Boschi di latifoglie	67,70% Boschi di latifoglie
222	6	7	49,20% Boschi di latifoglie	66,90% Boschi di latifoglie
223	10	9	50,30% Boschi di latifoglie	66,50% Boschi di latifoglie
224	9	9	36,40% Boschi di latifoglie	44,60% Boschi di latifoglie
225	4	4	44,70% Boschi di latifoglie	52,30% Boschi di latifoglie
231	7	5	37,10% Boschi di latifoglie	45,80% Terre arabili non irrigue
232	4	4	41% Pascoli	39,40% Pascoli
241	6	7	78,50% Terre arabili non irrigue	71,30% Terre arabili non irrigue

111 Altopiani vulcanici tufacei a clima mesomediterraneo/subumido superiore

112 Incisioni fluviali con terre nere umifere a clima mesomediterraneo inferiore/subumido superiore

121 Rilievi collinari a clima mesomediterraneo inferiore/subumido superiore

122 Versanti calcarei a clima mesomediterraneo inferiore/umido inferiore

123 Conoidi con detriti di falda e terre rosse a clima mesomediterraneo inferiore

124 Piani carsici con terre rosse a clima mesomediterraneo inferiore

125 Bacini e conche con accumulo di piroclastiti a clima mesomediterraneo inferiore/umido inferiore

131 Fondovalle alluvionali con depositi ghiaioso-sabbioso-argillosi a clima mesomediterraneo

211 Altopiani vulcanici tufacei a clima collinare inferiore/umido inferiore

221 Rilievi sommitali della dorsale calcarea a clima montano inferiore/umido superiore

222 Versanti calcarei a clima collinare superiore/iperumido

223 Rilievi collinari a clima collinare inferiore/umido superiore

224 Bacini e valli con accumulo di piroclastiti a clima collinare inferiore/umido superiore

225 Piani carsici con depositi piroclastici a clima collinare superiore/iperumido

231 Rilievi collinari a clima collinare inferiore/umido inferiore

232 Zone pedemontane a clima collinare superiore/iperumido

241 Fondovalle alluvionali con depositi sabbiosi-argillosi a clima collinare inferiore

interessano i settori pianeggianti i quali risultano destinati, per la quasi totalità, ad usi agricoli.

CONCLUSIONI

L'analisi multitemporale eseguita ha permesso di ottenere una descrizione complessiva e dettagliata del territorio e della sua evoluzione temporale. Inoltre la valutazione effettuata nell'ambito dei singoli Sottosistemi di paesaggio, supportata dall'informazione fornita dalla cartografia di dettaglio della copertura vegetale, è risultata un mezzo utile per localizzare le dinamiche in atto ed ipotizzarne le cause. La conoscenza dello stato di conservazione di unità ecologiche omogenee porta ad un arricchimento dell'informazione che supera la semplice constatazione dei cambiamenti in atto e consente il riconoscimento dei fattori fisici, biologici e antropici responsabili dell'evoluzione del territorio. Il corretto uso di questi mezzi consente di eseguire uno studio accurato dei rapporti che l'uomo ha instaurato nel tempo con le risorse produttive naturali presenti in un dato territorio, e di individuare così non solo i fattori ambientali che regolano l'assetto territoriale, ma anche gli elementi particolarmente vulnerabili e da sottoporre a tutela. Quindi, l'integrazione fra la classificazione territoriale gerarchica e l'analisi multitemporale, viene ad assumere un'importanza rilevante sia come mezzo di valutazione della situazione territoriale che come strumento di monitoraggio nel tempo e di gestione ambientale, rispondendo in questo modo alle esigenze della progettazione e pianificazione ambientale.

LETTERATURA CITATA

- A.A.V.V., 1993 - *Land Cover. Guide technique*. CECA-CEE-CEEA. Bruxelles.
- BLASI C., 1994 - *Fitoclimatologia del Lazio*. Fitosociologia, 27: 151-175.
- BLASI C., ACOSTA A., PAURA B., DI MARTINO P., GIORDANI D.M., DI MARZIO P., FORTINI P., CARRANZA M.L., 2000c - *Classificazione e cartografia del paesaggio: i sistemi e i sottosistemi di paesaggio del Molise*. Inform. Bot. Ital., 32 Suppl. 1: 15-20.
- BLASI C., CARRANZA M.L., FRONDONI R., DI MARZIO P., 2000b - *Classificazione gerarchica del territorio e definizione della qualità ambientale*. IAED, Doc. 4, "Conoscenza e riconoscibilità dei luoghi". GIS DAY, Roma, 15 novembre 2000. Edizioni Papageno, Palermo.
- BLASI C., CARRANZA M.L., FRONDONI R., ROSATI L., 2000a - *Ecosystem classification and mapping: a proposal for Italian Landscape*. Appl. Veg. Sci., 3: 233-242.
- BLASI C., FORTINI P., CARRANZA M.L., RICOTTA C., 2001b - *Analisi della diversità del paesaggio vegetale e dei processi di recupero nella media valle dell'Aniene (Appennino centrale, Lazio)*. Fitosociologia, 38 (1): 3-11.
- BLASI C., MILONE M., GUIDA D., DE FILIPPO G., DI GENNARO A., LA VALVA V., NICOLETTI D., 2001a - *Ecologia del paesaggio e qualità ambientale del Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano*. Documenti Territorio, 46, anno XIV.
- DUNN C.P., SHARPE D.M., GUNTENSPERGEN G.R., STEARNS F. & YANG Z., 1990 - *Methods for Analyzing Temporal Changes in Landscape Pattern*. In: TURNER M.G. & GARDNER R.H. (Eds.) "Quantitative methods in landscape ecology". Springer-Verlag, New York.
- ESRI, 2000 - *ArcView 3.2*. California, USA.
- FORMAN R.T.T. & GODRON M., 1986 - *Landscape Ecology*, Wiley & Son, New York.
- FORMAN R.T.T., 1995 - *Land mosaics. The ecology of landscape and regions*. Cambridge University Press.
- FORTINI P., DI PIETRO R., BLASI C., 1995 - *Lo studio dei processi di riforestazione naturale applicato alla progettazione ambientale*. Quaderno 2 - Atti del 2° seminario IAED, 115-135. CIPLA, Perugia.
- GASPERINI S., 1993 - *Dinamica delle colture forestali in un comune appenninico dal 1780 ad oggi*. Monti e Boschi, 5: 21-31.
- GOMARASCA M.A., 1997 - *Introduzione a telerilevamento e GIS per la gestione delle risorse agricole e ambientali*. A.I.T. Varese.
- JOHNSTON C.A., 1998 - *Geographic Information System in Ecology*. Blackwell Science, Oxford.
- KIENAST F., 1993 - *Analysis of historic landscape patterns with a Geographical Information System - a methodological outline*. Landscape Ecology, 8(2): 103-118.
- KLIJN F. & HUDO DE HAES H.A., 1994 - *A hierarchical approach to ecosystems and its implications for ecological land classification*. Landscape Ecology, 9(2): 89-104.
- LUQUE S.S., LATHROP R.G. & BOGNAR J.A., 1994 - *Temporal and spatial changes in an area of the New Jersey Pine Barrens landscape*. Landscape Ecology, 9(4): 287-300.
- LUQUE S.S., 2000 - *The challenge to manage the biological integrity of nature reserves: a landscape ecology perspective*. International Journal of Remote Sensing, 21(13&14): 2613-2643.
- MARCHETTI M., GUSMEROLI E., 1994 - *Evoluzione del paesaggio forestale dell'Appennino laziale: analisi storica e modificazioni in corso*. Studi sul territorio, Annali di Botanica (Roma), LII (suppl. 11): 383-411.
- NAGAIKE T. & KAMITANI T., 1997 - *Factors affecting changes in a landscape structure dominated by both primary and coppice forests in the Fagus crenata forest region on Central Japan*. J. For. Res., 2: 193-198.
- RESCIA A.J., SCHMITZ M.F., MARTÍN DE AGAR P., DE PABLO C.L., ATAUARI J.A. & PINEDA F.D., 1994 - *Influence of landscape complexity and land management on woody plant diversity in northern Spain*. Journal of Vegetation Science, 5: 505-516.
- RICOTTA C., CARRANZA M.L., AVENA G., BLASI C., 2000 - *Quantitative comparison of the diversity of landscapes with actual vs. potential natural vegetation*. Appl. Veg. Sci., 3: 157-162.
- , 2002 - *Are potential natural vegetation maps a meaningful alternative to neutral landscape models?* Appl. Veg. Sci., 5: 271-275.
- SIMPSON J.W., BOERNER R.E.J., DE MERS M.N., BERNS L.A., ARTIGAS F.J. & SILVA A., 1994 - *Forty-eight years of landscape change on two contiguous Ohio landscapes*. Landscape Ecology 9(4): 261-270.
- SMIRAGLIA D., CARRANZA M.L., RICOTTA C., BLASI C., 2001 - *Analisi diacronica e valutazione dello stato di conservazione del paesaggio*. Atti della 5° Conferenza ASITA. Rimini. Italia. Atti del congresso: 1381-1386.
- TURNER M.G., RUSCHER C.L., 1988 - *Changes in landscape patterns in Georgia, USA*. Landscape Ecology, 1(4): 241-251.
- TURNER M.G. & GARDNER R.H., 1990 - *Quantitative methods in landscape ecology*. Springer-Verlag, New

York.

VOS W., 1993 - *Recent landscape transformation in the Tuscan Apennines caused by changing land use.* Landscape and Urban Planning, 24: 63-68.

ZONNEVELD I.S., 1995 - *Land Ecology.* SPB Academic Publishing, Amsterdam.

RIASSUNTO - Un paesaggio costituisce un'unità ecologica dinamica in struttura e funzione. La configurazione spaziale dei diversi elementi del paesaggio e i loro cambiamenti nel tempo possono essere attribuiti ad una combinazione di fattori ambientali e attività umane, ognuna delle quali opera a scale spaziali e temporali diverse. Variazioni avvenute nella struttura del paesaggio possono portare un gran numero di conseguenze in funzioni importanti del mosaico ambientale. Nel presente lavoro viene proposta l'integrazione fra l'analisi multitemporale e la classificazione gerarchica del territorio allo scopo di identificare e chiarire gli effetti dei fattori ambientali ed

antropici sui cambiamenti della struttura del paesaggio. L'area di studio è rappresentata dal settore sudoccidentale dei M.ti Lepini (Italia centrale). Sono state prodotte due carte di copertura del suolo degli anni 1954 e 1992 (scala 1:50.000) al III livello del CORINE Land Cover, ed una carta di vegetazione/copertura del suolo attuale (scala 1:50.000) che presenta un approfondimento al IV livello della legenda del CORINE Land Cover per le aree naturali e seminaturali. Inoltre, attraverso la classificazione gerarchica del territorio, sono state individuate le unità ambientali *s.l.* (Regioni, Sistemi e Sottosistemi di paesaggio). Mediante l'uso di GIS è stato possibile quantificare il grado di cambiamento del paesaggio nell'intera area di studio e all'interno di unità funzionali dal punto di vista ecologico. I risultati ottenuti dimostrano come tale metodologia possa costituire un valido mezzo non solo per capire le dinamiche in atto ma anche come strumento di monitoraggio nel tempo e di gestione ambientale.

AUTORI

Carlo Blasi, Daniela Smiraglia, Dipartimento di Biologia Vegetale, Università di Roma "La Sapienza", Piazzale Aldo Moro 5, 00185 Roma, blasilab@uniroma1.it

Maria Laura Carranza, Dipartimento di Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e il Territorio, Università del Molise, Via Mazzini 8, 86170 Isernia, carranza@unimol.it*

**Autore di riferimento per la corrispondenza*