

LE PINETE DI PINO SILVESTRE COME TESTIMONI DELLE TRASFORMAZIONI DEL PAESAGGIO MONTANO IN PIEMONTE E VALLE D'AOSTA

Giorgio VACCHIANO (*), Matteo GARBARINO (*), Emanuele LINGUA (*), Renzo MOTTA (*)

(*) Dipartimento AGROSELVITER, Università di Torino, Via L. Da Vinci 44, 10095 Grugliasco (TO),
tel: 011 6705536, fax: 011 6705546, giorgio.vacchiano@unito.it

Riassunto

L'obiettivo di questo lavoro è confrontare gli effetti dell'abbandono dei terreni marginali sull'evoluzione delle pinete in due siti caratterizzati da un diverso contesto socio-economico e analizzare il contributo di tali dinamiche alle trasformazioni in atto a livello di paesaggio.

Il campione è formato da un'area di 3500 ha selezionata nei comuni di Toceno (VB) e St. Denis (AO). In ciascun sito, su un'area di circa 200 ha a dominanza di pino silvestre è stato condotto uno studio di ecologia del paesaggio attraverso l'analisi di aerofotogrammi storici. L'entità e le caratteristiche spaziali dei cambiamenti che hanno interessato le pinete nel cinquantennio considerato sono state descritte mediante indici sintetici (*landscape metrics*). Sono state confrontate le dinamiche che hanno caratterizzato i due siti di studio e, applicando la medesima metodologia alla totalità del paesaggio, è stata quantificata l'influenza esercitata dai processi in atto nelle pinete sui mutamenti del paesaggio nel suo complesso.

L'espansione della superficie forestale legata all'abbandono delle terre marginali è un dato costante; tuttavia, il *pattern* con cui avviene la colonizzazione arborea differisce significativamente a seconda del contesto stazionale e socio-economico.

Abstract

Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands occupy more than 28,000 ha in western Italian Alps. Due to their early-seral character, they are highly sensitive to land use change. Therefore, they can be considered effective markers of landscape dynamics taking place on middle-elevation, continental mountain slopes.

This research aims at comparing the effect land abandonment had upon pine forests in two sites with different socio-economic backgrounds, and evaluating the extent to which transformations in scots pine cover contributed in overall landscape dynamics.

Two 3500 ha sites were selected in Piemonte (Toceno, VB) and Valle d'Aosta (St. Denis, AO). In each of them we selected a 200-ha window with dominant scots pine cover. Historical aerial images of the study areas were acquired, orthorectified and run through an object-oriented classification. Landscape metrics allowed us to analyze changes in extent and pattern of the forested areas over the last 50 years. We applied the same method to the full-extent landscape and assessed the contribution of pine-related processes on overall landscape dynamics.

Forest expansion due to abandonment of marginal land is a consistent occurrence in both sites. Patterns of tree colonization differ according to site and socio-economic variables.

Introduzione

Il pino silvestre (*Pinus sylvestris* L.) è tra le specie forestali più diffuse nelle Alpi occidentali; in Piemonte e Valle d'Aosta le pinete pure occupano una superficie di oltre 28.000 ettari (I.P.L.A., 2003, 2004), cui occorre aggiungere le formazioni miste, rappresentate soprattutto da querceti, e quelle a partecipazione di pino.

Le caratteristiche autoecologiche della specie fanno sì che essa possa comportarsi sia da specie pioniera, a rapido accrescimento e pronta disseminazione in stazioni più fertili e in presenza di luce abbondante, che da specie definitiva, qualora le limitazioni stazionali contribuiscano a ridurre la competitività delle specie più tolleranti. Nei settori continentali più asciutti delle vallate alpine il pino silvestre è considerato specie stabile (Ozenda, 1985).

Tra i processi dinamici che hanno interessato le pinete negli ultimi decenni, l'abbandono dei terreni marginali verificatosi sulle Alpi a partire dal secondo dopoguerra ha determinato un aumento generalizzato della superficie forestale, specialmente nel piano montano (Bätzing et al., 1996; Pelleri, Sulli, 1997; Garbarino, Pividori, 2006). Il pino silvestre, capace di una rapida colonizzazione dei coltivi e dei pascoli abbandonati, occupa oggi una superficie assai più ampia rispetto al secolo scorso (Plumettaz Clot, 1988; Barbero et al., 1990), ed è tuttora in fase di espansione.

Anche i cambiamenti climatici attualmente in corso possono esercitare una grande influenza sulla distribuzione e la struttura dei popolamenti, direttamente accelerando il processo di afforestazione mutando le condizioni di germinazione e sviluppo della specie, o indirettamente modificando i regimi di disturbo naturale (Rebetez, Dobbertin, 2005).

L'ampio areale occupato, la sua velocità di risposta ai cambiamenti di uso del suolo e la relazione tra attività antropica e persistenza della specie (Gobet et al., 2003), rendono la conoscenza dei processi in atto e del loro effetto sullo stato attuale e sulla evoluzione futura delle pinete, necessaria per una gestione delle pinete capace di valorizzarne le diverse funzioni.

Gli obiettivi di questo studio sono: a) descrivere i cambiamenti di uso del suolo avvenuti negli ultimi 50 anni in aree montane a prevalenza di pino silvestre, analizzando le variazioni nel tempo in estensione (*extent*) e struttura (*pattern*) delle pinete; b) confrontare gli effetti dell'abbandono dei terreni marginali sull'evoluzione delle pinete in due siti caratterizzati da un diverso contesto socio-economico; c) analizzare il contributo di tali dinamiche alle trasformazioni in atto a livello di paesaggio.

Materiali e metodi

Le due aree di studio scelte sono situate a St. Denis (AO), nella bassa Val d'Aosta, e Toceno (VB), in Val Vigezzo. Una descrizione completa delle aree di studio è presente in Garbarino et al. (2006). Foto aeree storiche pancromatiche (Volo Gai 1954) ed ortofoto del Volo IT2000 sono state messe a confronto (Ihse, 1995). Ad una fase di ortorettifica delle immagini storiche, effettuata tramite il *software* PCI Geomatica 9, è seguita una fotointerpretazione e relativa classificazione semi-automatica ottenuta con il *software* eCognition 4 (Benz et al., 2004). Queste due fasi del lavoro hanno permesso di ottenere 4 carte dell'uso del suolo (2 per ogni sito), classificato secondo le categorie di "bosco" e "non-bosco". In ogni area di studio si è operato in parallelo sull'intero paesaggio (circa 3500 ha) e su una finestra di 200 ha selezionata in corrispondenza di aree a predominanza di pino silvestre, cioè aventi il 70% o più della superficie occupata da pinete secondo i dati dei Piani Forestali Territoriali della regione Piemonte (I.P.L.A., 2003). Attraverso il calcolo di indici di classe e di paesaggio (McGarigal, Marks, 1995) è stato possibile confrontare le dinamiche e la struttura paesaggistica dell'intera area e verificare su una finestra di dettaglio il contributo dei processi che hanno interessato i popolamenti di pino silvestre su tali dinamiche.

Risultati

L'analisi localizzata sulle pinete mostra che il paesaggio presentava caratteristiche simili all'inizio del periodo di studio (1954) nei due siti, specialmente per quanto riguarda la categoria "boschi" che

occupava tra il 60 e il 70% della superficie analizzata. Le aree scelte rappresentano un'interfaccia tra il bosco continuo e le zone allora a maggiore influenza antropica (figura 1a). Sono state analizzate tre categorie di indici, riguardanti rispettivamente la frammentazione, la distribuzione spaziale e la complessità di forma degli elementi paesaggistici. La variazione degli indici relativamente al periodo analizzato è riportata alla tabella 1.

Si assiste ad un generalizzato aumento della superficie forestale, assai più cospicua nell'area di Toceno (bosco: +50%; non-bosco: -73%). Il processo di afforestazione differisce tuttavia nel *pattern* (schema): a St. Denis la densità degli elementi forestali aumenta significativamente, a Toceno diminuisce di oltre la metà; una dinamica simile è stata osservata, seppur attenuata, anche a scala di paesaggio (Densità delle *Patch* rispettivamente +30% e +3%). La dimensione media delle *patch* varia in modo inversamente proporzionale alla loro densità, aumentando decisamente a Toceno (+200% *patch* forestali, +40% complessivamente); ancora una volta, sono i cambiamenti a carico della classe boscata ad influire maggiormente sulle dinamiche di paesaggio (tabella 1). A St. Denis si conservano in numero diverse *patch* non boscate, ma queste sono ridotte in dimensioni (Area media: -30%).

Gli indici di aggregazione mostrano una polarizzazione nel mosaico delle *patch*, soprattutto nel paesaggio di Toceno (Contagio: +58%); qui la rarefazione degli elementi non boscate è documentata dall'aumento della Distanza media tra elementi (+102%). A St. Denis invece il mosaico forestale si infittisce (Distanza Media: -32% per gli elementi boscate), determinando solo una moderata aggregazione tra classi a scala di paesaggio (Contagio: +15%). La medesima tendenza si osserva nell'analisi effettuata sull'intero versante (moderata frammentazione a St. Denis, aggregazione di elementi a Toceno).

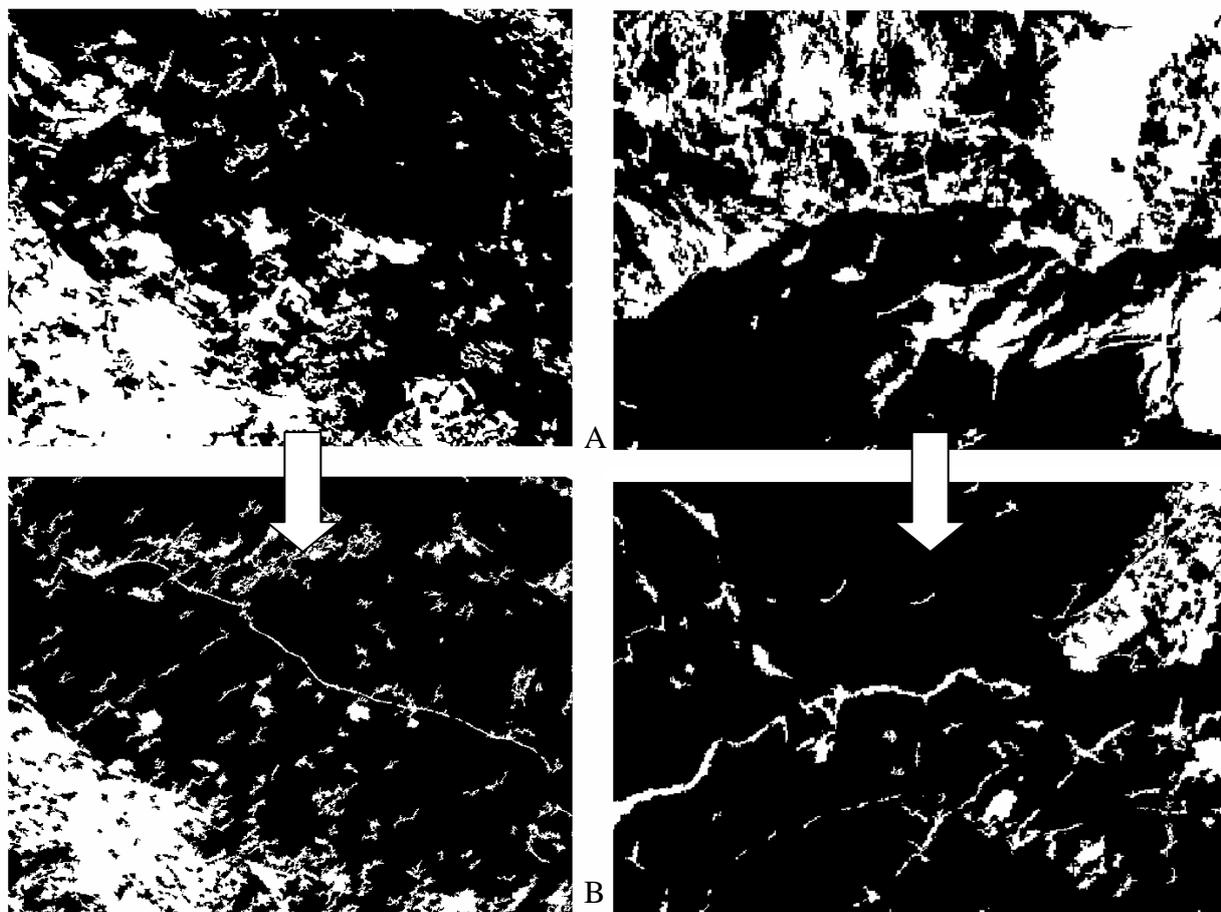


Figura 1 – Carta dell'uso del suolo nel 1954 (A) e nel 2000 (B). Sito: St. Denis (AO) a sinistra, Toceno (VB) a destra. Classi di copertura: "bosco" in nero, "non-bosco" in bianco.

Considerando gli indici di complessità della forma (DCAD e PAFRAC) notiamo un aumento di complessità a tutti i livelli a Toceno, specialmente a carico degli elementi boscati (DCAD +350%). Anche nel sito valdostano la complessità delle forme è in aumento, anche se si mantiene contenuta rispetto a Toceno specialmente per le *patch* forestali (PAFRAC). Se l'area analizzata viene estesa alla totalità del versante, l'aumento di complessità delle forme è ulteriormente limitato in entrambi i siti.

Discussione

Dinamica comune ad entrambe le stazioni è una significativa espansione della superficie boscata; tuttavia, i risultati delle analisi evidenziano che tale processo è avvenuto secondo modalità differenti. A St. Denis le *patch* di neoformazione sono piccole e numerose, segno di un'afforestazione a "macchia di leopardo", risultante dalla creazione di nuovi elementi in aree non boscate. Il nuovo mosaico del paesaggio è solo moderatamente aggregato, e si presenta altrettanto fitto rispetto a quello originario.

A Toceno l'aumento della dimensione media delle *patch* boscate è accompagnato da una significativa riduzione delle dimensioni delle *patch* non boscate (da 0.6 a 0.2 ha in media), che cedono il ruolo di matrice del paesaggio alla componente forestale. Gli elementi preesistenti si espandono mantenendo quasi invariata la maglia delle tessere boscate; al contrario, scompaiono quelle sfruttate o mantenute dall'uomo. L'espansione forestale è qui frutto dell'ingrandimento e dell'aggregazione di elementi preesistenti (a "macchia d'olio"). I confini netti determinati dalla presenza antropica sul territorio sono stati sostituiti dall'espansione irregolare del bosco di neoformazione e delle *patch* di rinnovazione di pino, caratterizzate da un'espansione più caotica (Mladenoff et al. 1993). Grazie anche alle più favorevoli condizioni stazionali e climatiche, il territorio è stato completamente colonizzato dalla pineta (figura 1b); il mosaico che caratterizzava il paesaggio cinquanta anni or sono è andato quasi completamente perduto. L'accentuata polarizzazione tra le 2 classi può essere inoltre considerata segno di un abbandono più spinto (Antrop, 2004).

I medesimi cambiamenti che hanno interessato le pinete si possono riscontrare, seppure con intensità più modeste, a scala di versante. Il fatto che alcuni indici rimangano invariati a distanza di 50 anni è legato al fatto che estese aree con coperture non forestali si conservino tali, a causa delle limitazioni stazionali legate alla morfologia.

Le dinamiche osservate trovano giustificazione in fattori extra-ecologici, e in particolare nel differente *background* socio-economico che caratterizza i due siti. Una più capillare diffusione sul territorio della presenza e dell'attività antropica, unita a incentivi economici alla residenza e al presidio del territorio, fanno sì che a St. Denis l'abbandono riguardi piccole zone disgiunte. I nuclei di neoformazione possono insediarsi rapidamente ma in modo discontinuo, e rimangono alternati ad aree attivamente mantenute dalla presenza umana. A Toceno, di converso, i pochi centri urbani presenti sul territorio sono assai localizzati e lasciano attorno a sé ampie aree marginali disponibili all'abbandono e alla successione secondaria; il processo inoltre è accentuato dalla più sfavorevole situazione economica e dalla maggiore fertilità stazionale capace di accelerare i processi ecologici in atto.

Conclusioni

Due stazioni a dominanza di pino silvestre sono state analizzate tramite uno studio di ecologia del paesaggio. L'espansione della superficie forestale legata all'abbandono delle terre marginali è un dato costante, ma le modalità con cui avviene la colonizzazione arborea differiscono significativamente, pur originando da un *pattern* iniziale molto simile. Tali differenze sono imputabili sia a fattori stazionali che socio-economici.

In particolare, la specie ha mostrato il suo potenziale dinamico in due modi diversi, con un processo di ricolonizzazione massiccia e omogenea in un caso, frammentata e limitata alle aree lasciate libere da attività antropica nell'altro.

La scelta soggettiva dell'*extent* di analisi può determinare grandi variazioni nelle dinamiche osservate; tuttavia, il confronto dei risultati ottenuti dallo studio delle pinete con i processi in atto a scala di paesaggio hanno confermato che il pino silvestre è il principale elemento dinamico del territorio, e le trasformazioni che lo riguardano si ripercuotono, seppur con più modeste intensità, ad una scala ben maggiore del singolo popolamento.

L'utilizzo di due scale e due livelli di analisi consente di confrontare e integrare le informazioni relative ai processi in atto nel paesaggio con le dinamiche di dettaglio rilevate nell'ambito di una sola classe di copertura o una parte specifica di territorio. Le proprietà dinamiche di un determinato livello gerarchico esercitano i loro effetti al livello successivo e ne sono l'esplicazione.

Bibliografia

- Antrop M. (2004), "Landscape change and the urbanization process in Europe", *Landscape and Urban Planning*, 67: 9-26
- Barbero M., Bonin G., Loisel R., Quézel P. (1990), "Changes and disturbances of forest ecosystems caused by human activities in the western part of the Mediterranean basin", *Vegetatio*, 87: 151-173
- Bätzing W., Perlik M., Dekleva M. (1996), "Urbanization and depopulation in the Alps", *Mountain Research and Development*, 4: 335-350.
- Benz U.C., Hofmann P., Willhauck G., Lingenfelder I., Heyden M. (2004), "Multi-resolution, object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for GIS-ready information", *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, 58: 239-258
- Garbarino M., Pividori M. (2006), "Le dinamiche del paesaggio forestale: evoluzione temporale del bosco di neoformazione sui pascoli di Corte Pogallo – Parco Nazionale della Val Grande (VB)", *Forest@*, 3(2): 213-221.
- Garbarino M., Lingua E., Vacchiano G., Motta R. (2006), "Scots pine forests in the NW Italian Alps. What has changed in the last 50 years?", *Proceedings of the IUFRO Conference "Patterns and Processes in Forest Landscapes"*, Sept. 26-29, 2006, Locorotondo, Bari.
- Gobet E., Tinner W., Hochuli P.A., van Leeuwen J.F.N., Ammann B. (2003), "Middle to Late Holocene vegetation history of the upper Engadine (Swiss Alps). The role of Man and fire", *Vegetation History and Archaeobotany*, 12: 143-163
- I.P.L.A. (2003), *Manuale dei codici e protocolli*, I.P.L.A. S.p.A, Torino
- I.P.L.A. (2004), *Elaborazione di metodologie innovative per la pianificazione forestale in Valle d'Aosta con particolare riferimento alla multifunzionalità delle foreste*, I.P.L.A. S.p.A, Torino
- Ihse M. (1995), "Swedish agricultural landscapes – patterns and changes during the last 50 years, studied by aerial photos", *Landscape and Urban Planning*, 31: 21-37
- McGarigal K., Marks B.J (1995), *FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure*, USDA Forest Service, Portland
- Mladenoff D.J., White M.A., Pastor J., Crow T.R. (1993), "Comparing spatial pattern in unaltered old-growth and disturbed forest landscapes", *Ecological Applications*, 3: 294-306
- Ozenda P. (1985), *La végétation de la chaîne alpine dans l'espace montagnard européen*, Masson Editions, Paris
- Pelleri F., Sulli M. (1997), "Campi abbandonati e avanzamento del bosco. Un caso di studio delle Prealpi lombarde (Comune di Brinzio, Varese)", *Annali ISS*, 28: 89-126
- Plumettaz Clot A.C. (1988), *Phyto-écologie des pinèdes valaisannes et contribution à la taxonomie du genre Pinus* (tesi), Université de Lausanne
- Rebetez M., Dobbertin M. (2005), "Climate change may already threaten Scots pine stands in the Swiss Alps", *Theoretical and Applied Climatology*, 79(1-2): 1-9

		INDICI DI PAESAGGIO				INDICI DI CLASSE			
	Unità di misura	FINESTRA		TOTALE		Classe BOSCO		Classe NON BOSCO	
<i>Area di Studio</i>		<i>St.Denis</i>	<i>Toceno</i>	<i>St.Denis</i>	<i>Toceno</i>	<i>St.Denis</i>	<i>Toceno</i>	<i>St.Denis</i>	<i>Toceno</i>
<i>Grain</i>	<i>m</i>	<i>1 m</i>	<i>1 m</i>	<i>1 m</i>	<i>1 m</i>	<i>1 m</i>	<i>1 m</i>	<i>1 m</i>	<i>1 m</i>
<i>Extent</i>	<i>ha</i>	<i>196.8</i>	<i>198.1</i>	<i>3401.7</i>	<i>3726.5</i>				
Patch density (PD)	n 100ha ⁻¹	+4.7%	-28.9%	+30.4%	+3.4%	+29.9%	-52.4%	-5.7%	-13.4%
Area mean (AREA-MN)	ha	-4.5%	+40.7%	-22.2%	0.0%	-12.7%	+193.7%	-30.6%	-68.5%
Perimeter/Area Fractal Dimension (PAFRAC)	-	+36.5%	+18.5%	+20.0%	+15.0%	+0.9%	+4.6%	+56.9%	+24.9%
Disjunct Core Area (DCAD)	n 100ha ⁻¹	+100.0%	+200.0%	+26.6%	+15.7%	+100.0%	+350.0%	0.0%	-100.0%
Euclidean Nearest Neighbor Mean (ENN_MN)	m	-14.6%	+101.5%	-17.8%	+12.5%	-32.1%	-12.4%	-4.7%	+102.1%
Contagion (CONTAG)	%	+15.0%	+58.4%	-4.8%	+6.6%	/	/	/	/

Tabella 1 – Variazione relativa degli indici di paesaggio e di classe utilizzati nel presente studio, per il periodo 1954-2000.