



SILVOSISTEMICA E GESTIONE FORESTALE



ORAZIO CIANCIO
SUSANNA NOCENTINI

ACCADEMIA ITALIANA DI SCIENZE FORESTALI

2025



SILVOSISTEMICA E GESTIONE FORESTALE

**Orazio Ciancio
Susanna Nocentini**

ACCADEMIA ITALIANA DI SCIENZE FORESTALI

2025

In copertina: Lucio Susmel, 1951. Particolare di acquerello donato all'Accademia Italiana di Scienze Forestali.

ISBN 978-88-87553-20-8

© 2025 - Accademia Italiana di Scienze Forestali
Piazza T.A. Edison 11 - 50133 Firenze

INDICE

– Introduzione.....	5
– Teoria della conoscenza per l'operatività in bosco.....	9
– Breve storia della Selvicoltura	13
– Silvosistemica o Selvicoltura sistemica.....	23
– Principi informatori della Silvosistemica.....	33
– La Silvosistemica: una vera e propria rivoluzione scientifica ...	37
– Differenza concettuale fra Selvicoltura naturalistica e Silvosistemica	43
– Silvosistemica e Gestione forestale	49
– Conclusioni	61
– Bibliografia	63

INTRODUZIONE

Nella comunità forestale è in corso un processo di mutazione che sfugge all'attenzione di molti. L'acquisizione della consapevolezza che il bosco è un "sistema biologico complesso" sta imponendo un cambiamento di obiettivi nella ricerca con rilevanti ricadute operative nella Gestione forestale.

L'enunciazione di una nuova teoria non avviene mai casualmente. Presuppone un'analisi critica del paradigma scientifico che ha fatto da riferimento per le teorie precedenti e l'elaborazione di una nuova serie di ipotesi che devono essere sottoposte alla verifica sperimentale.

Una nuova teoria nasce quando quello che fino a poco tempo prima appariva chiaro e di un rigore logico assoluto non risponde più alle esigenze della *spiegazione scientifica*.

Quando il paradigma di riferimento mostra i suoi limiti, ci si rende conto che i problemi non possono essere risolti nell'ambito del *sapere* codificato.

Il riconoscimento delle foreste come ecosistemi in grado di fornire molteplici utilità ha comportato necessariamente un superamento dell'imprinting forestale classico che vede nella produzione legnosa, in maniera più o meno esplicita, il motivo essenziale che giustifica l'intervento umano nelle foreste.

In Selvicoltura, la messa in crisi del paradigma classico di riferimento, determinista e riduzionista, con il passaggio al paradigma della complessità, rappresenta una mutazione culturale, scientifica, tecnica ed etica che si può definire epocale.

La proposta della *Silvosistemica*, una nuova ipotesi scientifica per la conservazione e la *Gestione sistemica* delle foreste, parte dalla conoscenza dell'evoluzione teorica e applicativa della Selvicoltura per arrivare a prefigurare nuovi orizzonti volti al futuro.

Tutto ciò non vuol dire che la tradizionale ricerca selvicolturale effettuata secondo gli schemi classici della sperimentazione non abbia alcun valore. Anzi, il ricercatore sa che il confronto con la realtà è imprescindibile per l'avanzamento delle conoscenze.

Osservare, analizzare, descrivere e valutare quello che avviene nel sistema biologico complesso bosco è la base per procedere con quell'affinamento continuo delle ipotesi sperimentali indispensabile per una efficace traduzione operativa dei risultati della sperimentazione.

Quello che deve cambiare sono i presupposti e il metodo di formazione del processo di conoscenza: solo dall'integrazione fra la *storia* - i fenomeni che si verificano negli ecosistemi forestali sono influenzati da quello che è successo in passato - e la *scienza* - il quadro teoretico di riferimento deve essere chiaro ed esplicitato - scaturisce il *sapere*.

Orazio Ciancio, Susanna Nocentini

TEORIA DELLA CONOSCENZA PER L'OPERATIVITÀ IN BOSCO

La scienza è fatta di dati, come un bosco di alberi, ma un ammasso di dati non è scienza così come un insieme di alberi non è un bosco.

ORAZIO CIANCIO

Nell'immaginario comune, il bosco per secoli è stato considerato un insieme di alberi, se non addirittura una macchina per produrre legno. A partire dalla fine del ventesimo secolo, con il maturare collettivo di una "coscienza ecologica", il bosco ha acquisito in modo definitivo una nuova dimensione sociale, economica e culturale.

Ha assunto importanza e valore non solo per la sua ben nota capacità di fornire *beni* utili alla collettività, ma anche per la possibilità di assolvere una molteplicità di *funzioni essenziali per la società*: la conservazione del suolo, delle risorse idriche e della biodiversità; la mitigazione dei cambiamenti climatici e dei processi di desertificazione; la purificazione dell'aria e

dell'acqua; la protezione dell'identità paesaggistica e culturale dei territori.

In quest'ottica, il bosco può essere definito in modo nuovo, cioè come *un insieme unificato nella rete di rapporti fra il complesso degli organismi vegetali e animali e il complesso dei fattori fisici*, ovvero *un sistema biologico altamente complesso*.

Le scienze forestali nascono e si affermano nella seconda metà del XVIII secolo, in un periodo in cui la cultura dominante era fondata sulla prevedibilità deterministica. In accordo con quello che Heilbron (1990) definisce “lo spirito quantificatore del XVIII secolo”, la Gestione forestale si rivolse alla matematica e alla geometria per organizzare la produzione.

L'esempio più eclatante di questo spirito si ebbe in Germania. Lo scopo era quello di incastrare “pezzi sparsi di sapere... dentro sistemi” e di trasformare “ogni tipo di attività prima lasciata alle consuetudini... in una scienza” (Bechstein, 1797). Il risultato fu la quantificazione e la razionalizzazione applicate sia alla descrizione della natura sia alla regolazione della pratica economica.

La prassi forestale per lungo tempo è stata caratterizzata da un paradigma lineare: la coltivazione e la Gestione del bosco si sono incentrate sul rapporto provvigione/rinnovazione, considerate fonte di reddito e presupposto per la continuità della produzione.

All'interno di questo paradigma, la Selvicoltura e l'Assestamento forestale hanno perseguito da un lato la perpetuità del bosco attraverso tecniche colturali atte a garantire la rinnovazione del popolamento arboreo (il trattamento), e dall'altro la pianificazione delle operazioni selvicolturali nel tempo e nello spazio in modo da fornire un prodotto annuo, massimo e pressoché costante, ovvero il *bosco normale*.

Ambedue queste discipline hanno costruito un insieme coerente di analisi e procedure che trovano il loro fondamento scientifico nelle leggi che regolano l'accrescimento dei soprassuoli forestali e nei meccanismi biologici ed ecologici della rinnovazione delle specie arboree.

BREVE STORIA DELLA SELVICOLTURA

Dall'esame dell'evoluzione del pensiero forestale e dell'avanzamento scientifico e tecnico, emerge che gli indirizzi selvicolturali di fondo possono essere ricondotti a diverse concezioni: *Selvicoltura finanziaria*, *Selvicoltura su basi ecologiche*, *Selvicoltura naturalistica o vicino alla natura*, *Selvicoltura sistemica* o *Silvosistemica*.

Selvicoltura finanziaria

Nasce in Germania *quando per le esigenze dell'industria si effettuarono estesi tagli a raso*. Si tratta di un sistema colturale semplificato che prevede la costituzione di boschi monospecifici, coetanei, ordinati in classi cronologiche. Il trattamento comprende le operazioni indispensabili.

I *diradamenti* si effettuano solo quando l'operazione è finanziariamente positiva. I turni sono correlati a criteri puramente finanziari. L'utilizzazione è a taglio raso e la *rinnovazione* è artificiale posticipata. Oggi questa forma di

Selvicoltura più correttamente deve essere definita “Arboricoltura da legno”.

Selvicoltura su basi ecologiche

All’inizio del XX secolo gli studi fitogeografici, ecologici e di genetica forestale divennero i fondamenti della Selvicoltura. L’innovazione consisteva nel considerare la Selvicoltura allo stesso tempo arte e scienza sperimentale.

Con Dengler (1930), come afferma Patrone (1979), “La propedeutica alla selvicoltura diventa ora l’*ecologia forestale*: il clima, il terreno e così via. Si vuole cioè *valutare* la specie più conveniente in base all’analisi dei principali fattori della stazione; è il bosco del *razionalismo* che da quello dei calcoli di matematica finanziaria si estende alla sfera della biologia”.

La Selvicoltura su basi ecologiche è un sistema culturale più complesso rispetto a quello della *Selvicoltura finanziaria*. Sostanzialmente si può definire Selvicoltura comparata. Se si conoscono i fattori macroscopici dell’ambiente, in particolare il clima e il suolo, e le esigenze delle specie, allora i sistemi e i metodi selvicolturali applicabili a un dato bosco si possono replicare, *ceteris paribus*, in un altro bosco avente la stessa fisionomia, anche se non uguale composizione.

Si impiegano le specie al “posto giusto”. Si eseguono i tagli culturali e quelli di rinnovazione in relazione alle esigenze

delle specie. Se la rinnovazione non si verifica, si procede con quella artificiale.

In breve, la *Selvicoltura su basi ecologiche* prevede la formazione di boschi coetanei, monospecifici con una o, al più, due specie secondarie, ordinati in classi cronologiche; l'esecuzione di uno o più diradamenti; tre principali forme di trattamento: *il taglio raso; il taglio raso con riserve, a strisce, a buche; i tagli successivi.*

Selvicoltura naturalistica e vicino alla natura

A seguito dei clamorosi insuccessi, conseguenti all'applicazione della *Selvicoltura finanziaria*, teorizzata dalla scuola tedesca, tra la fine del XIX e l'inizio del XX secolo si affermò un nuovo modo di pensare e di guardare al bosco. E con esso un nuovo modo di coltivarlo e di assestarlo. La Selvicoltura e l'Assestamento si orientarono verso l'applicazione di tecniche a basso impatto ambientale. Lo studio dei fenomeni naturali divenne centrale per individuare gli indirizzi colturali.

Parade (1883), con l'aforisma *imitez la nature, hâtez son oeuvre*, e Gayer (1880), con l'altrettanto famosa massima *Zurück der Natur* - torniamo alla natura - che da un lato era un invito a non coltivare boschi puri e coetanei e dall'altro a operare per ottenere la rinnovazione naturale, furono i precursori della *Selvicoltura naturalistica*.

Gayer (1880) corroborava il concetto del ritorno alla natura affermando che *In der Harmonie aller im Walde wirkenden Kräfte, liegt das Rätsel der Produktion* - la “Selvicoltura in armonia con la natura” si concepisce nello spirito della ricerca di una armonizzazione delle forze naturali di produzione.

La *Selvicoltura naturalistica* è un sistema colturale che ha le radici nella tradizione e nella cultura delle popolazioni locali. È stata codificata in sistema alla fine del XIX secolo come reazione all'eccessiva artificialità della Selvicoltura finanziaria tipica del centro Europa.

Per lungo tempo è stata contestata sia dai tecnici e sia dagli amministratori perché erroneamente assimilata a un tipo di Selvicoltura basata su un metodo di raccolta di tipo commerciale. Nel tempo si è affermata come un sistema colturale rispettoso della continuità della produzione.

Nel XIX secolo il taglio saltuario, o da dirado, o di curazione, o a scelta, strettamente collegato alla fustaia mista e disetanea, vale a dire il trattamento fondamentale della *Selvicoltura vicino alla natura*, non era considerato un vero e proprio sistema colturale, ma più spesso un taglio mercantile che quindi nulla aveva a che fare con specifiche finalità colturali (Ciancio e Nocentini, 1996).

La *Selvicoltura vicino alla natura* tende al *bosco paraturale*. Il trattamento prevede una serie di forme diverse l'una

dall'altra che si adattano alle diverse realtà e che possono essere ricondotte a tre insieme:

- a) il primo comprende i *tagli successivi* su piccole superfici;
- b) il secondo è caratterizzato dai *tagli combinati*: taglio saltuario e successivo, taglio saltuario e a gruppi;
- c) il terzo prevede il taglio saltuario classico.

In ogni caso la rinnovazione è naturale.

In Italia la proposizione di una *Selvicoltura naturalistica*, o su basi naturali, si deve a Pavari che nel 1915 scriveva: "Solo da pochi anni i concetti della silvicoltura, su basi naturalistiche, - di cui i tedeschi vedono in Enrico Mayr il fondatore, mentre essa da secoli è esercitata in Francia e, perché no, anche in Italia, - hanno rivolto l'attenzione sulle foreste da dirado".

Nel 1932 Pavari, allo scopo di dimostrare la validità del sistema a taglio saltuario, promosse nel bosco Collalto del Comune di Auronzo - fustaia mista di abete bianco e abete rosso - la costituzione di quattro vaste aree sperimentali per metterle a confronto con il classico sistema cadorino.

Il primo taglio di curazione fu eseguito nel 1934 col sistema di graduale adeguamento alla *norma*, mentre nelle aree di controllo il taglio fu eseguito, dal personale del Comune di Auronzo, secondo l'ordinario sistema cadorino.

Secondo Pavari (1937; 1938) la foresta disetanea era quella che meglio rispondeva ai criteri di una *Selvicoltura naturalistica*, che si opponeva, spesso in vivo contrasto, alla concezione finanziaria della Selvicoltura.

Nel 1948 egli così scriveva “I recenti sviluppi della sperimentazione e della ricerca scientifica hanno messo in luce l’assoluta superiorità del bosco disetano (tipico quello da dirado) sul bosco coetano - specialmente di abete rosso - nei riguardi della resistenza a cause nemiche d’ordine climatico e parassitario, nella protezione, conservazione e fertilizzazione del suolo, nella capacità di assorbimento delle acque meteoriche; tutto ciò senza che il bosco da dirado presenti sensibili svantaggi nei riguardi della produzione legnosa”.

E così di seguito “la realtà ci dimostra che col taglio sal-tuario le grandi distese di foreste resinose delle Alpi e specialmente di quelle Venete, si sono perpetuate attraverso i secoli. È dunque una eredità preziosa che non possiamo compromettere con avventati cambiamenti di sistemi colturali, poiché gli apparenti successi iniziali potrebbero tradursi, in un avvenire più o meno lontano, in conseguenze disastrose”.

Un contributo significativo all’avanzamento degli studi sui meccanismi che regolano il funzionamento delle foreste naturali, e in particolare sulla fustaia disetanea, si deve a Lucio Susmel. Le ricerche da lui condotte nei boschi puri e misti delle Alpi orientali, in alcune faggete dell’Appennino e in leccete in

Sardegna (Susmel, 1955a; 1955b; 1956; 1959; 1970; 1980) gli hanno permesso, tra l'altro, di individuare e definire i parametri che caratterizzano la *norma*.

Egli individua i caratteri della struttura disetanea in funzione del biospazio epigeo, modificato dalle piante e dagli animali convenuti a popolare un certo ambiente fisico. Il parametro più appropriato per valutare il volume del biospazio epigeo del sistema, secondo Susmel, è la statura del popolamento (cioè l'altezza media degli alberi dominanti), spazio protetto entro il quale si svolgono tutti i processi fisiologici, biologici ed evolutivi della comunità.

Secondo questo approccio, nota la statura, direttamente misurabile in foresta, è possibile definire agevolmente i principali caratteri del bosco normale o meglio, come specificava Susmel, *in stato di equilibrio colturale*, ed avere così un modello strutturale verso cui orientare l'azione del selvicoltore.

La precisazione relativa allo *stato di equilibrio colturale*, lascia intendere che l'azione del selvicoltore non deve essere guidata da un'entità ideale, il *bosco normale*, ma molto più pragmaticamente si deve operare con una Selvicoltura che, senza alterare grandemente il sistema suolo-soprassuolo, tenda verso strutture e funzionalità simili a quelle dei popolamenti naturali dei diversi tipi floristici, cercando di realizzare estesamente e con la massima capillarità possibile, modelli colturali provvisti, come i modelli naturali, dei caratteri essenziali della omeostasi.

Nei climi temperati questi modelli fanno riferimento a forme variamente disetanee (Susmel 1986).

Susmel ha raccolto l'eredità di Pavari per quanto riguarda lo studio e le ricerche sul bosco disetano. Anche De Philippis (1967) proseguì sulle linee di ricerca tracciate da Pavari, orientandosi però verso il bosco coetano, per la necessità di trovare un compromesso fra esigenze finanziarie ed esigenze ecologiche. Da un lato egli conveniva sull'opportunità di una Selvicoltura che tenesse conto dei rapporti bosco ambiente - la *Selvicoltura su basi ecologiche* -, dall'altro pragmaticamente individuava nel bosco coetano - a condizione che le specie e le tecniche colturali fossero scelte e applicate in sintonia con le esigenze di queste e con le condizioni della stazione - i punti di contatto necessari per ricercare la continuità della coltura e per conseguire l'efficienza funzionale.

Secondo Giannini e Susmel (2006), in Italia l'inizio operativo di una Selvicoltura, dalla locuzione collettiva denominata naturalistica, si può datare al 1951, anno in cui entrò in vigore il primo di una ventina di piani di Assestamento redatti nell'arco di un decennio per la maggior parte dei boschi del Cadore orientale e di alcuni del Cadore occidentale, basati sull'obiettivo della "normalizzazione" delle strutture disetanee.

Attualmente la *Selvicoltura vicino alla natura*, o "più vicina" alla natura viene definita come l'emulazione dei cicli naturali di sviluppo delle foreste, che sostanzialmente in Eu-

ropa vengono ricondotti a due modelli principali (Larsen *et al.*, 2022; Nocentini, 2024):

1. per le foreste naturali boreali si riconosce un modello di naturalità caratterizzato da fattori di disturbo di tipo catastrofico che causano la distruzione della copertura forestale su vaste aree e la successiva rinnovazione. Tra questi fattori il principale è il fuoco che si ripete con intervalli di 30-120 anni nelle foreste della zona boreale (Esseen *et al.*, 1997). La Selvicoltura vicino alla natura in queste zone si orienta verso il mantenimento del mosaico di strutture a livello regionale (Berglund e Kuuluvainen, 2021; Aszalos *et al.*, 2022);
2. per l'Europa Centrale i principi base della Selvicoltura vicino alla natura sono stati individuati nel regime di disturbo su piccola scala (*gap disturbance*) e tende alla formazione di boschi misti a prevalenza di latifoglie (Nagel *et al.*, 2013; Schütz *et al.*, 2016).

SILVOSISTEMICA

O SELVICOLTURA SISTEMICA

Oggi è maturata una diversa consapevolezza, e cioè che il bosco non è - né si può considerare - un insieme di alberi giustapposti da analizzare per parti e da interpretare secondo schemi lineari ma deve invece essere considerato e trattato come un sistema biologico complesso e adattativo, cioè un sistema costituito da un gran numero di elementi che interagiscono fra loro.

Le relazioni interne si connettono con una rete esterna di relazioni più ampia e il gioco delle interazioni è un processo sempre in atto. Questo comporta il principio di incertezza, di indeterminatezza e di incompletezza, tipico di tutto ciò che è complesso (Ciancio e Nocentini, 1996; Puettman *et al.*, 2009; Messier *et al.*, 2013; Filotas *et al.*, 2014).

È un sistema formato da innumerevoli componenti e dalle relazioni che li legano, un sistema ricco di biodiversità, che spesso è anche portatore di preziose eredità culturali, frutto della coevoluzione fra società e ambiente (Ciancio, 2003).

Il bosco viene definito anche come *sistema forestale autopoietico*, cioè un sistema *non lineare* in grado di coniugare l'efficienza funzionale a un'alta valenza economica, oltre che ecologica e culturale, in contrapposizione al *sistema forestale classico*, cioè un sistema *analitico lineare* in grado di massimizzare il profitto con l'uso commerciale del legno.

Il *sistema forestale autopoietico* è ricco di biodiversità ed è in grado di fornire alternative poiché, non seguendo *standard* di riferimento, varia in brevi spazi, adattandosi alle diverse realtà. Un sistema di questo tipo comporta un orientamento colturale che tende alla conservazione o all'aumento della biodiversità e, quindi, alla disformità e alla disomogeneità; in altri termini, alla complessità del bosco.

È un sistema in grado di soddisfare le esigenze della società e di orientare i *silvosistemi* verso un equilibrio fra ambientale e società rispettoso del funzionamento naturale del bosco. La Gestione è sostenibile poiché esalta le potenzialità di erogazione delle molteplici utilità e prodotti del bosco.

La produttività, la resa e il valore economico sono *dipendenti* dall'ecosistema. Nel mentre la sostenibilità è *indipendente* dall'immissione di energia, lavoro e capitali. Ciò vuol dire che la produzione è legata a un basso livello di *input* esterni.

E questo, poiché non incide in modo significativo sull'equilibrio dell'ecosistema, determina un'elevata stabilità ecologica,

la capacità di conservare o aumentare la biodiversità e la ricchezza di alternative.

Se il bosco è un sistema biologico complesso ne discende che nello studio e nella definizione teorica e pratica della Selvicoltura non si può fare riferimento al classico schema analitico di singola causa singolo effetto, o a quello della riduzione in parti discrete per poi ridefinire il sistema, o ancora a quello della prevedibilità.

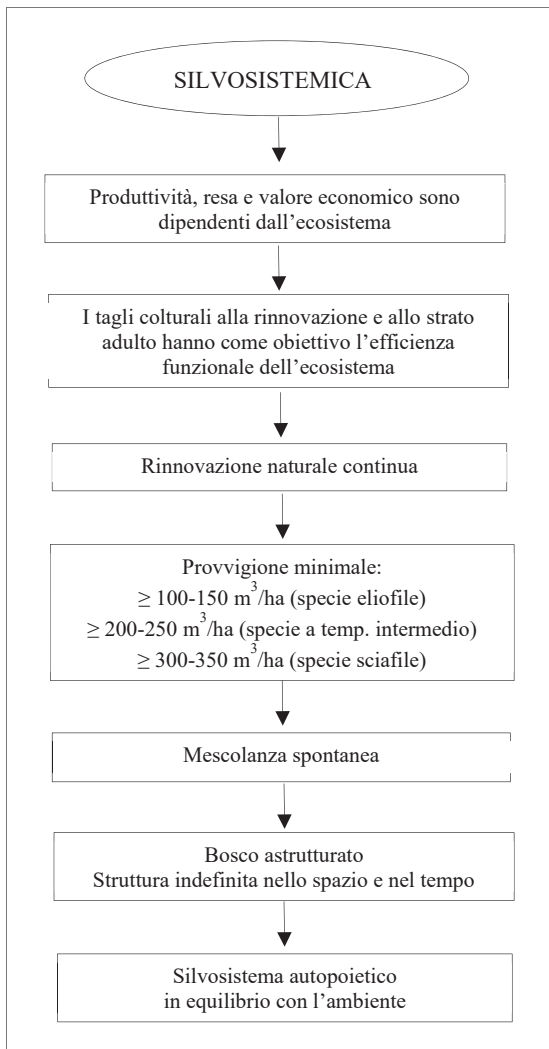
Occorre un cambiamento di paradigma scientifico, da quello riduzionista a quello della complessità, il che si configura come una vera e propria rivoluzione scientifica.

Secondo il paradigma della complessità la metafora della conoscenza è quella della rete di rapporti e la descrizione dei fenomeni è dipendente anche dall'osservatore. Il processo di conoscenza si fonda sulla visione sistemica. L'approccio sperimentale è quello olistico. Si procede con il metodo per tentativi ed eliminazione degli errori, cioè per approssimazioni successive (Ciancio e Nocentini, 1996).

Questo cambiamento di paradigma scientifico comporta cambiamenti di ordine teorico e pratico sulle finalità e i limiti della Selvicoltura: da qui la definizione della *Selvicoltura sistemica* o *Silvosistemica* (Tabella 1) (Ciancio, 1998).

SILVOSISTEMICA E GESTIONE FORESTALE

Tabella 1 - Principali caratteristiche della *Selvicoltura sistemica* o *Silvosistemica*.



Le finalità della *Silvosistemica* sono:

- il mantenimento del sistema bosco in equilibrio con l'ambiente;
- la conservazione e l'aumento della biodiversità e, più in generale, della complessità del sistema;
- la congruenza dell'attività colturale con gli altri sistemi complessi con i quali il bosco interagisce.

I limiti sono definiti dai criteri guida applicabili all'uso delle risorse rinnovabili. Secondo tali criteri, l'uso e il prelievo di prodotti:

- non possono superare la velocità con la quale la risorsa bosco si rigenera;
- non possono intaccare le potenzialità evolutive del sistema;
- non devono ridurre la biodiversità.

Gli esseri umani sono parte del sistema e devono operare nell'intento di ripristinare o mantenere i complessi equilibri bioecologici che sono in costante dinamismo con l'ambiente. Il rispetto di questi equilibri costituisce il fattore essenziale per un corretto uso delle funzioni che il bosco è in grado di fornire. Si esalta la funzionalità senza pregiudicare la perpetuità del sistema, garantendo così la conservazione e l'aumento della biodiversità.

La *Silvosistemica* presuppone un bosco astrutturato, disomogeneo, autopoietico. Si fa presente che prefigurare prima e

realizzare poi una determinata struttura è uno dei presupposti della *Selvicoltura classica* e quindi anche della *Selvicoltura naturalistica* che di questa è parte integrante. La struttura, così come intesa dai sostenitori della *Selvicoltura naturalistica*, non è altro che uno *stato* al quale si è voluto, si vuole e si vorrebbe ricondurre il sistema biologico complesso bosco con lo scopo di massimizzare una o più funzioni.

In tal modo, però, si ha una semplificazione del bosco. Infatti, è impossibile definire e generalizzare scientificamente la struttura dei sistemi biologici complessi. Essa è costantemente mutevole poiché inevitabilmente subisce incessanti significative modificazioni. Quindi si può affermare che la struttura nel caso dei sistemi biologici complessi non è uno *stato* ma un *processo* e, pertanto, non è possibile definirla, codificarla e oggettivarla.

Susmel (1955a) oltre mezzo secolo fa affermava: “Circa la struttura due sono i tipi estremi che, com’è noto, si possono distinguere. Il primo è il coetaneo, quasi sempre ben definibile: il secondo è il non coetaneo, che comincia dove cessa il coetaneo e che, passando attraverso fisionomie a due o più piani arborei, non tocca l’estremo opposto dei soprassuoli disetanei regolari altro che per eccezione e su aree estremamente limitate”.

La spiccata eterogeneità di tali strutture irregolarmente disetanee, ne rende assai difficile e assolutamente non generalizzabile una definizione: il solo carattere veramente costante è una prevalenza numerica degli alberi piccoli sui grossi.

Da qui è facile dedurre che la definizione di bosco coetaneo si può adottare solo per determinati specifici casi: cedui semplici o semplici matricinati, rimboschimenti, impianti artificiali a seguito di un taglio raso - ovvero per le forme colturali della *Selvicoltura classica* -, mentre quasi tutti gli altri soprassuoli sono classificabili come “irregolari”.

Susmel, quindi, arriva alla conclusione che non è possibile definire e generalizzare la struttura di tali soprassuoli. Nella *Selvicoltura naturalistica*, d'altra parte, la classificazione in soprassuoli “irregolari” prefigura una “regolarità” dei boschi cui, secondo quanto sistematicamente riportato in letteratura, i forestali devono o dovrebbero tendere.

Per conseguire tale “regolarità” i Maestri del XIX e XX secolo, culturalmente intrisi di positivismo, hanno cercato di oggettivare la struttura, prevedendo in Selvicoltura la cosiddetta “norma” che dovrebbe caratterizzare e definire la selezione naturale e artificiale delle fustaie da dirado e attendendo in Assestamento alla cosiddetta “normalizzazione” del bosco, attraverso modelli certamente innovativi per quel tempo, ma che allo stato attuale delle conoscenze lasciano quanto meno perplessi perché astratti e irrealizzabili.

L'uniformità o regolarità strutturale, che costituisce un significativo presupposto della *Selvicoltura naturalistica*, è quindi inammissibile sul piano teorico e inaccettabile sul piano pratico dalla *Silvosistemica*.

Con la *Silvosistemica* l'intervento colturale è mirato ad assecondare i meccanismi relazionali tra le parti che compongono il sistema, favorendo le interazioni tra queste e l'ambiente (Ciancio e Nocentini, 1996).

La *Silvosistemica* è una Selvicoltura “estensiva” in armonia con la natura che, appunto perciò, non fornisce né soluzioni indiscutibili né spiegazioni perfette. Di conseguenza, essa non fa parte dell'attuale cultura, fondata sulla certezza della validità del riduzionismo disciplinare: il tutto diviene una parte, e la parte è trasformata in tutto. Invece la *Silvosistemica* per definizione è transdisciplinare, o meglio, adisciplinare.

La *Silvosistemica* prefigura boschi misti che non presentano una struttura predefinita nello spazio e nel tempo. Le operazioni colturali non seguono schemi predeterminati. Si effettuano in relazione alle necessità di ogni singolo popolamento in modo da facilitare la rinnovazione naturale continua e diffusa.

Il monitoraggio bioecologico degli effetti della reazione dei popolamenti agli interventi realizzati è la guida per apportare eventuale correttivi, adottando così il metodo scientifico di “prova ed eliminazione dell'errore” (Ciancio, 2018).

I limiti dell'intervento sono basati su due concetti: la necessità di procedere con interventi *cauti*, *continui* e *capillari* e il rispetto di un livello di provvigione, la *provvigione minimale*, al di sotto della quale il funzionamento del sistema

rischia di spostarsi verso stati diversi (Ciancio *et al.*, 1981; Ciancio, 1991).

Il concetto innovativo di *provvigione minimale* e l'indicazione di procedere con interventi *cauti, continui e capillari*, predisposti da *professionisti di alta competenza* (Andreatta, 2024), rispondono all'esigenza di applicare il *principio di precauzione* nella Gestione forestale.

Passare alla cultura della complessità vuol dire accettare che gli esseri umani fanno parte del sistema quindi nell'uso del bosco il *principio Etico* deve mutare rispetto a quello attuale, fondato su una visione antropocentrica del rapporto con la natura, per passare al riconoscimento dei "diritti del bosco" (Ciancio e Nocentini 1996; Ciancio, 2018).

Il bosco non si può più considerare un bene strumentale, ovvero un *oggetto* da piegare ai voleri e agli interessi dell'uomo, ma, al contrario, una *entità che ha valore in sé*, e di conseguenza il comportamento nei suoi riguardi deve essere di rispetto non più di sfruttamento.

Questo punto di vista Etico ha le sue radici nel pensiero di Aldo Leopold (1949) che applica l'Etica della Terra alle foreste come parte integrante della comunità naturale (Nocentini *et al.*, 2021).

Parafrasando Leopold (1923), la *Silvosistemica* fa emergere ciò che probabilmente molti di noi hanno sentito intuitivamen-

te, ovvero che tra l'uomo e la foresta esiste una relazione più stretta e profonda di quella che deriverebbe dalla concezione meccanicistica della foresta solo come produttrice di beni commerciabili.

Una prima conseguenza del cambiamento del *principio Etico*, è la necessità di abbandonare l'uso del termine “servizi ecosistemici” quando si tratta di ecosistemi forestali. Se questi sono sistemi biologici complessi che hanno valore intrinseco, l'attività umana deve svolgersi nel rispetto dei meccanismi funzionali del bosco e di tutti i valori di cui sono portatori.

In altri termini il bosco non può essere al nostro servizio ma è un attore della complessa rete di relazioni che connettono esseri umani, società e natura. Quindi si può parlare di “funzioni” che il bosco svolge oppure di “benefici” che esso fornisce, ma non certo di “servizi”.

PRINCIPI INFORMATORI DELLA SILVOSISTEMICA

L'applicazione della *Silvosistemica* comporta un cambiamento di orientamento rispetto alla *Selvicoltura classica*. A livello teorico, la *Selvicoltura classica* nell'indagine investigativa *separa il bosco dal ricercatore* che lo interroga secondo quanto previsto dal paradigma scientifico cartesiano-newtoniano.

Non c'è da meravigliarsi. Basti pensare che Albert Einstein (1954) affermava: “La base di tutta la scienza naturale è l'idea di un mondo esterno indipendente dal soggetto che lo percepisce”. In breve, egli era convinto della necessità di applicare sempre e comunque quanto previsto dalle *scienze delle leggi*.

Per contro la *Silvosistemica* presuppone un diverso statuto epistemologico: il *nesso relazionale tra bosco e ricercatore*. Nell'indagine investigativa esiste sempre e comunque una interazione tra oggetto da ri-conoscere e osservatore. Di conseguenza, nella fattispecie, l'osservatore interroga il bosco secondo quanto prescritto dal paradigma olistico e sistemico. In sintesi, si applicano i principi delle *scienze dei processi*.

Le difficoltà che incontrano alcuni selvicoltori ed ecologi forestali per intendere e condividere la *Silvosistemica* derivano:

1. dall'importanza che essi danno all'oggettivazione della descrizione del bosco;
2. dall'inusuale, almeno per loro, integrazione partecipativa, efficace e determinante, dell'uomo nell'iter sperimentale.

Chi - studioso, scienziato, ricercatore - considera la propria disciplina nomotetica non prende in considerazione le linee concettuali e metodologiche delle scienze evolutive. Ed è per tale fondamentale principio che spesso si costituiscono e si contrappongono comunità scientifiche e culturali su problematiche inerenti alla stessa disciplina. Alcuni esempi? Fisica: *Meccanica classica*, *Meccanica quantistica*; Biologia: *Biologia molecolare*, *Biologia evolutiva*; Selvicoltura: *Selvicoltura classica*, *Silvosistemica*.

Questa diversa posizione concettuale è dovuta principalmente all'ideologia tipica della *Selvicoltura classica* strettamente connessa alla produzione legnosa. Al *realismo dogmatico*, dunque. Una concezione coincidente con l'affermazione di Albert Einstein (1997) che considera il "realismo dogmatico come base per la scienza della natura".

Tale *modus operandi* è dovuto all'*imprinting*, all'apprendimento acquisito precocemente nelle Scuole forestali, che è penetrato profondamente nella mentalità dei selvicoltori ed ecologi forestali e tuttora è la posizione di molti ricercatori che basano

il loro operare sul realismo dogmatico, senza rendersi conto che *l'ordine razionale del bosco, cui tende la Selvicoltura classica, raffigura il massimo del disordine naturale.*

Con la *Silvosistemica* si è avuta piena consapevolezza che la conoscenza del bosco è possibile al di fuori dell'ideologia del realismo dogmatico, affrancando la Selvicoltura da quell'enorme masso concettuale e operativo che occludeva e purtroppo continua a occludere la strada verso nuovi orizzonti e future prospettive scientifiche e tecniche.

LA SILVOSISTEMICA: UNA VERA E PROPRIA RIVOLUZIONE SCIENTIFICA

La tecnica è la conseguenza pratica della scienza. Ma la pratica non è solo tecnica e non è solo scienza. È insieme arte, scienza e tecnica. Tra i forestali regna da sempre molta confusione su quello che in Selvicoltura si debba intendere per scienza, tecnica e pratica operativa. La vitalità di una scienza a carattere biologico - qual è la Selvicoltura - dipende dalla sua storia e dalla capacità di affrontare e risolvere su basi scientifiche le sfide che il cambiamento costantemente propone.

Nel 1990 il biologo evoluzionista Ernst Walter Mayr ha affermato che i caratteri specifici che rendono la biologia una scienza autonoma sono:

1. la complessità dei sistemi viventi, incomparabilmente maggiore della complessità di qualsiasi sistema non vivente;
2. l'organizzazione in popolazioni di individui - la popolazione umana, la popolazione delle querce... - l'una diversa dall'altra tra tutte le entità biologiche;

3. il possesso di un programma genetico;
4. l'analisi comparativa che in biologia prevale anche sul metodo sperimentale;
5. la presenza forte della storia, che rende i processi biologici perfettamente comprensibili a posteriori ma difficilmente prevedibili a priori.

La scienza, espressione pura ed elegante della ragione, tende sistematicamente a studiare aspetti particolari che finiscono con il condurre alla conoscenza di alcune categorie e livelli della realtà, alle volte prescindendo o non considerando nel modo dovuto la natura nella sua unità e complessità.

La frammentarietà della conoscenza porta più spesso a specialismi parziali che si dovrebbero poter superare, al fine di ottenere elementi conoscitivi concorrenti a una visione dell'*intero* indispensabile a comprendere i rapporti sempre più difficili e complessi tra uomo e natura.

La necessità di una convergenza tra scienze della natura e scienze umane e sociali dovrebbe rappresentare il presupposto per l'avvio a prefigurare prima e a verificare poi varie soluzioni onde superare squilibri e difficoltà che, in una società in continuo e rapido sviluppo, si instaurano tra società, foresta e ambiente.

La ricerca costante di tali soluzioni, attraverso nuovi aspetti teorici e l'applicazione del paradigma scientifico sistemico, dovrebbe costituire il principale obiettivo della Selvicoltura.

Il nuovo paradigma scientifico

Il paradigma scientifico tuttora maggiormente impiegato nella ricerca è l'archetipo *riduzionistico, deterministico, meccanicistico*, identificato anche come galileiano, cartesiano, newtoniano, che si basa sul concetto di *oggettività* della scienza.

Secondo questa concezione paradigmatica la conoscenza si costruisce passo dopo passo in modo indefinito, nella presunzione di pervenire a certezze definitive. Cioè, a leggi vincolanti e irrevocabili. Da tempo in campo scientifico domina la metafora secondo la quale la conoscenza si configura come un edificio, con le fondamenta, i mattoni di base... L'atteggiamento nei confronti dell'*oggetto* di studio - nella fattispecie il bosco - è quello del dominio e del controllo.

Il sapere forestale è stato definito e accettato dalla comunità scientifica in base a concetti, principi, teorie, proposizioni, tecniche che fanno riferimento e si connettono a questo paradigma. La scomposizione in parti e comparti ha rappresentato un metodo di lavoro. La ricerca e la sperimentazione si basavano, e purtroppo continuano a basarsi, sulla convinzione che il comportamento dell'intero si possa dedurre da quello dei singoli componenti.

Tale archetipo paradigmatico induttivo ha permesso alla ricerca forestale di ottenere risultati di notevole efficacia sul piano tecnico. Inoltre, l'impiego di tecnologia d'avanguardia ha

permesso di conoscere meglio i singoli componenti del bosco, procurando attendibilità laddove nella sperimentazione vi era indeterminazione. Ma, al tempo stesso, sul piano scientifico e conoscitivo la metodologia induttiva ha incapsulato il sapere forestale; ha frenato l'evoluzione del pensiero; ha limitato la ricerca teorica.

L'accettazione della nuova visione del bosco come sistema biologico complesso comporta necessariamente il riferimento a una filosofia antimeccanicista, antideterminista e antiriduzionista. Ovvero, all'assunzione di un nuovo paradigma scientifico olistico e sistemico i cui principi sono *autorganizzazione, non equilibrio, non linearità*. E, appunto perciò, di un paradigma di riferimento ipotetico-deduttivo che, in antitesi rispetto al passato, non riguarda solo la tecnica ma anche, e soprattutto, la scienza.

Il termine olistismo fu introdotto nel 1926 da Jan Christian Smuts. Da allora molta acqua è passata sotto i ponti. Tuttavia le controversie sulla filosofia scientifica - tra meccanicismo e vitalismo, tra casualità e finalità, tra riduzionismo e olistismo - pur tra alti e bassi non sono finite. Ogni tanto riemergono con forza. Così avviene oggi con il risveglio della sensibilità ecologica: il problema è connesso alla ricerca scientifica come processo di conoscenza dei fenomeni fondamentali della vita.

Il nuovo paradigma scientifico olistico o sistemico, che sperabilmente nel prossimo futuro segnerà un significativo mu-

tamento della ricerca forestale, si basa sul concetto di intersoggettività della scienza. Le descrizioni dei fenomeni sono dipendenti dall'osservatore.

La metafora della conoscenza è quella della rete di rapporti. Il processo di conoscenza si fonda sulla *cultura della complessità* e sulla *visione sistemica*. Il criterio sperimentale è quello olistico o ecocentrico. Sul piano tecnico si procede con il metodo per *tentativi ed eliminazione degli errori*, cioè per approssimazioni successive. Ne consegue che nell'uso del bosco il *principio Etico* avrà un riscontro diverso rispetto a quello attuale.

In campo forestale il nuovo paradigma scientifico non ha trovato consenso in ambito accademico e tecnico. Ciò è dovuto al fatto che domina la cultura positivista che considera la scienza separata dall'Etica e dall'Estetica.

In campo scientifico una teoria, un'espressione matematica, acquisisce consenso se è considerata elegante, bella, come si usa dire in gergo.

In campo biologico si cercano spiegazioni scientifiche attraverso l'analisi che è espressione del continuo e non attraverso l'esame del discontinuo che è patrimonio di tutti i sistemi.

DIFFERENZA CONCETTUALE FRA SELVICOLTURA NATURALISTICA E SILVOSISTEMICA

Come già ricordato la *Selvicoltura naturalistica* si sviluppò nel diciannovesimo secolo a seguito di alcuni clamorosi insuccessi, conseguenti all'applicazione della Selvicoltura finanziaria teorizzata dalla scuola tedesca. Sotto la spinta delle richieste della società, si affermò un nuovo modo di pensare e di guardare al bosco.

La *Selvicoltura naturalistica* si avvale delle nuove conoscenze in campo ecologico per migliorare le tecniche colturali, ma non modificò gli orientamenti economici e finanziari che sottendono l'attività forestale. Anzi, sotto certi aspetti, tale concezione si è rafforzata, anche se si invocano l'applicazione dei metodi di rinnovazione naturale e il passaggio al bosco misto e disetaneo.

Per quanto si riscontra in letteratura, con la *Selvicoltura naturalistica* oggi si intendono tutte le varie forme colturali sostenute da un assioma che dal periodo scolastico in poi non è mai stato abbandonato: conseguire il massimo reddito fondia-

rio alla sola inderogabile condizione della continuità del bosco e quindi della produzione legnosa.

Occorre infatti sottolineare che le forme di Selvicoltura vicino alla natura promosse sin dalla fine del XIX secolo, che rigettavano il taglio raso e l'artificialità della rinnovazione, erano comunque incentrate sulla massimizzazione del ritorno economico (Bauhus *et al.*, 2013; Kuuluivanen *et al.*, 2021), così come le più recenti proposte di una Gestione basata sui processi naturali di disturbo e successione, cercano di mitigare molti degli impatti negativi associati con la *Selvicoltura classica*, in modo da rispondere alle esigenze economiche (Seymour and Hunter, 1999; Franklin and Johnson, 2013).

Per comprendere la profonda differenza tra *Selvicoltura naturalistica* e la *Silvosistemica* è necessario sottolineare che con quest'ultima l'attività selvicolturale non è *indipendente* dall'ecosistema come, consapevolmente o meno poco importa, si è operato finora, ma al contrario è *dipendente* dall'ecosistema.

Se da ogni operazione colturale *in primis* si ricerca un reddito, malgrado le tante dichiarazioni d'intenti, è necessario agire - lo sa bene chi opera in bosco - in modo da far tornare i conti dell'operazione. Di conseguenza, si guarda in modo parziale e riduttivo alla funzionalità dell'ecosistema o tutt'al più si cerca una via intermedia che, come dice un vecchio detto, possa salvare capra e cavoli. Ma ciò non solo non risolve il problema, anzi lo aggrava. In tal modo spesso non si consegue un riscon-

tro finanziariamente soddisfacente e, per di più, l'operazione è e resta *indipendente* dall'ecosistema.

Si può spezzare una lancia in favore della cosiddetta *Selvicoltura naturalistica*, non in quanto disciplina scientifica, bensì in appoggio al suo carattere tecnico. Tuttavia, la *Selvicoltura naturalistica* ricerca costantemente un tornaconto, mentre la *Silvosistemica* si pone il fine di salvaguardare la funzionalità del sistema.

Per la *Selvicoltura naturalistica* o vicino alla natura, come per le altre forme di Selvicoltura prima descritte, la Gestione è legata a una concezione deterministica del funzionamento degli ecosistemi forestali, che si fonda su due principi fondamentali:

1. la continuità della produzione basata sull'equilibrio fra provvigione e rinnovazione;
2. l'ottimizzazione della produzione di beni e/o dei cosiddetti "servizi ecosistemici".

Questo paradigma considera le dinamiche delle popolazioni e degli ecosistemi come se agissero in un ambiente invariabile e secondo traiettorie prevedibili. La Selvicoltura mira a controllare i processi naturali, e i metodi di coltivazione (il "trattamento") cercano di ottenere la rinnovazione secondo modelli strutturali predefiniti a livello di popolamento o di compresa (Tabella 2).

SILVOSISTEMICA E GESTIONE FORESTALE

Tabella 2 - Gestione forestale sostenibile: confronto fra Selvicoltura classica e Silvosistemica.

<i>Selvicoltura classica</i>	<i>Silvosistemica</i>
Struttura del bosco prefissata	Struttura indefinita nello spazio e nel tempo: bosco astrutturato
Scelta della o delle specie	Mescolanza spontanea
Unità di Gestione: - bosco coetaneo → compresa - bosco disetaneo → particella	Comparto Unità colturale: popolamento
Trattamento predefinito	Interventi <i>cauti, continui e capillari</i> con l'obiettivo di seguire i processi evolutivi dell'ecosistema.
Ciclo colturale: - bosco coetaneo → turno - bosco disetaneo → diametro di recidibilità	Ciclo colturale: indefinito
Normalità strutturale: - bosco coetaneo → classi cronologiche - bosco disetaneo → classi di diametro	Autorganizzazione del bosco: verifica dei processi evolutivi del bosco
Ripresa predeterminate	Ripresa colturale

Bisogna inoltre tener presente che questi modelli strutturali *normali* o *naturali* sono il prodotto di traiettorie evolutive che si sono verificate in passato, cioè in condizioni ambientali, climatiche e di contesto locali e globali, che tutto lascia presagire non saranno le stesse nel futuro che inizia da oggi.

La *Silvosistemica*, invece, non cerca di plasmare il bosco secondo modelli predeterminati, finalizzati alla massimizzazione di una o più funzioni, o a raggiungere uno stato ritenuto ottimale (a es. *più naturale* o *più vicino alla natura*) ma procede attraverso l'attento e continuo monitoraggio delle reazioni del sistema bosco agli interventi in un processo adattativo coerente con l'essenza dei sistemi biologici complessi, secondo un *continuum* coevolutivo fra intervento umano e reazioni del sistema, che di fatto esclude il *finalismo* tipico dei processi lineari che portano alla *normalizzazione* del bosco (Ciancio *et al.*, 1994; Ciancio *et al.*, 1995).

I livelli ottimali di utilizzazione devono essere individuati dal monitoraggio delle reazioni del sistema agli interventi precedenti (vedi Ciancio, 2009 e Borghetti *et al.*, 2024, per applicazioni dei principi della *Silvosistemica*).

Altra fondamentale differenza è il *principio Etico* che regola i rapporti fra genere umano e natura: nella *Selvicoltura classica*, che comprende anche le varie forme di *Selvicoltura naturalistica* come prima descritte, il bosco è considerato una entità che ha *valore strumentale* e che può essere plasmato dal-

la Selvicoltura e dalla Gestione così da assolvere agli obiettivi e alle aspettative umane.

Invece, la *Silvosistemica* riconosce i diritti del bosco, attribuendogli un *valore intrinseco*. La *Silvosistemica* acquisisce così la coerenza e la coesione interna di una filosofia generale della Gestione e conservazione forestale (*sensu* Batavia e Nelson, 2016; Nocentini *et al.*, 2017; 2021).

SILVOSISTEMICA E GESTIONE FORESTALE

Sul piano della Gestione, l'applicazione della *Silvosistemica* comporta necessariamente un cambiamento di metodo nell'Assestamento forestale (Nocentini, 2015). L'approccio gestionale sistemico fa propria la flessibilità e la capacità di rispondere alle retroazioni ambientali richieste per la *governance* di sistemi complessi e adattativi (Folke, 2004).

La *Silvosistemica* riconosce che gestire un bosco significa - per usare una efficace metafora di Kay e Regier (2000) a proposito della Gestione degli ecosistemi - trovare la strada attraverso un territorio parzialmente sconosciuto piuttosto che tracciare un percorso scientificamente determinato verso un punto di arrivo noto.

Questo modo di operare recupera l'essenza di due metodi che sono stati considerati al margine o addirittura fuori dall'Assestamento, e cioè il criterio culturale, liberato da qualsiasi riferimento alla normalità del bosco, e l'approccio adattativo che era già insito nel metodo del controllo di Gurnaud, seppure ancora

legato alla visione produttiva del bosco (Ciancio *et al.*, 1994; Nocentini, 2015; Nocentini *et al.*, 2021). Si definisce così un innovativo metodo di Assestamento che possiamo definire del *controllo colturale* (Nocentini, 1996).

L'obiettivo della *Gestione sistemica* è l'aumento della complessità e della funzionalità del bosco, al contrario della Gestione forestale classica che tende a portare il bosco verso una struttura e una composizione predefinite in base al modello di riferimento scelto in relazione agli obiettivi della Gestione, siano essi la produzione legnosa e/o altri obiettivi (a esempio la massimizzazione di uno o più “servizi ecosistemici”: protezione, paesaggio, ricreazione, etc.).

In Italia la lunga storia di coltivazione e uso del bosco ne ha profondamente modificato la composizione e la struttura: in genere sono state favorite le specie considerate più produttive per gli assortimenti richiesti, e gli assetti strutturali più confacenti all'obiettivo produttivo, come struttura coetanea e turni relativamente brevi se confrontati con la longevità delle specie forestali. Questo ha reso gli ecosistemi forestali più fragili, più vulnerabili allo stress, come quelli che derivano dai cambiamenti climatici e in particolare dagli eventi climatici estremi, e quindi più predisposti a collassare perché non in grado di rispondere in modo adattativo.

Nel caso dei sistemi forestali semplificati dalla Gestione passata, che sono la larga maggioranza in Italia, la *Silvosiste-*

mica si concretizza in una Gestione orientata alla loro *rinaturalizzazione*.

La *rinaturalizzazione* secondo il paradigma della *Silvostemica*, riconosce che la natura è dinamica e quindi non si può prevedere e predeterminare l'evoluzione futura dei sistemi naturali: ciò comporta l'abbandono del classico riferimento al *climax*, non si cerca di individuare un modello di naturalità per le diverse situazioni, ma si cerca invece di favorire il ripristino dei processi naturali di autorganizzazione e di autopertuazione di sistemi forestali semplificati dall'attività antropica (Nocentini, 2000; 2005; 2006).

In altre parole, si cerca di massimizzare il contributo naturale di energia al funzionamento del sistema e si minimizzano gli input energetici artificiali (Allen e Hoekstra, 1992), cioè si lavora insieme con i processi del sistema e non contro di essi.

Una Gestione orientata alla rinaturalizzazione può riguardare i rimboschimenti oppure le fustaie semplificate dalla Gestione forestale classica, che nei boschi di origine naturale è stata spesso orientata verso una composizione e una struttura semplificate: una sola specie e una struttura uniforme.

Con la *Gestione sistemica* si suddivide il bosco in *comparti colturali*, cioè unità di Gestione delimitate sul terreno da confini fisiografici facilmente individuabili e funzionali alle operazioni di rilievo, monitoraggio ed esecuzione delle operazioni selvicolturali.

Si esclude così la tradizionale suddivisione in *comprese*, cioè in unità di Gestione autonome in grado di fornire un prodotto annuo, massimo e costante, oppure finalizzate all'assolvimento di una funzione prevalente, *comprese* che a loro volta vengono suddivise in *particelle*, cioè in parti di bosco tendenzialmente omogenee per clima, suolo e soprassuolo (Tabella 3).

I *comparti colturali* possono contenere popolamenti diversi ovvero *unità colturali*, governati e trattati ognuno in relazione alle reali necessità. I *comparti colturali* sono concepiti come unità territoriali di riferimento per l'analisi del bosco, la pianificazione degli interventi colturali e delle attività connesse: individuazione di una adeguata viabilità di servizio, scelta dei sistemi di esbosco, controllo dei lavori effettuati, operazioni di miglioramento, verifica dei risultati ottenuti.

Sulla scorta di una accurata descrizione delle caratteristiche dei singoli popolamenti si prescrivono interventi colturali diversificati per tipologia e intensità, senza alcun tentativo di uniformare le caratteristiche dei soprassuoli a livello di comparto o di portare la composizione e la struttura verso un modello di riferimento predeterminato come avviene nell'Assestamento.

Questo approccio esclude il riferimento al concetto di turno o di diametro di recidibilità poiché gli interventi rispondono all'esigenza di sostenere i processi evolutivi del sistema e non a quella di ottenere un prodotto legnoso, che diviene, come già detto, una conseguenza della Gestione e non il motivo della Gestione.

Tabella 3 - Obiettivi e criteri della pianificazione: confronto fra Assestamento e Gestione sistemica.*

<i>Pianificazione</i>	<i>Assestamento</i>	<i>Gestione sistemica</i>
Obiettivo	Produzione e/o altri obiettivi specifici (“servizi ecosistemici”: protezione, paesaggio, ricreazione, etc.)	Aumento della complessità e della funzionalità del bosco. Rinaturalizzazione dei sistemi forestali semplificati e conseguente aumento della biodiversità
Concezione del bosco	Insieme di alberi di interesse economico-finanziario	Sistema biologico complesso e adattativo
Processo pianificatorio	Portare il bosco verso una struttura e una composizione predefinite in base al modello di riferimento - bosco normale	Sostenere l’autorganizzazione del bosco
Divisione del bosco	Comprese (o serie di taglio) in base agli obiettivi della Gestione Particelle omogenee (stazione, soprassuolo, trattamento selvicolturale)	Comparti come unità di Gestione Individuazione dei diversi popolamenti all’interno dei comparti (unità colturali)
Rilievi qualitativi	Descrizione particellare, spesso standardizzata	Descrizione accurata dei diversi popolamenti presenti nel comparto, con loro localizzazione (mappatura)
Rilievi quantitativi	A livello di particella Stima della provvigione reale per particella	A livello di ogni popolamento Stima della provvigione reale per ogni popolamento

*L’Assestamento si riferisce all’Assestamento applicato nelle varie forme di Selvicoltura descritte nel testo, compresa la Selvicoltura naturalistica nelle varie accezioni).

Con la *Gestione sistemica* l'aspetto descrittivo assume un rilievo preminente rispetto a quello quantitativo. La descrizione accurata dei diversi popolamenti presenti in ogni comparto, con la loro localizzazione, è fondamentale per la definizione e l'applicazione degli interventi capillari che caratterizzano la *Selvicoltura sistemica* o *Silvosistemica*.

Particolare attenzione va rivolta alla rinnovazione naturale (presenza, composizione, stadio evolutivo, eventuali fattori limitanti, etc.) e a tutti quei fenomeni che possono dare indicazioni sullo stato di salute del popolamento e sulle sue tendenze evolutive (Tabella 4).

Anche in questo caso vi è una sostanziale differenza con quanto viene normalmente fatto nei Piani di Assestamento dove la descrizione particellare è spesso molto sintetica e fatta secondo schemi standardizzati mentre gli interventi selvicolturali tendono a uniformare il soprassuolo su tutta la particella.

Il dato quantitativo fondamentale nella *Gestione sistemica* è quello della provvigione reale dei vari popolamenti che servirà per identificare la situazione di ogni popolamento in relazione alla *provvigione minimale*. Le nuove tecnologie di telerilevamento possono consentire di elaborare mappe del volume riferito a ogni popolamento (Bottalico *et al.*, 2017; Giannetti *et al.*, 2020) fornendo così un supporto all'organizzazione delle operazioni colturali.

Tabella 4 - Confronto fra Assestamento e Gestione sistemica. Determinazione del percorso culturale e della ripresa.

Criteri operativi	Assestamento	Gestione sistemica
Ciclo culturale	Boschi coetanei: turno Boschi disetanei: diametro di recidibilità	Indefinito
Trattamento selviculturale	Predefinito in relazione al modello di riferimento (bosco normale o struttura desiderata) Generalmente per particella, a volte indicazioni a livello di sottoparticella	Interventi <i>cauti, continui e capillari</i> con l'obiettivo di seguire i processi evolutivi dell'ecosistema Indicazioni per i singoli popolamenti (unità culturali) presenti nei comparti
Determinazione della Ripresa	Metodi di Assestamento planimetrici, eventualmente con verifica provvigionale Metodo culturale orientate	Metodo culturale incondizionato; "Metodo del controllo culturale"
Quantificazione della Ripresa	In ettari o metri cubi in base al metodo di Assestamento e agli obiettivi di Gestione	Tramite accurata descrizione del criterio dell'intervento Confronto <i>provvigione reale</i> (P_r) con <i>provvigione minimale</i> (P_{min}) Livelli di prelievo da non superare, determinati in funzione delle differenze fra P_r e P_{min}
Tipo di Ripresa prevista dal Piano	Ripresa predeterminata in base al modello adottato	Ripresa culturale, l'intensità degli interventi non deve intaccare la provvigione minimale nei popolamenti
Indicatori per la verifica dei risultati della Gestione	In relazione al metodo di Assestamento e agli obiettivi del Piano Verifica del percorso di normalizzazione Incremento legnoso del bosco	Andamento della rinnovazione naturale Differenziazione dei soprassuoli (indicatori strutturali, composizione...) Andamento della provvigione reale in confronto alla provvigione minimale e al livello provvigionale di partenza

La determinazione della ripresa nella *Gestione sistemica* avviene a seguito dell'accurata descrizione del criterio dell'intervento e sulla base del confronto fra la *provvigione reale* (P_r) e la *provvigione minimale* (P_{\min}).

La *provvigione minimale* non è l'obiettivo della Gestione ma un parametro di precauzione che serve a garantire che con l'intervento non si intacchi il funzionamento del sistema.

La *provvigione minimale* varia in funzione delle caratteristiche intrinseche delle diverse specie - temperamento, longevità e ampiezza del periodo di massima funzionalità biologica delle varie specie - e dei fattori fisici ed ecologici che interagiscono con quelli biologici.

Qualora il soprassuolo sia costituito da specie a temperamento eliofilo la *provvigione minimale*, nel periodo di massima funzionalità biologica non dovrà essere inferiore ai 100-150 m³ per ettaro; se è costituito da specie a temperamento intermedio la *provvigione minimale* non dovrà scendere al di sotto di 200-250 m³ per ettaro; se da specie che tollerano l'aduggiamento la *provvigione minimale* non potrà essere inferiore a 300-350 m³ per ettaro.

Mantenere la provvigione di un bosco a livelli uguali o superiori alla *provvigione minimale* garantisce un sufficiente grado di copertura del terreno con i conseguenti benefici effetti sulla conservazione e sul ripristino, a livelli più elevati,

della funzionalità del sistema bosco, valorizzandone le precise peculiarità.

Gli interventi colturali, garantendo sempre il rilascio di un livello di provvigione uguale o superiore alla *provvigione minimale*, tenderanno a predisporre il soprassuolo alla fruttificazione e alla disseminazione per ottenere la rinnovazione naturale, distribuita uniformemente o per piccoli gruppi sul terreno in modo da garantire la perpetuità del bosco.

La possibilità di utilizzare la parte di provvigione che eccede il livello minimale, può fornire assortimenti di elevata qualità e alto valore e, di conseguenza, permettere l'uso del bosco anche ai fini dell'aumento e miglioramento della produzione legnosa.

Nel caso in cui al momento dell'elaborazione del Piano di Gestione, la provvigione stimata per ogni popolamento all'anno previsto per l'intervento colturale, ottenuta sommando alla provvigione reale l'incremento medio che si accumula nel periodo intercorrente tra i rilievi in campo e l'anno previsto per l'intervento, sia inferiore o uguale a quella minimale, non si prevede alcun prelievo, lasciando il sistema all'evoluzione naturale.

Se, viceversa, al momento dell'intervento colturale la provvigione è superiore a quella minimale, per evitare interventi troppo forti in contrasto con la necessità di procedere con interventi cauti, i limiti massimi del prelievo sono riportati in Tabella 5.

Tabella 5 - Limiti di prelievo in funzione del rapporto tra *provvigione reale* (P_r) e *provvigione minimale* (P_{\min}); prelievo espresso in percentuale sulla provvigione reale del popolamento. Valori massimi di prelievo annuo e, come esempio, di prelievo periodico nel caso in cui il Piano preveda un tempo di ritorno su ogni comparto pari a 10 e a 20 anni.

Rapporto fra provvigione reale (P_r) e provvigione minimale (P_{\min})	Prelievo - % della P_r in funzione del tempo di ritorno sul comparto		
	Annuo	10 anni	20 anni
$P_r \geq 2,0 P_{\min}$	$\leq 1,50\%$	$\leq 15,0\%$	$\leq 30\%$
$P_r \geq 1,8 P_{\min}$	$\leq 1,25\%$	$\leq 12,5\%$	$\leq 25\%$
$P_r \geq 1,6 P_{\min}$	$\leq 1,00\%$	$\leq 10,0\%$	$\leq 20\%$
$P_r \geq 1,4 P_{\min}$	$\leq 0,75\%$	$\leq 7,5\%$	$\leq 15\%$
$P_r \geq 1,2 P_{\min}$	$\leq 0,50\%$	$\leq 5,0\%$	$\leq 10\%$

La verifica della risposta del sistema agli interventi è un momento fondamentale della *Gestione sistemica*. In relazione alle diverse situazioni vanno individuati i parametri idonei a monitorare i cambiamenti rilevanti ai fini della Gestione.

Tra questi sicuramente l'andamento della rinnovazione e dei processi di diversificazione e arricchimento della composizione e struttura del bosco, e le variazioni della *provvigione reale* in confronto alla *provvigione minimale* e al livello provvigionale di partenza, rappresentano elementi utili per guidare il percorso culturale.

Nella Gestione classica le preoccupazioni per la conservazione della biodiversità si traducono per lo più in aggiustamenti alla Gestione per tener conto di indicazioni prestabilite riguardo, a esempio, al numero di alberi *habitat* o a invecchiamento indefinito da rilasciare, alla preservazione di eventuali specie rare, etc.

Con la *Gestione sistemica* invece, l'obiettivo del ripristino dei meccanismi di autorganizzazione del sistema, comporta un graduale aumento della complessità e il conseguente aumento della biodiversità complessiva (Tabella 6).

Nei riguardi dell'adattamento ai cambiamenti climatici, secondo l'Assestamento classico la Gestione tende a guidare il bosco verso assetti (composizione, struttura, rinnovazione) considerati più adatti a condizioni climatiche future prevedibili (entro certi limiti), mentre con la *Gestione sistemica* l'adattamento del bosco è la conseguenza dell'approccio colturale, che segue i processi naturali adattando via via gli interventi alle risposte del bosco.

Infine, come già detto, nella Gestione classica la produzione legnosa rimane l'obiettivo principale della Gestione, che può essere modificata per tener conto di altri cosiddetti "servizi" o funzioni, mentre nella *Gestione sistemica* la produzione legnosa è un sottoprodotto della Gestione del bosco, che è mirata invece all'aumento della complessità e funzionalità del sistema.

SILVOSISTEMICA E GESTIONE FORESTALE

Tabella 6 - Differenze fra Assestamento e Gestione sistemica in relazione a diversi aspetti e funzionalità del bosco.

<i>Criteri operativi</i>	<i>Assestamento</i>	<i>Gestione sistemica</i>
Biodiversità	Conservazione della biodiversità: aggiustamenti della Gestione per tener conto di alberi <i>habitat</i> , alberi a invecchiamento indefinito, specie rare etc.	Conservazione della biodiversità: conseguenza dell'aumento della complessità e del ripristino dei meccanismi di autorganizzazione
Adattamento cambiamenti climatici	Guidare il bosco verso assetti (composizione, struttura, rinnovazione) considerati più adatti a condizioni climatiche future prevedibili (entro certi limiti)	L'adattamento è la conseguenza dell'approccio colturale, che segue i processi naturali adattando via via gli interventi alle risposte del bosco
Produzione legnosa	Produzione legnosa rimane l'obiettivo principale della Gestione, che può essere modificata per tener conto di altri "servizi" o funzioni	Produzione legnosa come sotto-prodotto della Gestione del bosco mirata all'aumento della complessità e funzionalità del bosco

CONCLUSIONI

L'esame dell'evoluzione dei concetti che hanno fatto da sfondo alla definizione delle diverse forme di Selvicoltura che si sono evolute nel tempo, *Selvicoltura finanziaria*, *Selvicoltura su basi ecologiche*, *Selvicoltura naturalistica*, ha messo in evidenza come tutte facciano riferimento al paradigma classico dell'uso delle risorse naturali, cioè al paradigma scientifico riduzionista, che fondamentalmente considera il valore strumentale del bosco, un *oggetto* che può essere plasmato dalla Gestione per assolvere obiettivi predeterminati in base agli interessi umani.

La *Silvosistemica*, invece, riconosce il bosco come sistema biologico complesso, un *soggetto* portatore di propri diritti, che l'attività umana non può semplificare e ridurre per ottimizzarne una o più funzioni.

La *Gestione sistemica* rappresenta la traduzione operativa della *Silvosistemica*, e in quanto tale presenta differenze significative rispetto alla Gestione forestale classica.

La *Gestione sistemica* si caratterizza per l'assenza di qualsiasi riferimento alla normalizzazione del bosco e per l'approccio colturale adattativo a sostegno dei processi evolutivi naturali dell'ecosistema. Tutto ciò si traduce nell'aumento della complessità e della biodiversità del bosco, con effetti positivi su tutta la funzionalità del sistema.

La *Silvosistemica* riassume le tre E della Gestione forestale: l'*Ecologia*, l'*Economia* e l'*Etica*.

Ecologia perché il riconoscimento del bosco come sistema biologico complesso e adattativo fa entrare a pieno titolo la Gestione forestale nell'attuale dibattito scientifico sul funzionamento degli ecosistemi.

Economia perché la *Gestione sistemica* prende in considerazione il valore economico totale del bosco, superando la visione monofunzionale che di fatto ha comportato numerose esternalità negative legate alla riduzione della diversità e capacità adattativa degli ecosistemi forestali.

Etica perché con la *Silvosistemica* il bosco può essere utilizzato solo nei limiti che non intaccano la sua funzionalità complessiva, con il rispetto che dobbiamo a tutti i sistemi viventi.

In conclusione, se salviamo il bosco salviamo noi stessi, *Serva me, servabo te*, come recita l'aforisma di Petronio (27 d.C.- 66 d.C.) *Satyricon*, cap. XLIV - che è parte integrante del logo dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali.

BIBLIOGRAFIA

- Allen T.F.H., Hoekstra T.W., 1992 - *Toward a unified ecology*. Columbia University Press. New York, Oxford.
- Andreatta G., 2024 - *Considerazioni sulle modalità di impostazione e di esecuzione degli interventi selvicolturali: l'imprescindibile ruolo della competenza*. L'Italia forestale e montana, 79 (5/6): 247-253. <https://doi.org/10.36253/ifm-1156>
- Aszalos R., Thom D., Aakala T., Angelstam P., Galhidy L., Gratzner G., Hlasny T., Katzensteiner K., Kovacs B., Knoke T., Larrieu L., Motta R., Muller J., Odor P., Roenberger D., Paillet Y., Pitar D., Standovar T., Svoboda M., Szwagrzyk J., Toscani P., Keeton W.S., 2022 - *Natural disturbance regimes as a guide for sustainable forest management in Europe*. Ecological Applications, e2596. <https://doi.org/10.1002/eap.2596>.
- Batavia, C., Nelson M.P., 2016 - *Conceptual Ambiguities and Practical Challenges of Ecological Forestry: A Critical Review*. Journal of Forestry, 114: 1-10.
- Bauhus J., Puettmann K.J., Kuhne C., 2013 - *Close-to-nature forest management in Europe: does it support complexity and adaptability of forest ecosystems?* In: Messier C., Puettmann K.J., Coates K.D. (eds.) *Managing forests as complex adaptive systems: Building resilience to the challenge of global change*. Routledge, New York, p. 187-213.
- Bechstein J.M., 1797 - *Anzeige von der Herzoglich-Sächsisch-Gothaischen und Altenburgischen Societät der Forst- und Jagdkunde zu Waltershausen nebst den vorläufigen Statuten derselben*. Diana, 1: 424-429.
- Berglund H., Kuuluvainen T., 2021 - *Representative boreal forest habitats in Northern Europe, and a revised model for ecosystem management and biodiversity conservation*. Ambio, 50 (5): 1003-1017.
- Borghetti M., Ferrara A., Moretti N., Nolè A., Pierangeli D., Ripullone F., Todaro L., 2024 - *Prendersi cura dei boschi di un'area interna*

- nell'era del cambiamento climatico: il caso della Basilicata*. Forest@, 21: 10-36. <https://doi.org/10.3832/efor0042-021>
- Bottalico F., Chirici G., Giannini R., Mele S., Mura M., Puxeddu M., McRoberts R.E., Valbuena R., Travaglini D., 2017 - *Modeling Mediterranean forest structure using airborne laser scanning data*. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 57: 145-153. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2016.12.013>.
- Ciancio O. (a cura di), 2009 - *Riserva Naturale Statale Biogenetica di Vallombrosa. Piano di gestione e Silvomuseo 2006-2025*. Corpo Forestale dello Stato, Ufficio Territoriale per la Biodiversità di Vallombrosa, Reggello (FI), 449 p.
- Ciancio O., 1991 - *La Selvicoltura oggi*. L'Italia Forestale e Montana, 46 (1): 7-20.
- Ciancio O., 1998 - *Gestione forestale e sviluppo sostenibile*. In: Secondo Congresso Nazionale di Selvicoltura. Per il miglioramento e la conservazione dei boschi italiani. Venezia, 24-27 Giugno 1998. Vol. 3. Consulta Nazionale per le Foreste ed il Legno; Direzione Generale per le Risorse Forestali, Montane ed Idriche; Accademia Italiana di scienze Forestali, p. 131-187.
- Ciancio O., 2003 - *Teoria e metodo della gestione sostenibile*. In: Atti del Convegno "Selvicoltura: a che punto siamo? Riflessioni cinque anni dopo il II Congresso di Venezia e prospettive per il III Congresso del 2008". Vallombrosa, 23-24 ottobre 2003. I Quaderni, Edizioni Vallombrosa, 2: 95-102.
- Ciancio O., 2018 - *Bosco e Silvosistemica. Utopia o rivoluzione scientifica? 100 domande al Prof. Orazio Ciancio* (a cura di Caterina Morosi). Rubbettino, 186 p.
- Ciancio O., Iovino F., Nocentini S., 1994 - *The theory of the normal forest. La teoria del bosco normale*. L'Italia forestale e montana, 49 (5): 446-462.
- Ciancio O., Iovino F., Nocentini S., 1995 - *Still more on the theory of the normal forest. Why we insist in saying no to the theory of the*

- normal forest. Ancora sulla teoria del bosco normale. Perché si insiste a dire no.* L'Italia forestale e montana, 50 (2): 118-134.
- Ciancio O., Mercurio R., Nocentini S., 1981 - *Le specie forestali esotiche e le relazioni tra arboricoltura da legno e Selvicoltura.* Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, vol. XII: 1-103, Arezzo.
- Ciancio O., Nocentini S., 1996 - *Il bosco e l'uomo l'evoluzione del pensiero forestale dall'umanesimo moderno alla cultura della complessità. La selvicoltura sistemica e la gestione su basi naturali.* In: "Il bosco e l'uomo" (a cura di O. Ciancio). Accademia Italiana di Scienze Forestali, 1996, p. 21-115. <https://www.aisf.it/wp-content/uploads/2020/04/boscoeuomo.pdf>
- De Philippis A., 1967 - *La selvicoltura di fronte al crescente fabbisogno di prodotti legnosi.* L'Italia Forestale e Montana, 22 (3): 140-151.
- Dengler A., 1930 - *Waldbau auf ökologischer Grundelage.* Berlin, 562 p.
- Einstein A., 1954 - *Come io vedo il mondo.* Giachini, Firenze.
- Einstein A., 1997 - *Pensieri di un uomo curioso.* A cura di Alice Calaprice. Oscar Mondadori, 31 p.
- Esseen P.A., Ehnström B., Ericson L., Sjöberg K., 1997 - *Boreal forests.* Ecological Bulletins, 46: 16-47. Copenhagen.
- Filotas E., Parrott L., Burton P.J., Chazdon R.L., Coates K.D., Coll L., Haeussler S., Martin K., Nocentini S., Puettmann K.J., Putz F.E., Sismard S.W., Messier C., 2014 - *Viewing forests through the lens of complex systems science.* Ecosphere, 5 (1): 1. <http://dx.doi.org/10.1890/ES13-00182.1>
- Folke C., 2004 - *Traditional knowledge in social-ecological systems.* Ecology and Society, 9 (3): 7. [online] <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss3/art7/>
- Franklin, J.F., Johnson K.N., 2013 - *Ecologically based management: A future for federal forestry in the Pacific Northwest.* Journal of Forestry, 111 (6): 429-432.
- Gayer K., 1880 - *Der Waldbau.* Wiegandt, Hempel, Parey Berlin. 700 p.

- Giannetti F., Puletti N., Puliti S., Travaglini D., Chirici G., 2020 - *Assessment of UAV photogrammetric DTM-independent variables for modelling and mapping forest structural indices in mixed temperate forests*. *Ecological Indicators*, 117: 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106513>
- Giannini R., Susmel L., 2006 - *Foreste, boschi, arboricoltura da legno*. *Forest@*, 3 (4): 464-487. [online] URL: <http://www.sisef.it/>
- Heilbron J.L., 1990 - *Introductory Essay*. In: *The quantifying spirit of the Eighteenth Century*. Frangsmyr T., Heilbron J.L., Rider R.E. (eds.). University of California Press, Berkeley and Los Angeles, California, p. 1-23.
- Kay J., Regier H., 2000 - *Uncertainty, complexity and ecological integrity: insights from an ecosystem approach*. In: *Crabbe P. et al. (eds.): Implementing ecological integrity: restoring regional and global environmental and human health*. NATO Science Series, Kluwer, Dordrecht, p. 121-156.
- Kuuluvainen T., Angelstam P., Frelich L., Jöngiste K., Koivula M., Kubota Y., Lafleur B., Macdonald E., 2021 - *Natural Disturbance-Based Forest Management: Moving Beyond Retention and Continuous-Cover Forestry*. *Front. For. Glob. Change*, 4: 629020. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2021.629020>
- Larsen J.B., Angelstam P., Bauhus J., Carvalho J.F., Diaci J., Dobrowolska D., Gazda A., Gustafsson L., Krumm F., Knoke T., Konczal A., Kuuluvainen T., Mason B., Motta R., Pötzelsberger E., Rigling A., Schuck A., 2022 - *Closer-to- Nature Forest Management*. *From Science to Policy*, 12. European Forest Institute. <https://doi.org/10.36333/fs12>
- Leopold A., 1923 - *Some fundamentals of conservation in the Southwest*. *Environmental Ethics*, 1 (1979): 131-141. Reprinted in the Appendix in Callicot J. B., 2013. *Thinking like a planet. The land ethic and the earth ethic*. Oxford University Press, 373 p.
- Leopold A., 1949 - *A Sand County almanac and sketches here and there*. New York. Oxford University Press. 228 p.

- Mayr E.W., 1990 - *Storia del pensiero biologico: diversità, evoluzione, eredità*. Bollati Boringhieri, XV, 932 p.; trad. di vari, rev. di Paolo Ghisleni.
- Messier C., Puettmann K.J., Coates K.D., 2013 - *Managing forests as complex adaptive systems. Building resilience to the challenge of global change*. Routledge, New York.
- Nagel T.A., Svoboda M., Panayotov M., 2013 - *Natural disturbances and forest dynamics in temperate forests of Europe. Integrative approaches as an opportunity for the conservation of forest biodiversity*. European Forest Institute, p. 116-123.
- Nocentini S., 1996 - *Teoria e pratica dei metodi di assestamento nella pianificazione forestale. Analisi e prospettive*. Tesi di Dottorato di ricerca in "Economia e pianificazione forestale". Università degli studi di Firenze, 170 p.
- Nocentini S., 2000 - *La rinaturalizzazione dei sistemi forestali: aspetti concettuali*. L'Italia Forestale e Montana, 55 (4): 211-218.
- Nocentini S., 2005 - *Un possibile approccio per valutare la potenzialità di rinaturalizzazione dei soprassuoli artificiali di conifere*. Forest@, 2: 275-277. <https://doi.org/10.3832/efor0309-002>
- Nocentini S., 2006 - *La rinaturalizzazione dei sistemi forestali: è necessario un modello di riferimento?* Forest@, 3 (3): 376-379. <https://doi.org/10.3832/efor0394-0030376>
- Nocentini S., 2015 - *Managing forests as complex adaptive systems: an issue of theory and method*. In: O. Ciancio (ed.), Atti del Secondo Congresso Internazionale di Selvicoltura - Proceedings of the Second International Congress of Silviculture. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, Vol II, p. 911-918. <https://www.aisf.it/wp-content/uploads/2016/02/913-918-nocentini.pdf>
- Nocentini S., 2024 - *Nature and Forest management*. L'Italia Forestale e Montana, 79 (3): 99-133. <https://dx.doi.org/10.36253/ifm-1137>
- Nocentini S., Buttoud G., Ciancio O., Corona P., 2017 - *Managing for-*

- ests in a changing world: the need for a systemic approach. A review.* Forest Systems, 26, 1-15.
- Nocentini S., Ciancio O., Portoghesi L., Corona P., 2021 - *Historical roots and the evolving science of forest management under a systemic perspective.* Canadian Journal of Forest Research, 5: 163-171. (Online November 2020).
- Parade A., 1883 - *Cours élémentaire de culture des bois.* Sixième édition publiée par A. Lorentz et L. Tassy. Octave Doin, éditeur, Paris. 690 p.
- Patrone G., 1979 - *Stravaganza terza; la fustaia da dirado: realtà o fantasma?* Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, vol. XXVIII: 267-306.
- Pavari A., 1915 - *Sulla produzione legnosa dei boschi da dirado.* L'Alpe, 2 (1): 196-202.
- Pavari A., 1932 - *Lineamenti di selvicoltura comparata su basi ecologiche.* Atti della R. Accademia dei Georgofili, 5^a ser., vol. XXIX. 31 p.
- Pavari A., 1937 - *Uno sguardo alla selvicoltura veneta.* L'Alpe, 24 (1): 147-155.
- Pavari A., 1938 - *Selvicoltura naturalistica e selvicoltura autarchica.* Atti della R. Accademia dei Georgofili, XVII.
- Pavari A., 1948 - *Alcune osservazioni sulle fustaie resinose delle Alpi Venete.* L'eco della montagna, 8: 181-188.
- Puettman K.J., Coates K.D., Messier C., 2009 - *A critique of silviculture. Managing for complexity.* Island Press, Washington D.C. 188 p.
- Schütz J.P., Saniga M., Diaci J., *et al.*, 2016 - *Comparing close-to-nature silviculture with processes in pristine forests: lessons from Central Europe.* Annals of Forest Science, 73: 911-921. <https://doi.org/10.1007/s13595-016-0579-9>.
- Seymour R.S., Hunter M.L. Jr., 1999 - *Principles of ecological forestry*, p. 22-61. In: *Maintaining biodiversity in forest ecosystems*, Hunter M.L. (ed.). Cambridge Univ. Press, New York. 698 p.
- Susmel L., 1955a - *Conservazione e miglioramento delle abetine delle*

- Alpi Orientali*. Atti del Congresso Nazionale di Selvicoltura. Firenze, 1954, p. 331-372.
- Susmel L., 1955b - *Riordinamento su basi bioecologiche delle abetine di S. Vito di Cadore*. Pubbl. n. 9 Stazione Sperimentale di Selvicoltura, Firenze.
- Susmel L., 1956 - *Leggi di variazione dei parametri della foresta disetanea normale*. L'Italia Forestale e Montana, 3: 105-116.
- Susmel L., 1959 - *Riordinamento su basi bioecologiche delle faggete di Corleto Monforte*. Pubbl. della Stazione Sperimentale di Selvicoltura, Firenze.
- Susmel L., 1970 - *Dove va la selvicoltura?* Monti e Boschi, 21 (2): 3-8.
- Susmel L., 1980 - *Normalizzazione delle foreste alpine*. Liviana, Padova. 437 p.
- Susmel L., 1986 - *Prodromi di una nuova selvicoltura*. Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali, vol. XXXV: XXXIII-LI.

Stampato in Italia nel mese di maggio 2025
da Tipografia Linari - Firenze

