

**PROSPETTIVE**

**DEL SETTORE FORESTALE**

**IV Congresso Nazionale di Selvicoltura**

**Accademia Italiana di Scienze Forestali**

**FIRENZE 2024**

**PROSPETTIVE**

**DEL SETTORE FORESTALE**

**a cinque anni dal**

**IV Congresso Nazionale di Selvicoltura**



**Accademia Italiana di Scienze Forestali**

**FIRENZE 2024**

In copertina: Foresta di Vallombrosa, Comune di Reggello (FI)

(foto D. Travaglini)

ISBN 978-88-87553-10-9

© 2024 - Accademia Italiana di Scienze Forestali

Piazza Edison 11 - 50133 Firenze

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Indice |  |
| Orazio Ciancio |  |  |
| *Introduzione* - *I Congressi di Selvicoltura dell’Accademia* | | 5 |
| Marco Borghetti, Raffaello | Giannini, Federico Magnani |  |
| *Genetica ed ecologia per la gestione sostenibile degli ecosistemi forestali:* | |  |
| *sviluppi recenti* |  | 11 |
| Luigi Masutti, Renzo Motta, Susanna Nocentini, Paolo Paolucci | |  |
| *Selvicoltura, biodiversità, fauna: riflessioni e prospettive* | | 27 |
| Davide Travaglini, Giacomo Certini, Francesco Iovino, Luigi Portoghesi | |  |
| *Selvicoltura e tutela del territorio forestale* | | 47 |
| Giovanni Sanesi, Alessandro Paletto, Roberto Tognetti | |  |
| *Selvicoltura, paesaggio e impatto dei cambiamenti dell’uso del suolo* | | 65 |
| Andrea Battisti, Paolo Capretti, Massimo Faccoli, Paolo Gonthier, | |  |
| Pio Federico Roversi |  |  |
| *Protezione delle foreste da fattori biotici* | | 71 |
| Piermaria Corona, Filippo Brun, Rinaldo Comino, Sandro Dettori, | |  |
| Daniele Gambetti |  |  |
| *Selvicoltura e produzioni forestali* | | 81 |
| Augusto Marinelli, Leonardo Casini, Severino Romano | |  |
| *Selvicoltura ed economia forestale* | | 91 |
| Gherardo Chirici, Giancarlo Papitto, Federico Maetzke, Roberto Scotti, | |  |
| Marco Marchetti |  |  |
| *Monitoraggio e pianificazione forestale* | | 105 |
| Davide Ascoli, Valentina Bacciu, Anna Barbati, Giovanni Bovio | |  |
| Donatella Spano |  |  |
| *Dalla ricerca alla governance degli incendi boschivi in Italia* | | 121 |
| Enrico Marchi, Raffaele Cavalli, Raffaele Spinelli | |  |
| *Innovazione e qualificazione* | *del lavoro in foresta* | 149 |
| Marco Fioravanti, Manuela Romagnoli, Roberto Zanuttini | |  |
| *Innovazione, sostenibilità e impatti dell’uso del legno* | | 163 |
| Alessandra Stefani |  |  |
| *Conclusioni* |  | 171 |

Introduzione

*I Congressi di Selvicoltura dell’Accademia*

L’Accademia Italiana di Scienze Forestali fu fondata con lo sco-po di creare una Istituzione in grado di fornire strumenti scientifici e tecnici agli Enti impegnati nella realizzazione della Legge per la montagna e i boschi elaborata e promossa dal Ministro dell’Agri-coltura e Foreste Amintore Fanfani che divenne Socio fondatore e partecipò il 21 giugno 1951 all’inaugurazione che avvenne a Firenze in Palazzo Vecchio.

Il primo Congresso Nazionale di Selvicoltura si svolse a Firenze dal 14 al 18 marzo del 1954. Il Presidente della Repubblica Luigi Einaudi partecipò al Congresso ed eresse l’Accademia in Ente morale con De-creto n. 4586. Il Congresso fu organizzato per analizzare le condizioni disastrose in cui si trovavano i boschi e la montagna dopo la seconda guerra mondiale.

Il secondo si tenne a Venezia dal 24 al 27 giugno del 1998 nell’in-tento di operare per la realizzazione di una politica forestale in gra-do di valorizzare il ruolo sociale, economico e culturale delle foreste, della montagna e delle sue comunità. Lo scopo era di far conoscere i cambiamenti nei boschi italiani verificatisi dopo oltre 40 anni e quali interventi effettuare per la conservazione e il miglioramento degli eco-sistemi, della biodiversità e del paesaggio.

Occorre ricordare che, a seguito di quanto emerso e sostenuto al Congresso, su proposta elaborata nel 2001 dall’Accademia fu appro-vato il Decreto legislativo 227 “Orientamento e modernizzazione del settore forestale”.

5

O. CIANCIO

Il Terzo Congresso nazionale di Selvicoltura si è svolto a Taormina dal 16 al 19 ottobre del 2008 allo scopo di verificare il presente e guar-dare al futuro delle foreste italiane e delle attività a esse connesse, con un riferimento particolare a quelle del settore mediterraneo.

Le conclusioni del Congresso di Taormina, riportate nella *Mozione finale*, possono esser così sintetizzate:

– l’attuazione di *decisioni partecipate e informate*;

– lo sviluppo di una *ricerca innovativa*;

– la necessità di un *nuovo approccio culturale,* con la certezza che la cultura è l’unico vero bene dell’umanità.

Il Quarto Congresso Nazionale di Selvicoltura si è tenuto a Torino

dal 5 al 9 novembre 2018 ovvero in un momento di fondamentale importanza in cui il bosco, capitale naturale e maggiore infrastruttura verde del nostro Paese, è chiamato anche a confrontarsi con la sfida della *green economy.* L’evento ha costituito un forum dove i rappresen-tanti governativi e delle Regioni, quelli delle università e degli istituti di ricerca, della società civile e del settore pubblico e privato forestale, naturalistico e ambientale, hanno potuto scambiare le loro esperienze al fine di formulare linee guida e conseguenti raccomandazioni a livel-lo regionale, nazionale, europeo e mondiale. L’obiettivo del Congresso di Torino è stato di pervenire a sintesi conoscitive, scientifiche e tecni-che innovative, proiettate al futuro e alla piena implementazione del concetto di gestione forestale sostenibile attraverso risposte scientifica-mente fondate e percorribili sul piano tecnico-programmatico.

Voglio sottolineare che a Taormina fu stabilito di realizzare dopo cinque anni da ogni Congresso un incontro per verificare lo stato di avanzamento delle proposte descritte. Ecco perché oggi siamo qui per confrontarci e andare avanti su quanto proposto a Torino nel 2018. Il dialogo permette di far emergere le cose che dividono ma consente anche di trovare le cose che uniscono.

Nell’analisi relative allo stato delle foreste, della montagna e del paesaggio spesso ci si rende conto che i problemi non possono essere risolti nell’ambito del sapere codificato. L’evoluzione implica un diver-so approccio teorico e un differente paradigma di riferimento. Il che implica una diversa strategia di ricerca e l’opportunità di *analizzare il passato per interpretare il presente e prefigurare il futuro.*

6

INTRODUZIONE

Nella ricerca forestale bisogna avvalersi di un paradigma scientifico i cui principi sono *autorganizzazione, non equilibrio, non linearità.* E, appunto perciò, di un paradigma di riferimento ipotetico-deduttivo che, rispetto al passato, non riguarda solo la tecnica ma anche, e so-prattutto, la scienza.

Il processo di conoscenza si fonda sulla *cultura della complessità* e sul-la *visione sistemica.* L’approccio sperimentale è quello *bioecocentrico.* Sul piano tecnico si procede con il metodo per *tentativi ed eliminazione degli errori,* cioè per approssimazioni successive. Ne consegue che nell’uso delbosco il *principio etico* avrà un riscontro diverso rispetto a quello attuale.

In passato, nell’intento di migliorare la funzionalità dei sistemi fo-restali è stata ricercata con costanza la *semplificazione* e la *regolarità* “del” e “nel” bosco.

Una ricerca pervasa da un lato da una concezione atomistica, che concepisce il bosco come separato dall’ambiente e i suoi componenti come distinti e misurabili; e dall’altro, da una visione antropocentrica spinta alle estreme conseguenze; la sottomissione della Natura alla vo-lontà dell’Uomo per il conseguimento dei propri fini.

Nella realtà i timonieri della tecnica sono stati assecondati dai timo-nieri della sperimentazione e da quelli della scienza forestale. Ovvero, delle “sensate esperienze e delle certe dimostrazioni” della *nuova scien-za* di galileiana memoria, del determinismo cartesiano e del meccani-cismo newtoniano,

Mi chiedo e chiedo: si può agire sulla Natura in modo da consegui-re il massimo di utilità finanziaria senza provocare danni irreversibili? Una domanda che esige una risposta chiara e puntuale. Risposta che deve essere portata a conoscenza di tutti per accrescere quella che amo definire la *Cultura del bosco.* Ciò significherebbe ribaltare la posizione tecnica e giuridica espressa nei secoli passati.

Da oltre quattro lustri più volte ho affermato che le operazioni sel-vicolturali non dovrebbero essere valutate in termini puramente finan-ziari. Non ho asserito e non sto asserendo che si debbano trascurare gli aspetti finanziari, ma ritengo che sia necessario distinguere gli aspetti finanziari da quelli economici.

Queste posizioni culturali spesso vengono messe in contrapposizio-ne alle correnti di pensiero biocentriche *olistiche* o *ecocentriche,* la cui

7

O. CIANCIO

base è connessa alla filosofia *epistemologica* della *biologia evoluzionisti-ca*. Ovvero, a posizioni di assoluto valore e significato che riguardanole specie, gli habitat, gli ecosistemi. Ne consegue che l’uso del bosco nel prossimo futuro è destinato a cambiare. Ciò si deve alle mutate condizioni di vita. Su questi aspetti è stata, e ancor più sarà, decisiva l’influenza della ricerca scientifica e della conoscenza.

La ricerca, lo si sa, si basa sul metodo. Se si adotta il *riduzionismo ontologico*, si analizzano le strutture e le funzioni dei sistemi viventi ri-conducendoli a processi fisici. Se, invece, si adotta il *riduzionismo me-todologico* si tende a conseguire spiegazioni di uno specifico fenomeno.Infine, c’è chi tra i biologi ritiene opportuno accedere al *riduzionismo epistemologico* secondo il quale le leggi sperimentali formulate in cam-po biologico si possono ricondurre alle leggi fisiche e chimiche.

In pratica, con tali tipologie metodologiche, i *riduzionisti* propen-dono per l’analisi delle singole componenti del sistema al fine di analiz-zare l’organizzazione di singoli fattori. Per converso, i *sistemici* tendono a studiare e comprendere la funzionalità del sistema nel suo insieme.

Il fisicalismo, la filosofia delle leggi fisico-chimiche - ormai lo dico-no gli stessi fisici e chimici -, non è in grado di dare una spinta propul-siva per la comprensione dei sistemi viventi. Spero che di tutto ciò se ne faccia tesoro per contribuire a una reale innovazione e a un brillante futuro della ricerca forestale.

I timonieri della tecnica e, a maggior ragione, i timonieri della spe-rimentazione e della ricerca forestale parlano del bosco come di un ecosistema. Concordano sulla necessità di salvaguardare la funzionalità del sistema, senza però preoccuparsi della rete di interazioni connesse tra i molteplici componenti del sistema tra cui l’uomo, e sottolineo tra cui l’uomo, per poi disconoscerne il profondo significato nell’attività colturale e gestionale.

Da alcuni anni si è argomentato e si continua ad argomentare dell’*e-tica,* fornendo spunti interessanti sui quali a mio avviso si dovrebbe ri-flettere. Il che mi porta a meditare se si deve dibattere de “Il bosco per l’uomo” o, dato l’avanzamento culturale, scientifico ed etico, non sia più opportuno trattare de “L’uomo per il bosco”.

Si delinea così l’essenza dell’antitesi tra la concezione del bosco come oggetto e quella del bosco come soggetto. O, in termini para-

8

INTRODUZIONE

digmatici, tra visione antropocentrica e visione bioecocentrica in cui la Natura ha valore intrinseco. Il che per i forestali comporta nuove e più ampie responsabilità.

Questi boschi, che sono in grado di elargire elevate esternalità, di fatto apriranno la porta a quella che può considerarsi la terza rivoluzione forestale del XXI secolo, ovvero la *Silvosistemica* o l’*Italian Forest Theory*.

Queste idee nel settore forestale nostrano non hanno incontrato il favore di una parte dei tecnici. Un fenomeno che rientra nella norma-lità. Forse per alcuni vale l’evangelico detto *nemo propheta acceptus est in patria sua,* non rendendosi conto che “le persone passano ma le ideerestano”. Sono moderatamente ottimista perché, lo si sa, le idee nuove in campo forestale si affermano con i tempi forestali. Ma come afferma l’illuminista Voltaire “Il tempo è un galantuomo, rimette a posto tutte le cose”.

La rilettura dell’attività forestale nel XX secolo e il progresso cono-scitivo conseguito nel campo delle scienze forestali e ambientali hanno determinato un mutamento nelle modalità concettuali di approccio al bosco. La base di riflessione è quella relativa alla concezione della conoscenza, cioè all’epistemologia e a quella dei valori, ovvero all’as-siologia.

Come insegna la Natura nelle sue varie espressioni occorre rispet-tare il bosco: un sistema vivente che ha valore in sé, al quale, proprio per questo, vanno attribuiti quei diritti che si riconoscono a tutte le comunità biotiche. I *diritti del bosco*, appunto.

Pertanto è necessario ridefinire la posizione della gestione forestale. Il bosco non è più considerato un insieme di alberi che si coltivano per ottenere il massimo reddito finanziario o per avvalersi nel tempo e secondo “la moda” di particolari funzioni, ma un *sistema biologico*

*complesso*.

Anzi, si può affermare che *sostenere la produzione non sempre vuol dire sostenere il bosco* . La selvicoltura non è *indipendente dall’ecosistema*,come prevedevano i vecchi modelli colturali e i metodi di pianificazio-ne forestale, ma viceversa è *dipendente dall’ecosistema*.

Tale cambiamento comporta l’adozione di pratiche colturali a basso impatto ambientale e, come principio insuperabile, il rispetto della *complessità biologica* del bosco.

9

O. CIANCIO

Occorre che i proprietari pubblici e privati possano contare su un incentivo finanziario in grado di attenuare le spese per la coltivazione con interventi *cauti*, *continui* e *capillari*: ovvero con lo schema tecnico operativo, noto come le tre C della selvicoltura, che consente di far svolgere al bosco le *funzioni* delle quali le comunità si avvalgano per una migliore qualità della vita.

Occorre pensare alla gestione del bosco non solo sotto l’aspetto pra-tico, ma anche in senso estetico, metafisico ed etico.

Per creare *Cultura forestale*, bisogna prima imparare a parlare con il bosco.

Gli alberi sono individui che aggregandosi tra loro formano un nuovo, ampio complesso sistema. I processi tra gli organismi vegetali, animali e i fattori fisici che lo compongono costituiscono un insieme unificato che dà forma al “linguaggio del bosco”.

Per creare conoscenza, cultura e arte forestale bisogna prima impa-rare a gestire il bosco, nella consapevolezza che: *Il bosco rende vivibile il presente e possibile il futuro*.

Concludo con 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: *Serva me, servabo te* - Salva me, che io salverò te.

*Orazio Ciancio*

10

Marco Borghetti - Raffaello Giannini - Federico Magnani

**Genetica ed ecologia per la gestione sostenibile**

**degli ecosistemi forestali: sviluppi recenti**

1. Introduzione

Con i suoi fenomeni intensi e gli episodi di disturbo connessi (Ali *et al.,* 2022; Russo *et al.,* 2019; Rita *et al.,* 2020; Senf e Seidl, 2021)il cambiamento climatico mette a rischio la stabilità e la funzionalità delle foreste e produce nel contempo effetti a cascata sui servizi eco-sistemici (Peñuelas *et al.,* 2021; Appiagyei *et al.,* 2022), il cui mante-nimento richiede approcci gestionali ben calibrati (Nocentini *et al.,* 2022). La gestione forestale sostenibile e adattativa contribuisce alla multifunzionalità dei sistemi forestali (Temperli *et al.,* 2012), ma deve essere supportata dai risultati della ricerca scientifica. In tal senso, im-portanti benefici possono derivare dagli sviluppi negli studi di genetica ed ecologia forestale. Le ragioni sono da ricondurre alla possibilità di conseguire obbiettivi di rilievo sul piano gestionale, fra i quali sono da includere:

1. la conservazione della diversità genetica nelle popolazioni arboree, che rappresenta la base per la resilienza di lungo periodo delle co-munità forestali al cambiamento climatico. In particolare, i risultati che scaturiscono da indagini di genetica di popolazione costituiscono

*Marco Borghetti*: Scuola di Scienze Agrarie, Forestali, Alimentari e Ambientali, Università della Basilicata, Potenza.

*Raffaello Giannini*: Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze.

*Federico Magnani*: Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari, Alma Mater Studiorum - Università di Bologna.

11

M. BORGHETTI *ET AL.*

il fondamento per l’individuazione delle più efficaci strategie di conservazione della variabilità genetica adattativa;

1. la comprensione delle basi genomiche di tratti fenotipici di rilevanza adattativa, che può consentire sia di intervenire in modo mirato sulle comunità forestali sia di selezionare materiale di propagazione adatto ai programmi di forestazione e ripristino ambientale;
2. l’affinamento della selvicoltura di adattamento e di mitigazione per le tecniche di ripristino, sulla base della comprensione delle dinamiche ecosistemiche innescate dai disturbi naturali;
3. la comprensione degli effetti dei disturbi naturali e della gestione forestale - così come della sua assenza - non solo sulla produttività delle foreste ma anche sulla produzione di servizi ecosistemici, *in primis* la fissazione di carbonio e la difesa idrogeologica;
4. la comprensione dei meccanismi di resistenza e resilienza degli ecosi-stemi forestali ai disturbi, funzionale alla corretta gestione del bosco dopo eventi estremi (tempeste…), attacchi di patogeni e insetti, passaggio di incendi;
5. lo sviluppo di metodi ed applicazioni, ad alta risoluzione spaziale, per la quantificazione da remoto della diversità funzionale e strutturale delle comunità forestali, utilizzabile nel quadro della selvicoltura e della gestione forestale.

In questa breve nota, che dà seguito al lavoro presentato al IV Con-

gresso Nazionale di Selvicoltura tenutosi a Torino nel 2018 (Borghetti *et al.,* 2019), si illustrano alcuni risultati raggiunti, in questi ultimianni, nei campi della genetica e dell’ecologia forestale. È da mettere in evidenza, peraltro, che le ricerche in questi settori spesso affrontano problematiche di confine, complementandosi e integrandosi a vicen-da. Ad esempio: i progetti di conservazione delle risorse genetiche de-gli alberi forestali si avvalgono di tecnologie, metodi e conoscenze che vanno dalla genomica, all’ecofisiologia, alla dendroecologia, all’ecolo-gia di comunità, alla modellazione ecologica, fino al telerilevamento funzionale. Tra l’altro le indagini di genomica spesso vengono associa-te alla “fenomica”, ovvero a procedure di fenotipizzazione che, grazie a metodi, tecniche e sensoristiche di nuova generazione, consentono di monitorare, in tempi brevi e su molti individui, caratteri e processi propri dell’ecologia funzionale.

12

GENETICA ED ECOLOGIA PER LA GESTIONE DEGLI ECOSISTEMI

2. Sviluppi nella genetica forestale

Le risorse genetiche sono alla base della multifunzionalità della fo-resta. La conoscenza della diversità genetica inter ed intraspecifica, de-gli adattamenti locali e del controllo genetico di tratti chiave è necessa-ria per prevedere la capacità di adattamento delle popolazioni arboree, ovvero per comprendere come geni e le loro varianti, influenzino la capacità degli alberi di vivere e prosperare in una varietà di condizioni ambientali. Negli ultimi anni la grande produzione di dati a livello genomico ha fortemente accelerato la generazione di conoscenze sulle basi genetiche ed evoluzionistiche, degli alberi forestali ed ampliato le possibilità di affrontare queste sfide scientifiche.

2.1 *Caratterizzazioni* genome-wide *e controllo poligenico*

I polimorfismi SNPs (*Single-Nucleotide Polymorphisms*), determina-ti da variazioni di singoli nucleotidi, hanno trovato crescenti appli-cazioni per definire le basi dell’adattamento delle specie forestali alle condizioni ambientali o la risposta a stress biotici (Isabel *et al.,* 2019; Neophytou *et al.,* 2022). Gli studi compiuti confermano come la mag-gior parte dei tratti fenotipici siano sotto controllo poligenico, ovvero insistano su di una architettura genomica determinata da numerosi *loci*, ciascuno con effetti di piccola entità sull’espressione del carattere.Il passo da compiere, che appare cruciale, è quello di determinare in modo accurato il grado di poligenicità dei tratti fenotipici di maggiore importanza adattativa (de Miguel *et al.,* 2022) anche perché è stato visto, in alcuni casi, che un numero relativamente modesto di poli-morfismi SNPs può spiegare la variazione di tratti fenotipici rilevanti a fini adattativi, come, ad esempio, la variazione nei ritmi fenologici o la tolleranza di patogeni (Doonan *et al.,* 2023). In questa direzione sembrano andare i primi risultati di un recente progetto italiano sulla resilienza delle querce al cambiamento climatico (RESQ: *Improving the RESilience to climate change of ITalian oak FORests facing dieback; Querce Resilienti,* URL: https://resq.unipv.it/). In questo caso i datidei polimorfismi SNPs, elaborati con analisi di associazione fenotipo-genotipo, hanno consentito di individuare un gruppo di marcatori, che possono variare da poche decine ad alcune migliaia a seconda delle

13

M. BORGHETTI *ET AL.*

analisi svolte, in grado di spiegare una porzione significativa della va-rianza del tratto “deperimento dendrocronologico”, candidandosi per un possibile impiego come marcatori diagnostici per la selezione di individui resistenti al cambiamento climatico.

2.2 *Pan-genomi*

La relativa facilità con cui si possono oggi sequenziare interi geno-mi, compresi quelli “giganti” delle gimnosperme (Niu *et al.,* 2022), consente di estendere le ricerche all’intera architettura genomica delle singole specie. Una metodologia che si sta rivelando promettente per comprendere le dinamiche di adattamento anche negli alberi forestali,

* rappresentata dall’approccio basato sullo studio del pan-genoma. Si tratta di un approccio basato sull’analisi e confronto dei genomi di più individui all’interno di uno stesso gruppo tassonomico finalizzato ad identificare tutte le variazioni genetiche presenti ed, in particolare, le variazioni strutturali, come le inserzioni e le delezioni, le variazioni del numero di copie di particolari geni, i geni rari, che potrebbero avere un effetto rilevante sulla diversità fenotipica e sull’evoluzione geno-mica (Pinosio *et al.,* 2016; Prunier *et al.;* 2017; Hu *et al.,* 2022). È basato su metodologie di questo tipo un progetto in corso nel nostro Paese, che riguarda l’adattamento al clima di specie quercine ad ampia distribuzione e filogeneticamente vicine (*Quercus petraea*, *Q. pubescens* e *Q. robur*). L’obiettivo è quello di produrre una panoramica accurata e completa del pan-genoma delle querce “bianche” europee lungo un marcato gradiente ecologico latitudinale. Si tratta della base necessaria per affrontare e gestire gli effetti del cambiamento climatico su sistemi forestali, dominati dalle querce, di notevole importanza sul piano sia ecologico che economico (Progetto PanBiOak - *A pan-genomic appro-ach to study local adaptation in Mediterranean oak forests*, URL: https://www.ibbr.cnr.it/ibbr/projects/?pid=31999).

2.3 *Variabilità geografica, adattamenti e* *maladattamenti*

La conoscenza della relazione tra clima, variabilità geografica e adat-tamenti genetici consente di identificare le popolazioni da proteggere in quanto tipicizzate da caratteristiche genetiche uniche e preziose. Gli studi recenti condotti con approcci genomici hanno mostrato, tra

14

GENETICA ED ECOLOGIA PER LA GESTIONE DEGLI ECOSISTEMI

l’altro, adattamenti marcati su scala geografica locale (Brousseau *et al.,* 2021), anche in specie caratterizzate da bassa differenziazione geneti-ca sebbene presenti su vaste aree geografiche. È stato evidenziato che la selezione divergente - in seguito alla quale due o più popolazioni subiscono pressioni selettive che portano nel corso del tempo a una differenziazione delle loro caratteristiche genetiche in risposta a pres-sioni selettive diversificate - tende a modellare e mantenere, anche in ambienti eterogenei, la variazione genetica funzionale, fatto di grande importanza per la sopravvivenza temporale delle stesse (Budde *et al.,* 2023). Per contro, si sono dimostrati sorprendenti i meccanismi di evoluzione convergente di specie evolutesi separatamente per molti mi-lioni di anni: l’adattamento al clima può quindi essere geneticamente vincolato, controllato da alcuni geni chiave (Yeaman *et al.,* 2016). Le nuove condizioni climatiche potranno modificare le pressioni selettive che modellano la variazione genetica adattativa e ciò potrà provocare vari gradi di disadattamento locale e un rimescolamento spaziale delle distribuzioni degli alleli adattativi (Capblancq *et al.,* 2020). Su questa tematica, sono stati sviluppati approcci genomici con risultati di rilievo ai fini della previsione di possibili interruzioni delle associazioni geni adattativi-ambiente e delle criticità che possono portare ad estinzioni locali (Jaramillo‐Correa *et al.,* 2020; Lachmuth *et al.,* 2023). I pattern di adattamento/maladattamento di popolazioni italiane di abete bian-co e faggio sono oggetto di studio, nel nostro Paese, in un progetto condotto con approccio “dendrogenomico”, che integra genomica e dendroecologia (Progetto REACT - *Back to the future: REtrospective and prospective insights in silver fir Adaptation to face the ClimaTe crisis*,URL: https://www.ibbr.cnr.it/ibbr/projects/?pid=317).

2.4 *Migrazione assistita*

La migrazione assistita - ovvero il trasferimento pianificato di in-dividui “climaticamente adattati” all’interno o al di fuori dell’areale della specie - può essere condotto sia a scopi conservazionistici che per preservare la funzione produttiva di una popolazione spostandola in un ambiente più favorevole. Si tratta di una prospettiva che deve essere valutata con attenzione alla luce delle necessità conservazionistiche, dei potenziali benefici e dei possibili effetti sulla biodiversità genetica

15

M. BORGHETTI *ET AL.*

delle comunità forestali (Peterson St-Laurent *et al.,* 2018; Gustafson *et al.,* 2023; Twardek *et al.,* 2023). In rapporto a questi aspetti, il rapidosviluppo delle tecnologie di sequenziamento e i sempre più copiosi dati genomici possono offrire extra-benefici rispetto alle valutazioni condotte negli studi di biologia della conservazione, integrando le previsioni macroecologiche e offrendo una prospettiva evoluzionistica assente, ai fini della conservazione della biodiversità, nei tradizionali studi biogeografici (Chen *et al.,* 2022). Metriche basate sui dati ge-nomici sono state utilizzate a fini prognostici per decisioni sull’ido-neità ambientale per la persistenza di una specie o di una popolazione o per definire le modalità con cui procedere alla migrazione assistita (Lachmuth *et al.,* 2023). L’opportunità di una migrazione assistita “guidata” dalla genomica sta producendo proposte per reti di colla-borazione fra ricercatori, agenzie di finanziamento ed enti di gestione.

Nel nostro Paese si sta definendo un *framework* di lavoro per valutare la necessità della migrazione assistita; in particolare è stato avviato un progetto per stimare le migrazioni ideali necessarie per massimizzare il potenziale adattativo in popolazioni di pini mediterranei (Progetto Marie-Curie MedForAct - *Unveiling convergent adaptation in Mediter-ranean pines to inform a new tool for the management of forest genomic resources*, URL: https://sites.google.com/view/medforact/home-page).Obiettivo recente e di notevole interesse è anche il cosiddetto “flusso genico assistito” che prevede l’introduzione di materiale di propagazio-ne preadattato all’interno di soprassuoli gestiti per favorire la rinnova-zione naturale (Vettori *et al.,* 2024).

2.5 *Reti di conservazione*

La convenzione di Kunming-Montreal per la biodiversità ha rico-nosciuto formalmente la necessità di conservare la diversità genetica intraspecifica e l’urgenza di mettere in atto azioni dirette a questo sco-po (Hoban *et al.,* 2023). Anche in questo campo sono in corso notevo-li progressi e si aprono prospettive applicative, grazie alla ricerca e allo sviluppo delle tecnologie di caratterizzazione del genoma. I risultati di recenti ricerche condotte ad ampio raggio, con l’uso di migliaia di polimorfismi SNPs, sulla variabilità genetica adattativa e sull’evolu-zione divergente in associazione a gradienti ambientali di temperatura

16

GENETICA ED ECOLOGIA PER LA GESTIONE DEGLI ECOSISTEMI

e precipitazioni, possono rappresentare la base per disegnare strategie per la conservazione della diversità intraspecifica in specie ad ampia distribuzione e con una storia evolutiva complessa, come è il caso del faggio (Postolache *et al.,* 2021). Nel nostro Paese l’uso di marcatori molecolari, ha consentito di delineare i requisiti spaziali per la “pro-tezione” della diversità genetica intraspecifica in specie come l’abete bianco, la farnia e il pino loricato (Vajana *et al.,* 2024). A scala europea sono iniziate le prime caratterizzazioni multispecie della rete di unità di conservazione genetica (*Genetic Conservation Unit* - GCU) identifi-cata per proteggere la diversità genetica dell’intero patrimonio foresta-le continentale, con lo scopo di ottimizzare questa importante infra-struttura in base ai dati genomici. È infatti in corso il progetto H2020 FORGENIUS (URL: http://forgenius.eu) che ha lo scopo di fornire una visione della diversità delle foreste europee, della loro resilienza ai cambiamenti climatici e che mira a migliorare la piattaforma del siste-ma informativo europeo sulle risorse genetiche forestali (http://portal. eufgis.org/maps/), ampliando e migliorando le informazioni relative alle unità di conservazione genetica. È auspicabile che questi progetti possano valorizzare anche anche quanto realizzato nel passato nel no-stro Paese, con particolare riferimento agli studi di genecologia, alle prove di provenienze e a quelle di progenie.

3. Sviluppi nell’ecologia forestale

Anche l’ecologia forestale è stata testimone negli ultimi anni di in-teressanti sviluppi, tanto a livello internazionale quanto nel panorama della ricerca nazionale.

Non sorprende, vista l’importanza della crisi climatica e il sempre maggior rilievo attribuito a soluzioni naturali di mitigazione (NBS - *Nature-Based Solutions*), l’attenzione riservata al bilancio del carbonio

1. delle foreste (in termini tanto di *stock*, quantitativi immagazzinati nell’ecosistema, quanto di flussi di C e alle possibilità di incrementarlo ulteriormente attraverso strategie di gestione mirata e di afforestazio-ne. Le potenzialità dell’afforestazione e del restauro forestale sono state portate prepotentemente all’attenzione globale dall’articolo di Bastin

17

M. BORGHETTI *ET AL.*

*et al.,* (2019) in cui gli autori suggerirono che queste attività, senza interessare le superfici già destinate all’agricoltura o a usi urbani, pos-sano sottrarre dall’atmosfera un quantitativo di C pari a 205 Gt di C, equivalente all’aumento della concentrazione atmosferica rilevato in oltre 40 anni di emissioni. Studi successivi hanno peraltro sottolineato la necessità di considerare anche i potenziali effetti negativi dell’affore-stazione sul clima, legati alle variazioni dell’albedo e alle emissioni di altri gas a effetto serra (GHG), e gli effetti complessi delle emissioni di composti organici volatili (VOC) (Weber *et al.,* 2024); e pertanto la necessità di tenere le condizioni biogeochimiche e biogeofisiche locali in debita considerazione nella pianificazione degli interventi di affore-stazione (Windisch *et al.,* 2021) che vengono sempre più frequente-mente realizzati con finanziamenti pubblici e privati. Queste conside-razioni sono particolarmente rilevanti in Italia, che si è proposta come punto di riferimento sulle tematiche dell’afforestazione in ambiente urbano e suburbano con la creazione del Centro Biocities dello Euro-pean Forest Institute (EFI).

Più in generale, il ruolo attuale e potenziale dei boschi nel bilancio globale del C ha ricevuto in questi anni una rinnovata attenzione; da un lato questa si è appuntata sulla stima delle potenzialità massime di C che potrebbe essere stoccato negli ecosistemi forestali a scala globale (Roebroek *et al.,* 2023; Mo *et al.,* 2023), dall’altro sulle ricadute dei disturbi naturali e antropici (Pugh *et al.,* 2019) ed in particolare sugli effetti globali delle utilizzazioni forestali, considerando anche l’immo-bilizzazione del C nei prodotti legnosi (Peng *et al.,* 2023). Strettamen-te legate a questo aspetto sono altre due tematiche che hanno ricevuto grande attenzione anche a livello nazionale, e cioè quale sia l’effetto sul bilancio del C (e più in generale sui servizi ecosistemici) delle dinami-che post-disturbo e dell’età delle piante e del bosco. L’argomento delle dinamiche post-disturbo è particolarmente attuale con riferimento alle foreste tropicali, dove la ricrescita del bosco dopo la deforestazione contribuisce spesso a controbilanciarne in parte gli effetti negativi; qui diversi recenti studi hanno dimostrato come le dinamiche di ricrescita siano abbastanza rapide, in termini sia di accumulo di C sia - in misura più limitata - di recupero della biodiversità (Poorter *et al.,* 2021); l’im-portanza del recupero di biodiversità è fondamentale al riguardo, visti

18

GENETICA ED ECOLOGIA PER LA GESTIONE DEGLI ECOSISTEMI

i suoi effetti positivi non solo sulla crescita ma anche sulla fissazione di C e N nel suolo (Chen *et al.,* 2023) e che tali effetti paiono aumentare con l’età del bosco (Bongers *et al.,* 2021). Anche a livello italiano lo studio dei disturbi e delle dinamiche post-disturbo ha ricevuto una comprensibile attenzione, alla luce degli eventi catastrofici che hanno colpito in rapida sequenza i boschi del Nord-Est (tempesta Vaia e infe-stazioni di bostrico). Da un lato l’attenzione della ricerca si è focalizza-ta sulla mappatura dei disturbi da vento e da insetti, con l’uso dei più moderni strumenti di analisi satellitare (Dalponte *et al.,* 2022) e sulla quantificazione dei loro effetti sul bilancio del C delle foreste (Pilli *et al.,* 2021); ma di interesse forse ancora maggiore sono le ricerche chehanno analizzato gli effetti delle condizioni macro- e micro-stazionali sulla rinnovazione post-disturbo di specie pioniere e climax (Cerioni *et al.,* 2024), per le implicazioni non solo sulla previsione delle dinami-che di recupero nei prossimi anni ma sulle migliori strategie da mettere in atto negli interventi di restauro forestale.

Strettamente legato a quello del recupero post-disturbo è ovvia-mente quello della disponibilità di seme, e quindi dei determinanti della pasciona nelle specie forestali; è questo un argomento in cui i ricercatori italiani avevano già svolto un ruolo di primo piano e che ha ricevuto rinnovata attenzione, con la formulazione di interessanti ipotesi su quali siano i determinanti ambientali del coordinamento della pasciona a scala regionale e sulle interazioni dirette e indirette fra pasciona, clima e disturbi (Vacchiano *et al.,* 2021).

L’analisi delle dinamiche post-disturbo è intimamente connessa allo studio degli effetti dell’età del bosco, ed in particolare del bilancio del C dei boschi vetusti: prosegue infatti il dibattito a scala internazionale sul ruolo dei boschi vetusti nel bilancio globale del C, col suggerimen-to che questo sia stato sovrastimato (Gundersen *et al.,* 2021). Anche a livello italiano la rilevanza e il ruolo delle piante e delle foreste vetu-ste hanno ricevuto grande attenzione; studi di dettaglio hanno infatti portato a una mappatura di dettaglio delle piante vetuste in ambien-te mediterraneo, combinata all’analisi dei fattori ecologici dell’invec-chiamento (Piovesan e Biondi, 2021); a scala più ampia, l’utilizzo dei dati dell’Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio (INFC) e di immagini satellitari ha permesso di realizzare

19

M. BORGHETTI *ET AL.*

quantificare il grado non solo di biodiversità ma anche di vetustà dei boschi delle diverse regioni italiane (Borghi *et al.,* 2024).

L’altra tematica che ha dominato la ricerca a livello sia nazionale sia internazionale è legata all’analisi dei fattori limitanti le potenzialità delle foreste nella mitigazione del *Climate Change*. Da un lato, nuovi studi hanno confermato il ruolo della disponibilità di nutrienti (in par-ticolar modo N e P) nel regolare il bilancio globale del C e la risposta delle foreste all’aumento della CO2 atmosferica (Terrer *et al.,* 2019); in particolare, pur essendo le foreste tropicali tipicamente limitate dalla disponibilità di P (Cunha *et al.,* 2022), recenti studi hanno suggerito che la disponibilità di N risulti sempre più limitante per crescita e fis-sazione di C delle foreste a scala globale, soprattutto considerando aree lontane dalle sorgenti principali di emissioni di N in Europa e in Nord America, su cui si era concentrata in passato l’attenzione della ricerca (Mason *et al.,*2022). Le generalizzazioni sono ovviamente da evitare, come dimostrato dai recenti risultati della rete di simulazione delle deposizioni atmosferiche di N creata nell’ultimo decennio in Italia; in particolare, le faggete eutrofiche delle Prealpi e dell’Appennino paiono infatti essere caratterizzate da una elevata omeostasi, capace di tampo-nare gli effetti dell’inquinamento da N (Teglia *et al.,* 2022).

Dall’altro lato, il *sink* di C degli ecosistemi forestali potrebbe esse-re destabilizzato dall’aumento delle temperature globali e soprattutto della loro variabilità (Fernández-Martínez *et al.,* 2023). Diversi studi globali hanno evidenziato come gli eventi climatici estremi e la loro aumentata frequenza in risposta al cambiamento climatico stesso pos-sano non solo determinare eventi estesi di moria del bosco (Anderegg *et al.,* 2020) ma anche variazioni nelle dinamiche di ricrescita delleforeste (McDowell *et al.,* 2020). Le diverse tematiche sono fra loro in-timamente legate, dal momento che gli effetti di questi eventi estremi sembrerebbero variare con l’età delle piante, che influenzerebbe non solo l’entità ma anche la sensibilità alla variabilità climatica interan-nuale di crescita e bilancio del C, come dimostrato dalle analisi den-droecologiche di Colangelo *et al.* (2021); ricerche recenti hanno anche evidenziato come all’interno del piano dominante (e quindi a parità di dimensioni) le piante giovani siano in particolare più sensibili ma anche più resilienti agli effetti della siccità (Au *et al.,* 2022).

20

GENETICA ED ECOLOGIA PER LA GESTIONE DEGLI ECOSISTEMI

Un notevole contributo è venuto dalla ricerca ecologica italiana an-che alla comprensione dei meccanismi di resilienza a questi eventi estre-mi, con l’analisi in particolare del ruolo dei carboidrati di riserva. Studi di dettaglio avevano già analizzato le dinamiche stagionali delle riserve di C (NSC, *non-structural carbohydrates*) e delle cellule parenchimatiche nel fusto e nelle radici del faggio (D’Andrea *et al.,* 2021); più di recen-te, però, i ricercatori italiani hanno esteso la prospettiva all’analisi del ruolo delle riserve nella resilienza ad eventi estremi, evidenziando un importante *trade-off* fra crescita e allocazione alle riserve e - in ultima analisi - resistenza agli eventi estremi (Rezaie *et al.,* 2023). Quella delle riserve non strutturali è certamente una nuova interessante prospettiva di studio, visto anche il loro ruolo nel controllo della respirazione auto-trofica suggerito da recenti analisi modellistiche (Collalti *et al.,* 2020).

Vale la pena di chiudere questa breve panoramica sui più recenti sviluppi della ricerca in ecologia forestale in Italia e nel mondo ricor-dando la prospettiva tutta nuova - e realmente olistica - delle ricerche sull’interazione fra piante e microrganismi all’interno dell’ecosistema: all’argomento, certo non nuovo ma sempre più centrale, del ruolo del-le micorrize nel condizionare le dinamiche di coesistenza e competi-zione nelle popolazioni e comunità forestali (Tedersoo *et al.,* 2020) si

* aggiunta infatti una nuova tematica, legata al ruolo della fillosfera (i microrganismi presenti sulle chiome delle piante) nel modulare i cicli dell’N e dei nutrienti dell’ecosistema (Guerrieri *et al.,* 2024), un ruolo riservato nei libri di testo ai soli microrganismi del suolo. È questo un vero e proprio cambio di prospettiva, in cui i ricercatori italiani si trovano a giocare un ruolo di primo piano.

*Ringraziamenti*

Ringraziamo sentitamente Andrea Piotti (IBBR, CNR) per le in-formazioni sugli sviluppi e sui progetti di ricerca nel campo della ge-netica forestale.

BIBLIOGRAFIA

Ali E., Cramer W., Carnicer J., Georgopoulou E., Hilmi N.J.M., Le Cozannet G., Lionello P., 2022 - *Cross-Chapter Paper 4: Mediterranean Region*. In: Climate Change 2022 - Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of

21

M. BORGHETTI *ET AL.*

Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (H.-O. Pörtner *et al*., eds.). Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, p. 2233-2272. https://doi. org/10.1017/9781009325844.021

Appiagyei B.D., Belhoucine-Guezouli L., Bessah E., Morsli B., Martins Fernandes P.A., 2022 - *A Review on Climate Change Impacts on Forest Ecosystem Services in the Mediterranean Basin*. Journal of Landscape Ecology, 15: 1-26.

Au T.F., Maxwell J.T., Robeson S.M., Jinbao L., Siani S.M.O. *et al.*, 2022 - *Younger trees in the upper canopy are more sensitive but also more resilient to drought*. Nature Climate Change, 12: 1168-1174. https://doi.org/10.1038/s41558-022-01528-w

Bastin J.F., Finegold Y., Garcia C., Mollicone D., Rezende M. *et al.*, 2019 - *The global tree restoration potential*. Science, 365: 76-79. https://doi.org/10.1126/science.aax0848

Bongers F.J., Schmid B., Bruelheide H., Bongers F., Shan Li S. *et al.*, 2021

* *Functional diversity effects on productivity increase with age in a forest biodiversity experiment*. Nature Ecology & Evolution, 5: 1594-1603. https:// doi.org/10.1038/s41559-021-01564-3

Borghetti M., Giannini R., Magnani F., 2019 - *Ecologia e genetica per la gestione sostenibile degli ecosistemi forestali*. In “Il Bosco. Bene Indispensabile per unpresente vivibile e un futuro possibile” (a cura di Orazio Ciancio e Susanna Nocentini). Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, p. 25-38.

Borghi C., Francini S., McRoberts R.E., Parisi F., Lombardi F. *et al.*, 2024 - *Country-wide assessment of biodiversity, naturalness and old-growth status using national forest inventory data*. European Journal of Forest Research, 143: 271-303.

Brousseau L., Fine P.V.A., Dreyer E., Vendramin G.G., Scotti I., 2021- *Genomic and phenotypic divergence unveil microgeographic adaptation in the Amazonian hyperdominant tree Eperua falcata Aubl. (Fabaceae).* Molecular Ecology, 30:1136-1154.

Budde K.B., Rellstab C., Heuertz M., Gugerli F., Hanika T. *et al*., 2023 - *Divergent selection in a Mediterranean pine on local spatial scales*. Journal ofEcology, 112: 278-290.

Capblancq T., Fitzpatrick M.C., Bay R.A., Exposito-Alonso M., Keller S.R., 2020 - *Genomic Prediction of (Mal) Adaptation Across Current and Future Climatic Landscapes*. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics,51: 245-269.

Cerioni M., Brabec M., Bače R., Bāders E., Bončina A. *et al.*, 2024 - *Recovery and resilience of European temperate forests after large and severe disturbances*.Global Change Biology, 30: e17159.

Chen X., Taylor A.R., Reich P.B. *et al.*, 2023 - *Tree diversity increases decadal forest soil carbon and nitrogen accrual*. Nature, 618: 94-101.

22

GENETICA ED ECOLOGIA PER LA GESTIONE DEGLI ECOSISTEMI

Chen Z., Grossfurthner L., Loxterman J.L., Masingale J., Richardson B.A. *et al*., 2022 - *Applying genomics in assisted migration under climate change: Framework, empirical applications, and case studies*. Evolutionary Applications, 15: 3-21.

Colangelo M., Camarero J.J., Gazol A., Gianluca Piovesan G., Borghetti M. *et al.*, 2021 - *Mediterranean old-growth forests exhibit resistance to climate warming*. Science of The Total Environment, 801: 149684.

Collalti A., Ibrom A., Stockmarr A., Cescatti A., Alkama R. *et al.*, 2020

* *Forest production efficiency increases with growth temperature*. Nature Communications, 11: 5322. https://doi.org/10.1038/s41467-020-19187-w

Cunha H.F.V., Andersen K.M., Lugli L.F., Delgado Santana F., Fonseca Aleixo I. *et al.*, 2022 - *Direct evidence for phosphorus limitation on Amazon forest productivity*.Nature, 608: 558-562. https://doi.org/10.1038/s41586-022-05085-2

Dalponte M., Solano-Correa Y.T., Frizzera L., Gianelle D., 2022 - *Mapping a European spruce bark beetle outbreak using Sentinel-2 remote sensing data*.

Remote Sensing, 14: 3135. https://doi.org/10.3390/rs14133135 D’Andrea E., Scartazza A., Battistelli A., Collalti A., 2021 - *Unravelling resilience*

*mechanisms in forests: role of non-structural carbohydrates in responding to extreme weather events*. Tree Physiology, 41: 1808-1818. https://doi. org/10.1093/treephys/tpab044

de Miguel M., Rodríguez-Quilón I., Heuertz M., Hurel A., Grivet D. *et al.*, 2022 - *Polygenic adaptation and negative selection across traits, years and environments in a long-lived plant species (Pinus pinaster Ait., Pinaceae)*.Molecular Ecology, 31: 2089-2105. https://doi.org/10.1111/mec.16367

Doonan J.M., Budde K.B., Kosawang C. Lobo ., Verbylaite R. *et al.,* 2023 - *Multiple, single trait GWAS and supervised machine learning reveal the genetic architecture of Fraxinus excelsior tolerance to ash dieback in Europe*. bioRxiv,2023.12.11.57080. https://doi.org/10.1101/2023.12.11.570802

Fernández-Martínez M., Peñuelas J., Chevallier F., Ciais P., Obersteiner M., *et al.*, 2023 - *Diagnosing destabilization risk in global land carbon sinks*. Nature,615: 848-853.

Guerrieri R., Cáliz J., Mattana S., Barceló A., Candela M. *et al.,* 2024 - *Substantial contribution of tree canopy nitrifiers to nitrogen fluxes in European forests.* NatureGeoscience, 17: 130-136. https://doi.org/10.1038/s41561-023-01364-3

Gundersen P., Thybring E.E., Nord-Larsen T., Vesterdal L., 2021 - *Old-growth forest carbon sinks overestimated*. Nature, 591: E21. https://doi.org/10.1038/s41586-021-03266-z

Gustafson E.J., Kern C.C., Kabrick J.M., 2023 - *Can assisted tree migration today sustain forest ecosystem goods and services for the future?* Forest Ecologyand Management, 529: 120723.

Hoban S., Bruford M.W., da Silva J.M., Funk W.C., Frankham R. *et al.*, 2023 - *Genetic diversity goals and targets have improved, but remain insufficient for clear*

23

M. BORGHETTI *ET AL.*

*implementation of the post-2020 global biodiversity framework*. Conservation Genetics, 24: 181-191. https://doi.org/10.1007/s10592-022-01492-0

Hu G., Cheng L., Cheng Y., Mao W., Qiao Y., Lan Y., 2022 - *Pan-genome analysis of three main Chinese chestnut varieties.* Frontiers in Plant Science,Section Plant Biotechnology, 13. https://doi.org/10.3389/fpls.2022.916550 Isabel N., Holliday J.A., Aitken S.N., 2019 - F*orest genomics: Advancing climate adaptation, forest health, productivity, and conservation*. Evolutionary

Applications, 13: 3-10.

Jaramillo‐Correa J.P., Bagnoli F., Grivet D., Fady B., Aravanopoulos F.A. *et al*., 2020 - *Evolutionary rate and genetic load in an emblematic Mediterranean tree following an ancient and prolonged population collapse*. Molecular Ecology,29: 4797-4811. https://doi.org/10.1111/mec.15684

Lachmuth S., Capblancq T., Prakash A., Keller S.R., Fitzpatrick M.C., 2023 - *Novel Genomic Offset Metrics Integrate Local Adaptation into Habitat Suitability Forecasts and Inform Assisted Migration*. Ecological Monographs,e1593. https://doi.org/10.1002/ecm.1593

Mason R.E., Craine J.M., Lany N.K., Jonard M., Ollinger S.V. *et al.*, 2022 - *Evidence, causes, and consequences of declining nitrogen availability in terrestrial ecosystems*. Science, 376 (6590): eabh3767. https://doi.org/10.1126/science.abh3767

McDowell N.G., Allen C.D., Anderson-Teixeira K., Aukema B.H., Bond-Lamberty B. *et al.,* 2020 - *Pervasive shifts in forest dynamics in a changing world*. Science, 368 (6494): eaaz9463. https://doi.org/10.1126/science.aaz9463

Mo L., Zohner C.M., Reich P.B., Jingjing Liang J., de Miguel S. *et al.*, 2023 - *Integrated global assessment of the natural forest carbon potential*. Nature, 624:92–101. https://doi.org/10.1038/s41586-023-06723-z

Neophytou C., Heer K., Milesi P., Peter M., Pyhäjärvi T. *et al.,* 2022 - *Genomics and adaptation in forest ecosystems*. Tree Genetics & Genomes, 18, 12. https://doi.org/10.1007/s11295-022-01542-1

Niu S., Li J., Bo W., Yang W., Zuccolo A. *et al.* 2022 - *The Chinese pine genome and methylome unveil key features of conifer evolution*. Cell, 185 (1): 204-217.e14. https://doi.org/10.1016/j.cell.2021.12.006.

Nocentini S., Travaglini D., Muys B., 2022 - *Managing Mediterranean Forests for Multiple Ecosystem Services: Research Progress and Knowledge Gaps*. CurrenForestry Reports, 8: 229-256. https://doi.org/10.1007/s40725-022-00167-w Peng L., Searchinger T.D., Zionts J., Waite R., 2023 - *The carbon costs of global wood harvests*. Nature, 620: 110-115. https://doi.org/10.1038/s41586-023-

06187-1

Peñuelas J., Sardans J., 2021 - *Global Change and Forest Disturbances in the Mediterranean Basin: Breakthroughs, Knowledge Gaps, and Recommendations*.Forests, 12 (5): 603. https://doi.org/10.3390/f12050603

24

GENETICA ED ECOLOGIA PER LA GESTIONE DEGLI ECOSISTEMI

Peterson St-Laurent G., Hagerman S., Kozak R., 2018 - *What risks matter? Public views about assisted migration and other climate-adaptive reforestation strategies*.Climatic Change, 151: 573-587. https://doi.org/10.1007/s10584-018-2310-3 Pilli R., Vizzarri M., Chirici G., 2021 - *Combined effects of natural disturbances and management on forest carbon sequestration: the case of Vaia storm in Italy*.

Annals of Forest Science, 78: 1-18.

Pinosio S., Giacomello S., Faivre-Rampant P., Taylor G., Jorge V. *et al.*, 2016

* *Characterization of the Poplar Pan-Genome by Genome-Wide Identification of Structural Variation*. Molecular Biology and Evolution, 33: 2706-2719. https://doi.org/10.1093/molbev/msw161

Piovesan G., Biondi F., 2021 - *On tree longevity*. New Phytologist, 231 (4):

1318-1337. https://doi.org/10.1111/nph.17148

Poorter L., Craven D., Jakovac C.C., van der Sande M., 2021 - *Multidimen-sional tropical forest recovery*. Science, 374 (6573): 1370-1376. https://doi.org/10.1126/science.abh3629

Postolache D., Oddou‐Muratorio S., Vajana E., Bagnoli F., Guichoux E. *et al.*, 2021 - *Genetic signatures of divergent selection in European beech (Fagus sylvatica L.) are associated with the variation in temperature and precipitation across its distribution range*. Molecular Ecology, 30 (20): 5029-5047. https://doi.org/10.1111/mec.16115

Prunier J., Caron S., Lamothe M., Blais S., Bousquet J. *et al.*, 2017 - *Gene copy number variations in adaptive evolution: The genomic distribution of gene copy number variations revealed by genetic mapping and their adaptive role in an undomesticated species, white spruce (Picea glauca)*. Molecular Ecology, 26(21): 5989-6001. https://doi.org/10.1111/mec.14337

Pugh T.A.M., Arneth A., Kautz M., Poulter B., Smith B., 2019 - *Important role of forest disturbances in the global biomass turnover and carbon sinks*. NatureGeoscience, 12 (9): 730-735. https://doi.org/10.1038/s41561-019-0427-2 Rezaie N., D’Andrea E., Scartazza A., Gričar J., Prislan P. *et al.* 2023 - *Upside down and the game of C allocation*. Tree Physiology early access. https://doi.

org/10.1093/treephys/tpad034

Rita A., Camarero J.J., Nolè A., Borghetti M., Brunetti M. *et al.*, 2020 - *The impact of drought spells on forests depends on site conditions: the case of 2017 summer heat wave in southern Europe*. Global Change Biology, 26 (2): 851-863. https://doi.org/10.1111/gcb.14825

Roebroek C.T.J., Duveiller G., Seneviratne S.I., Davin E.L., Cescatti A. *et al.*, 2023 - *Releasing global forests from human management: How much more carbon could be stored?* Science, 380: (6646): 749-753. https://doi.org/10.1126/science.add5878

Russo A., Gouveia C.M., Dutra E., Soares P.M.M., Trigo R.M., 2019 - *The synergy between drought and extremely hot summers in the Mediterranean*. En-

25

M. BORGHETTI *ET AL.*

vironmental Research Letters, 14: 014011. https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaf09e

Senf C., Seidl R., 2021 - *Mapping the forest disturbance regimes of Europe*. Nature Sustainability, 4: 63-70. https://doi.org/10.1038/s41893-020-00609-y Tedersoo L., Bahram M., Zobel M., 2020 - *How mycorrhizal associations drive*

*plant population and community biology*. Science, 367 (6480): eaba1223. https://doi.org/10.1126/science.aba1223

Teglia A., Di Baccio D., Matteucci G., Andrea Scartazza A., De Cinti B. *et al.*, 2022 - *Effects of simulated nitrogen deposition on the nutritional and physiological status of beech forests at two climatic contrasting sites in Italy*. Science of The TotalEnvironment, 834: 155362. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155362 Temperli C., Bugmann H., Elkin C., 2012 - *Adaptive management for competing forest goods and services under climate change.* Ecological Applications, 22 (8):

2065-2077. https://doi.org/10.1890/12-0210.1

Terrer C., Jackson R.B., Prentice I.C., Keenan T.F., Kaiser C. *et al.*, 2019 - *Nitrogen and phosphorus constrain the CO2 fertilization of global plant biomass*.Nature Climate Change, 9: 684-689.

Twardek W.M., Taylor J.J., Rytwinski T., Aitken S.N., MacDonald A.L. *et al*., 2023 - *The application of assisted migration as a climate change adaptation tactic: An evidence map and synthesis*. Biological Conservation, 280: 109932.https://doi.org/10.1016/j.biocon.2023.109932

Vacchiano G., Pesendorfer M.B., Conedera M., Gratzer G., Rossi L. *et al*., 2021

* *Natural disturbances and masting: from mechanisms to fitness consequences*. Philosophical Transactions of the Royal Society B - Biological Sciences, 376: 20200384. https://doi.org/10.1098/rstb.2020.0384

Vajana E., Andrello M., Avanzi C., Bagnoli F., Vendramin G.G. *et al*., 2024 - *Spatial conservation prioritisation for intraspecific genetic diversity of three forest tree species with a fragmented distribution in Italy*. bioRxiv, 2023.11.06.565750.https://doi.org/10.1101/2023.11.06.565750

Vettori C., Giannini R., Paffetti D., 2023 - *Il materiale vivaistico forestale: variabilità genetica, conservazione adattamento*. In: Atti dei Georgofili,Ricreare la Rete Nazionale della Vivaistica Forestale, Accademia dei Georgofili, Firenze, p. 273- 278.

Weber J., King J.A., Abraham N.L., Grosvenor D., Smith J.S. *et al.,* 2024 -

*Chemistry-albedo feedbacks offset up to a third of forestation’s CO2 removal benefits*.

Science, 383 (6685): 860-864. https://doi.org/10.1126/science.adg6196

Yeaman S., Hodgins K.A., Lotterhos K.E., Suren H., Nadeau S. *et al.,* 2016 - *Convergent local adaptation to climate in distantly related conifers*. Science,353: 1431-1433. https://doi.org/10.1126/science.aaf7812

26

Luigi Masutti - Renzo Motta

Susanna Nocentini - Paolo Paolucci

**Selvicoltura, biodiversità, fauna:**

**riflessioni e prospettive**

1. Introduzione

I numerosi contributi presentati alla Sessione “Selvicoltura, biodi-versità, fauna” del IV Congresso di Selvicoltura avevano confermato il forte interesse del mondo forestale italiano per le tematiche sperimen-tali e operative riguardanti la conservazione della diversità biologica e le interrelazioni con la selvicoltura e la gestione forestale. I risultati discussi in seno a questa Sessione avevano evidenziato una serie di prospettive per il futuro, riprese anche dalla Mozione finale del Con-gresso (Nocentini *et al.*, 2019). In particolare, *sul piano scientifico* si era sottolineata la necessità di:

– intensificare gli studi sui principali fattori di rischio per la conserva-zione della biodiversità forestale, anche in relazione ai cambiamenti climatici;

– aumentare le conoscenze sull’effetto delle interazioni fra fattori eco-logici e fattori antropici sulle dinamiche evolutive delle foreste al fine di delineare scenari utili alla definizione di azioni di conservazione condivise e realmente coerenti con gli obiettivi posti;

*Luigi Masutti*: Già Professore Ordinario di Zoologia agraria e forestale, Università di Padova.

*Renzo Motta*: Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università di Torino.

*Susanna Nocentini*: Professoressa Emerita, Università di Firenze.

*Paolo Paolucci*: Naturalista; Accademico Corrispondente dell’Accademia Italiana di Scienze Forestali.

27

L. MASUTTI *ET AL.*

– proseguire nella rivisitazione in termini moderni delle basi della sel-vicoltura, rafforzando la conoscenza e la combinazione concettuale di discipline biologiche *sensu lato,* che finora spesso hanno marciato lungo solchi separati nella preparazione scientifica e tecnica del fo-restale;

– favorire l’integrazione e la collaborazione tra le Università e i diver-si Enti e Istituzioni che si occupano di ricerca e sperimentazione nell’ambito della selvicoltura e della gestione forestale.

Sul *piano operativo* le principali indicazioni erano state di:

– rendere operativi i decreti attuativi del D.lgs. 34/2018, anche preve-dendo finanziamenti con risorse derivanti dal risparmio ottenibile in termini di difesa del territorio mediante l’attivazione di una selvicoltura che metta in primo piano la funzionalità degli ecosistemi forestali;

– incrementare l’attività di trasferimento dei risultati della ricerca in indicazioni pratico-operative direttamente utilizzabili dai gestori, anche attraverso l’ampliarsi delle collaborazioni fra specialisti di di-scipline diverse con specialisti e tecnici più tipicamente forestali, e l’arricchirsi degli scambi di studi e di esperienze con le associazioni professionali e i servizi forestali delle Regioni;

– rafforzare le azioni di monitoraggio, basate su indicatori e meto-dologie in grado di integrare i diversi fattori coinvolti, in modo da consentire la verifica e l’adattamento delle azioni di conservazione della biodiversità forestale nei vari contesti;

– proseguire nell’integrazione fra la gestione faunistica e la gestione e pianificazione forestale, soprattutto per quelle specie animali che possono avere un impatto rilevante sui popolamenti forestali, anche tramite il dialogo costruttivo tra associazioni ambientaliste, associa-zioni venatorie, gestori e proprietari forestali;

– ribadire in tutte le sedi che la selvicoltura, attività basata sul princi-pio che il bosco è un sistema biologico complesso, svolge un ruolo strategico per la cura del bosco inteso sia come valore in sé sia come fornitore di beni e utilità alla società, non solo nelle aree interne del Paese ma anche in quelle urbane e periurbane;

– concretizzare la Rete nazionale dei “boschi vetusti”, elemento essen-ziale per la conservazione della biodiversità animale e vegetale, non-ché per valutare l’impatto delle attività selvicolturali sugli ecosistemi

28

SELVICOLTURA, BIODIVERSITÀ, FAUNA

forestali e la loro sostenibilità, favorendone la connettività ecologica mediante la realizzazione di una vera Rete ecologica territoriale;

– garantire il coordinamento delle misure di conservazione nelle aree protette e nella Rete Natura 2000, con la gestione integrata bosco-fauna.

Sul *piano istituzionale e normativo* era stata infine evidenziata la ne-

cessità di rendere operativa la prima Strategia Forestale Nazionale. Per fare il punto a cinque anni di distanza dal Congresso di Torino

abbiamo analizzato lo stato dell’arte, sia sul piano della ricerca scienti-fica, sia sul piano istituzionale e operativo, con l’obiettivo di verificare se vi siano stati dei progressi relativamente a quanto prospettato allora, ed evidenziare eventuali criticità.

In particolare, per quanto riguarda i rapporti fra selvicoltura e bio-diversità, si riferisce sulle principali indagini scientifiche che nel quin-quennio di riferimento hanno fornito indicazioni utili anche sul piano operativo. Per gli aspetti faunistici è stato effettuato un focus sugli effetti delle avversità atmosferiche sulla fauna forestale, in particolare a seguito della tempesta Vaia.

Sul piano istituzione questo periodo ha visto alcune importanti no-vità che avranno sicuramente rilevanti ricadute sulla selvicoltura e la gestione forestale.

2. Selvicoltura e biodiversità: la ricerca scientifica

In questi ultimi anni si sono intensificati, in tutto il mondo ed anche in Italia, gli studi sui principali fattori di rischio per la conser-vazione della biodiversità forestale. A livello planetario gli agenti della riduzione della biodiversità sono molteplici e sono purtroppo ancora fortemente condizionati dalla riduzione complessiva della superficie forestale che è prevalentemente concentrata nella fascia equatoriale tropicale (FAO, 2020). Nella fascia temperata, ed in particolare in Ita-lia, la copertura forestale è in continuo aumento da un punto di vista quantitativo (Gasparini *et al.*, 2022) e questo ha delle conseguenze prevalentemente positive ma, in alcuni casi, anche negative sulla con-servazione della biodiversità. Tra gli aspetti positivi, legati all’aumento

29

L. MASUTTI *ET AL.*

della copertura forestale ma, soprattutto, alla riduzione della pressione antropica sui popolamenti forestali ed all’aumento delle foreste che sono in fase di invecchiamento rispetto a quelli che fino ad alcuni decenni orsono erano considerati turni consuetudinari, c’è l’aumento delle specie che caratterizzano le fasi maturità/invecchiamento quali gli insetti saproxilici ed i licheni. In generale l’abbandono di alcune foreste ha provocato un incremento della diversità strutturale ed il pro-gressivo accumulo di legno morto che ha favorito l’aumento di que-ste specie (Parisi *et al.*, 2019; Parisi *et al.*, 2021; Ravera *et al.*, 2023). Sempre in relazione al processo di abbandono e alla riduzione della pressione antropica, in questi ultimi anni si è molto sviluppata la ri-cerca e l’analisi dell’importanza degli alberi habitat e dei “tree-related microhabitats” per la conservazione e valorizzazione della biodiversità (Marziliano *et al.*, 2021; Santopuoli *et al*., 2022).

Nello stesso tempo l’abbandono può provocare una perdita della bio-diversità, soprattutto di quella parte legata alla diversità bio-culturale (Zannini *et al.*, 2021; Agnoletti *et al.*, 2022; Motta *et al.*, 2023). Infatti molti paesaggi culturali, creati dalla secolare attività dell’uomo, hanno dato origine ad una diversità peculiare che è anche riconosciuta dall’U-nione Europea e dalla Direttiva Habitat (Santoro e Piras, 2023). Un al-tro fattore importante consiste nella progressiva perdita di spazi aperti in diversi settori altitudinali: l’abbandono delle attività pastorali, agricole e, in alcuni casi, la riduzione dei tagli forestali hanno portato alla chiusura degli spazi aperti e alla scomparsa degli habitat e delle specie selvatiche a essi legati, con una diminuzione della diversità del paesaggio e della con-seguente biodiversità (Garbarino *et al.*, 2020; Anselmetto *et al.*, 2024).

In questa prospettiva di aumento della copertura forestale e di ridu-zione della pressione antropica si inseriscono anche gli impatti attuali e futuri legati al cambiamento climatico. Le ricerche relative all’im-patto del cambiamento climatico sono state rivolte sia agli effetti di questo nei confronti della resistenza/resilienza delle specie (Forzieri *et al*., 2022; Martinez del Castillo *et al.*, 2022), sia alle conseguenze delcambiamento climatico nei confronti del regime di disturbi naturali (Forzieri *et al*., 2021; Patacca *et al.*, 2023) e di eventi estremi con par-ticolare riferimento alla siccità che ha colpito diverse regioni italiane in questi ultimi anni (D’Andrea *et al*., 2020; de Wergifosse *et al*., 2022).

30

SELVICOLTURA, BIODIVERSITÀ, FAUNA

Nell’ambito dei disturbi naturali un ruolo di rilievo nella ricerca ita-liana hanno avuto sia il fuoco (Ascoli *et al.,* 2021; Spadoni *et al.,* 2023) e sia la tempesta Vaia che ha riguardato non solo il vento (Lingua *et al.,* 2023) ma anche la successiva pullulazione di bostrico (Bozzini *et al*.,

2023). Attorno alla tempesta Vaia si è sviluppato un importante dibat-tito scientifico indirizzato alle strategie di ripristino ed alla composi-zione e struttura dei popolamenti forestali con particolare riferimento alle peccete pure (Battisti, 2008; Battisti *et al.,* 2023).

Nei confronti delle foreste vetuste l’interesse della ricerca in Italia ed il contributo sull’argomento da parte dei gruppi di ricerca italiani si attesta come uno dei più rilevanti a livello europeo (Motta *et al*., 2022). I principali lavori hanno riguardato definizioni, criteri e map-patura delle foreste primarie e vetuste (Sabatini *et al.*, 2020; Borghi *et al.*, 2023), indicatori strutturali e biologici (Parisi *et al.*, 2021; Santo-puoli *et al.*, 2022), politiche di conservazione ed impatto antropico (Cagliero *et al.*, 2022; Mikolāš *et al.*, 2023) ed impatto del cambia-mento climatico (Colangelo *et al.*, 2021).

Lo stato attuale della ricerca in Italia sulle foreste vetuste permette già ora di avere una serie di conoscenze che possono essere utilizzate per la realizzazione di una rete nazionale adeguata sia agli scopi di con-servazione sia come supporto alla gestione sostenibile delle risorse na-turali, integrando attributi e aree di vetustà in foreste multifunzionali.

Un aspetto particolarmente positivo che si è osservato dopo il Con-gresso di Torino è stata una sempre maggiore integrazione e collabora-zione tra Università, Enti di Ricerca e Istituzioni che hanno competenze e che si occupano di selvicoltura e di gestione forestale. Anche grazie ad un coordinamento molto attento e partecipato svolto dalla Direzione Foreste del MASAF (Stefani, 2021) si sono sviluppati diversi Tavoli di coordinamento a livello nazionale e locale che hanno permesso di con-solidare una “massa critica” di settore che ha portato a diversi risultati, sperimentali ed applicativi, di grande interesse e che avranno ricadute molto positive nei prossimi anni. Questo ha riguardato anche la ricerca di carattere selvicolturale che ha visto, in questi ultimi anni, una serie di sviluppi legati alla Strategia Europea per le Foreste 2030 (Larsen *et al*., 2022; Motta e Larsen, 2022), alla Strategia forestale italiana ed allo svi-luppo del dibattito culturale, sociale e scientifico che coinvolge ricerca-

31

L. MASUTTI *ET AL.*

tori, portatori di interesse e società civile (Branca *et al*., 2020; Nocentini *et al*., 2020; Aszalós *et al*., 2022; Latterini *et al.*, 2023).

3. La fauna forestale italiana dopo Vaia

Nel quinquennio trascorso gli ecosistemi forestali di un cospicuo tratto dell’arco alpino italiano hanno subito le conseguenze di due ine-sorabili fattori di modificazione:

1. il tempo, come successione cronologica di eventi, secondo quanto esaminato nel Congresso di Torino 2018;
2. l’uomo, come curatore dello sviluppo privilegiato dell’abete rosso anche in ambienti inadatti, o mal adatti, a ospitare tale conifera.

Vaia e il “bostrico” hanno decretato la fine di un atto della vicenda di una biocenosi che ora si dovrà accompagnare in una delicata ripresa, di cui manca un ammaestramento da precedenti esperienze, e, nelle aree rimaste scoperte, anche una prima provvisoria protezione da albe-ri e arbusti e novellame in crescita.

Nel frattempo, annullata dagli xilofagi *s.l.* ogni possibilità di sol-lecito recupero di habitat, rispettate o riavute sedi di animali terricoli o rintanati, esonerati i volatili migranti o gli stagionali dal furore del maltempo, resta sgombro il campo per le presenze di insetti “erbivori”, per gli impollinatori (tra cui le api), per gli elaboratori di residui orga-nici e per le micorrize.

Sulla vegetazione nuova o rinata grava l’aggiungersi, il perdurare o l’accrescersi delle presenze di consumatori più o meno esigenti, erbivo-ri e carnivori. Bisognerà sorvegliarli nell’azione, perché le funzioni dei ristrutturati ecosistemi si avviino senza troppi scompensi. Gli esperti prevedono che decorra un decennio o un quindicennio per il ricosti-tuirsi di una copertura erbosa adatta a rifornire di pascolo i cervidi e di prede equilibratamente disponibili per i carnivori.

* fondata convinzione comune che il lupo stia colonizzando am-piamente il territorio nazionale seguendo il cinghiale, sua relativamen-te facile vittima. Entrambi i mammiferi trovano ordinariamente nel bosco sedi di vita idonee a soddisfare le loro esigenze di esistenza celata e protetta dal frascame, l’uno per l’incontrastato approvvigionamento

32

SELVICOLTURA, BIODIVERSITÀ, FAUNA

di qualsiasi cibo, l’altro, il lupo, per cercare e inseguire le sue prede, che, tuttavia, in branco, esso aggredisce anche con assalti. È per questo che la sua diffusione suscita il malcontento e il timore degli allevatori, soprattutto in zone alpestri, facilmente e insistentemente esplorate dal canide. Non si sono verificati assalti all’uomo, ma si temono gli avvici-namenti a gitanti in varie zone di pianura. Il lupo è un diffusore della rabbia nel circuito selvatico.

Un’altra presenza di problematica tollerabilità è quella dell’orso bru-no su monti del Trentino, soprattutto e comprensibilmente, dopo che un animale, nel tempo qui considerato, ha aggredito e ucciso una per-sona. L’orso vivrebbe a proprio agio nel territorio di sua attuale dimora, dopo essere stato rinsanguato per introduzione di ceppi dall’estero, ma il recente episodio fatale sembra aver colmato la misura della sopporta-zione umana nel difficile coesistere con il selvatico sfruttatore delle ri-sorse ambientali: pascolo per animali aggredibili, spazio per il tranquillo sviluppo della prole, allevamento di api, indisturbata esplorazione dei luoghi, etc. Per queste ragioni le autorità competenti hanno elaborato e stanno aggiornando disposizioni, al fine di proteggere le persone e i beni economici e, nello stesso tempo, concorrere a diffondere negli abitanti e nei visitatori ragionevoli richiami alla responsabilità personale e sociale.

A un insieme di iniziative o trascuratezze umane è imputabile la progressiva invasione del territorio nazionale da parte del cinghiale, onnivoro sfruttatore di disparati alimenti naturali e di disordinati ac-cumuli di rifiuti dell’attività umana. Fecondità, voracità, vigore fisico, attitudine a cercare cibo grufolando energicamente si aggiungono a render ragione delle attuali favorevoli condizioni di vita per il suide, che, come anticipato, trova nel lupo, soltanto nelle fasi giovanili dello sviluppo, il principale fattore limitante della propria espansione. Il cin-ghiale gode dell’interesse venatorio, che ne ha curato la modificazione genetica di ceppi indigeni con reiterate introduzioni di stirpi dall’e-stero e con mirati incroci. Oggi in molti nostri boschi, nelle limitrofe campagne e perfino ai bordi di importanti città si aggirano branchi di cinghiali, pronti a invadere ortaglie, a sconvolgere seminati agrari e forestali, a devastare vigneti, a strappare zolle frugando in spazi iner-biti, etc. Ancora insufficienti a limitare la dannosità del cinghiale si dimostrano o si prospettano vari provvedimenti adottati o espedienti

33

L. MASUTTI *ET AL.*

suggeriti. È già impegnativo il procedere a censimenti. Catture e ab-battimenti controllati si sono finora dimostrati localmente efficaci.

* ormai stabile la presenza in Italia dello sciacallo dorato, che ha aggredito ovini e procurato danni in allevamenti di selvatici confinati. Ai limiti nord-orientali del territorio nazionale si muove la lince, mal-vista dai cacciatori.

Rivestono interesse gli avvenuti insediamenti di scoiattoli esoti-ci. Da tempo si è stabilito da noi quello ormai noto come “grigio”. Esso contende nel bosco spazio e risorse alimentari al nostrale “rosso”, ma finora non risulta che si siano verificate conseguenze di eventuali contrasti a danno della selvicoltura. In Gran Bretagna le difficoltà di coesistenza delle due specie sembrano essersi almeno temporaneamen-te risolte con una spontanea separazione di ambiente vitale: in alto, tra le conifere, il “grigio”; in basso, tra le latifoglie, il “rosso”.

La nutria, quasi esclusivamente vegetariana, è presente da decenni in Italia. A suo tempo introdotta come animale da pelliccia, si è diffusa in habitat d’acqua provocando insidiosi pericoli con l’azione di sca-vo negli argini erbosi di canali e bacini. Illusorio sembra contare sul crescente affermarsi della presenza del lupo, suo frequente predatore, come fattore limitante.

Quanto all’avifauna, il tempo sta rivelando che le amplissime doti di mobilità possedute dagli uccelli influiscono sul comportamento di varie specie al mutare delle condizioni di vita.

Ciò non spiega tuttavia come le popolazioni di alcuni volatili si siano con ogni evidenza rarefatte: tale è stata, per esempio, la sorte dell’allodola, del saltimpalo, dell’averla piccola, dell’usignolo.

Quelle di altri uccelli, invece, si sono adattate a nuove situazioni e hanno colonizzato zone in precedenza trascurate: così è stato per la cornacchia grigia, per la gazza e per la ghiandaia, ora presenti anche in centri abitati.

Da poco sono presenti al nord l’airone guardabuoi e i due cormora-ni, dei quali, il piccolo, si può incontrare lungo corsi d’acqua urbani; il secondo, il comune, ostacola i pescatori e gli allevatori di pesce.

In giardini e altri luoghi arborati nidificano parrocchetti ormai “di casa”. Perfino l’africano medio-orientale ibis sacro si trova nella Pianura Padana.

34

SELVICOLTURA, BIODIVERSITÀ, FAUNA

Le avverse condizioni climatiche di fine 2023 hanno sospinto nel nostro nord est una stagionalmente straordinaria invasione di peppole affamate, in fuga da foreste centro europee, dove di norma in gran par-te questi passeriformi, considerati dannosi alla rinnovazione naturale delle faggete, comunemente svernano.

4. Novità nel quadro istituzionale e normativo

A partire dal 2018 si sono verificate alcune importanti novità sul piano normativo sia a livello europeo sia su quello nazionale, che avranno un impatto sulle strategie operative per la conservazione del-la biodiversità forestale in rapporto alla selvicoltura e alla gestione. In particolare, sono state emanate la Strategia Europea per la Biodiversità 2030, la Strategia Europea per le Foreste 2030, la Strategia Nazionale per la Biodiversità 2030, la prima Strategia Forestale Nazionale e alcuni Decreti attuativi del Testo Unico in materia di Foreste e Filiere forestali, in particolare quello sui Boschi vetusti e sui Boschi monumentali.

La Strategia Europea per la Biodiversità 2030 ha un ruolo centrale nell’*European Green Deal*, e con lo slogan “Bringing back nature into our lives” tenta di superare la dicotomia natura-economia, per andare verso un futuro che sia efficiente dal punto di vista dell’uso delle ri-sorse, climaticamente neutrale e socialmente giusto. I quattro pilastri della Strategia sono proteggere la natura, restaurare la natura, favorire un cambiamento trasformativo e sostenere la biodiversità a livello glo-bale, perseguendo l’obiettivo di proteggere in aree protette almeno il 30% della superficie terrestre e di sottoporre a tutela rigorosa almeno il 10% della superficie terrestre. Inoltre, si chiede agli Stati membri di promuovere pratiche forestali *biodiversity-friendly* e approcci selvicol-turali vicini alla natura.

Anche la Strategia Forestale Europea 2030, emanata nel 2021, ri-prende la necessità di proteggere le ultime foreste primarie e vetuste rimaste in Europa e sottolinea l’urgenza di rafforzare il ruolo della gestione forestale sostenibile per aumentare la resilienza delle foreste e la loro capacità di adattamento ai cambiamenti climatici, con un impegno a “predisporre linee guida per la definizione delle foreste pri-

35

L. MASUTTI *ET AL.*

marie ed antiche, che ne comprenda la definizione, la mappatura, il monitoraggio e la protezione rigorosa”. Queste linee guida, pubblicate il 21 marzo 2023 (European Union Commission, 2023), stabiliscono criteri per l’identificazione delle aree forestali primarie e vetuste sulla base di un elenco di indicatori o principi indicando tempistiche per la loro mappatura e rigorosa protezione.

La necessità di aumentare il grado di naturalità nel territorio dell’U-nione Europea è al centro di un’altra importante proposta, la cosiddet-ta *Nature restoration law*. Dopo una lunga discussione il 22 novembre 2023 è stata raggiunta una versione “di compromesso” in seno al comi-tato dei rappresentanti permanenti del Parlamento Europeo.

La proposta mira a definire delle regole a livello europeo sul “re-stauro” degli ecosistemi per assicurare il ripristino di una natura bio-diversa e resiliente, contribuendo così anche agli obiettivi europei di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici. Gli Stati membri dovranno adottare misure efficaci di ripristino degli ecosistemi degra-dati o in cattivo stato di conservazione su almeno il 20% del territorio terrestre e il 20% del territorio marino entro il 2030, ed entro il 2050 per tutti gli ecosistemi che necessitano di ripristino. In particolare, gli Stati membri dovranno applicare misure di ripristino per gli habitat elencati nell’Allegato 1 del regolamento, che ricalca la Direttiva Habi-tat, con i seguenti obiettivi temporali: almeno il 30% al 2030, almeno il 60% al 2040, e almeno il 90% al 2050, secondo quanto stabilito dai Piani nazionali di ripristino (*National restoration plans*), che dovranno essere emanati dagli Stati membri. Questi Piani dovranno riguardare anche gli ecosistemi forestali, tenendo in considerazione una serie di indicatori di naturalità, quali la necromassa legnosa, la proporzione di foreste con struttura disetanea, la connettività forestale, lo *stock* di car-bonio organico, la proporzione di foreste dominate da specie indigene, la diversità di specie arboree, e il *Common forest bird index* (indice dell’avifauna comune degli habitat forestali).

A livello nazionale una fondamentale novità sul piano istituziona-le è stata la modifica agli articoli 9 e 41 della Costituzione italiana, approvata l’8 febbraio 2022. Con questa modifica l’ambiente, la bio-diversità e gli ecosistemi vengono inseriti fra i valori primari tutelati nei principi fondamentali della carta costituzionale. Le ricadute sul

36

SELVICOLTURA, BIODIVERSITÀ, FAUNA

piano operativo e in particolare sul piano della conservazione della biodiversità forestale e della selvicoltura devono ancora essere valutate compiutamente, ma indubbiamente questo inserimento raccoglie un sentimento ormai diffuso, cioè che l’ambiente e la natura hanno anche valore in sé e quindi la loro tutela è una priorità assoluta per la società.

La Strategia Nazionale per la Biodiversità 2030 conferma la visione al 2050 della precedente Strategia: la biodiversità e le utilità ecosiste-miche, nostro capitale naturale, devono essere conservate, valutate e, per quanto possibile, ripristinate, per il loro valore intrinseco e perché possano continuare a sostenere in modo durevole la prosperità econo-mica e il benessere umano nonostante i profondi cambiamenti in atto a livello globale e locale. La SNB tiene conto del valore della biodiver-sità per il contrasto ai cambiamenti climatici, la salute e l’economia, contribuisce al raggiungimento degli obiettivi dell’Agenda 2030 e si integra ad altri strumenti strategici nazionali.

In linea con la Strategia Europea per la Biodiversità, la SNB prevede il raggiungimento del 30% di aree protette da istituire a terra e a mare, e del 10% di aree rigorosamente protette; in particolare, dovrà essere protetto in maniera rigorosa almeno un terzo delle aree legalmente protette terrestri (incluse tutte le foreste primarie e vetuste) e marine. Se consideriamo questi obiettivi per tipologia di uso del suolo, in Italia la superficie forestale complessiva compresa all’interno di tutte le aree a protezione ambientale (aree protette e Natura 2000) raggiunge quasi un terzo di tutte le foreste e le aree boscate italiane (SNB 2030), men-tre ben più lontano è il target del 10% di protezione rigorosa. Questo obiettivo richiederà anche nel nostro Paese uno sforzo di adeguamento che andrà a interessare in maniera importante la superficie forestale, in particolare per quanto riguarda le aree di protezione integrale dove dovranno essere inclusi gli ecosistemi forestali che presentano caratteri di naturalità e di vetustà effettiva o potenziale.

La SNB 2030 mira inoltre a ottenere foreste caratterizzate da una maggiore funzionalità ecosistemica, più resilienti e meno frammen-tate. Sul piano operativo una azione specifica è dedicata alla gestione e naturalizzazione, ove opportuno, degli imboschimenti e dei rimbo-schimenti artificiali, tema già da tempo discusso ma forse ancora non sufficientemente tradotto in realtà.

37

L. MASUTTI *ET AL.*

Nel 2022 è stata approvata la prima *Strategia italiana per il setto-re forestale e le sue filiere*, documento strategico di indirizzo nazionaleprevisto dal Decreto legislativo 3 aprile 2018 n. 34 (TUFF), che si propone di “portare il Paese ad avere foreste estese e resilienti, ricche di biodiversità, capaci di contribuire alle azioni di mitigazione e adat-tamento alla crisi climatica, offrendo benefici ecologici, sociali ed eco-nomici per le comunità rurali e montane, per i cittadini di oggi e per le prossime generazioni.” Le Regioni e le Province Autonome dovranno emanare i propri Programmi forestali regionali seguendo le indicazioni della SFN.

La SFN dedica ampio spazio nelle varie Azioni, Sotto -Azioni e Azioni specifiche, all’urgenza di conservare la biodiversità forestale. Viene ribadita l’importanza del monitoraggio per conoscere lo stato di conservazione della biodiversità e della funzionalità ecosistemi-ca dei boschi d’Italia sviluppando un unico modello nazionale di monitoraggio, così come la necessità di conservare la biodiversità a tutti i livelli di pianificazione forestale. Il fondamentale ruolo della biodiversità per aumentare la resistenza e soprattutto la resilienza ai cambiamenti climatici, si traduce in azioni a sostegno dell’adozione di pratiche selvicolturali anche a macchiatico negativo (disetaneiz-zazione dei popolamenti, diversificazione della composizione e della struttura, migrazione assistita, rinnovazione naturale, ecc.) volte ad aumentare la diversità forestale e favorire le dinamiche naturali. Ne-gli imboschimenti e nei rimboschimenti artificiali la SFN promuove interventi selvicolturali volti a incrementare il grado di naturalità e la stabilità delle formazioni attraverso il miglioramento strutturale e compositivo, procedendo con gradualità e con interventi distribuiti nel tempo e nello spazio, assicurando lo sviluppo di strutture com-plesse e adattative.

Vengono promossi il ripristino e la connessione di formazioni e po-polamenti forestali frammentati e di particolare valore bio-ecologico (come le foreste planiziali, ripariali e vetuste) allo scopo di consolidare ed ampliare le Reti ecologiche regionali e transnazionali. Azioni speci-fiche sono poi previste per il riconoscimento, censimento e tutela degli Alberi monumentali e dei Boschi vetusti, per i quali la SFN rimanda a quanto previsto dal Testo Unico per le Foreste e le Filiere forestali.

38

SELVICOLTURA, BIODIVERSITÀ, FAUNA

Come già ricordato, un aspetto particolare evidenziato a Torino e che ha visto in questi anni accrescere, oltre all’interesse scientifico, an-che l’attenzione sul piano normativo è quello delle foreste primarie e vetuste. L’Italia ha precorso i tempi della UE e già nel dicembre 2019 (Decreto Legge del 14 ottobre 2019, n. 111) ha definito le caratteristi-che generali di un bosco vetusto, inteso come una “superficie boscata costituita da specie autoctone spontanee coerenti con il contesto bio-geografico, con una biodiversità caratteristica conseguente all’assenza di disturbi da almeno sessanta anni e con la presenza di stadi seriali le-gati alla rigenerazione ed alla senescenza spontanee”. A questo provve-dimento è seguito il Decreto del 18 novembre 2021 che ha approvato le “Linee guida per l’identificazione delle aree definibili come boschi vetusti” e la conseguente creazione della Rete Nazionale dei Boschi Vetusti.

1. Conclusioni: criticità e prospettive in vista del V Congresso di Selvicoltura

Il periodo trascorso dal Congresso di Torino è relativamente breve se confrontato con i tempi generalmente richiesti dalla sperimentazio-ne in campo forestale e perché proposte e indicazioni che scaturiscono da consessi e dibattiti fra addetti ai lavori possano trovare una concreta applicazione. Ciononostante, in questo periodo si sono avute diverse importanti novità, insieme ad alcune conferme.

Sul piano scientifico la ricerca italiana sui rapporti fra selvicoltura e biodiversità si è confermata molto attiva, addirittura all’avanguardia su alcuni temi, come quello dei boschi vetusti, con importanti ricadute sull’implementazione della rete nazionale. A questo si sono accompa-gnati promettenti sviluppi dei rapporti sul piano istituzionale, come auspicato nel Congresso di Torino, e molte novità sul piano normati-vo. Ora tocca ai diversi livelli di governance, soprattutto quello regio-nale, raccogliere quanto previsto dalla Strategia Forestale Nazionale con l’elaborazione dei programmi forestali regionali che tengano in debito conto le esigenze di conservare la biodiversità forestale e la fun-zionalità complessiva degli ecosistemi forestali.

39

L. MASUTTI *ET AL.*

Tuttavia in questo periodo si sono manifestate anche alcune critici-tà, legate principalmente all’aggravarsi della crisi climatica, che com-porterà uno sforzo ancora maggiore per comprendere le ricadute sulla resilienza delle foreste e sul ruolo della biodiversità e della selvicoltura. In questi ultimi anni si sono poi evidenziati gli effetti delle avversità atmosferiche sulla fauna forestale, il verificarsi di aggressione di ani-mali a esseri umani e a vertebrati allevati; e il perdurare della crescente diffusione di alcuni elementi faunistici incontrollati, tutti aspetti che richiedono una particolare attenzione per le criticità che pongono a un rapporto equilibrato fra natura, biodiversità e società umana. In particolare, sarà necessario impostare e diffondere chiare informazioni sulla coesistenza tra esseri umani, attività antropiche e fauna selvatica con particolare riferimento ai grandi predatori. Inoltre, le iniziative di costituzione e ricostituzione della copertura forestale esigono un controllo dell’azione di erbivori domestici e, soprattutto, selvatici sulla rinnovazione naturale o artificiale.

L’accrescersi della sensibilità ambientale nella società è una oppor-tunità da cogliere per il settore forestale perché può rappresentare un supporto fondamentale all’implementazione di politiche di salvaguar-dia della biodiversità. Occorre però fare uno sforzo per comunicare le potenzialità e le sinergie della selvicoltura e della gestione forestale per la conservazione della funzionalità e della resilienza degli ecosistemi forestali. Sul piano scientifico è necessario proseguire nello studio delle interazioni fra fattori ecologici, in particolare il cambiamento climati-co, e fattori antropici sulle dinamiche evolutive delle foreste, al fine di delineare scenari utili alla definizione di azioni di conservazione della biodiversità che tengano conto dei molteplici valori del bosco per la società attuale.

BIBLIOGRAFIA

Agnoletti M., Piras F., Venturi M., Santoro A., 2022 - *Cultural values and forest dynamics: The Italian forests in the last 150 years*. Forest Ecology and Manage-ment, 503: 119655. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119655

Anselmetto N., Weisberg P.J., Garbarino M., 2024 - *Global change in the Eu-ropean Alps: A century of post-abandonment natural reforestation at the land-*

40

SELVICOLTURA, BIODIVERSITÀ, FAUNA

*scape scale*. Landscape and Urban Planning, 243: 104973. https://doi. org/10.1016/j.landurbplan.2023.104973

Ascoli D., Moris J.V., Marchetti M., Sallustio L., 2021 - *Land use change towards forests and wooded land correlates with large and frequent wildfires in Italy*. Annalsof Silvicultural Research, 46 (2): 177-188. https://doi.org/10.12899/asr-2264

Aszalós R., Thom D., Aakala T., Angelstam P., Brūmelis G. *et al*., 2022 - *Natu-ral disturbance regimes as a guide for sustainable forest management in Europe*.Ecological Applications, 32: e2596. https://doi.org/10.1002/eap.2596

Battisti A., 2008 - *Forests and climate change - lessons from insects*. iForest - Bio-geosciences and Forestry, 1: 1-5. https://doi.org/10.3832/ifor0210-0010001 Battisti A., Grigolato S., Lingua E., 2023 - *Five years after Vaia: Forest and land management in mountain environments: experiences and knowledge five years after the Vaia storm*. L’Italia forestale e montana, 78: 197-213. https://doi.

org/10.36253/ifm-1121

Borghi C., Francini S., McRoberts R.E., Parisi F., Lombardi F. *et al*., 2023 - *Country-wide assessment of biodiversity, naturalness and old-growth status us-ing national forest inventory data*. European Journal of Forest Research, 143:271-303. https://doi.org/10.1007/s10342-023-01620-6

Bozzini A., Francini S., Chirici G., Battisti A., Faccoli M., 2023 - *Spruce Bark Beetle Outbreak Prediction through Automatic Classification of Sentinel-2 Im-agery*. Forests, 14 (6): 1116. https://doi.org/10.3390/f14061116

Branca G., Piredda I., Scotti R., Chessa L., Murgia I. *et al*., 2020 - *Forest Protec-tion Unifies, Silviculture Divides: A Sociological Analysis of Local Stakeholders’ Voices after Coppicing in the Marganai Forest (Sardinia, Italy)*. Forests 11(12):1353. https://doi.org/10.3390/f11121353

Cagliero E., Morresi D., Paradis L., Curovic M., Spalevic V. *et al*., 2022 - *Lega-cies of past human activities on one of the largest old-growth forests in the south-east European mountains*. Vegetation History and Archaeobotany, 4: 415-430. https://doi.org/10.1007/s00334-021-00862-x

Colangelo M., Camarero J.J., Gazol A., Piovesan G., Borghetti M. *et al*., 2021 - *Mediterranean old-growth forests exhibit resistance to climate warming*. Sci-ence of the Total Environment, 801: 149684. https://doi.org/10.1016/j.sci-totenv.2021.149684

D’Andrea E., Rezaie N., Prislan P., Gričar J., Collalti A. *et al*., 2020 - *Frost and drought: Effects of extreme weather events on stem carbon dynamics in a Medi-terranean beech forest*. Plant, Cell & Environment, 43: 2365-2379. https://doi.org/10.1111/pce.13858

de Wergifosse L., André F., Goosse H., Boczon A., Cecchini S. *et al*., 2022 - *Simulating tree growth response to climate change in structurally diverse oak and beech forests*. Science of The Total Environment 806: 150422. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150422

41

L. MASUTTI *ET AL.*

European Union Commission, 2023 - *Commission Guidelines for Defining, Mapping, Monitoring and Strictly Protecting EU Primary and Old-Growth Forests.* In: SWD (2023) 62 final, European Union, Bruxelles.

FAO, 2020 - *Global Forest Resources Assessment 2020: Main report*. FAO, Rome. Forzieri G., Dakos V., McDowell N.G., Ramdane A., Cescatti A., 2022 - *Emerg-ing signals of declining forest resilience under climate change*. Nature, 608: 534-

539. https://doi.org/10.1038/s41586-022-04959-9

Forzieri G., Girardello M., Ceccherini G., Spinoni J., Feyen L. *et al*., 2021

* *Emergent vulnerability to climate-driven disturbances in European forests*. Nature Communications, 12: 1081. https://doi.org/10.1038/s41467-021-21399-7

Garbarino M., Morresi D., Urbinati C., Malandra F., Motta R. *et al*., 2020 - *Contrasting land use legacy effects on forest landscape dynamics in the Italian Alps and the Apennines*. Landscape Ecology, 35: 2679-2694. https://dx.doi.org/10.1007/s10980-020-01013-9

Gasparini P., Di Cosmo L., Floris A., De Laurentis D., 2022 - *Italian National Forest Inventory - Methods and Results of the Third Survey: Inventario Nazio-nale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio - Metodi e Risultati della Terza Indagine*. Springer Nature.

Larsen J.B., Angelstam P., Bauhus J., Carvalho J.F., Diaci J. *et al*., 2022 - *Closer to nature forest management*. *From Science to policy 12*. European Forest Insti-tute, 53 p. https://doi.org/10.36333/fs12

Latterini F., Mederski P.S., Jaeger D., Venanzi R., Tavankar F. *et al*., 2023 - T*he Influence of Various Silvicultural Treatments and Forest Operations on Tree Spe-cies Biodiversity*. Current Forestry Reports, 9: 59-71.

Lingua E., Marques G., Marchi N., Garbarino M., Marangon D. *et al*., 2023

* *Post-Fire Restoration and Deadwood Management: Microsite Dynamics and Their Impact on Natural Regeneration*. Forests, 14 (9): 1820. https://doi. org/10.3390/f14091820

Martinez del Castillo E., Zang C.S., Buras A., Hacket-Pain A., Esper J. *et al*., 2022 - *Climate-change-driven growth decline of European beech forests*. Com-munications Biology, 5: 163. https://doi.org/10.1038/s42003-022-03107-3 Marziliano P.A., Antonucci S., Tognetti R., Marchetti M., Chirici G. *et al*., 2021 - *Factors affecting the quantity and type of tree-related microhabitats in Mediterranean mountain forests of high nature value*. iForest - Biogeosciences

and Forestry, 14 (3): 250-259. https://doi.org/10.3832/ifor3568-014 Mikolāš M., Piovesan G., Ahlström A., Donato D.C., Gloor R. *et al*., 2023 -

*Protect old-growth forests in Europe now*. Science, 380 (6644): 466. https:// doi.org/10.1126/science.adh2303

Motta R., Garbarino M., Berretti R., Bono A., Curovic M. *et al*., 2023 - *Monas-tic silviculture legacies and current old-growthness of silver fir (Abies alba) forests*

42

SELVICOLTURA, BIODIVERSITÀ, FAUNA

*in the northern Apennines (Italy)*. Frontiers in Forests and Global Change, 6. https://doi.org/10.3389/ffgc.2023.1252462

Motta R., Garbarino M., Lingua E., Lombardi F., Tognetti R., 2022 - *La ricer-ca italiana ed il ruolo della comunità scientifica nella realizzazione dell’Albo nazionale delle “Foreste vetuste”*. Forest@ - Rivista di Selvicoltura ed EcologiaForestale, 19: 36-48. https://doi.org/10.3832/efor4110-019

Motta R., Larsen J., 2022 *- Un nuovo paradigma per la gestione forestale sostenibi-le: la selvicoltura “piu”’ prossima alla natura*. Forest@ - Rivista di Selvicolturaed Ecologia Forestale, 19: 52-62. https://doi.org/10.3832/efor4124-019

Nocentini S., Masutti L., Motta R., 2019 - S*elvicoltura, biodiversità, fauna. In: Il bosco. Bene indispensabile per un presente vivibile e un futuro possibile*. Acura di O. Ciancio e S. Nocentini, Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, p. 39-51. https://www.aisf.it/wp-content/uploads/2019/10/bosco-bene-indispensabile.pdf

Nocentini S., Ciancio O., Portoghesi L., Corona P., 2020 - *Historical roots and the evolving science of forest management under a systemic perspective*. CanadianJournal of Forest Research, 51: 163-171. https://doi.org/10.1139/cjfr-2020-0293

Parisi F., Di Febbraro M., Lombardi F., Biscaccianti A.B., Campanaro A. *et al*., 2019 - *Relationships between stand structural attributes and saproxylic beetle abundance in a Mediterranean broadleaved mixed forest*. Forest Ecology andManagement, 432: 957-966. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.10.040 Parisi F., Innangi M., Tognetti R., Lombardi F., Chirici G., Marchetti M., 2021 - *Forest stand structure and coarse woody debris determine the biodiversity of bee-tle communities in Mediterranean mountain beech forests*. Global Ecology and

Conservation, 28: e01637. https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01637 Patacca M., Lindner M., Lucas-Borja M.E., Cordonnier T., Fidej G. *et al*., 2023

* *Significant increase in natural disturbance impacts on European forests since 1950*. Global Change Biology, 29 (5): 1359-1376. https://doi.org/10.1111/ gcb.16531

Ravera S., Benesperi R., Bianchi E., Brunialti, G., Di Nuzzo *et al*., 2023 - *Lo-baria pulmonaria (L.) Hoffm.: The Multifaceted Suitability of the Lung Lichen to Monitor Forest Ecosystems*. Forests, 14 (10): 2113. https://doi.org/10.3390/f14102113

Sabatini F.M., Keeton W.S., Lindner M., Svoboda M., Verkerk P.J. *et al*., 2020

* *Protection gaps and restoration opportunities for primary forests in Europe*. Diversity and Distributions, 26 (12): 1646-1662. https://doi.org/10.1111/ ddi.13158

Santopuoli G., Vizzarri M., Spina P., Maesano M., Mugnozza G.S., *et al*., 2022 - *How individual tree characteristics and forest management influence occurrence and richness of tree-related microhabitats in Mediterranean mountain forests*.

43

L. MASUTTI *ET AL.*

Forest ecology and management, 503: 119780. https://doi.org/10.1016/j. foreco.2021.119780

Santoro A., Piras F., 2023 - *Natural Forests or Cultural Forests? Forest Chang-es within Italian Protected Areas in the Last 85 Years*. Forests, 14 (5): 921.

https://doi.org/10.3390/f14050921

Spadoni G.L., Moris J.V., Vacchiano G., Elia M., Garbarino M. *et al*., 2023 -

*Active governance of agro-pastoral, forest and protected areas mitigates wildfire impacts in Italy*. Science of The Total Environment, 890: 164281. https:// doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164281

Stefani A., 2021 - *Verso la nuova Direzione generale economia montana e foreste:*

*il percorso e le nuove sfide.* L’Italia Forestale e Montana, 76: 55-82. https://doi. org/10.4129/ifm.2021.2.01

Zannini P., Frascaroli F., Nascimbene J., Persico A., Halley J.M. *et al*., 2021 - *Sacred natural sites and biodiversity conservation: a systematic review*. Biodi-

versity and Conservation, 30: 3747-3762. https://doi.org/10.1007/s10531-021-02296-3

SITOGRAFIA

European Green Deal https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/prio-rities-2019-2024/european-green-deal\_it

European Biodiversity Strategy 2030 https://environment.ec.europa.eu/strate-gy/biodiversity-strategy-2030\_en#

European Forest strategy 2030 https://environment.ec.europa.eu/strategy/for-est-strategy\_en

Old-growth forests guidelines: UE https://environment.ec.europa.eu/pub-lications/guidelines-defining-mapping-monitoring-and-strictly-protec-ting-eu-primary-and-old-growth-forests\_en

Closer-to-nature Forest management Guidelines UE: https://environment. ec.europa.eu/publications/guidelines-closer-nature-forest-management\_en

Nature restoration law UE: https://environment.ec.europa.eu/topics/na-ture-and-biodiversity/nature-restoration-law\_en

Strategia forestale nazionale; https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/15339

Istituzione albo e rete nazionale boschi vetusti https://www.politicheagricole.it/ flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/19896

Strategia Nazionale Biodiversità 2030 https://www.mase.gov.it/pagina/strate-gia-nazionale-la-biodiversita-al-2030

https://www.cnr.it/it/comunicato-stampa/9945/quanti-cinghiali-abitano-qui (data di ultimo accesso: 23/03/2024)

https://grandicarnivori.provincia.tn.it (Data di ultimo accesso: 23/03/2024)

44

SELVICOLTURA, BIODIVERSITÀ, FAUNA

https://www.isprambiente.gov.it/it/attivita/biodiversita/monitoraggio-nazio-nale-del-lupo/impatto-del-lupo-sulle-attivita-zootecniche (Data di ultimo accesso: 23/03/2024)

https://www.isprambiente.gov.it/it/istituto-informa/comunicati-stampa/anno-2023/presentati-in-un-evento-di-confagricoltura-i-risultati-dell2019indagi-ne-nazionale-di-ispra-sulla-gestione-del-cinghiale-in-italia-nel-periodo-201-5-2021 (Data di ultimo accesso 23/03/2024)

https://www.lifewolfalps.eu (Data di ultimo accesso 23/03/2024) https://www.rsi.ch/info/mondo/Qui-vivono-mille-orsi-ma-non-possiamo-

salvarli-tutti--1817387.html (Data di ultimo accesso 23/03/2024)

https://www.lcie.org/ (Data di ultimo accesso 23/03/2024)

45

Davide Travaglini - Giacomo Certini

Francesco Iovino - Luigi Portoghesi

**Selvicoltura e tutela del territorio forestale**

1. Introduzione

In questo periodo di cambiamenti climatici, gli eventi estremi che colpiscono territori vulnerabili dal punto di vista idrogeologico, ma-gari resi ancor più tali da fattori antropici, determinano effetti sem-pre più spesso catastrofici. In anni recenti, quasi tutte le Regioni ita-liane sono state interessate da calamità di vario tipo, quali tempeste, esondazioni o frane, con danni ingenti e in alcuni casi con perdite di vite umane. Nei settori vallivi, impermeabilizzazione dei suoli, urba-nizzazione delle aree di naturale pertinenza fluviale soggette a inon-dazioni, compromissione o smantellamento del reticolo idrografico minore sono tra le principali cause del dissesto idrogeologico. Nelle aree montane e collinari, dove si trova gran parte del patrimonio fo-restale (il 65% circa della superficie dei boschi ed il 45% delle altre terre boscate sono tra 500 e 2000 metri di quota), lo spopolamento degli ultimi sessanta anni ha implicato una sempre minore manu-tenzione e cura del territorio, diventato quindi fragile nei confronti degli eventi estremi. Inoltre, il prolungamento dei periodi siccitosi dovuto al cambiamento del clima ha effetti negativi sullo stato di sa-

*Davide Travaglini* e *Giacomo Certini*: Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali, Università di Firenze.

*Francesco Iovino*: Accademia Italiana di Scienze Forestali.

*Luigi Portoghesi*: Dipartimento per la Innovazione nei Sistemi Biologici, Agroalimen-tari e Forestali, Università della Tuscia.

47

D. TRAVAGLINI *ET AL.*

lute della vegetazione e del suolo, sulla funzionalità degli ecosistemi, e sulla disponibilità idrica, fino a rendere una parte di territorio a rischio desertificazione.

La manutenzione del territorio e le buone pratiche in campo agri-colo e forestale sono considerate tra le misure di contrasto al dissesto idrogeologico (Gallozzi *et al.*, 2020) e tra le azioni sinergiche nella stra-tegia per la mitigazione del rischio idrogeologico (Trigila *et al.*, 2021).

La vulnerabilità di un territorio dipende da cause predisponenti, legate agli aspetti che caratterizzano nel loro insieme le componenti naturali, ma è connessa direttamente o indirettamente con l’attività antropica, che si estrinseca nell’uso e gestione del suolo e delle altre risorse naturali.

La stabilità fisica del suolo costituisce una premessa indispensabi-le per poter coniugare la presenza dell’uomo con il raggiungimento e il mantenimento di un equilibrio ambientale (Iovino e Nocentini, 2015). L’erosione è una delle forme principali di instabilità e degra-dazione del suolo e può superare di molte volte il tasso di sostenibilità (“erosione tollerabile”), con danni economici notevoli (Pagliai, 2017). La perdita del suolo per erosione e il conseguente incremento del tra-sporto solido dei corsi d’acqua hanno aumentato il potere distruttivo delle piene, con danni alle infrastrutture, riempimento dei bacini di irrigazione e idroelettrici, inquinamento delle acque superficiali a cau-sa dal trasporto di concimi e pesticidi (ISPRA, 2013).

I diversi fenomeni degradativi dei boschi e, particolarmente in am-biente mediterraneo, l’aumento della frequenza e della severità degli incendi hanno impatti negativi sulla regimazione delle acque superfi-ciali e sull’erosione del suolo che, in alcune condizioni può diventa-re vero e proprio movimento di massa. Gran parte dei movimenti di massa verificatisi nelle recenti catastrofi dell’Emilia-Romagna (maggio 2023) e della Toscana (novembre 2023), ma anche in quelle del passa-to - es. Versilia (1996), Sarno (1998), Giampilieri (2009), Lunigiana (2011), Marche (2022), Ischia (2022) - hanno riguardato esclusiva-mente il suolo (Costantini e Pagliai, 2023), la cui natura si è configura-ta come fattore intrinseco incentivante l’instabilità. È noto che un ele-vato tenore in argilla così come l’origine da attività vulcanica esplosiva entrambi predispongono i suoli al movimento di massa. In taluni casi

48

SELVICOLTURA E TUTELA DEL TERRITORIO FORESTALE

si parla di “tixotropia”, un processo isotermico, reversibile, che avviene in condizioni di composizione e volume costanti, per cui un materiale tendenzialmente rigido qual è il suolo, quando saturo d’acqua e se sottoposto ad una qualche sollecitazione meccanica, si ammorbidisce o addirittura si liquefà in maniera piuttosto repentina (Wang *et al.*, 2020). I suoli formatisi su coltri piroclastiche, così comuni nel nostro Paese, sono i più propensi alla tixotropia perché costituiti da particelle alveolate e dunque capaci di trattenere molta acqua; in effetti, alcuni dei suddetti catastrofici movimenti di massa hanno interessato proprio suoli formatisi su coltri piroclastiche, in particolare quello tristemente famoso di Sarno (Guadagno e Magaldi, 2000).

La funzione di conservazione del suolo svolta dalle foreste, in par-ticolare nelle aree montane e collinari, è stata riconosciuta come fon-damentale e preminente fin dalla promulgazione della Legge Serpieri (R.D.L., n. 3267/1923), appena centenaria, il cui obiettivo principale era il raggiungimento della stabilità dei suoli e della regimazione del-le acque. La capacità del bosco di trattenere il suolo con gli apparati radicali, contrastando la perdita dello stesso sia per erosione che, en-tro certi limiti, per movimenti di massa è cosa nota ed ampiamente documentata. Va peraltro sfatato il falso mito che il peso del bosco possa rappresentare fattore destabilizzante sul suolo, predisponendo-lo ai movimenti di massa sui pendii. Vari autori (es., Kubota *et al*., 2004; Scrinzi *et al.*, 2006) hanno infatti dimostrato che la biomassa vegetale, per quanto matura e abbondante, ha un’incidenza modesta sul peso complessivo in gioco, che in gran parte è attribuibile al suolo stesso e all’acqua che eventualmente lo satura. Con l’imposizione del vincolo di carattere idrogeologico su molti terreni forestali, si sono di fatto limitati i cambiamenti di uso del suolo e tutte le pratiche coltu-rali che possano incidere negativamente sulla regimazione idrica e il contrasto all’erosione. La conservazione del suolo, considerata come insieme degli interventi atti a contenere i danni che possono derivare da errata gestione o incuria nei territori vulnerabili, delinea ambiti nei quali la gestione forestale, attraverso l’attività selvicolturale e la piani-ficazione, è fondamentale (Iovino, 2009). Le foreste sono cruciali per la salvaguardia della risorsa idrica, in quanto captano e depurano le acque di precipitazione (Dudley e Stolton, 2003). Il ruolo delle foreste

49

D. TRAVAGLINI *ET AL.*

in questo senso, nonché nella mitigazione delle alluvioni, nella lotta alla desertificazione e nella protezione del suolo, venne sottolineato già nella Seconda risoluzione “Le foreste e l’acqua”, adottata nella quinta Conferenza Interministeriale Europea sulla Protezione delle Foreste di Varsavia (MCPFE, 2007). La stessa risoluzione non tralasciava nean-che il fondamentale contributo delle foreste montane nel contenimen-to di erosione, frane e valanghe. Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni della Direttiva Quadro sulle Acque (2000/60/CE) prevede misure che indirettamente fanno riferimento alla gestione forestale. Un importante ruolo che è stato ribadito nella “Strategia del Suolo per il 2030” dell’UE (SWD, 2021), nella quale tra gli Obiettivi da perseguire entro il 2030 al primo posto è riportato “Combattere la desertificazione, ripristinare le terre degradate, comprese quelle colpite da desertificazione, siccità e inondazioni, e battersi per ottenere un mondo privo di degrado del suolo”. Una strategia strettamente legata alle altre politiche dell’UE scaturite dal *Green Deal* Europeo ed in par-ticolare alla “Strategia per la biodiversità per il 2030” e alla “Strategia Nazionale di Adattamento ai cambiamenti climatici”.

Le sfide imposte dai cambiamenti climatici e sociali fanno assume-re alle foreste e alla loro gestione importanza sempre crescente per la salvaguardia del territorio e ciò richiede approcci pianificatori via via più attenti a garantire il ruolo protettivo delle foreste, nel rispetto della loro multifunzionalità, come ribadito nel Testo Unico in materia di Foreste e di Filiere forestali e dalla Strategia Forestale Nazionale (De-creto Legislativo 34/2018).

Obiettivo di questo lavoro è evidenziare come attraverso adeguati approcci selvicolturali e pianificatori sia possibile mitigare gli effetti negativi dei cambiamenti climatici sul territorio, senza andare in con-flitto con le altre funzioni che le foreste svolgono.

1. Tipi di dissesto e funzioni del bosco secondo l’Inventario Forestale Nazionale

Il territorio italiano, per le sue caratteristiche geologiche, morfolo-giche e idrografiche, è predisposto a fenomeni di dissesto idrogeologi-

50

SELVICOLTURA E TUTELA DEL TERRITORIO FORESTALE

co. Il 18% del territorio nazionale ha un rischio frane elevato e il 94% dei comuni è a rischio per frane, alluvioni e/o erosione costiera (Trigila *et al.*, 2021). D’altronde, in Italia il consumo di suolo - da intendersicome la perdita di suolo dovuta essenzialmente alla sovrapposizione di una copertura artificiale, spesso di asfalto o cemento - non si ferma e continua a trasformare il territorio, riducendo la capacità di drenaggio delle superfici, in particolare nelle aree di pianura e lungo la fascia costiera (Munafò, 2023). Laddove non arriva il consumo di suolo, lo stato di benessere della vegetazione è minato dall’allungamento dei pe-riodi siccitosi dovuto al cambiamento del clima, che ha reso una parte di territorio a rischio desertificazione (Mariani *et al*., 2022).

Secondo l’Inventario Forestale Nazionale (Gasparini *et al*., 2022), in Italia il 15% della superficie boscata è soggetta ad almeno un tipo di dissesto (Tabella 1): frane e smottamenti, erosione idrica e fenomeni alluvionali, caduta o rotolamento pietre, slavine e valanghe. A livello nazionale i tipi di dissesto più diffusi sono la caduta o il rotolamento pietre (6,4%) e l’erosione idrica e i fenomeni alluvionali (4,6%). Le Regioni dove la percentuale della superfice boscata soggetta a dissesto

* più elevata sono Valle D’Aosta (26,3%), Emilia-Romagna (23,4%), Alto Adige (23,3%) e Piemonte (21,1%). In Emilia-Romagna, frane e smottamenti interessano il 14,4% della superficie bosco. In Valle d’Aosta e Alto Adige è maggiore la proporzione di bosco interessata dalla caduta o rotolamento di pietre (rispettivamente 15,5% e 13,2%) e da slavine e valanghe (rispettivamente 5,4% e 5,6%). Le Regioni

*Tabella 1* - Estensione del bosco ripartita per tipo di dissesto (fonte: Gasparini *et al*., 2022).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Tipo di dissesto | Ettari | % |
|  |  |  |
| Assenza di dissesto | 6928582 | 76,3 |
| Frane, smottamenti | 322554 | 3,6 |
| Erosione idrica, fenomeni alluvionali | 414992 | 4,6 |
| Caduta o rotolamento pietre | 583869 | 6,4 |
| Slavine, valanghe | 58270 | 0,6 |
| Non classificata | 776920 | 8,6 |
| *Totale* | *9085187* | *100,0* |

51

D. TRAVAGLINI *ET AL.*

*Tabella 2* - Estensione del bosco ripartita per tipo di funzione prioritaria (fonte:

Gasparini *et al.*, 2022).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Tipo di funzione prioritaria | Ettari | **%** |
|  |  |  |
| Produzione legnosa | 608070 | 6,7 |
| Produzione non legnosa | 122177 | 1,3 |
| Naturalistica | 187581 | 2,1 |
| Ricreativa | 43786 | 0,5 |
| Protettiva indiretta | 91706 | 1,0 |
| Protettiva diretta | 96721 | 1,1 |
| Funzione prioritaria assente | 7885446 | 86,8 |
| Non classificata | 49699 | 0,5 |
| *Totale* | *9085186* | *100,0* |

dove la proporzione della superficie boscata soggetta a erosione idrica e ai fenomeni alluvionali è più elevata sono Umbria (8,7%), Piemonte (7,2%) e Veneto (7,2%).

Il vincolo idrogeologico è presente su gran parte della superficie forestale totale nazionale (80%) ed interessa l’86,6% della superficie che rientra nella classe inventariale Bosco. In tutte le Regioni la per-centuale di quest’ultima superficie soggetta a vincolo idrogeologico è molto elevata (>80%) e in Alto Adige, Trentino, Toscana e Umbria tale percentuale è superiore al 95%. Unica eccezione è la Sardegna, dove la superficie Bosco sottoposta a vincolo idrogeologico è il 51,6% (Gasparini *et al*., 2022).

Per quanto riguarda le funzioni del bosco (Tabella 2), nella mag-gioranza dei casi (86,8% della superficie Bosco) l’Inventario Forestale Nazionale non individua una funzione prioritaria rispetto alle altre in misura tale da condizionare gli interventi selvicolturali e la gestione per mantenere o incrementare tale funzione. Tra le funzioni prioritarie considerate dall’Inventario Forestale, la produzione legnosa rappresen-ta il 6,7% della superficie boscata. Solo il 2% della stessa è classificata con funzione protettiva, diretta e indiretta; l’Inventario riconosce la funzione protettiva indiretta solo quando questa è prioritaria rispet-to alle altre e resa evidente dagli interventi praticati localmente. La percentuale di superficie Bosco con funzione di protezione diretta e

52

SELVICOLTURA E TUTELA DEL TERRITORIO FORESTALE

indiretta è massima in Valle D’Aosta (23,7%) e in Alto Adige (11,5%) (Gasparini *et al*., 2022). La protezione indiretta riguarda, infatti, tutti i boschi perché svolgono un’azione generale di regimazione delle ac-que meteoriche e di difesa dal dissesto, ma assume maggiore o mino-re rilievo in funzione di giacitura, pendenza, morfologia e condizioni geopedologiche (AA.VV., 2006).

1. Dal TUFF alla Strategia Forestale Nazionale: il ruolo della pianificazione forestale e della selvicoltura per la tutela del territorio

Il Decreto Legislativo n. 34 del 3 aprile 2018 “Testo Unico in ma-teria di Foreste e Filiere forestali”, di seguito indicato come TUFF, include tra la proprie finalità la protezione della foresta e a tal fine promuove azioni di prevenzione da rischi naturali e antropici, di difesa idrogeologica, dagli incendi e dalle avversità biotiche ed abiotiche, di adattamento al cambiamento climatico, di recupero delle aree degra-date o danneggiate, di sequestro del carbonio e di erogazione di fun-zioni ecosistemiche generate dalla gestione forestale sostenibile.

Il TUFF identifica il bosco con funzione di protezione diretta come una superficie che in ragione della sua speciale ubicazione svolge una funzione di protezione diretta di persone, beni e infrastrutture da pe-ricoli naturali quali valanghe, caduta massi, scivolamenti superficiali, lave torrentizie e altro, impedendo tali eventi o mitigandone gli effetti. Data dunque l’importanza di queste formazioni, il TUFF precisa che i boschi aventi funzione di protezione diretta, individuati e riconosciuti dalle Regioni, non possono essere trasformati e non può essere mutata la destinazione d’uso del suolo, fatti salvi i casi legati a motivi impera-tivi di rilevante interesse pubblico.

In merito alla programmazione e pianificazione territoriale, il TUFF individua nella Strategia Forestale Nazionale (SFN) lo strumento che definisce gli indirizzi nazionali per la tutela, la valorizzazione e la ge-stione del patrimonio forestale nazionale e per lo sviluppo del setto-re e delle sue filiere produttive, ambientali e socioculturali. La SFN, pubblicata in Gazzetta Ufficiale il 9 febbraio 2022, ha tre obiettivi

53

D. TRAVAGLINI *ET AL.*

generali. Tra questi, l’obiettivo A, “Gestione sostenibile e ruolo multi-funzionale delle foreste”, prevede azioni operative rivolte alla program-mazione e pianificazione forestale, alle funzioni di difesa del territorio e tutela delle acque e alla gestione dei rimboschimenti. Queste azioni, declinate in sotto-azioni operative, sono finalizzate a: *i*) promuovere la pianificazione forestale di area vasta e delle proprietà pubbliche, priva-te e collettive in linea con i principi e i criteri della gestione forestale sostenibile; *ii*) mantenere, incrementare e monitorare le funzioni pro-tettive dirette delle formazioni forestali, di difesa di beni, infrastrutture e persone; *iii*) potenziare il ruolo delle foreste di protezione e della ge-stione forestale sostenibile per la difesa dell’assetto idrogeologico e per la tutela delle acque; *iv*) incrementare la superficie forestale mediante rimboschimenti.

3.1 *Pianificazione forestale*

Per quanto riguarda la pianificazione forestale di area vasta, la SFN, in attuazione del TUFF, promuove l’adozione a livello regionale di Piani Forestali di Indirizzo Territoriale (PFIT) quali strumenti per in-dividuare le destinazioni d’uso delle superfici silvo-pastorali ricadenti nei territori sottoposti a pianificazione, gli obiettivi e gli indirizzi per garantire la tutela, la valorizzazione e la gestione sostenibile delle risor-se forestali. In passato, la pianificazione forestale di area vasta è stata realizzata in alcune Regioni italiane per lo più con valenza sperimenta-le (Bruschini, 2023). Solo in Piemonte e in Lombardia la pianificazio-ne forestale a scala territoriale è stata realizzata in modo più organico e strutturato (Tonetti *et al.*, 2023; Corgnati *et al.*, 2023). Altre Regioni hanno introdotto i PFIT nella propria normativa ma non li hanno mai realizzati (Abruzzo, Campania, Provincia Autonoma di Bolzano), altre hanno anche proceduto a definire scopi, o sperimentare meto-dologie di redazione (Veneto, Umbria, Provincia di Trento), in altre ancora esistono solo esperienze di ricerca (Basilicata, Marche, Molise, Sicilia, Sardegna). Si tratta di esperienze alquanto disomogenee, effet-tuate prima dell’approvazione del TUFF, che hanno però certamente contribuito a mettere in luce il significato operativo di questo livello di pianificazione forestale che è poi stato recepito dalla nuova Legge nazionale (Corona *et al.*, 2020). Per i PFIT la situazione è in divenire:

54

SELVICOLTURA E TUTELA DEL TERRITORIO FORESTALE

stando ad una indagine condotta a marzo 2023 da Compagnia delle Foreste, pubblicata sulla rivista Sherwood n. 264, 16 Regioni e Pro-vince Autonome hanno previsto di sviluppare dei PFIT ed è plausibile ipotizzare che altri enti si muoveranno in questa direzione.

A scala aziendale o sovraziendale di livello locale, la SFN promuove la pianificazione forestale delle proprietà pubbliche, private e collettive attraverso piani di gestione, assestamento o strumenti equivalenti, in attuazione dei Programmi forestali regionali e coordinatamente con i PFIT ove esistenti, anche attraverso l’aggregazione di più proprietà, pubbliche, private e collettive, per una gestione unitaria del territorio oggetto della pianificazione. Allo stato attuale i boschi dotati di una pianificazione di dettaglio rappresentano solo il 15,5% della super-ficie totale, e il 37% della superficie bosco è composta da cedui che, per circa l’80%, sono matricinati. Solo in cinque Regioni del nord la pianificazione di dettaglio interessa oltre il 30% del bosco: Veneto (30,6%), Friuli-Venezia Giulia (34,8%), Valle d’Aosta (36%), Trenti-no (75,8%), Alto Adige (94,6%) (Gasparini *et al.*, 2022).

Il Decreto Interministeriale n. 563765 del 28/10/2021 ha definito i criteri minimi nazionali per l’elaborazione dei PFIT e dei piani di gestio-ne forestale. Secondo questo Decreto, il PFIT opera in modo coordinato con gli altri strumenti di pianificazione territoriale e ambientale esisten-ti, incluso i piani stralcio per l’assetto idrogeologico, i piani di gestione distrettuale e di bacino, i piani per la valutazione e la gestione del rischio alluvioni. Il PFIT ripartisce le superfici silvo-pastorali in aree omogenee per destinazione d’uso e, con specifico riferimento alle superfici con de-stinazione d’uso a bosco o assimilate a bosco, individua le aree omoge-nee per categoria forestale e tipo colturale sulla base della classificazione dell’Inventario Forestale Nazionale. Per ogni area omogenea, individua l’indirizzo di gestione, espresso in termini di funzioni prevalenti, tra i quali è inclusa la funzione protettiva diretta come definita dal TUFF. In modo simile i piani di gestione forestale individuano l’indirizzo di ge-stione prevalente per ciascuna particella forestale. Nell’ambito del PFIT, i boschi con funzione protettiva diretta ai sensi del TUFF devono essere mappati in uno specifico allegato cartografico.

Le norme tecniche per realizzare gli allegati cartografici dei PFIT e dei piani di gestione forestale sono definite dal Decreto Dipartimen-

55

D. TRAVAGLINI *ET AL.*

tale del Ministero dell’Agricoltura, della Sovranità Alimentare e delle Foreste n. 64807 del 9/2/2023. Tali norme consentono di descrivere con una certa uniformità conoscitiva le caratteristiche prevalenti dei territori forestali sottoposti a pianificazione e di armonizzare la raccolta delle in-formazioni anche per permettere il caricamento degli elaborati cartogra-fici nel Sistema Informativo Forestale Nazionale (Corona *et al.*, 2023).

3.2 *Approcci selvicolturali e criticità*

Le foreste sono parte della soluzione dei problemi creati dal cam-biamento climatico ma è sempre più sentita l’esigenza di implemen-tare approcci di gestione e conservazione che le rendano più resistenti e resilienti a tale cambiamento e capaci di mantenere elevato il livello delle funzioni da esse svolte a vantaggio della società. Gli ecosistemi fo-restali sono infatti esposti alla maggiore frequenza e intensità di eventi climatici estremi, incendi, attacchi di parassiti alieni ecc. Comunque, il cambiamento climatico può esser visto anche come un’opportunità per accelerare l’applicazione di approcci innovativi alla selvicoltura, basati sulle conoscenze ed esperienze guadagnate con studi di lungo periodo, che rendano le foreste più adatte ad affrontare il futuro (Verkerk *et al.*, 2022; Vacek *et al.*, 2023). I principi che dovrebbero guidare questa tra-sformazione sono noti da tempo e si basano sul favorire l’evoluzione dei sistemi forestali, aumentandone la complessità strutturale e compositiva e controllando con continuità l’esito delle azioni selvicolturali intraprese (es., Ciancio e Nocentini, 2011; Brang *et al*., 2014; O’Hara, 2015).

Sul piano operativo, negli ultimi anni sono state proposte diverse strategie selvicolturali per adattare le foreste al cambiamento climatico e mantenere elevato il livello delle loro funzioni ecosistemiche. Si va dagli interventi per aumentare la resistenza ai disturbi del popolamen-to senza mutarne composizione e struttura, a quelli che mirano a man-tenerne o aumentarne la resilienza, quindi la capacità di recuperare le condizioni iniziali dopo disturbi di bassa e media entità. In questo se-condo caso si agisce per rendere più diversificata la struttura del bosco, mentre le modifiche della composizione possono risultare dai dinami-smi naturali conseguenti al cambiamento della struttura oppure essere indotti attraverso la cosiddetta migrazione assistita di specie e genotipi adatti alle future condizioni climatiche, che alcuni autori considerano

56

SELVICOLTURA E TUTELA DEL TERRITORIO FORESTALE

come strumento primario per ridurre i rischi di perdita di funzionalità degli ecosistemi forestali (Gömöry *et al.*, 2020; Palik *et al*., 2022; D’A-mato *et al*., 2023; Wikle e D’Amato, 2023).

Guardando più in particolare alla situazione italiana, per i boschi con diversi livelli di semplificazione strutturale e funzionale derivanti delle forme di trattamento applicate nel passato, e per i rimboschi-menti monospecifici di conifere realizzati nel secolo scorso su vaste superfici, la gestione dovrà tendere alla rinaturalizzazione, cioè a favo-rire l’aumento della diversità compositiva e strutturale, sostenendo i processi naturali di autorganizzazione del sistema (Nocentini, 2001). Ciò si traduce anche in un potenziamento del ruolo delle foreste di protezione e della gestione forestale sostenibile per la difesa dell’as-setto idrogeologico e per la tutela delle acque. Infatti, l’aumento della complessità determina un migliore utilizzo dello spazio sia a livello ipogeo che epigeo. La maggiore densità radicale, il differente appro-fondimento delle radici e la distribuzione molto più articolata delle piante nello spazio verticale, favoriscono un equilibrio temporale tra la fase di input, dovuta alle precipitazioni e all’infiltrazione, e di output, attribuita alla traspirazione e all’evaporazione. Tali condizioni miglio-rano il bilancio idrico a livello di popolamento e garantiscono, inoltre, una maggiore stabilità degli strati superficiali del suolo con effetti posi-tivi anche riguardo ai movimenti di massa (Iovino e Nocentini, 2015).

L’introduzione di specie e provenienze adatte alle condizioni che si prevedono per una certa area è una scelta che sembra quasi obbligata per i nuovi rimboschimenti nel nostro Paese. Un aumento della super-ficie boscata potrebbe realizzarsi tramite attività di rimboschimento sui versanti in preda ad intensi fenomeni di erosione conseguenti a ri-petuti incendi di alta severità, in aree ad alto rischio di desertificazione o su suoli con limitazioni tali da precludere ogni possibilità di utilizza-zione agricola. In foreste degradate da disturbi naturali e/o antropici la riduzione dell’erosione del suolo è un obiettivo da raggiungere attra-verso idonei interventi di recupero.

La soluzione migliore è forse quella di combinare a scala di paesag-gio approcci con diversa intensità d’intervento selvicolturale in relazione alle caratteristiche dei territori boscati e alla richiesta di loro specifiche funzioni economiche, sociali e ambientali. A tal fine sarebbe necessario

57

D. TRAVAGLINI *ET AL.*

ampliare in Italia la rete di prove sperimentali dimostrative nelle quali monitorare i risultati di differenti approcci e strategie adattative applica-te a più tipi di boschi come fatto, ad esempio, nell’ambito di alcuni pro-getti LIFE in Europa (Mattioli *et al.*, 2017; Garfì e Torreggiani, 2023) e tramite il progetto ASCC in Nord America (Muller *et al*., 2021).

Raggiungere una maggiore complessità strutturale e compositiva dei popolamenti è un obiettivo più difficile da definire nel caso dei boschi cedui. Come è ben noto, se mal applicata questa forma di go-verno può impattare negativamente sulle qualità estetiche del paesag-gio e sulla biodiversità, e anche determinare forme gravi di dissesto idrogeologico. Laddove il ceduo matricinato è il trattamento del bosco ancora prevalente perché collegato a filiere foresta-legno importanti per l’economia locale, occorrerà mettere in pratica con attenzione norme colturali e gestionali dei singoli popolamenti già ben conosciute, che ri-guardano l’aumento della lunghezza dei turni, la riduzione della dimen-sione delle tagliate, la cura della loro forma e orientamento sui versanti, il rispetto dei vincoli spaziali legati alla distanza fisica e cronologica tra superfici ceduate, l’adozione della matricinatura a gruppi, il rilascio di legno morto (es., Iovino *et al*., 2020; Schirone *et al*., 2021). È necessario anche applicare modalità di concentramento ed esbosco che riducano il compattamento del suolo per la pressione esercitata dai mezzi meccani-ci, oltre che per lo strascico del materiale legnoso, e la creazione di solchi causati dal passaggio e dall’affondamento degli stessi mezzi. Tali processi modificano le condizioni di drenaggio e di infiltrazione dell’acqua, con conseguente scorrimento superficiale delle acque meteoriche e fenomeni erosivi localizzati e diffusi (Marchi e Certini, 2015).

Sui versanti vulnerabili per la stabilità dei pendii, al fine di con-trastare le frane superficiali, la gestione dei boschi cedui dovrebbe in particolare mirare ad aumentare l’estensione degli apparati radicali e soprattutto la formazione di radici grossolane (Vergani *et al*., 2017).

In sede di pianificazione forestale, a scala di paesaggio è utile indi-viduare tasselli di territorio boscato inframezzati al ceduo dove appli-care l’avviamento a conversione del soprassuolo attraverso opportuni trattamenti o il rilascio all’evoluzione naturale, sulla base di analisi del contesto socio-ecologico e attuando un continuo monitoraggio degli esiti delle scelte compiute.

58

SELVICOLTURA E TUTELA DEL TERRITORIO FORESTALE

4. Conclusioni

Gli eventi estremi dovuti al cambiamento climatico si traducono sempre più spesso in catastrofi che mettono a rischio la sicurezza di persone, beni e infrastrutture. Nelle aree montane e collinari la man-cata cura del territorio dovuta all’abbandono rende queste zone anco-ra più vulnerabili agli eventi estremi. La funzione di protezione delle foreste contro il dissesto idrogeologico, la perdita di suolo e i perico-li connessi a movimenti di massa, alluvioni ed altre calamità assume quindi una rilevanza crescente.

In questo contesto la pianificazione forestale svolge un ruolo fon-damentale per la tutela del territorio, individuando approcci gestionali e indirizzi colturali differenziati in relazione alle caratteristiche dei so-prassuoli e ai diversi contesti operativi, valorizzando la funzione pro-tettiva della foresta nel rispetto della sua multifunzionalità.

I Piani Forestali di Indirizzo Territoriale e i piani di gestione forestale elaborati ai sensi del Decreto Interministeriale n. 563765 del 28/10/2021 forniranno un contributo significativo per l’individuazione delle foreste con funzione protettiva diretta di persone, beni e infrastrutture, mentre la protezione indiretta riguarda tutti i boschi, per la loro azione di regi-mazione delle acque e di difesa del territorio dal dissesto.

Approcci selvicolturali tesi a favorire l’aumento della complessità e della diversità dei sistemi forestali, in termini di composizione specifica e di struttura, a scala di popolamento e di paesaggio, determinano una maggiore capacità di adattamento degli ecosistemi ai cambiamenti am-bientali e una loro maggiore resistenza e resilienza agli eventi di disturbo.

Nelle foreste degradate per cause naturali e/o antropiche, dove è ne-cessario ricostituire in tempi brevi la copertura forestale per proteggere il suolo, il rimboschimento con specie e provenienze più adatte alle nuove condizioni ambientali fornisce maggiori garanzie di successo.

Cruciale è il monitoraggio delle azioni selvicolturali, per verificare i risultati via via ottenuti ed adattare gli interventi con l’obiettivo di assecondare i processi naturali.

59

D. TRAVAGLINI *ET AL.*

BIBLIOGRAFIA

AA.VV., 2006 - S*elvicoltura nelle foreste di protezione - Esperienze e indirizzi gestio-nali in Piemonte e Valle d’Aosta*. Compagnia delle foreste, Arezzo, 220 p.

Brang P., Spathelf P., Bo Larsen J., Bauhus J., Boncina Chauven C., Drössler L. *et al*., 2014 - *Suitability of close-to-nature silviculture for adapting temper-ate European forests to climate change*. Forestry, 87 (4): 492-503. https://doi.org/10.1093/forestry/cpu018

Bruschini S., 2023 - *PFIT: una nuova stagione della pianificazione*. Sherwood.

Foreste ed Alberi Oggi, 264: 15. ISSN:1590-7805.

Ciancio O., Nocentini S., 2011 - *Biodiversity conservation and systemic silvicul-ture: Concepts and application*. Plant Biosystems, 145: 411-418. https://doi.org/10.1080/11263504.2011.558705

Corgnati M., Gottero F., Terzuolo P.G., 2023 - *Pianificazione di area vasta in Piemonte. Dall’esperienza dei PFT agli orientamenti per i PFIT*. Sherwood.Foreste ed Alberi Oggi, 264: 23-26. ISSN:1590-7805.

Corona P., Becagli C., Cantiani P., Chianucci F., Di Salvatore U. *et al*., 2020 - *Elementi di orientamento per la pianificazione forestale alla luce del testo unico in materia di foreste e filiere forestali. Rete Rurale Nazionale 2014-2020, Sche-da n. 22.1 e 22.2.* Foreste, Consiglio per la ricerca in agricoltura e l’analisidell’economia agraria, Roma, ISBN 978-88-3385-057-3.

Corona P., Cucca B., Romano R., Alivernini A., 2023 - *Sintesi tecnica per l’im-plementazione delle banche dati della pianificazione forestale in Italia*. L’ItaliaForestale e Montana, 78: 31-53. https://doi.org/10.36253/ifm-1097

Costantini E.A.C., Pagliai M., 2023 - *Frane e frane di suolo*. Georgofili Info. Notiziario di Informazione a cura dell’Accademia dei Georgofili, Firenze, 22 novembre 2023.

D’Amato A.W., Palik B.J., Raymond P., Puettmann K.J., Montoro Girona M., 2023 - *Building a framework for adaptive silviculture under global change*. In:

1. Girona *et al*. (eds.), Boreal forests in the face of global change. Advanc-es in Global Change Research, 74. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-15988-6\_13

Dudley N., Stolton S., 2003 - *Running pure: The importance of Forest Protected Areas to Drinking Water*. WWF and World Bank, Gland, Switzerland andWashington DC, 103 p.

Gallozzi P.L., Dessì B., Iadanza C., Guarneri E.M., Marasciulo T. *et al*., 2020 - *ReNDiS 2020 La difesa del suolo in vent’anni di monitoraggio ISPRA sugli in-terventi per la mitigazione del rischio idrogeologico.* ISPRA, Rapporti 328/20.

Garfì V., Torreggiani L. (a cura di), 2023 - *Linee guida per l’adattamento delle faggete all’emergenza climatica. Compagnia delle foreste (AR)*, 132 pp. ISBN:978-88-98850-48-8

60

SELVICOLTURA E TUTELA DEL TERRITORIO FORESTALE

Gasparini P., Di Cosmo L., Floris A., De Laurentis D. (editors), 2022 - *Italian National Forest Inventory - Methods and Results of the Third Survey*. Springer.https://doi.org/10.1007/978-3-030-98678-0

Gömöry D., Krajmerova D., Hrivnak M., Longauer R., 2020 - *Assisted migra-tion vs. close to nature forestry: what are the prospects for tree populations under climate change?* Central European Forestry Journal, 66: 63-70. https://doi.org/10.2478/forj-2020-0008

Guadagno F.M., Magaldi S., 2000 - *Considerazioni sulle proprietà geotecniche dei suoli allofanici di copertura delle dorsali carbonatiche campane*. Quader-ni di Geologia Applicata, 7: 143-155. https://doi.org/10.1007/978-3-031-15988-6\_13

Iovino F., 2009 - *Ruolo della selvicoltura nella conservazione del suolo*. In: Atti del Terzo Congresso Nazionale di Selvicoltura, Taormina (ME), 16-19 ottobre 2008. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, p. 425-436. https:// doi.org/10.4129/CNS2008.060

Iovino F., Nocentini S., 2015 - *Selvicoltura e tutela del territorio*. Proceedings of the Second International Congress of Silviculture Florence, November 26th - 29th 2014., Vol. I: 226-235. https://doi.org/10.4129/2cis-fi-sel

Iovino F., Nicolaci A., De Dominicis A., De Nardo A., 2020 - *Forest man-agement and prevention of hydrogeological instability in territories of high vul-nerability in Campania*. L’Italia forestale e montana, 75: 11-37. https://doi.org/10.4129/ifm.2020.1.02

ISPRA, 2013 - *Linee guida per la valutazione del dissesto idrogeologico e la sua mitigazione attraverso misure e interventi in campo agricolo e forestale*. ISPRA,Manuali e Linee Guida 85/2013. Tipografia Tiburtini S.r.l. Roma, 98 p.

Kubota T., Omura H., Okumura T., Tada Y., Paudel P.P., 2004 - *Influence of the forest tree load on the slope stability with different forest felling*. Jour-nal of the Japan Landslide Society, 41: 273-281. https://doi.org/10.3313/ jls.41.3\_273

Marchi E., Certini G., 2015 - *Impatti ambientali delle utilizzazioni forestali e strategie di mitigazione*. Proceedings of the Second International Congress ofSilviculture Florence, November 26th - 29th 2014, Vol. I: 448-453. https:// doi.org/10.4129/2cis-em-imp

Mariani S., Lastoria B., Braca G., Bussettini M., Tropeano R., Piva F., 2022 - *Nota ISPRA sulle condizioni di siccità in corso e sullo stato della risorsa idrica a livello nazionale*. ISPRA.

Mattioli W., Di Santo D., Barbati A., Portoghesi L., Burrascano S. *et al*., 2017 - *Manuale di buone pratiche per la gestione degli habitat 9210\* e 9220\*.* Pro-getto Life+ (11/NAT/IT/135) Fagus.

MCPFE, 2007 - *Fifth Ministerial Conference on the Protection of Forests in Eu-rope. Forests for quality of life. Resolution 2 Forests and Water*. Varsavia.

61

D. TRAVAGLINI *ET AL.*

Muller J.J., Nagel L.M., Palik B.J., 2021 - *Comparing long-term projected out-comes of adaptive silvicultural approaches aimed at climate change in red pine forests of northern Minnesota, USA*. Canadian Journal of Forest Research, 51:1875-1887. https://doi.org/10.1139/cjfr-2021-0097

Munafò M. (a cura di), 2023 - *Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici*. Ediz. 2023, Sintesi, Report SNPA 38/23.

Nocentini S., 2001 - *La rinaturalizzazione come strumento di recupero dei sistemi forestali semplificati nell’Italia Meridionale*. L’Italia Forestale e Montana, 56

(5): 344-351.

O’Hara K., 2015 *- What is close-to-nature silviculture in a changing world?* Fore-stry, 89: 1-6. https://doi.org/10.1093/forestry/cpv043

Pagliai M., 2017 - *Rischi ambientali, sociali ed economici derivati da una non gestione del suolo*. http://www.georgofili.info/contenuti/risultato/4100

Palik B.J., Clark P.W., D’Amato A.W., Swanston C., Nagel L., 2022 *- Oper-ationalizing forest-assisted migration in the context of climate change adapta-tion: Examples from the eastern USA*. Ecosphere, 13 (10): e4260. https://doi.org/10.1002/ecs2.4260

Schirone B., Salvaneschi P., Cianfaglione K., Pecci M., Andrisano T. *et al*., 2021

* *A proposal for modifying coppicing geometry in order to reduce soil erosion in the forest areas*. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 49: 12325. https://doi.org/10.15835/nbha49212325

Scrinzi G., Gregori E., Giannetti F., Galvagni D., Zorn G. *et al*., 2006 - *An evaluation model of protective function in forest management planning: slope stability in regard to shallow landslide events*. Forest@, 3: 98-155. https://doi.org/10.3832/efor0349-0030098

SWD, 2021 - *EU Soil Strategy for 2030. Reaping the benefits of healthy soils for people, food, nature and climate*. European Commission. Brussels. https://environment.ec.europa.eu/publications/eu-soil-strategy-2030\_en

Tonetti R., Cereda M., Gallinaro N., 2023 - *Piani di indirizzo forestale in Lom-bardia*. *Un percorso ultraventennale*. Sherwood. Foreste ed Alberi Oggi, 264:18-20. ISSN:1590-7805.

Trigila A., Iadanza C., Lastoria B., Bussettini M., Barbano A., 2021 - *Dissesto idro-geologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio*. ISPRA, Rapporti 356/2021.

Vacek Z., Vacek S., Cukor J., 2023 - *European forests under climate change: Review of tree growth processes, crises and management strategies*. Journal ofEnvironmental Management, 332: 117353 https://doi.org/10.1016/j.jen-vman.2023.117353

Vergani C., Giadrossich F., Buckley P., Conedera M., Pividori M. *et al*., 2017

* *Root reinforcement dynamics of European coppice woodlands and their effect on shallow landslides: A review*. Earth-Science Reviews, 167: 88-102. https:// doi.org/10.1016/j.earscirev.2017.02.002

62

SELVICOLTURA E TUTELA DEL TERRITORIO FORESTALE

Verkerk P.J., Delacote P., Hurmekoski E., Kunttu J., Matthews R. *et al*., 2022 - *Forest-based climate change mitigation and adaptation in Europe*. From Sci-ence to Policy 14. European Forest Institute. https://doi.org/10.36333/fs14.

Wang Z., Ma J., Gao H., Stuedlein A.W., He J., Wang B., 2020 - *Unified thixo-tropic fluid model for soil liquefaction*. Géotechnique, 70: 849-862. https://doi.org/10.1680/jgeot.17.P.300

Wikle J.L., D’Amato A., 2023 - *Stand spatial structure outcomes of forest adap-tation treatments in northern hardwood forests in North America*. CanadianJournal of Forest Research, 53: 721-734. https://dx.doi.org/10.1139/cjfr-2022-0274

63

Giovanni Sanesi - Alessandro Paletto - Roberto Tognetti

**Selvicoltura, paesaggio e impatto**

**dei cambiamenti dell’uso del suolo**

Il paesaggio in generale, e il paesaggio forestale nello specifico, in-fluenza il nostro quotidiano e costituisce i confini e la geografia della nostra identità. Il paesaggio e le comunità locali sono strettamente interconnessi influenzandosi a vicenda, pertanto le popolazioni di un determinato luogo si riconoscono nel paesaggio di tale luogo senten-dolo proprio e riconoscendosi in esso. Questo aspetto è strettamente connesso anche al fatto che i mutamenti del paesaggio sono il frutto, di norma, di un processo storico-culturale lento e graduale.

Negli ultimi decenni questo scenario di graduale mutamento è sta-to completamente stravolto dai repentini cambiamenti climatici e am-bientali in atto. Negli ultimi anni, pertanto, stiamo assistendo a alcune tendenze principali che prevedono l’abbinarsi di cambiamenti con una diversa scala temporale:

– incremento costante della superficie forestale nelle aree collinari e montane del nostro Paese a discapito delle aree aperte; talvolta tale incremento è presente anche in contesti suburbani in aree di abbandono colturale o gestionale (es. aree industriali e artigianali dismesse);

*Giovanni Sanesi*: Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti, Università degli studi di Bari A. Moro.

*Alessandro Paletto*: Consiglio per la ricerca in agricoltura e l’analisi dell’economia agraria (CREA), Trento.

*Roberto Tognetti*: Facoltà di Scienze agrarie, ambientali e alimentari, Libera Università di Bolzano.

65

G. SANESI *ET AL.*

– eventi estremi, che stravolgono il paesaggio nell’arco di poche ore, e che mettono a repentaglio l’ambiente naturale e al contempo anche il rapporto paesaggio-comunità locale;

– altri eventi di natura biotica che colpiscono alcune categorie forestali determinando nel giro di alcuni anni un forte decremento di alcu-ne categorie forestali (es. mazzococco su pinete di pino marittimo, bostrico su peccete);

– altri eventi di natura abiotica (progressivo cambiamento climatico) che determinano in alcuni contesti la modifica della struttura foresta-le (es. progressiva scomparsa del faggio in alcune aree meridionali). In riferimento al primo aspetto, si registra un continuo aumento

della superficie forestale nazionale che in dieci anni - dal 2005 al 2015 secondo la comparazione dei dati del secondo e del terzo Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio (INFC) - è cresciuta di oltre 587 mila ettari facendo registrare un aumento della biomassa legnosa del 18,4%. Questo incremento della superficie e del-la biomassa ha consentito, da un lato, ad un aumento dello stoccaggio di anidride carbonica (CO2) atmosferica nei *pool* forestali (biomassa epigea e ipogea, necromassa, lettiera e suolo), con degli innegabili van-taggi in termini di mitigazione ai cambiamenti climatici, dall’altro ha però impattato negativamente sulla diversità paesaggistica. Infatti, tale aumento della superficie forestale si è concentrato nelle aree collinari e montane a discapito delle aree aperte (e.g., prati sfalciati e pasco-li), portando, di conseguenza, ad un impoverimento del paesaggio e al contempo ad una perdita di biodiversità floristica. Alcuni recenti studi evidenziano come l’aumento delle foreste e del paesaggio do-minato dagli alberi a discapito delle aree aperte è percepito nega-tivamente sia dai residenti, che associano questo fenomeno ad un abbandono dell’agricoltura di montagna e delle attività economiche tradizionali, sia dai turisti, che prediligono frequentare le aree aperte piuttosto che i boschi di neoformazione e preferiscono esteticamente un paesaggio diversificato e vario.

In riferimento al secondo aspetto, merita ricordare che il IV Con-gresso di Selvicoltura *Il Bosco: bene indispensabile per un presente vivi-bile e un futuro possibile* si era tenuto a pochi giorni di distanza dellatempesta Vaia che, tra il 26 e il 30 ottobre 2018, ha cambiato radical-

66

SELVICOLTURA, PAESAGGIO E USO DEL SUOLO

mente la fisionomia paesaggistica dei boschi delle molte aree alpine e prealpine orientali. Durante i lavori del Congresso la percezione da parte dei partecipanti su cosa era avvenuto era forte, ma i danni e gli impatti ambientali, economici e sociali non erano stati ancora quanti-ficati. Oggi, a cinque anni di distanza dal Congresso del 2018, abbia-mo una chiara percezione di quanto successo e come tale evento abbia impattato sulle comunità locali delle aree colpite cosi come su tutti coloro che si occupano di foreste a vario titolo.

A seguito della tempesta Vaia il paesaggio alpino italiano ha subito una notevole trasformazione nell’immediato e delle ripercussioni che continueranno nei prossimi decenni. Nell’immediato sono stati dan-neggiati 42.500 ettari di boschi e abbattuti 8,6 milioni di metri cubi di legname corrispondente a circa 16 milioni di alberi sradicati e abbat-tuti. Questo fatto ha trasformato completamente il paesaggio forestale delle aree colpite e, al contempo, ha messo in discussione soprattutto pratiche selvicolturali consolidate nella gestione delle peccete montane e sub-alpine. In tal senso, si è ravvivato il dibattito tecnico-scientifico tra vantaggi e svantaggi dei boschi monospecifici e coetanei rispetto ai boschi misti e disetanei.

Per quanto riguarda la terza tendenza prima enunciata, bisogna considerare che le ripercussioni presenti e future dei danni ingenti causati dalla tempesta Vaia abbiano creato le condizioni ottimali per la diffusione del bostrico (*Ips typographus*). Le pullulazioni di questo artropodo sono state favorite anche da estati con temperature sopra le medie stagionali e da una sofferenza pronunciata delle peccete coe-tanee e monospecifiche. Nella sola Provincia di Trento è stata stimata una superficie forestale danneggiata di oltre 20.000 ettari, prevalen-temente ubicati nel settore del Trentino orientale, con oltre 4 milioni di metri cubi di legname danneggiati e deprezzati. La diffusione del bostrico è evidente non solo nel Trentino, ma anche in alcune valli lombarde. Questa diffusione, oltre ad avere un rilevante impatto eco-nomico su tutta la filiera foresta-legno, ha ulteriormente trasformato il paesaggio forestale facendo nascere una percezione comune verso le “aree bostricate” che stanno superando per estensione quelle di Vaia.

Al di là degli eventi estremi legati ai cambiamenti climatici, la let-teratura internazionale ha ampiamente evidenziato in che modo le

67

G. SANESI *ET AL.*

dinamiche spaziali e temporali degli ecosistemi sono strettamente correlate alle fluttuazioni del clima e alle strategie di competizione delle singole specie. In termini generali, il clima influenza la distri-buzione delle specie attraverso specifiche soglie fisiologiche di tol-leranza di temperatura e potenziale idrico del suolo. In tal senso, una delle principali specie forestali in Italia e in Europa - faggio (*Fagus sylvatica* L.) - è fortemente sensibile ai cambiamenti climatici (Antonucci *et al.*, 2021). Alcuni studi hanno evidenziato attraverso modelli previsionali una potenziale riduzione nei prossimi decenni della distribuzione del faggio in Italia con particolare riferimento ai limiti inferiori del proprio *range* ecologico (Innangi *et al*., 2015). Viceversa, è da attendersi l’aumento di altre specie con caratteristi-che ecologiche più ubiquitarie, come già evidenziato da alcuni studi extra -nazionali (Knott *et al*., 2019). La recente carta dei Tipi forestali della Regione Puglia (2023) ha messo in evidenza come questa specie sia praticamente scomparsa in alcuni ambienti del Sub Appennino Dauno (es. Monte Faeto) dove fino al XX secolo c’era ampia traccia o come nel caso delle faggete del Gargano ci sia una progressiva ero-sione a beneficio di formazioni partecipate da cerro.

Pertanto, le riflessioni sul presente e sul futuro del paesaggio fore-stale in Italia vertono proprio su queste tendenze prima elencate:

– la diffusione delle foreste a discapito delle aree aperte, principalmente nelle aree collinari e montane, con un conseguente impoverimento in termini di paesaggio e di biodiversità;

– la resistenza e resilienza dei popolamenti forestali in uno scenario di un crescente numero di eventi estremi;

– il monitoraggio, la gestione e il ripristino dei popolamenti danneg-giati da agenti biotici che stanno modificando il paesaggio forestali in alcuni contesti;

– il monitoraggio, la gestione e la selvicoltura di resilienza che si deve attuare per salvaguardare alcune categorie forestali maggiormente affette dal cambiamento climatico e garantire sempre maggiori livelli di biodiversità.

68

SELVICOLTURA, PAESAGGIO E USO DEL SUOLO

BIBLIOGRAFIA

Antonucci S., Santopuoli G., Marchetti M., Tognetti R., Chiavetta U. *et al*., 2021 - *What Is Known About the Management of European Beech Forests Facing Climate Change? A Review*. Current Forestry Reports, 7: 321-333. https://doi.org/10.1007/s40725-021-00149-4

Innangi M., D’Alessandro F., Fioretto A., Di Febbraro M., 2015 - *Modeling distri-bution of Mediterranean beech forests and soil carbon stock under climate change scenarios*. Climate Research, 66: 25-36. https://doi.org/10.3354/cr01323

Knott J.A., Desprez J.M., Oswalt C.M., Fei S., 2019 - *Shifts in forest composition in the eastern United States*. Forest Ecology and Management, 433: 176-183.https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.10.061

Regione Puglia, 2023 - *Carta dei tipi forestali*. Consultabile on line: https://we-bapps.sit.puglia.it/freewebapps/CartaTipiForestali/index.html

69

Andrea Battisti - Paolo Capretti - Massimo Faccoli Paolo Gonthier - Pio Federico Roversi

**Protezione delle foreste da fattori biotici**

1. Introduzione

Il tema della protezione delle foreste nell’ambito della selvicoltura italiana sta assumendo un’importanza sempre maggiore in relazione non solo ai cambiamenti climatici e gestionali, ma anche per i rischi connessi all’intensificarsi di introduzioni accidentali e successiva diffusione epi-demica di organismi alieni nocivi alle piante arboree. Esempio emble-matico del contesto ambientale è rappresentato dalla tempesta di vento denominata Vaia che si è verificata poco prima del Congresso del 2018 e ha caratterizzato i cinque anni successivi, con un coinvolgimento di su-perfici, uomini e mezzi mai visto prima nel contesto nazionale (Battisti *et al.*, 2023). Ne sono testimonianza i numerosi articoli scientifici appar-si in riviste nazionali e internazionali (circa 78 in Scopus dal 2018) e una intensa attività di disseminazione nei media, dalla scala locale a quella internazionale. A questo può essere affiancato il progressivo drammatico erodersi del patrimonio rappresentato dalle pinete costiere interessate da ondate successive di fitofagi primari provenienti da altre aree geogra-

*Andrea Battisti* e *Massimo Faccoli*: Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse naturali e Ambiente Università di Padova.

*Paolo Capretti*: Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali, Università di Firenze.

*Paolo Gonthier*: Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari ,Università di Torino.

*Pio Federico Roversi*: Istituto Nazionale di Riferimento per la Protezione delle Piante, CREA DC, Roma-Firenze.

71

A. BATTISTI *ET AL*.

fiche. Appare con sempre maggiore evidenza la necessità di adeguare la gestione del bosco non solo alla protezione degli alberi dai fattori avversi ma anche alla salvaguardia della biodiversità in tutti i suoi aspetti, in quanto elemento essenziale per garantire la resilienza e i servizi ecosi-stemici resi dal bosco inteso non solo come insieme di alberi (Roversi e Nannelli, 2012), tra tutti la presenza dei fattori naturali di regolazione delle popolazioni di agenti dannosi (Gazzea *et al*., 2024).

La diversità degli ecosistemi forestali a scala nazionale pone inter-rogativi di particolare rilevanza per l’eterogeneità delle situazioni e per il continuo manifestarsi di disturbi abiotici di vario genere, tra i quali gli stress idrici svolgono un ruolo preponderante nel determi-nare la suscettibilità degli alberi agli agenti biotici. È noto, ad esem-pio, il progressivo indebolimento delle coniferete alpine sottoposte a continui periodi di siccità sia estiva sia invernale, il cui manifestarsi in termini di frequenza e di intensità sta assumendo caratteri di cro-nicità, esponendo tali formazioni ad aumentati rischi di danni abio-tici (incendi) e parassitari. È questo il caso, ad esempio, delle pinete di pino silvestre che negli ultimi decenni hanno subito dal Piemonte al Veneto estese infestazioni di bostrico acuminato (*Ips acuminatus*) innescate da inverni scarsamente nevosi ed estati calde e asciutte (Vacchiano *et al.*, 2008; Colombari *et al.*, 2013). Esempio analo-go è rappresentato dalle recenti esplosioni demografiche del bostrico tipografo (*Ips typographus*) innescate nelle peccete delle Alpi orien-tali dalla già ricordata tempesta “Vaia” (Faccoli *et al.*, 2022), ma in qualche misura già preannunciate da precedenti studi condotti sulle correlazioni fra andamento climatico, formazioni forestali e infesta-zioni di bostrico tipografo (Faccoli, 2009; Faccoli e Bernardinelli, 2014). Nelle Alpi occidentali, a partire dal 2017, si sono manifestati a carico delle pinete di pino silvestre, anche a quote elevate, intensi attacchi del fungo agente di disseccamento dei getti *Sphaeropsis sapi-nea.* Sebbene periodicamente tali pinete abbiano subito negli ultimi30 anni alcuni episodi di disseccamento acuto e generalizzato impu-tabili a ragioni ecofisiologiche e innescati dalla siccità (Gonthier *et al.*, 2010), tale fungo non fu mai stato segnalato precedentemente.La sua comparsa può essere messa in relazione oltre che agli eventi siccitosi anche all’incremento delle temperature. Scendendo lungo

72

PROTEZIONE DELLE FORESTE DA FATTORI BIOTICI

la penisola non sono rari i casi dove l’acuirsi e il ripetersi delle an-nate siccitose provoca deperimenti e riduzione delle superfici di al-cune specie caratteristiche per la dorsale appenninica quali il faggio e l’abete bianco. Non risultano peraltro risparmiate sull’Appennino le residue stazioni autoctone di abete rosso e gli impianti realizzati con tale conifera, che negli ultimi anni hanno fatto registrare morie causate da attacchi di bostrico tipografo. Analoghe problematiche sono osservate anche in zone mediterranee dove vengono interessate querce caducifoglie e leccio (Bussotti *et al.*, 2023). A riguardo delle querce anche in ambienti appenninici e insulari come in altre aree del Sud Europa si stanno intensificando le segnalazioni di attacchi di coleotteri cerambicidi la cui colonizzazione risultava fino a non mol-to tempo fa limitata a esemplari maturi, spesso per lo più nell’ambito del verde urbano. Anche la foresta urbana, infatti, e le formazioni boschive periurbane stanno andando incontro a significativi stati di deperimento imputabili a funghi fitopatogeni chiaramente favoriti dagli stress idrici a carico degli ospiti. Ne sono esempi le recrude-scenze di *Anthostoma decipiens* e *Cryphonectria carpinicola* su carpino bianco e i nuovi fenomeni di disseccamento del platano imputabili a *Neofusicoccum parvum* e altre specie di Botryosphaeriaceae.

Un ulteriore elemento di fondamentale rilevanza è la comparsa sempre più frequente di specie aliene, non di rado favorite dai cam-biamenti climatici in atto. Le previsioni disponibili a livello interna-zionale e nazionale sono infauste e impongono di affrontare l’argo-mento con i dovuti mezzi di coordinamento nazionale. La recente istituzione dell’Istituto nazionale di riferimento per la protezione delle piante con compiti di diagnostica fitopatologica avanzata, ri-cerca su mezzi e strategie di controllo dei parassiti a basso impatto ambientale e più in generale supporto scientifico del Servizio Fitosa-nitario Nazionale documenta come sia sentita e necessaria un’azione congiunta delle forze in campo sia dal lato strettamente fitosanitario sia da quello prettamente forestale (Faraglia e Roversi, 2021; Roversi, 2021), anche in riferimento alla formazione del personale che ope-ra in bosco, aspetto già richiamato nel Congresso di Selvicoltura di Taormina (Luciano *et al.*, 2009) . Fra le specie esotiche di interesse forestale un gruppo di particolare rilievo è rappresentato dai coleotteri

73

A. BATTISTI *ET AL*.

xilofagi, e fra questi soprattutto i coleotteri scolitidi. Risultati di recen-ti programmi internazionali di monitoraggio condotti a livello euro-peo hanno mostrato come il numero di specie esotiche appartenenti a questa famiglia stia crescendo in modo esponenziale con nuovi arrivi da ogni parte del mondo (Marchioro *et al*., 2022). Con riferimento a specie aliene invasive, ai coleotteri xilofagi si affianca per importanza *Matsucoccus feytaudi* che ha ormai decretato il declino delle pinete dipino marittimo nel versante Alto-Tirrenico di Liguria e Toscana (Ro-versi *et al*., 2009), a cui in anni recenti si è aggiunta *Toumeyella par-vicornis*, cocciniglia che ha rapidamente invaso formazioni forestali,viali alberati e parchi urbani di Campania e Lazio, colpendo in modo particolarmente grave il pino domestico compromettendo le pinete lito-rali e il paesaggio delle città storiche. Come noto le invasioni biologiche dipendono essenzialmente dai flussi di commercio internazionale e dalle condizioni climatiche a disposizione delle specie aliene che giungono nei nuovi territori, fattori sempre più favorevoli all’arrivo e all’insediamento di nuove specie di parassiti forestali in Europa (Pureswaran *et al.*, 2022). Una situazione particolare è infine rappresentata da invasioni biologiche caratterizzate da fitofagi associati a organismi fitopatogeni entrambi eso-tici, come nel caso dello scolitide nordamericano *Pityophthorus juglandis* vettore del patogeno *Geosmithia morbida*, agente causale del “dissecca-mento rameale del noce” o “malattia dei mille cancri” del noce, arrivati insieme in Italia e poi diffusisi in Francia (Montecchio e Faccoli, 2014). Di recente oltre a rilevare una ulteriore diffusione di *P. juglandis* sul ter-ritorio nazionale è stata registrata la capacità di questo scolitide di attac-care e colonizzare non solo rami e rametti ma anche riversarsi in gran numero su fusti di diametro fino 30-40 cm, portando a morte le piante in 3-5 anni dalla comparsa dei primi sintomi.

Appare comunque chiaro come la natura stessa delle foreste e la loro stretta connessione con altri habitat naturali e urbani imponga scelte che non possono prescindere dalla gestione selvicolturale nelle sue varie accezioni (Ciancio, 2019). Al termine del congresso del 2018 sono stati individuati tre punti essenziali per lo sviluppo del tema “Selvicoltura e protezione delle foreste” nel decennio successi-vo. Il presente contributo si pone l’obiettivo di fornire un aggiorna-mento a cinque anni di distanza.

74

PROTEZIONE DELLE FORESTE DA FATTORI BIOTICI

2. Investimento nella ricerca

Il documento pubblicato al termine del congresso (Battisti *et al.,* 2019) riporta: “Il primo punto riguarda la necessità di investire nella ricerca e in particolare sugli aspetti diagnostici, ecologici e previsionali finalizzati alla valutazione dei rischi associati alle specie patogene e fitofaghe emergenti. In questo contesto si dovrà tener nella massima considerazione il cambiamento climatico e le specie invasive.”

*Google Scholar* interrogato con i termini “entomology pathology forest Italy” nel periodo 2018-2023 restituisce 7.350 risultati general-mente relativi a insetti e patogeni emergenti e invasivi, in prevalenza articoli scientifici ma anche pubblicazioni divulgative. La stessa banca dati interrogata con “entomologia patologia forestale Italia” restitui-sce 264 risultati dello stesso tipo. I termini che ricorrono con mag-giore frequenza sono cambiamento climatico, specie invasive, servizi ecosistemici, foreste urbane. Appare quindi evidente come gli auspici evidenziati al congresso siano stati presi in piena considerazione dalla comunità dei forestali. Anche grazie a ingenti finanziamenti nell’am-bito delle iniziative *Next-Generation EU* (Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, PNRR), tra cui quelli coordinati dall’Agritech National Research Center, che vedono coinvolti diversi entomologi e patologi forestali. A questo si sono affiancati specifici finanziamenti dell’Unio-ne Europea, del MASAF e delle Regioni che hanno permesso di svi-luppare interventi e ricerche negli specifici settori del monitoraggio fitosanitario, dell’avanzamento delle tecniche e degli strumenti dia-gnostici e degli interventi di lotta biologica. È quindi prevedibile che nel prossimo futuro aumentino le conoscenze circa l’impatto sulle fo-reste di insetti e patogeni e su come impostare misure di contenimento in un’epoca caratterizzata cambiamenti climatici conclamati.

3. Sinergie tra ricerca e applicazione

Il documento pubblicato al termine del congresso (Battisti *et al*., 2019) riporta: “Il secondo concerne la promozione di forme di siner-gia tra il mondo della ricerca, i servizi fitosanitari, i gestori dei boschi

75

A. BATTISTI *ET AL*.

e i portatori di interesse per affrontare in maniera concreta, rapida ed efficace singole emergenze fitosanitarie.”

Le azioni di maggiore rilievo al riguardo sono state: 1. La creazione di un gruppo di lavoro tra alcuni enti ministeriali (CREA, ISPRA) e società scientifiche del settore per individuare soluzioni nella lotta biologica a specie invasive che interessano sia i boschi sia le colture agrarie; 2. L’istituzione da parte del Comitato Fitosanitario Nazionale di un Tavolo Tecnico Nazionale per la gestione del problema bostrico dell’abete rosso a seguito della tempesta Vaia, in cui sono coinvolti enti ministeriali, territoriali e scientifici; 3. Molteplici accordi e colla-borazioni a vario titolo tra enti di ricerca e organizzazioni locali per la gestione comune di singole emergenze fitosanitarie quali ad esempio la cocciniglia tartaruga del pino domestico.

4. Comunicazione e formazione

Il documento pubblicato al termine del congresso (Battisti *et al*., 2019) riporta: “Il terzo auspica il miglioramento della comunicazione con i portatori di interesse e la società in generale per renderli consa-pevoli dei rischi associati alle specie patogene e fitofaghe emergenti e invasive.”

Le problematiche relative alle specie invasive e alle emergenze eco-logiche legate ai disturbi abiotici e in generale al cambiamento clima - tico sono state affrontate in numerosi interventi nei media nazionali e locali attraverso articoli e interviste. Sono stati inoltre svolti approcci di *citizen science* per rendere la popolazione più sensibile alle proble-matiche legate alle specie di recente interesse economico o ecologico mediante incontri culturali e informativi, anche nelle scuole, e di *par-ticipatory approach* con tecnici del settore forestale e ordini professio-nali per rendere più efficiente il servizio di monitoraggio e gestione delle emergenze territoriali. Numerosi specifici corsi di formazione per il personale dei servizi forestali e fitosanitari e incontri di informazio-ne dei cittadini sono stati ad esempio condotti in Veneto durante lo svolgimento dei programmi di eradicazione del cerambicide asiatico *Anoplophora glabripennis* al fine da un lato di migliorare l’efficacia degli

76

PROTEZIONE DELLE FORESTE DA FATTORI BIOTICI

interventi, dall’altro per poter coinvolgere la popolazione nel monito-raggio del territorio. Con tale obiettivo è stato anche creato un numero verde per eventuali segnalazioni da parte di privati, e un sito internet dove poter scaricare informazioni sul fitofago e caricare immagini di possibili insetti o loro danni individuati dai cittadini.

Particolare importanza riveste la creazione del sito web del Servizio Fitosanitario Nazionale (www.protezionedellepiante.it) che permette a istituzioni, operatori dele settore agricolo e forestale e privati cittadini di accedere a tutte le informazioni sulle specie di interesse fitosanitario e sulla normativa che riguarda organismi e microrganismi da quaran-tena già presenti o a rischio di introduzione. Collegato al sito è dispo-nibile il programma MORGANA Segnalazioni che permette di inviare foto e descrizioni di piante con danni e organismi nocivi riguardanti l’intero territorio nazionale.

5. Conclusione

Resta tuttavia molto lavoro da fare prima che il semplice cittadino si renda conto che il problema della salute delle piante forestali non

* un optional o un argomento per gli addetti ai lavori ma è essenziale per il benessere del pianeta. Occorre sostanzialmente indicare come da una analisi profonda dello stato degli ecosistemi forestali si possano derivare indicazioni gestionali che considerino gli agenti di disturbo biotico come parte dell’ecosistema e non come semplici fattori avversi da combattere. È evidente che alcuni interventi di lotta diretta possa-no rendersi inevitabili e debbano essere eseguiti ma dobbiamo esse-re altrettanto consapevoli che debbano essere inseriti in un contesto generale di maggiore respiro, che coinvolge tutti gli elementi sociali, dal cittadino al decisore politico. La gestione delle recenti estese infe-stazioni di bostrico tipografo delle Alpi orientali rientra fra gli esempi più caratteristici di questo nuovo approccio della selvicoltura alpina. Il grande sforzo di utilizzazione della massa legnosa condotto nel corso degli ultimi anni nelle aree di schianto, dove realizzato, ha consentito di sottrarre un substrato potenzialmente utilizzabile dal parassita come sede riproduttiva. L’abbattimento e lo scortecciamento delle piante

77

A. BATTISTI *ET AL*.

colonizzate dal bostrico in fase di sviluppo è infatti una delle azioni più incisive di contenimento delle infestazioni. Si tratta tuttavia di interventi costosi e spesso di non facile realizzazione, che richiedono competenza, tempismo e un efficace coordinamento di personale e risorse. Le piante devono infatti essere utilizzate finché le larve del parassita si stanno sviluppando sotto la corteccia, e questa fase si conclude in meno di due mesi dall’avvio della colonizzazione. Inter-venti tardivi sono invece inutili, anzi dannosi in quanto distruggono le popolazioni di nemici naturali del bostrico che generalmente ab-bandonano le cortecce anche mesi dopo il loro ospite. L’asportazione di grandi porzioni di bosco ormai morto aumenta inoltre i rischi idrogeologici, soprattutto in contesti di pendii fortemente scoscesi, ed espone le piante superstiti a nuovi danni da vento e neve e quindi a nuove infestazioni. Tale prospettiva suggerisce come non sempre sia necessario o utile intervenire in modo diretto, ma che le strategie di intervento devono essere vagliate caso per caso considerando i molteplici aspetti dei servizi ecosistemici. Nei prossimi anni vi sarà verosimilmente un’ulteriore crescita della mortalità degli alberi di abete rosso, la cui entità dipenderà tuttavia da fattori al momento di difficile previsione, quali l’andamento meteorologico e la gestione del materiale colpito.

La forza dell’intervento selvicolturale sta esattamente nella possibi-lità di valutare l’evoluzione dell’ecosistema e di attuare le scelte che lo rendano più stabile rispetto ai disturbi presenti e futuri. La sua debo-lezza è rappresentata dal tempo necessario per raggiungere gli obiettivi, spesso in conflitto con necessità immediate di difficile, se non impos-sibile, soluzione. La ricerca del compromesso tra i punti di forza e di debolezza è il compito da svolgere negli anni futuri per garantire la stabilità degli ecosistemi forestali del nostro paese.

BIBLIOGRAFIA

Battisti A., Capretti P., Gonthier P., 2019 - *Protezione delle foreste*. In: Il bosco. Bene indispensabile per un presente vivibile e un futuro possibile, (ed. O. Ciancio, S. Nocentini), Accademia Italiana di Scienze Forestali Firenze, p. 197-216. https://doi.org/10.4129/bosco.2019

78

PROTEZIONE DELLE FORESTE DA FATTORI BIOTICI

Battisti A., Grigolato S., Lingua E. (ed.), 2023 - *Five years after Vaia. Forest and land management in mountain environments: experiences and knowledge five years after the Vaia storm*. L’Italia Forestale e Montana, 78: 197-213.https://doi.org/10.36253/ifm-1121

Bussotti F., Bettini D., Carrari E., Selvi, F., Pollastrini M., 2023 - *Health condi-tion of forests in central Italy (Tuscany) after recurrent droughts and heat events*.Ecologia Mediterranea, 49: 37-47.

Ciancio O., 2019 - *Storia Scienza Sapere. Le tre S della conoscenza in campo fo-restale*. In: Il bosco. Bene indispensabile per un presente vivibile e un futuropossibile (ed. O. Ciancio, S. Nocentini), Accademia Italiana di Scienze Fore-stali Firenze, p. 9-23. https://doi.org/10.4129/bosco.2019

Colombari F., Battisti A., Schroeder L.M., Faccoli M., 2013 - *Spatial spot dynamics during an Ips acuminatus outbreak*. Agricultural and Forest Entomology, 15:34-42. https://doi.org/10.1111/j.1461-9563.2012.00589.x

Faccoli M., 2009 - *Effect of* *weather on Ips typographus (Coleoptera Cur-culionidae) phenology, voltinism, and associated spruce mortality in the South-Eastern Alps*. Environmental Entomology, 38: 307-316. https://doi. org/10.1603/022.038.0202

Faccoli M., Bernardinelli I., 2014 - *Composition and elevation of spruce forests affect susceptibility to bark beetle attacks: implications for forest management*.Forests, 5: 88-102. https://doi.org/10.3390/f5010088

Faccoli M., Finozzi V., Andriolo A., Bernardinelli I, Salvadori C. *et al*., 2022

* *Le infestazioni di bostrico tipografo sulle Alpi orientali: evoluzione, gestione e prospettive future dopo Vaia*. Sherwood, 257: 23-26.

Faraglia B.C., Roversi P.F., 2021 - *La riorganizzazione del Servizio Fitosanitario Nazionale nel quadro delle nuove sfide per la difesa delle piante: il Decreto Le-gislativo 2 febbraio 2021, n. 19*. Georgofili INFO. https://www.georgofili.info/contenuti/la-riorganizzazione-del-servizio-fitosanitario-nazionale-nel-quadro-delle-nuove-sfide-per-la-difesa-/15543

Gazzea E., Battisti A., Marini L., 2024 - *Strategies and barriers to reconcile pest management with insect conservation in temperate and boreal forests*. CurrentForestry Reports, 10: 103-118. https://doi.org/10.1007/s40725-024-00215-7 Gonthier P., Giordano L., Nicolotti G., 2010 - *Further observations on sudden diebacks of Scots pine in the European Alps*. The Forestry Chronicle, 86: 110-

117. https://doi.org/10.5558/tfc86110-1

Luciano P., Vannini A., Roversi P.F., 2009 - *Il monitoraggio fitosanitario fore-stale e la formazione del personale operativo*. In: Atti III Congresso Naziona-le di Selvicoltura, Taormina 16-19 ottobre 2008, p. 620-625. https://doi. org/10.4129/CNS2008.085

Marchioro M., Faccoli M., Dal Cortivo M., Branco M. Roques A., Garcia A. *et al*., 2022 - *New species and new records of exotic Scolytinae (Coleoptera, Cur-*

79

A. BATTISTI *ET AL*.

*culionidae) in Europe*. Biodiversity Data Journal, 10: e93995. https://doi. org/10.3897/BDJ.10.e93995

Montecchio L., Faccoli M., 2014 - *First record of Thousand Cankers Disease Geo-smithia morbida and walnut twig beetle Pityophthorus juglandis on Juglans nigra in Europe*. Plant Disease, 98: 696. https://doi.org/10.1094/PDIS-10-13-1027-PDN

Pureswaran D.S., Meurisse N., Rassati D., Liebhold A.M., Faccoli M., 2022

* *Climate change and invasions by nonnative bark and ambrosia beetles*. In: Gandhi K.J.K. and Hofstetter R.W., Bark Beetle Management, Ecolo-gy, and Climate Change, Elsevier Inc. Academic Press, 408 p. https://doi. org/10.1016/B978-0-12-822145-7.00002-7

Roversi P.F., Nannelli R., 2012 - *Arthropods and nematodes: functional biodiver-sity in forest ecosystems.* In: Forest Ecosystems. More than just trees, Eds. JuanA. Blanco and Yueh-Hsin Lo, InTech, Croatia, p. 29-52.

Roversi P.F., Logli F., Marziali L., Marianelli L., Squarcini M., 2009 - *Matsucoccus feytaudi Ducasse. Gestione di specie da quarantena*. In: Insetti esotici e tutelaambientale. Morfologia, biologia, controllo e gestione. Milano, p. 245-255.

Roversi P.F., 2021 - *Il Rinascimento nella protezione delle piante. La nuova stagio-ne di un corretto approccio al controllo delle specie invasive*. In: Libro Biancodel Verde 2021, Focus emergenza Pini, p. 42-51.

Vacchiano G., Dobbertin M., Egli S., Giordano L., Gonthier P. *et al*., 2008 - *Il deperimento del pino silvestre nelle Alpi occidentali, natura e indirizzi di gestio-ne*. Regione Piemonte; Regione Autonoma Valle d’Aosta, 132 p.

80

Piermaria Corona - Filippo Brun - Rinaldo Comino Sandro Dettori - Daniele Gambetti

**Selvicoltura e produzioni forestali**

1. Introduzione

Il crescente interesse per i prodotti forestali può sostenere filiere ca-paci di soddisfare esigenze di consumo responsabile sempre più sentite dalla pubblica opinione, con particolare riferimento all’impiego del legno come materiale ecologicamente ed economicamente valido per costruzioni e arredamento e alla produzione di energie da fonti natu-rali rinnovabili. Se orientate da idonee politiche di programmazione e pianificazione, queste filiere possono rappresentare un significativo contributo alla bioeconomia circolare nazionale. In questa prospettiva, nella Mozione finale del IV Congresso Nazionale di Selvicoltura fu evidenziata la necessità di promuovere, tra gli altri, i seguenti aspetti:

– calibrato incremento dell’approvvigionamento di biorisorse, in par-ticolare legnose, dai boschi e dalle piantagioni da legno in Italia, secondo criteri di sostenibilità;

– valorizzazione del principio dell’uso a cascata delle risorse legnose;

– accordi territoriali di filiera e di settore e forme di integrazione pubblico-privato per la gestione delle risorse forestali che rendano

*Piermaria Corona*: Consiglio per la ricerca in agricoltura e l’analisi dell’economia agraria.

*Filippo Brun*: Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università di Torino.

*Rinaldo Comino*: Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia.

*Sandro Dettori*: Dipartimento di Scienze della Natura e del Territorio, Università di Sassari.

*Daniele Gambetti*: Consiglio Nazionale dell’Ordine dei Dottori Agronomi e Forestali.

81

P. CORONA *ET AL.*

economicamente sostenibile la continuità e la capillarità degli in-terventi selvicolturali e valorizzino la qualità dei prodotti legnosi;

– pianificazione forestale come strumento di gestione integrata e mul-tifunzionale delle proprietà boschive pubbliche e private;

– strumenti economici e fiscali per i proprietari e le imprese forestali impegnate a garantire la produzione sostenibile di beni legnosi e non legnosi di qualità e l’erogazione di servizi di utilità pubblica.

In relazione a questi aspetti, vengono di seguito illustrati, in forma

di discussione commentata, lo stato dell’arte e le dinamiche nei cinque anni trascorsi dal Congresso, evidenziando alcuni elementi propositivi in una prospettiva di breve-medio termine.

2. Stato dell’arte e dinamiche

2.1. Nel contesto dell’economia forestale nazionale non si sono avuti miglioramenti dell’approvvigionamento ordinario di risorse legnose dai boschi, mentre si registra un aumento dei prelievi fuori foresta, in par-ticolare dalla pioppicoltura specializzata. In realtà, a seguito della tem-pesta Vaia dell’ottobre 2018 ci sono stati notevoli prelievi di legname da opera, ma si è trattato di una condizione congiunturale, sebbene, per il successivo massiccio attacco di bostrico (*Ips typographus*), l’impatto sui prelievi nelle regioni del Nord-Est si sia prolungato in modo significati-vo fino all’attualità. A seconda delle fonti informative, il tasso di prelievo legnoso oscilla, in via ordinaria, tra il 18% e il 43% dell’accrescimen-to netto annuale di massa legnosa di boschi e piantagioni da legno, di fatto molto inferiore rispetto a quello medio europeo (pari a quasi il 70%). Permangono, dunque, le importanti motivazioni e i significativi margini per un calibrato incremento dell’approvvigionamento ordinario di biorisorse, in particolare legnose, su base nazionale, nel contesto di una puntuale pianificazione forestale (con opportuna zonazione delle finalità gestionali prevalentemente produttive rispetto a quelle protet-tive), di una razionale e sostenibile selvicoltura e secondo un approccio “a cascata” (impiego del legno in più fasi, *in primis* come materia prima e materiale da costruzione e per l’arredamento, anche riciclato, e solo nell’ultima fase per la produzione di energia, v. § 2.3).

82

SELVICOLTURA E PRODUZIONI FORESTALI

2.2. L’ampio campo di variazione delle stime del prelievo legnoso mette in luce la necessità di adottare metodologie di valutazione più ac-curate. L’ammodernamento dei sistemi di rilevamento e la promozio-ne di standard uniformi per la registrazione dei dati sono ineludibili, e importanti passi in questa direzione si stanno concretizzando in alcune Regioni. È anche da segnalare che la Direzione per l’economia monta-na e le foreste del Ministero dell’agricoltura, della sovranità alimentare e delle foreste (DIFOR MASAF) ha recentemente predisposto, con la collaborazione del Consiglio per la ricerca in agricoltura e l’analisi dell’economia agraria (CREA), l’implementazione di un sistema infor-mativo, denominato SinFor (https://sinfor-pre.sian.it/#/homepage), per l’armonizzazione, sistematizzazione e presentazione dei dati e informazioni statistiche e cartografiche in materia forestale a livello nazionale, costituito da: (1) un database cartografico (Carta Forestale d’Italia) che propone la mappatura delle differenti definizioni di bosco (Decreto legislativo n. 34/2018 - TUFF, art. 3; FAO-FRA, 2000; nor-mativa forestale regionale) e fornisce indicazioni su: categoria forestale, grado di copertura, sistema selvicolturale (fustaie ordinariamente ge-stite, cedui ordinariamente gestiti, boschi non ordinariamente gestiti); forme di disturbo (danni da incendio, valanga, frana); (2) un database statistico informativo, costruito su specifici indicatori allineati al siste-ma di controllo di cui al capitolo 6 della Strategia Forestale Nazionale (SFN), compresi quelli sui prelievi legnosi (v. indicatore C.2), coerenti con gli standard di monitoraggio e valutazione definiti dal processo pan-europeo *Forest Europe* e con quelli previsti dall’Unione Europea e dalle organizzazioni delle Nazioni Unite e che farà anche riferimen-to ai risultati dell’Inventario Forestale Nazionale gestito dall’Arma dei Carabinieri (Comando Unità Forestali, Ambientali e Agroalimentari, CUFA). Uno specifico contributo all’aggiornamento dei dati e infor-mazioni statistiche e cartografiche in materia forestale a livello nazio-nale sarà, inoltre, disponibile dal programma *Smart Forest Monitoring*, messo a punto dal CUFA in collaborazione con il Consiglio Nazionale delle Ricerche , il CREA e il Massachusetts Institute of Technology.

2.3. Per quanto riguarda l’uso a cascata delle risorse legnose, la si-tuazione rimane contraddittoria: da un lato, il nostro Paese rappre-

83

P. CORONA *ET AL.*

senta una eccellenza nel riciclo e riuso del legno (oltre 10 milioni di metri cubi all’anno equivalenti di tondo grezzo, a fronte di un fabbi-sogno complessivo annuo di materiale legnoso pari a circa 50 milioni di metri cubi); dall’altro, oltre il 70% del legname prelevato dai boschi italiani è costituito da assortimenti a utilizzo energetico: su circa 15 milioni di metri cubi, quasi 11 sono legna da ardere o per cippato. Un uso corretto delle biomasse forestali a fini energetici ha valenza signifi-cativa e positiva nel quadro delle politiche energetiche da fonti natura-li rinnovabili nel nostro Paese (v. il *Position Paper* del Tavolo di Filiera Foresta Legno, www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB. php/L/IT/IDPagina/19980). D’altro canto, è deprecabile che, in mol-te realtà, soprattutto, ma non solo, dell’Italia centromeridionale, molte fustaie siano tuttora utilizzate quasi esclusivamente per la produzione di bioenergia piuttosto che per assortimenti di maggiore qualità. Un prioritario problema della politica forestale nazionale è, dunque, age-volare un maggiore impiego del legname come materiale da lavoro. Da questo contesto emerge la necessità di un’ulteriore spinta di ricerca tecnologica sull’impiego per legname da opera (a esempio, in forma di materiali lamellari e compositi) anche di specie ritenute attualmente di minore interesse. In secondo luogo, risulta imprescindibile il sostegno alle imprese di prima trasformazione del legname, il cui potenziamento diffuso sul territorio, con segherie strutturate e competitive, può gene-rare un effetto diretto anche sulla disponibilità di assortimenti da opera di origine nazionale, oltre che interessanti ricadute di sviluppo socioeco-nomico a livello locale (in merito è recentemente intervenuta la Legge n. 206/2023, nota come Legge del *made in Italy*, che, tra le varie cose, incentiva il rafforzamento delle imprese boschive e di prima lavorazione del legno). In terzo luogo, è opportuna la ripresa dell’incentivazione del-la conversione a fustaia per le formazioni di latifoglie che vi si prestano, in particolare ai fini della valorizzazione di quelle a legname più pregia-to. Infine, è necessario dare continuità agli investimenti per la viabilità silvopastorale pianificata e di qualità, progettata e realizzata secondo i canoni della bioingegneria naturalistica e in coerenza con le direttive ministeriali (v. Decreto interministeriale n. 563734/2021) e regionali, per rendere possibili gli interventi selvicolturali, a cominciare da quelli più onerosi come diradamenti e avviamenti a fustaia, nonché le azioni

84

SELVICOLTURA E PRODUZIONI FORESTALI

di prevenzione a tutela dei boschi (antincendio e, in generale, per fron-teggiare le avversità biotiche e abiotiche).

2.4. La base fondiaria forestale resta frammentaria, con modesta pos-sibilità in tantissimi casi di attuare pratiche gestionali remunerative. Di fatto, a fronte dei quasi 12 milioni di ettari di foreste in Italia, solamente 3 milioni di ettari risultano all’interno di aziende attive censite dall’ul-timo Censimento Generale dell’Agricoltura; analogamente, l’Inventario Forestale Nazionale attesta che per quasi il 40% dei boschi italiani non si registrano evidenze di gestione selvicolturale. Peraltro, si stanno affac-ciando anche nel nostro Paese interessanti esperienze di gestione colla-borativa volte ad attivare, ove possibile, la cura dei boschi. Un esempio recente è il *forest sharing*, marchio italiano registrato a livello europeo, che mette a disposizione un’apposita piattaforma per l’interlocuzione tra i soggetti interessati su cui attualmente (aprile 2024) sono registrati circa 23.000 ettari di boschi, corrispondenti a oltre 20.000 particelle catasta-li di quasi 900 proprietari, in costante crescita. La piattaforma gestisce le deleghe di gestione e quando le superfici sono tali da permetterne un’aggregazione significativa, gli utenti/proprietari interessati vengono contattati per predisporre un piano di gestione congiunta o altre inizia-tive: le prime esperienze hanno riguardato l’applicazione di misure dei piani di sviluppo rurale per l’antincendio boschivo, per la sistemazio-ne di viabilità forestale e per l’esecuzione di interventi di diradamento in rimboschimenti di pino nero. È inoltre da segnalare che nel 2022 DIFOR MASAF ha emanato un bando, a valere sui fondi di Sviluppo e Coesione, per sostenere la creazione di forme associative forestali tra proprietari, pubblici e privati, finanziando, tra gli altri, interventi di in-vestimento e di redazione dei piani di gestione forestale.

2.5. In una prospettiva complementare a quella di cui al punto precedente e nel panorama nazionale degli accordi di filiera e reti d’im-presa, è stato inserito nel 2021 l’Accordo di Foresta (art. 35-bis del Decreto Legge n. 77/2021, convertito nella Legge n. 108/2021), che rappresenta uno strumento giuridico innovativo per lo sviluppo di si-nergie a beneficio delle aree forestali e della loro multifunzionalità. Attraverso gli accordi di foresta, stipulabili tra due o più soggetti, sin-

85

P. CORONA *ET AL.*

goli o associati, di cui almeno la metà deve essere titolare del diritto di proprietà o di un altro diritto reale o personale di godimento su beni agrosilvopastorali, è possibile promuovere: la gestione associata di tali proprietà, pubbliche e private; la realizzazione di interventi e di pro-getti volti alla riduzione dei rischi naturali, del rischio idrogeologico e di incendio boschivo; lo sviluppo di filiere produttive; la valorizzazione ambientale e socio-culturale dei territori. È da segnalare che nel 2023 DIFOR MASAF ha emanato un bando per il finanziamento dei con-tratti di filiera e di distretto nel settore forestale nell’ambito degli in-vestimenti complementari al Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza.

2.6. Il TUFF ha dato centralità alla pianificazione per la gestione delle foreste, strumento fondamentale anche nella prospettiva di ge-stione collaborativa o associata delle foreste (v. §§ 2.4 e 2.5). Con il Decreto interministeriale n. 563765/2021 sono stati definiti i conte-nuti e gli standard minimi comuni a livello nazionale per la redazio-ne degli strumenti di pianificazione. Con apposito finanziamento a valere sul Fondo Foreste, la DIFOR MASAF ha incentivato la reda-zione dei piani forestali di indirizzo territoriale (PFIT) da parte delle Regioni, quale strumento volto a garantire una gestione integrata e diffusa del patrimonio forestale. Finanziamenti ad hoc sono previ-sti anche nella programmazione 2023-2027 dello Sviluppo Rurale, con l’azione SRD11.3 (Elaborazione di piani di gestione forestale e strumenti equivalenti) dell’intervento SRD11 (Investimenti non produttivi forestali), la quale prevede un sostegno fino al 100% per coprire le spese necessarie all’elaborazione nonché alla revisione dei piani di gestione forestale e strumenti equivalenti in scadenza o sca-duti, per superfici pubbliche e/o private, singole e/o associate. Tema centrale è la necessità di una pianificazione realmente operativa ai fini delle produzioni forestali (v. anche § 2.3), innanzitutto attra-verso la verifica della rete di viabilità forestale e una sua aggiornata programmazione, preferenzialmente a carattere sovra-aziendale (a esempio, nell’ambito dei PFIT).

2.7. L’attivazione dei sistemi di pagamento dei cosiddetti servizi ecosistemici (PSE) forniti dalla foresta (v. TUFF, art. 7, commi 8 e 9)

86

SELVICOLTURA E PRODUZIONI FORESTALI

rimane a uno stadio iniziale nella massima parte delle Regioni. I cri-teri di definizione dei PSE sono quelli di cui alla Legge n. 221/2015, con particolare riguardo ai beneficiari indicati alla lettera h) del com-ma 2 dell’articolo 70. Il PSE prevede l’assunzione di specifici impegni silvoambientali, informando e sostenendo i proprietari, i gestori e i beneficiari dei cosiddetti servizi nella definizione, nel monitoraggio e nel controllo degli accordi contrattuali: in questo contesto, è necessa-rio un approfondimento per comprendere la portata e il rapporto, di sinergia e/o conflitto, tra produzioni forestali e altri benefici. Peraltro, va segnalato che FSC e PEFC hanno recentemente sviluppato e reso disponibili appositi strumenti per valorizzare, attraverso la certificazio-ne, i benefici ecosistemici delle foreste, oltre a quello della produzione legnosa. La certificazione di gestione forestale prevede, di per sé, la protezione delle utilità ecosistemiche, ma questi nuovi strumenti (co-siddetti standard di servizi ecosistemici delle foreste e delle piantagioni da legno) possono essere utilizzati dalle aziende per dimostrare lo spe-cifico effetto che hanno nella conservazione di tali utilità attraverso i loro acquisti, pagamenti e investimenti.

2.8. Sempre nell’ambito dei cosiddetti servizi ecosistemici, uno strumento economico potenzialmente significativo e in corso di valo-rizzazione in questi ultimi anni è il cosiddetto *carbon farming*, per re-munerare le pratiche di sequestro del carbonio da parte di proprietari e imprese agricole e forestali. La proposta di Regolamento pubblicata dalla Commissione Europea (CE) a fine 2022 e il conseguente Accor-do provvisorio del febbraio 2024 forniscono il quadro regolamentare per certificare la compensazione delle emissioni attraverso l’acquisto di crediti di carbonio. A differenza del settore agricolo, per il settore forestale si evidenzia l’esistenza, già da anni, di un mercato volontario consolidato a livello internazionale, con un numero di attori e progetti in continua crescita e con transazioni che avvengono attraverso accordi bilaterali tra acquirenti (imprese, soggetti singoli, enti pubblici e privati, ecc.) e venditori (proprietari o gestori sia pubblici sia privati). Anche nel nostro Paese si è registrata una forte ascesa di volumi e prezzi: nel 2022 i primi hanno raggiunto il milione di tonnellate di CO2eq e i prezzi sono arrivati a quasi 30 euro/t. Si tratta, tuttavia, di un mercato non struttu-

87

P. CORONA *ET AL.*

rato che, in assenza di una normativa nazionale di riferimento, si caratte-rizza per la commercializzazione di titoli calcolati con metodi differenti e raramente certificati da parte di enti terzi accreditati. In tal senso, con il Decreto Legge n. 13/2023, convertito nella Legge n. 41/2023, è stato istituito, presso il CREA, il Registro pubblico dei crediti di carbonio generati su base volontaria dal settore agroforestale nazionale. In questo Registro possono essere iscritti, su richiesta di proprietari o gestori di su-perfici agroforestali, crediti di carbonio quantificati secondo apposite Li-nee Guida e certificati da organismi certificatori accreditati ad Accredia. Relativamente alla sezione del Registro riguardante il settore forestale, dopo essere stata discussa al Tavolo di filiera legno del MASAF la bozza di Linee Guida è ora alla consultazione interministeriale. Le procedure del Registro saranno gestite dal CREA assicurandone l’interazione con il Sistema informativo agricolo nazionale e con il SinFor (in particolare, con la Carta Forestale d’Italia, v. § 2.2), al fine di garantire la coeren-za con le informazioni territoriali e produttive contenute nei fascicoli aziendali, nonché la georeferenziazione dei progetti.

2.9. La crisi climatica ha ridotto negli ultimi anni le produzioni di sughero e spinto verso l’alto i prezzi. La produzione di tappi tecnici (in tutto o in parte formati da agglomerati) ha superato quella, più pre-giata, delle chiusure monopezzo. Un segnale non positivo è anche la crescente esportazione di sughero grezzo dall’Italia verso i Paesi iberici e la contemporanea riduzione delle importazioni. Peraltro, le impre-se sughericole nazionali hanno mostrato cenni di ripresa, favorite dal regime dei prezzi e dall’elevata qualità del prodotto di alcuni territori italiani, e cresce l’attenzione per la certificazione di processo e di pro-dotto. Inoltre, le piantagioni realizzate, prevalentemente in Sardegna, grazie ai Regg. CE 2080/92 e 1257/99 hanno raggiunto e superato la demaschiatura e si avviano a rafforzare la produzione, anche perché la loro prevalente localizzazione su ex seminativi ha accelerato accresci-mento e produttività. La recente approvazione da parte del MASAF del piano di settore sughericolo (2022-2026) può rappresentare un quadro di riferimento per interventi attuativi a vari livelli: in particola-re, favorisce l’elaborazione di proposte condivise nell’ambito di docu-menti strategici e in vista della nuova politica agricola comunitaria e il

88

SELVICOLTURA E PRODUZIONI FORESTALI

coordinamento dei piani e programmi regionali. Considerazioni rela-tivamente positive si riscontrano, in varie situazioni, anche per gli altri prodotti forestali non legnosi, il cui valore commerciale è valutato in circa 100 milioni di euro all’anno. Considerato che una parte rilevante non è registrata, si tratta verosimilmente di stime sottodimensionate che contraddistinguono una economia informale, ma con importanti ricadute socioeconomiche locali: in talune aree questi prodotti posso-no garantire redditi integrativi delle aziende agricolo-forestali, talora anche superiori a quelli ritraibili dalle utilizzazioni legnose, come nel caso, oltre che della sughericoltura, della castanicoltura da frutto, del pascolo ovicaprino in Sicilia e Sardegna, del pascolo bovino nei lariceti alpini o della vendita dei permessi per la raccolta dei funghi in varie aree prealpine e appenniniche. In assenza di un mercato strutturato non è facile ottenere dati statistici validi su larga scala per questo tipo di produzioni: è comunque auspicabile che la implementazione del SinFor (v. § 2.2) stimoli una maggiore sistematizzazione delle infor-mazioni anche in questo settore (v. indicatori C.16 e C.17).

3. Considerazioni e prospettive

Il settore forestale italiano, ricco di risorse e biodiversità, affronta sfi-de significative legate alle sue debolezze strutturali, a cominciare da una base fondiaria che resta una delle più fragili d’Europa. A ciò si aggiunge la relativamente modesta meccanizzazione e la complessiva esilità delle imprese nazionali di utilizzazione boschiva e di prima trasformazione dei prodotti legnosi. Da non sottovalutare, inoltre, i costi amministrativi connessi alla gestione forestale, che risentono, in misura significativa, di complessità normativa, con procedure amministrative non di rado ob-solete; peraltro, in questo contesto si distingue l’intervento del Decreto Legge n. 104/2023, convertito nella Legge n. 136/2023, che ha esteso la disciplina dell’art. 149 del Codice dei beni culturali e del paesaggio anche ai boschi tutelati ex art. 136, promuovendone una gestione am-ministrativamente più semplice (l’autorizzazione paesaggistica non è più necessaria per il taglio colturale in questi boschi, che rappresentano circa un quinto della superficie forestale nazionale).

89

P. CORONA *ET AL.*

Sotto il profilo produttivo, una delle principali sfide resta la ne-cessità di un rapporto maggiormente consolidato tra proprietà fore-stali e filiere, che favorisca la corresponsabilità alla buona gestione e gli investimenti di medio-lungo periodo. Anche in questa prospettiva nel 2023 è stato attivato, con lo stimolo e il supporto della DIFOR MASAF, il Cluster nazionale ItaliaForestaLegno, realtà associativa che si propone di promuovere lo sviluppo del sistema e cooperare al suo rafforzamento sul panorama europeo ed internazionale.

In relazione all’elemento critico rappresentato dal valore aggiunto relativamente limitato nella gran parte dei cicli produttivi della filie-ra foresta-legno italiana, rimane particolarmente attuale la prospettiva indicata dalla Mozione del Congresso di Torino di defiscalizzare gli in-terventi selvicolturali per la salvaguardia e la valorizzazione dei boschi volti a garantire l’interesse pubblico: di non facile implementazione da un punto di vista istituzionale e operativo, tale provvedimento po-trebbe essere opportunamente attivato nell’ambito dell’introduzione di misure di fiscalità di vantaggio per i territori delle aree protette, della montagna e delle aree interne, da tempo da più parti auspicata.

Altrettanto attuale rimane la necessità di iniziative che, come indi-cato dalla SFN, promuovano la creazione di valore attraverso l’inno-vazione (v. azione operativa C.2) e la comunicazione (v. sottoazione strumentale 4.4), quest’ultimo aspetto particolarmente rilevante, so-prattutto se orientato alla realizzazione di un vero e proprio piano di comunicazione strutturato che offra al grande pubblico conoscenze e informazioni basate su effettive evidenze in merito al ruolo e al signifi-cato ecologico ed economico delle pratiche di gestione forestale e delle connesse filiere produttive. Una importante iniziativa in questa pro-spettiva è la recente creazione dell’Osservatorio dei prezzi dei prodotti forestali, affidato dalla DIFOR MASAF alla Borsa Merci Telematica Italiana e al Centro Studi Tagliacarne.

90

Augusto Marinelli - Leonardo Casini - Severino Romano

**Selvicoltura ed economia forestale**

* fuori dubbio che gli eventi climatici, sanitari e geopolitici in-tercorsi dal IV Congresso Nazionale di Selvicoltura del 2018 ad oggi hanno fatto accentuare esponenzialmente l’attenzione della collettività verso le problematiche ambientali. Per questo motivo, a livello euro-peo sono state introdotte una serie di azioni che pongono la questione ambientale e la coesione sociale dei territori al centro degli obiettivi di sviluppo sostenibile. Per dare risposte a tali questioni l’UE ha ideato l’*European Green Deal*, attraverso il quale si intende rendere il nostro continente a impatto climatico zero entro il 2050. Tale strumento fon-da la sua attuazione su alcuni importanti pilastri: la Strategia Europea per la Biodiversità, la Strategia Forestale Europea al 2030, la Strategia Europea per il clima e la PAC con la sua Strategia *Farm to Fork.*

Analizzando queste strategie risulta evidente la centralità del ruolo delle risorse forestali nel raggiungimento degli obiettivi preposti. Tramite esse è possibile mettere in atto processi di sviluppo trasversali a molteplici settori del sistema economico, soprattutto in quei contesti territoriali dove altre ipotesi di sviluppo, non legate all’uso sostenibile delle foreste, stentano ad avere successo e dove la crisi economica in atto manifesta gli indicatori più preoccupanti e le maggiori priorità di intervento.

*Augusto Marinelli*: Università di Firenze.

*Leonardo Casini*: Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Am-bientali e Forestali, Università di Firenze.

*Severino Romano*: Scuola di Scienze Agrarie, Forestali, Alimentari e Ambientali, Università della Basilicata.

91

A. MARINELLI *ET AL.*

Un’azione strategica per lo sviluppo del settore forestale deve, però, tendere ad elidere i problemi atavici che affliggono il comparto e che disincentivano soprattutto i privati ad investire nelle risorse forestali. Problemi per troppo tempo “dimenticati”, che hanno condotto alla generalizzata “non gestione” delle risorse forestali nel nostro Paese con conseguente abbandono dei territori.

La sessione 7 *Selvicoltura ed economia forestale* a valle del Congresso nazionale aveva posto l’accento sulle seguenti considerazioni:

– è necessario favorire la gestione attiva delle risorse forestali e a tal fine è necessario “riportare l’economia in bosco”, ritornando al paradig-ma della sostenibilità non solo ambientale ma anche economica dei piani e degli interventi;

– è necessario individuare tutte le possibili sinergie pubblico-private per giungere al finanziamento delle attività nel settore forestale (misure forestali del PSR, strumenti per il pagamento dei servizi ecosistemici, ecc.) le cui ricadute collettive sono enormi (non è solo un problema del settore forestale ma è un problema trasversale di rivitalizzazione dei territori montani);

– è necessario sostenere e promuovere il miglioramento dell’efficienza produttiva e la valorizzazione delle filiere forestali anche attraverso strumenti di innovazione di processo, di prodotto ed organizzative (certificazione della GFS, ottimizzazione logistico/infrastrutturale, facilitazione di forme associative fra proprietari forestali, costruzione di accordi di foresta o filiere forestali, ecc.);

– è necessario aumentare i finanziamenti alla ricerca scientifica in cam-po forestale e favorire maggiormente il collegamento fra mondo della ricerca e mondo delle imprese per favorire l’acquisizione di posizioni di vantaggio competitivo sul mercato (GO, PEI, Cluster tecnologici, ecosistemi dell’innovazione, ecc.);

– è necessario porre l’accento ai nuovi mercati relativi alla fornitura dei servizi ecosistemici e sviluppare forme di compensazione per i proprietari pubblici e privati che applicando la GFS ne garantiscono la produzione. Da qui la necessità di individuare forme e strumen-

ti di valutazione, anche economica, dei benefici non di mercato e individuazione degli strumenti da utilizzare per il Pagamento per i Servizi Ecosistemici e Ambientali.

92

SELVICOLTURA ED ECONOMIA FORESTALE

Di seguito si cercherà di analizzare cosa è mutato nel periodo inter-corso rispetto ai punti elencati in precedenza, considerando che con la promulgazione del Testo Unico del 2018 (Cfr. D.Leg. 3 aprile 2018, n. 34) il quadro di riferimento nazionale è sostanzialmente mutato e con esso gli ambiti operativi del settore.

Infatti, a valle dell’approvazione del TUFF, nel 2022 è stata appro-vata la nuova Strategia Forestale Nazionale (SFN, Cfr. TUFF, art. 6) con la quale vengono sanciti alcuni principi cardine:

– la multifunzionalità delle risorse forestali capaci di fornire una serie diversificata di prodotti di mercato e servizi ecosistemici;

– promuovere la gestione “attiva” delle foreste sia pubbliche che pri-vate e favorire l’attivazione di forme di associazione fra i proprietari forestali;

– favorire lo sviluppo del settore attraverso programmi strategici multisettoriali (i Programmi Forestali Regionali, PFR) incentrati sui concetti di gestione attiva e, soprattutto, sostenibile delle risorse forestali (GFS);

– la pianificazione multilivello (sia di area vasta con i Piani Forestali di Indirizzo Territoriale, PFIT, sia locale con i Piani di Gestione Comunali);

– aumentare la conoscenza delle risorse e del settore;

– favorire l’attivazione di una serie diversificata di *green chain* legate alla trasformazione del legno e alla produzione dei servizi ecosi-stemici, sfruttando al massimo le diversificate domande da parte della collettività ed i relativi mercati emergenti nell’ambito della bioeconomia;

– favorire sia la certificazione della gestione forestale attraverso schemi riconosciuti a livello internazionale come anche quella dei prodotti ritraibili attraverso le *chains of custody*.

Sulla base di tali indicazioni, l’idea forza dovrebbe essere quella di

gestire in modo attivo le foreste, non solo per produrre assortimenti legnosi, ma per realizzare filiere diversificate e sostenibili, rendere i boschi più resilienti e capaci di fornire quantità sempre maggiori di servizi ecosistemici (Romano S., 2021).

Ed è proprio in questa direzione che si è sviluppata l’azione svolta dalla Direzione Generale dell’Economia Montana e delle Foreste del

93

A. MARINELLI *ET AL.*

MASAF con una serie di provvedimenti finalizzati a dare attuazione alla SFN e messi in atto nel periodo intercorso. Provvedimenti che, almeno in parte, sembrano muoversi nella direzione di quanto emerso nelle considerazioni finali della sessione 7 del Congresso.

In quel contesto, veniva prioritariamente focalizzata l’attenzione sulla necessità di mettere in atto a livello locale (regionale) una pro-grammazione strategica degli interventi tesi allo sviluppo del settore, che si dovesse differenziare in modo sostanziale da quanto fatto in precedenza. Data la multifunzionalità delle risorse forestali, program-mi di sviluppo locale potrebbero manifestare ricadute su molteplici comparti del sistema economico. Per tale motivo, gli strumenti di pro-grammazione non possono non tener conto di tali effetti: proprio in questa direzione sembra muoversi il nuovo concetto di programma-zione multisettoriale indicato all’interno della strategia nazionale che necessita però a livello locale (regionale) di un forte coordinamento fra le Autorità di Gestione (AdG) attinenti a fondi diversi all’interno del QCS (Romano S., 2020).

Questo fatto comporta che le risorse finanziarie, le misure e gli in-terventi da mettere in atto per il raggiungimento degli obiettivi con-tenuti nei nuovi Programmi Forestali Regionali, non possano essere individuati esclusivamente nell’ambito dei Complementi di Svilup-po Rurale (CSR) regionali, ma che debbano essere coordinati anche con gli altri programmi come auspicato nella considerazione ii) della sessione 7. Tali programmi e fondi traguardano alle risorse forestali sotto diversi aspetti (ad es. quelli del Fondo di Sviluppo e Coesione 21-27 che fa riferimento alla trasformazione dei prodotti, alla transi-zione energetica e digitale, alla ricerca e al trasferimento tecnologico, ecc.) per i quali l’azione sinergica può contribuire in modo determi-nante allo sviluppo del settore.

* fuori dubbio che il settore forestale manifesti caratteristiche del tutto peculiari: l’elevata frammentazione e polverizzazione della pro-prietà, la ridotta dimensione aziendale e la loro scarsa capacità di inve-stimento in ricerca, innovazione e trasferimento tecnologico, l’elevato carico vincolistico che interessa le superfici forestali, la lunghezza dei cicli produttivi ed il forte rischio ad essi connessi, l’elevata connota-zione pubblicistica delle risorse (anche quelle di proprietà privata), la

94

SELVICOLTURA ED ECONOMIA FORESTALE

relativa conoscenza delle risorse in gioco, ecc. Sono fattori che deter-minano la scarsa appetibilità degli investimenti forestali per l’operato-re privato. Per questo motivo è impensabile che lo sviluppo del settore possa essere ottenuto in assenza di una forte azione pubblica a cui debba fare riscontro una adeguata dotazione di risorse finanziarie da ricercare nella sinergia delle fonti finanziarie a disposizione.

Il nostro Paese con la Legge n. 234/2021, ha stabilito in 420 Mln di euro la dotazione del fondo per l’attuazione della SFN nei dieci anni del periodo 2022-2032 (Tab. 1) limitando l’uso di tali risorse da parte delle Regioni a ben specifici ambiti di applicazione1 (Tab. 2) ritenuti prioritari dal tavolo di coordinamento nazionale.

Pur considerando che si tratta di risorse che servono a dare inizio all’applicazione della SFN e per le quali le Regioni devono individuare gli obiettivi prioritari da perseguire, non è possibile non rimarcare l’e-siguità del finanziamento. Infatti, facendo riferimento all’entità della superficie forestale nazionale, per i 9 milioni di ettari di boschi rilevati nell’ultimo INFCC, sarebbero a disposizione poco più di 45 euro ad ettaro nel decennio di applicazione.

Se a ciò si aggiunge il fatto che anche nella passata programmazione dello sviluppo rurale 2014-20202 le misure forestali, pur nella diversa applicazione regionale, hanno rivestito un ruolo finanziario del tutto marginale (poco meno dell’8% della dotazione complessiva ed appena il 5% rispetto al totale realizzato), risulta evidente come si sia ben lontano dal prevedere una sorta di piano Marshall per lo sviluppo del settore. Questo, a dimostrazione che l’attenzione per un settore ed una materia di interesse strategico per la tutela e valorizzazione del territorio monta-no e rurale italiano continua a rimanere bassa (Cfr*.* Romano R., 2016).

La situazione non cambia anche in riferimento al PNRR, il nostro piano di investimenti per uscire dalla crisi economica conseguente la pandemia covid-19, che dedica alla misura 2 riservata alla rivoluzione verde e alla transizione ecologica ben il 31% della complessiva dotazio-ne finanziaria (59,33 Mld di euro).

1. Il fondo conta 30 milioni di euro per ciascuno degli anni 2022 e 2023 e 40 milioni di euro per ciascuno degli anni dal 2024 al 2032.

2. In questo caso il fondo di riferimento è il FEASR, la stessa fonte finanziaria alla quale in massima parte fa riferimento la SFN per l’implementazione dei propri obiettivi.

95

|  |
| --- |
| 96 |

*Tabella 1 -* Riparto regionale del fondo di dotazione per l’applicazione della SFN - biennio 2022-23.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  | Riparto anni 2022 e 2023 |  |  |  |
|  |  | Colonna A | Colonna B | Colonna C | Assegnazione AF | Assegnazione AF |  |
| Regione/ | Superficie in |  |  |  | 2022 | 2023 |  |
|  |  |  |  |  |  |
| Quota fissa | Coefficiente di riparto | Coefficiente di riparto | Sommatoria | Sommatoria |  |
| ettari - dati |  |
| Provincia | tra tutte le | calcolato in misura | calcolato in misura | importi annualità | importi annualità |  |
| INFC 2015 |  |
|  | Regioni | proporzionale alla | proporzionale alla | 2022 (\*\*) | 2023 (\*\*) |  |
|  |  |  |
|  |  |  | superficie del | superficie iin ettari |  |  |  |
|  |  |  | territorio regionale | dell’INFC (\*) |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Abruzzo | 474.599,00 | 107.142,86 | 80.606,51 | 1.094.786,68 | 1.282.536,00 | 1.282.536,00 |  |
| Alto Adige | 375.351,00 | 107.142,86 | 55.255,13 | 865.845,22 | 1.028.243,00 | 1.028.243,00 |  |
| Basilicata | 392.412,00 | 107.142,86 | 74.629,15 | 905.200,88 | 1.086.973,00 | 1.086.973,00 |  |
| Calabria | 650.620,00 | 107.142,86 | 112.605,56 | 1.500.825,14 | 1.720.574,00 | 1.720.574,00 |  |
| Campania | 491.259,00 | 107.142,86 | 101.477,58 | 1.133.217,33 | 1.341.838,00 | 1.341.838,00 |  |
| Emilia Romagna | 638.816,00 | 107.142,86 | 167.647,89 | 1.473.596,13 | 1.748.387,00 | 1.748.387,00 |  |
| Friuli V. Giulia | 373.614,00 | 107.142,86 | 58.663,87 | 861.838,38 | 1.027.645,00 | 1.027.645,00 |  |
| Lazio | 648.148,00 | 107.142,86 | 128.488,72 | 1.495.122,83 | 1.730.754,00 | 1.730.754,00 |  |
| Liguria | 387.244,00 | 107.142,86 | 40.472,61 | 893.279,54 | 1.040.895,00 | 1.040.895,00 |  |
| Lombardia | 692.220,00 | 107.142,86 | 178.182,47 | 1.596.786,42 | 1.882.112,00 | 1.882.112,00 |  |
| Marche | 313.081,00 | 107.142,86 | 69.928,86 | 722.205,19 | 899.275,00 | 899.275,00 |  |
| Molise | 173.273,00 | 107.142,86 | 33.135,67 | 399.699,48 | 539.978,00 | 539.978,00 |  |
| Piemonte | 975.424,00 | 107.142,86 | 189.659,01 | 2.250.070,49 | 2.546.872,00 | 2.546.872,00 |  |
| Puglia | 191.738,00 | 107.142,86 | 144.603,27 | 442.293,83 | 694.040,00 | 694.040,00 |  |
| Sardegna | 1.300.991,00 | 107.142,86 | 179.876,27 | 3.001.075,90 | 3.288.095,00 | 3.288.095,00 |  |
| Sicilia | 387.234,00 | 107.142,86 | 191.921,42 | 893.256,47 | 1.192.321,00 | 1.192.321,00 |  |
| Toscana | 1.189.722,00 | 107.142,86 | 171.666,30 | 2.744.404,86 | 3.023.214,00 | 3.023.214,00 |  |
| Trentino | 407.086,00 | 107.142,86 | 46.346,55 | 939.050,30 | 1.092.540,00 | 1.092.540,00 |  |
| Umbria | 413.956,00 | 107.142,86 | 63.140,74 | 954.897,75 | 1.125.181,00 | 1.125.181,00 |  |
| Valle d’Aosta | 107.976,00 | 107.142,86 | 24.366,27 | 249.074,88 | 380.584,00 | 380.584,00 |  |
| Veneto | 469.695,00 | 107.142,86 | 137.326,14 | 1.083.474,32 | 1.327.943,00 | 1.327.943,00 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Totale* | *11.054.459,00* | *22.250.000,00* | *2.250.000,00* | *25.500.000,00* | *30.000.000,00* | *30.000.000,00* |  |

(\*) Il coefficiente di riparto della colonna B è approssimato alla quarta cifra decimale.

(\*\*) Il calcolo dell’importo da assegnare a ciascuna Regione è stato effettuato arrotondando il risultato all’unità.

|  |
| --- |
| A. MARINELLI *ET AL.* |

SELVICOLTURA ED ECONOMIA FORESTALE

*Tabella 2 -* Obiettivi prioritari per l’utilizzo dei fondi per l’applicazione della SFN a livello regionale.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Riferimento | | Descrizione azione | Obiettivi/Target |  |
| azione |  |  | e tempistiche |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  | Programmazione e pianificazione | Obiettivi da raggiungere entro il |  |
| Azione operativa A.1 | | forestale e politiche di gestione e | 2030 con particolare riferimento |  |
| conservazione del paesaggio e del | alle sotto-azioni A.1.1, A.1.2 e |  |
|  |  | territorio | A.1.3 |  |
|  |  |  |  |  |
| Azione operativa A.4 | | Diversità biologica degli ecosistemi | Obiettivi da raggiungere entro 5 |  |
| forestali | anni |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  | Risorse forestali danneggiate e | Obiettivi da raggiungere entro 5 |  |
| Azione operativa A.5 | | prevenzione dei rischi naturali e |  |
| anni |  |
|  |  | antropici |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  | Target da raggiungere entro il |  |
| Azione operativa B.1 | | Gestione forestale sostenibile | 2025 con particolare riferimento |  |
| alla sotto-azione B.1.1.e) migliora- |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  | mento dell’accessibilità al bosco |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  | Target da raggiungere entro il |  |
|  |  | Qualificazione degli operatori | 2025, con particolare riferimento |  |
| Azione operativa B.2 | | forestali e capacità operativa | alla prosecuzione in sede regionale |  |
|  |  | delle imprese boschive | delle attività già avviate con il pro- |  |
|  |  |  | getto For.Italy |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  | Sebbene indicata come azione di |  |
|  |  |  | lungo periodo, ma con obiettivi a |  |
|  |  |  | breve, è reputato urgente il rilan- |  |
|  |  | Risorse genetiche e materiale di | cio del settore vivaistico-forestale, |  |
| Azione specifica | 3 | sia per le attività di ripristino dopo |  |
| propagazione forestale |  |
|  |  | disturbi di varia natura, sia per la |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  | richiesta derivante dal “fuori fo- |  |
|  |  |  | resta” (es. imboschimento di aree |  |
|  |  |  | urbane e periurbane) |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  | Boschi ripariali, planiziali, | Obiettivo da conseguire con le |  |
| Azione specifica | 7 | tempistiche indicate nella |  |
| costieri e pinete litoranee |  |
|  |  | Strategia Forestale Nazionale |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  | Monitoraggio delle variabili | Obiettivi da raggiungere entro 5 |  |
|  |  | socioeconomiche e ambientali, |  |
| Azione strumentale 1 | | anni con particolare riferimento |  |
|  |  | coordinamento e diffusione delle | alla sotto-azione 1.4 |  |
|  |  | informazioni e dei dati statistici |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

97

A. MARINELLI *ET AL.*

*Tabella 3 -* Esempi di specifiche misure forestali presenti nei PNRR di altri Paesi dell’UE.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Paese | Tipologie di linee di intervento | Mil. | % su fondi |  |
|  |  | di € | PNRR |  |
| Repubblica | Interventi di mitigazione dei | 0,34 | 0,01 |  |
| cambiamenti climatici |  |
| Ceca |  |  |  |
| Regimazione idrica delle foreste | 11,8 | 0,17 |  |
|  |  |
| Finlandia | Interventi di mitigazione dei | 30 | 1,43 |  |
| cambiamenti climatici |  |
|  |  |  |  |
| Grecia | Programma nazionale di | 224 | 0,73 |  |
| rimboschimento |  |
|  |  |  |  |
| Portogallo | Interventi su foreste vulnerabili | 270 | 1,63 |  |
| Interventi antincendio | 120 | 0,72 |  |
|  |  |
| Romania | Piantagioni forestali | 1,5 | 0,01 |  |
| Svezia | Compensazioni per vincoli ambientali | 245 | 7,66 |  |
| su foreste di elevato valore ambientale |  |
|  |  |  |  |

Nell’ambito di tale misura si sarebbero potuti programmare im-portanti investimenti tesi alla gestione e valorizzazione delle risorse forestali, considerando che queste occupano più di un terzo del ter-ritorio nazionale e sono prevalentemente dislocate nelle aree interne del nostro Paese, territori marginali con forti criticità demografiche, economiche e di coesione con i territori a sviluppo più autopropulsivo (Romano S., 2020). Il PNRR italiano non prevede specifiche misure a favore del settore forestale, a parte alcuni interventi che potremmo definire spot relativi alle *green communities* e alle foreste urbane nelle città metropolitane.

Tale realtà mostra nei fatti una sorta di “distrazione” del decisore nei confronti del settore forestale, soprattutto rispetto a quanto fatto da altri Paesi europei, alcuni dei quali hanno previsto nei propri PNRR specifiche misure ed investimenti, come ad esempio i 224 Mln di euro che la Grecia dedica ad un programma nazionale di rimboschimenti, o i 270 Mln di euro della Svezia (più della metà della dotazione finan-ziaria decennale della nostra SFN nei soli due anni di applicazione del PNRR), dedicati alla compensazione per i proprietari privati per i vincoli ambientali sulle foreste (Tab. 3). Una sorta di riconoscimento

98

SELVICOLTURA ED ECONOMIA FORESTALE

per la produzione di SE rinvenienti dai boschi di proprietà, che guarda caso è proprio ciò che prevede il TUFF all’art. 7, comma 8.

A fronte di ciò, però, bisogna evidenziare come siano state messe a terra una serie di iniziative in seguito all’attuazione della SFN che si muovono nella direzione auspicata nelle considerazioni finali della sessione.

Agli inizi del 2020 è stato pubblicato il bando di selezione di pro-poste progettuali per la costituzione di forme associative o consortili di gestione delle aree silvo-pastorali (D.M. n. 13329 del 22/04/2020), con il quale sono state finanziate 55 proposte progettuali che, parten-do dall’animazione territoriale, conducono alla costituzione di forme associative e alla stesura di un proprio piano di gestione forestale plu-riennale. Lo scopo del bando è stato proprio quello di contrastare il frazionamento delle proprietà silvo-pastorali nelle aree montane e nelle aree interne del Paese, favorendo la pianificazione e gestione attiva dei boschi, valorizzando le loro vocazionalità produttive, ambientali e so-ciali. Tale iniziativa è in linea con la considerazione iii) della sessione.

Sempre in riferimento alla considerazione iii) della sessione, nella L. n. 108 del 29 luglio 2021 è stato introdotto l’art. 35 bis recante *Misure di semplificazione e di promozione dell’economia circolare nella filiera foresta-legno*, dove vengono introdotti gli *accordi di foresta*, qualistrumenti per lo sviluppo di reti di imprese nel settore forestale. A seguito di tale indicazione il Ministero ha pubblicato il bando relati-vo ai Contratti di filiera per il settore forestale (D.M. 221150 del 26 aprile 2023) con una dotazione finanziaria complessiva pari a 10 Mln di euro per progetti con massimale pari a 1,2 Mln di euro. In tale bando si fa esplicito riferimento agli Accordi di foresta citati prece-dentemente al fine di favorire processi di riorganizzazione dei rappor-ti tra i differenti soggetti della filiera. Nonostante il bando avesse un vincolo molto forte legato alla mutiregionalità della filiera, sono state sottoposte 62 candidature e sono stati ammessi a sostegno 12 progetti di filiera, manifestando così il forte interesse degli operatori a livello nazionale. Beneficiari del finanziamento potevano essere i proprietari di superfici forestali o titolari della gestione di superfici forestali, PMI imprese operanti nel settore delle utilizzazioni e produzioni forestali e dell’arboricoltura da legno, soggetti della ricerca, mentre il sostegno

99

A. MARINELLI *ET AL.*

era indirizzato fra l’altro all’implementazione di innovazioni di pro-cesso e di prodotto.

Nella considerazione iv) della sessione si poneva l’accento sulla ne-cessità di aumentare i finanziamenti alla ricerca nel settore forestale e nel trovare strumenti e soluzioni capaci di favorire un più stretto rapporto fra il mondo della ricerca e il mondo delle imprese al fine di favorire lo sviluppo ed il trasferimento tecnologico delle innovazioni.

In questa direzione si erano mossi nella passata programmazione del PSR la misura 16 relativa alla cooperazione ed in particolare la 16.1 dedicata alla costituzione dei partenariati europei dell’innovazio-ne (PEI) e dei gruppi operativi (GO) e la misura 16.2 dedicata alla ricerca e sviluppo delle innovazioni e al loro trasferimento tecnologi-co. Senza entrare nel merito della dotazione finanziaria delle misure che, pur nella variabilità riscontrabile fra le diverse regioni (Tab. 4), manifesta un’entità modesta rispetto alla complessiva dotazione dei PSR regionali, non si può non notare come i progetti finanziati di tipo forestale abbiano rappresentato una consistenza minimale rispetto a quelli relativi al mondo agricolo.

Nell’attuale programmazione, la diffusione della conoscenza, dell’ innovazione, la digitalizzazione nel settore agricolo e nelle aree rurali

* demandato all’AKIS (Agricultural Knowledge and Innovation Sys-tems), che viene elevato ad obiettivo strategico trasversale nella PAC, ed in questo ambito è da sperare che le risorse dedicate al comparto forestale possano manifestare un’entità superiore a quanto realizzato nella passata programmazione.

Ad ogni modo, è fuori dubbio, che le esperienze avute nei gruppi operativi (GO) nella passata programmazione abbiano rivestito im-portanti ricadute positive, soprattutto per quanto riguarda le relazioni fra mondo della ricerca e delle imprese finalizzate a trovare soluzioni tecnologiche per risolvere problemi comuni.

In questa direzione è sicuramente da prendere positivamente in considerazione la nascita del Cluster Italia Foresta Legno costituitosi nel luglio 2023. Si è così realizzato uno degli obiettivi della SFN. Fra i soci fondatori ci sono rappresentanti del mondo delle imprese, dei distretti tecnologici e del mondo della ricerca con lo scopo sostenere il trasferimento tecnologico e mettere a sistema le realtà di aggregazione

100

SELVICOLTURA ED ECONOMIA FORESTALE

*Tabella 4 -* Spesa pubblica (in euro) programmata per regione per le misure 16.1 e 16.2.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Regione | 16.1 | 16.2 | PSR | Inc % | Inc % | Inc % |  |
|  |  |  |  | 16.1 | 16.2 | tot |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Abruzzo | 2.000.000 | 3.000.000 | 479.465.592 | 0,42 | 0,63 | 1,04 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Basilicata | 2.723.803 | 3.721.528 | 671.376.860 | 0,41 | 0,55 | 0,96 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Prov. | 1.600.000 | non attivata | 361.672.078 | 0,44 | - | 0,44 |  |
| Bolzano |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Calabria | 2.075.000 | 5.625.000 | 1.089.310.744 | 0,19 | 0,52 | 0,71 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Campania | 21.000.000 | non attivata | 1.812.543.802 | 1,16 | - | 1,16 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Emilia- | 41.300.000 | 10.000.000 | 1.174.315.863 | 3,52 | 0,85 | 4,37 |  |
| Romagna |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Friuli V. | 2.500.000 | 1.000.000 | 292.305.195 | 0,86 | 0,34 | 1,20 |  |
| Giulia |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Lazio | 3.283.807 | 8.500.000 | 822.298.237 | 0,40 | 1,03 | 1,43 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Liguria | 2.240.000 | 3.360.000 | 309.657.980 | 0,72 | 1,09 | 1,81 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Lombardia | 11.400.000 | 6.000.000 | 1.142.697.124 | 1,00 | 0,53 | 1,52 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Marche | 15.700.000 | 4.000.000 | 697.212.430 | 2,25 | 0,57 | 2,83 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Molise | 4.000.000 | 2.000.000 | 207.750.000 | 1,93 | 0,96 | 2,89 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Piemonte | 15.370.000 | 4.950.000 | 1.078.937.848 | 1,42 | 0,46 | 1,88 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Puglia | 3.000.000 | 30.000.000 | 1.616.730.579 | 0,19 | 1,86 | 2,04 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Sardegna | 10.680.000 | 8.970.000 | 1.291.510.417 | 0,83 | 0,69 | 1,52 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Sicilia | 25.000.000 | 4.160.000 | 2.184.171.901 | 1,14 | 0,19 | 1,34 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Toscana | 989.722 | 30.543.504 | 949.420.223 | 0,10 | 3,22 | 3,32 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Prov. Trento | 4.000.000 | non attivata | 297.575.617 | 1,34 | - | 1,34 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Umbria | 8.800.000 |  | 928.552.876 | 0,95 | 2,53 | 3,48 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Valle |  |  | 136.924.861 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |  |
| d’Aosta |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Veneto | 4.417.904 | 18.179.499 | 1.169.025.974 | 0,38 | 1,56 | 1,93 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Totale* | *182.080.236* | *167.509.531* | *18.713.456.201* | *0,97* | *0,90* | *1,87* |  |

Fonte: Rete Rurale Nazionale.

101

A. MARINELLI *ET AL.*

industriale e le reti già presenti, creando al contempo sinergie nei pro-cessi di innovazione e di collocazione sul mercato.

Infine, rimangono ancora aperte le questioni relative alla considera-zione v) della sessione 7 relative allo sviluppo dei nuovi mercati.

Oggi i prodotti del bosco che vengono scambiati sul mercato sono essenzialmente rappresentati dagli assortimenti legnosi ritraibili e fra questi, in modo sempre più diffuso soprattutto nelle Regioni meri-dionali, dalla biomassa per fini energetici. Anzi, è da ribadire come il mercato della biomassa abbia attivato la gestione forestale in aree solitamente caratterizzate dalla scarsa appetibilità per la esiguità dei macchiatici rilevabili. Non è insolito che la richiesta di biomassa faccia spuntare prezzi di sicuro interesse per le imprese boschive, anche in periodi stagionalmente non favorevoli proprio in quelle aree vocazio-nalmente indirizzate alla produzione di legna da ardere. In modo duale

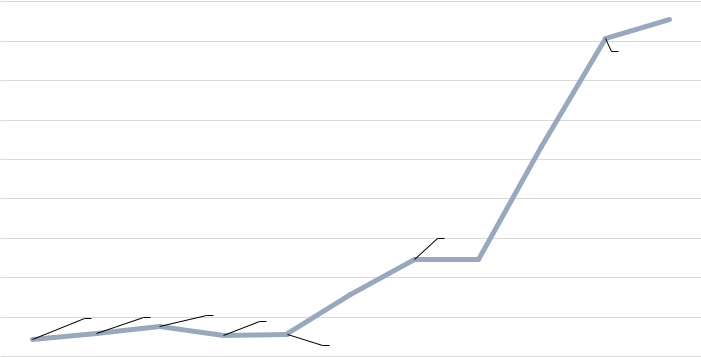
* da rilevare come possano essere destinati a biomassa anche assorti-menti di pregio (tondame di faggio ad es.) in quelle aree dove non si riesce a realizzare sbocchi commerciali che possano valorizzare queste produzioni. Senza demonizzare questo tipo di mercato, che però vive sotto la spinta delle incentivazioni riservate alle rinnovabili, sarebbe auspicabile porre le basi per lo sviluppo di filiere produttive che possa-no far riferimento ad un approccio a cascata delle utilizzazioni legnose, dando concretezza allo sviluppo della bioeconomia forestale.

D’altro canto, è fuori dubbio come la collettività eserciti una molte-plicità di domande diversificate a carico delle risorse forestali, non solo relativamente a prodotti che vengono scambiati nel mercato (gli assorti-menti legnosi ed i prodotti del sottobosco), ma anche per i servizi ecosi-stemici che esse sono in grado di fornire. Anzi, in alcuni contesti questi diventano preminenti rispetto alla produzione legnosa, ma è da ribadire come la loro crescente fornitura non è indipendente dalla gestione del bosco, che deve essere finalizzata ad enfatizzare le vocazionalità dei so-prassuoli nei diversi contesti territoriali. È evidente come il valore eco-nomico totale del bosco (VET) possa essere identificato nella risultante di una molteplicità di componenti (valori) la cui sistematizzazione è or-mai consolidata (Cfr. MEA, 2005) e come le domande esercitate offra-no la possibilità di attivazione a livello locale di nuovi mercati ai quali collegare le filiere produttive. Si pensi ad esempio ai SE culturali con il

102

SELVICOLTURA ED ECONOMIA FORESTALE

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | **Andamento prezzo EUA CO2** | | | | | | |  |  |  |
| **€** |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 85,36 |  |
| **€** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  | 80,56 | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **€** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **€** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **€** |  |  |  |  |  |  |  | 53,35 | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **€** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **€** |  |  |  |  |  |  | 24,74 |  |  |  |  |
| **€** |  |  |  |  |  |  | 24,65 | |  |  |  |
|  |  |  |  | 15,82 | |  |  |  |  |  |
| **€** | 4,44 | 5,93 | 7,65 |  |  |  |  |  |  |
| 5,33 | 5,8 |  |  |  |  |  |  |
| **€** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **2013** | **2014** | **2015** | **2016** | **2017** | **2018** | **2019** | **2020** | **2021** | **2022** | **2023** |  |



Nota: EUA (*Emission Unit Allowances*) = 1 tonnellata equivalente di CO2 (fonte www.

sendeco2.com). Per il 2023 il dato è aggiornato ad aprile.

*Figura 1 -* Andamento del prezzo dei crediti di carbonio nell’ultimo decennio.

settore del *Green Care* o ai mercati volontari dei crediti di carbonio il cui valore è costantemente in crescita da alcuni anni (Fig. 1).

Diversi studi hanno cercato di giungere ad una definizione puntale (spaziale) del VET cercando di fornire importanti indicazioni a livello territoriale dei differenziali di valore economico esistenti per le aree boscate ai fini pianificatori (Cfr. Marinelli e Marone, 2013).

D’altro canto, pensare alla compensazione della fornitura di SE, se-condo quanto prevede l’attuale normativa (Cfr. TUFF art. 7, comma 8 e L. n. 221/2015, art. 70), potrebbe essere la chiave di volta per rinnova-re l’interesse soprattutto dei proprietari privati verso la gestione delle risorse forestali.

* evidente, però, come la nascita di tali mercati debba essere ogget-to di una attenta programmazione a livello locale (regionale) attraver-so gli strumenti di programmazione (PFR) e di pianificazione di area vasta (PFIT) che la SFN individua. L’internalizzazione di una forma di scambio e/o compensazione di tali valori potrebbe far aumentare l’appetibilità verso la gestione attiva delle risorse forestali.

Resta il problema, ancora irrisolto, su quali possano essere gli stru-menti che il decisore pubblico possa mettere in atto nella compensa-zione ai proprietari pubblici e privati per la fornitura di questi SE. In

103

A. MARINELLI *ET AL.*

alcuni casi la spinta da parte del decisore dovrebbe essere quella tesa alla creazione del mercato e delle regole che lo governano (ad es. nei mercati volontari dei crediti di carbonio a livello locale). Per altri SE, se si fa riferimento a misure individuabili all’interno dei CSR, rimane il problema della loro effettiva (certa) quantificazione e dell’ammon-tare del valore da corrispondere in riferimento ad un dato misurabile (ettaro?) al pari di altre misure agroambientali.

Ad ogni modo, è importante ammettere che: non ci sarà mai gestio-ne sostenibile se non riportiamo l’economia in bosco e che dobbiamo pensare alla gestione delle risorse forestali non solo per produrre legna-me, ma dobbiamo gestirli per avere boschi maggiormente resilienti e in grado di erogare un insieme diversificato di prodotti e servizi ecosi-stemici (Pettenella, 2009).

BIBLIOGRAFIA

Forest Europe, 2020 - *State of Europe’s Forests 2020*.

Marinelli A., Romano D., 1990 - *La strategia forestale in Italia e Nella CEE*. La questione Agraria, n. 40.

Marinelli A., Marone E., 2013 - *Il valore economico totale dei boschi della Toscana*. Franco Angeli.

Millenium Ecosystem Assestment, 2005 - *Global Assessment Reports*.

Pettenella D., 2009 - *Le nuove sfide per il settore forestale*. Ed. Tellus.

Romano R., 2016 - *Misure forestali, avanti in ordine sparso*. Pianeta PSR, Rete Rurale, n. 53

Romano S., 2020 - *L’implementazione della Strategia Forestale Nazionale a livello locale: un’opportunità importante, non facile da cogliere*. Forest@ - Rivista diSelvicoltura ed Ecologia Forestale, vol. 17: 58-62. https://doi.org/10.3832/ efor0057-017

Romano S., 2021 - *Transizione ecologica o green washing? Alcune riflessioni sulla gestione delle risorse forestali in Italia alla luce del PNRR*. I tempi della Terra,n. 10.

104

Gherardo Chirici - Giancarlo Papitto - Federico Maetzke Roberto Scotti - Marco Marchetti

**Monitoraggio e pianificazione forestale**

1. Introduzione

La gestione delle risorse forestali e ambientali pone la necessità di un flusso costante di informazioni sul loro stato ed evoluzione e sul-le interrelazioni dinamiche con le altre forme d’uso del territorio. Il costante avanzamento scientifico e tecnologico e le modifiche al qua-dro normativo sia sul piano nazionale, sia sul piano Europeo hanno determinato negli ultimi anni un profondo cambiamento nel settore del monitoraggio e della pianificazione forestale. Il ruolo prioritario di queste esigenze informative ha promosso un significativo sviluppo degli inventari forestali in tutto il mondo (Mac Dicken *et al*., 2015) con particolare riferimento alle relazioni con le fonti informative da telerilevamento (McRoberts e Tomppo, 2007; White *et al*., 2016).

Sul piano nazionale il Decreto legislativo 19 agosto 2016, n. 177, all’articolo 7, comma 2 dispone che l’Arma dei Carabinieri, tra le altre, eserciti le attività di studio connesse alla rilevazione qualitativa e quan-titativa delle risorse forestali, al monitoraggio sullo stato fitosanitario

*Gherardo Chirici*: Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali, Università di Firenze.

*Giancarlo Papitto*: Arma dei Carabinieri, Comando Unità Forestali, Ambientali e Agroalimentari.

*Federico Maetzke*: Accademia Italiana di Scienze Forestali.

*Roberto Scotti*: Dipartimento di Agraria, Università di Sassari.

*Marco Marchetti*: Dipartimento di Architettura e Progetto, “Sapienza”, Università di Roma.

105

G. CHIRICI *ET AL.*

delle foreste, ai controlli sul livello di inquinamento degli ecosistemi forestali e al monitoraggio del territorio in genere con raccolta, elabo-razione, archiviazione e diffusione dei dati. La forza armata effettua il monitoraggio delle foreste in quanto le stesse sono considerate un asset strategico del Paese per i servizi ecosistemici relativi ai cambiamenti climatici e agli aspetti geopolitici connessi. Il legislatore, nell’affidare all’Arma dei Carabinieri le attività di rilevazione dei dati qualitativi e quantitativi delle foreste, ha voluto assicurare ad una Forza Armata dello Stato un’attività strategica per il Paese.

Inoltre, agli articoli 14 e 15 del Testo Unico in materia di Foreste e Filiere forestali (TUFF) (Decreto legislativo n. 34 del 2018), e del Ca-pitolo 6 (Monitoraggio e Valutazione) della Strategia Forestale Nazio-nale), è istituito il SINFor - Sistema Informativo Forestale Nazionale che nasce dalla collaborazione tra il Ministero dell’agricoltura, sovra-nità alimentare e delle foreste (MASAF) e il Consiglio per la ricerca in agricoltura e l’analisi dell’economia agraria, e si pone l’obiettivo di: “porre le basi per migliorare, incrementare, coordinare e armonizzare le informazioni statistiche e cartografiche inerenti il patrimonio fore-stale nazionale e i settori produttivi ad esso collegati”. Lo stesso TUFF specifica chiaramente la rilevanza del monitoraggio forestale da svol-gersi attraverso l’Inventario Forestale Nazionale.

In tale contesto l’Inventario Nazionale delle Foreste Italiane forni-sce un esame globale, approfondito e puntuale dello stato qualitativo e quantitativo delle foreste del Paese. Esso rappresenta, in particolare, lo strumento con cui contabilizzare il contenuto di carbonio immagaz-zinato nelle foreste, in adempimento agli accordi sottoscritti dall’Italia nell’ambito della Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici delle Nazioni Unite (UNFCCC). I dati dell’Inventario Nazionale delle Foreste Italiane che confluiranno attraverso la piattaforma *Smart Forest Monitoring*, in corso di realizzazione da parte dell’Arma dei Carabinieri,nel Sistema Integrato di Monitoraggio (SIM) del MASE insieme a quelli del SINFor, in corso di realizzazione da parte del MASAF rappresentano quindi una base di conoscenza strategica innovativa di supporto all’at-tuazione della Strategia Forestale Nazionale che si compone di due am-bienti interconnessi di indagine, la Carta forestale nazionale e il Database foreste che permetteranno, attraverso la raccolta e consultazione di dati

106

MONITORAGGIO E PIANIFICAZIONE FORESTALE

e informazioni puntuali e specifiche in materia forestale, di disporre di informazioni e conoscenze aggiornate e affidabili sulle foreste, sul settore forestale e sulle filiere produttive, ambientali e socio-culturali italiane.

Sul fronte della pianificazione le diverse Regioni, anche con il sup-porto dei fondi per l’implementazione della Strategia Forestale Nazio-nale, hanno recepito il TUFF con particolare riferimento all’imple-mentazione di procedure tecniche per la redazione dei piani forestali di indirizzo territoriale (PFIT), e la definizione degli ambiti territoriali di applicazione, in relazione sia agli strumenti informativi disponibili sia ai dispositivi di pianificazione d’altri settori. Alcune Regioni han-no già ottenuto importanti risultati operativi per l’applicazione delle recenti disposizioni per la definizione dei criteri minimi nazionali per l’elaborazione dei Piani Forestali di Indirizzo Territoriale e dei piani di gestione forestale (D. Interm. n. 563765 del 28/10/2021).

Sul piano europeo le necessità di reporting sulla consistenza delle risorse forestali sono state recentemente aggiornate con la proposta di regolamento del Parlamento Europeo e del Consiglio su un quadro di monitoraggio per la resilienza delle foreste europee (https://envi-ronment.ec.europa.eu/publications/proposal-regulation-forest-mo-nitoring-framework\_en). Si tratta di una iniziativa legislativa molto importante che colmerà le lacune esistenti nella raccolta di informa-zioni sulle foreste europee e creerà una base completa ed omogenea di conoscenze sulle foreste finalizzata a migliorare la gestione forestale e a rafforzare la resilienza delle foreste nei riguardi delle crescenti pres-sioni. Tra i numerosi spunti proposti alcuni sono particolarmente im-portanti. Sul piano normativo si ribadisce la rilevanza degli ecosistemi forestali per i numerosi servizi ecosistemici che essi svolgono e quindi si sottolinea l’importanza di un corretto monitoraggio come prerequi-sito per il raggiungimento dei numerosi impegni ambientali dell’U-nione. La centralità delle foreste per la lotta ai cambiamenti climatici

* infatti sancita dal regolamento 2021/1119 (normativa europea sul clima) in cui l’Unione si è impegnata a raggiungere la neutralità cli-matica entro il 2050. Le foreste europee sono inoltre soggette ad altri obblighi, quali quelli relativi alla protezione delle specie e degli habitat a norma della direttiva 92/43/CEE, alla deforestazione a norma del regolamento 2023/1115 (regolamento sulla deforestazione), al ripri-

107

G. CHIRICI *ET AL.*

stino della natura di cui alla Strategia UE sulla biodiversità per il 2030 e più in generale in riferimento all’*European Green Deal*. Le foreste e la selvicoltura sono inoltre cruciali per conseguire priorità fondamentali quali il nuovo Bauhaus europeo o la trategia dell’UE per la bioeco-nomia e come da fonti rinnovabili di energia a norma della direttiva 2018/2001 (direttiva sulle energie rinnovabili).

In questo quadro appare particolarmente rilevante il contributo al monitoraggio forestale determinato dai forti investimenti dell’Unione Europea nell’ambito del progetto COPERNICUS, che hanno portato oggi alla disponibilità di un maggior numero di immagini telerileva-te da sensori attivi e passivi acquisiti con sempre maggiore frequenza temporale, e a sempre maggiore risoluzione geometrica e radiometrica (Chirici, 2020). In tal senso l’avvento delle tecniche di elaborazione su piattaforme cloud oggi permettono di trattare grandi moli di dati in tempi estremamente contenuti e senza particolari investimenti hardware (Gorelick *et al*., 2017).

Pur nella consapevolezza degli enormi progressi consentiti nel mo-nitoraggio continuo di boschi e foreste (per esempio con riferimen-to alla quantificazione dei disturbi naturale e dei relativi danni), in questa nota s’intendono presentare i due più importanti progetti di monitoraggio forestale che in Italia a livello nazionale si stanno con-cretizzando e che permetteranno nel prossimo futuro una migliore e più aggiornata conoscenza delle caratteristiche delle foreste Italiane: il nuovo Inventario Forestale Nazionale Italiano (IFNI) che prenderà il via con le attività di campagna nel 2025 e che sostituirà il vecchio im-pianto dell’Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi e la Carta Forestale Nazionale in scala 1:10.000.

Il contributo si conclude richiamando la rilevanza di queste nuove fonti informative come supporto alla realizzazione dei piani forestali di indirizzo territoriale.

2. Il nuovo Inventario Forestale Nazionale Italiano

L’Inventario Forestale Nazionale Italiano (IFNI) dal 2025 porterà verso un sistema di monitoraggio delle foreste permanente su base an-

108

MONITORAGGIO E PIANIFICAZIONE FORESTALE

nuale ed includendo un maggior numero di variabili osservate anche per poter rispondere alle rinnovate richieste informative provenienti dalla recente iniziativa dell’Unione Europea per una Legge sul mo-nitoraggio forestale (https://environment.ec.europa.eu/publications/ proposal-regulation-forest-monitoring-framework\_en).

Le novità introdotte dal nuovo progetto IFNI rispetto a INFC

2005/2015 sono numerosissime. Le definizioni adottate per le variabi-

li forestali sono state però mantenute invariate al fine di poter mante-nere inalterata la confrontabilità con le stime prodotte al 2005 e 2015. Il nuovo Inventario Forestale, rispetto alle precedenti indagini realizzate a cadenza decennale, si basa su un’attività di campionamen-to annuale a panel ruotato da completarsi ogni cinque anni. Questo nuovo approccio prevede l’annuale esecuzione di rilievi di campagna in un quinto del territorio nazionale. L’approccio a panel ruotato pre-vede che l’indagine annuale sia eseguita in tutto il territorio nazionale compreso nello stesso numero di cella, seguendo un ordine progressi-vo selezionato casualmente. Conclusi i rilievi di campagna del quinto anno e quindi le acquisizioni in tutti e cinque i panel, la totalità dei punti di campionamento insistenti nei boschi italiani saranno stati vi-sitati e misurati, permettendo l’elaborazione delle stime inventariali aggregate, con incertezze comparabili alle stime di INFC2015. A par-tire dal 2030 ogni anno le stime saranno basate sulla totalità delle uni-tà di campionamento con un approccio a finestra mobile temporale

sull’intervallo di 5 anni.

La strategia inventariale del nuovo IFNI prevede un campionamen-to stratificato a tasselli (*tassellation stratified sampling* - TSS) in due fasi, in cui la prima è volta alla stratificazione bosco-non bosco del territo-rio nazionale, mentre la seconda ha come obiettivi la stima delle super-fici forestali e degli attributi quantitativi. In tal senso il nuovo progetto IFNI risulta semplificato rispetto alla strategia inventariale adottata dalle precedenti indagini inventariali dell’INFC che prevedeva tre fasi di campionamento (Gasparini *et al*., 2022).

Si ricorda che in INFC in prima fase oltre 301.000 punti di cam-pionamento furono individuati in ogni maglia del reticolo chilometri-co nazionale secondo lo schema di campionamento di TSS, essi furono classificati secondo l’uso e copertura del suolo attraverso la fotointer-

109

G. CHIRICI *ET AL.*

pretazione di ortofoto. Sulla base della fotointerpretazione di prima fase venivano quindi individuati i punti appartenenti agli strati di in-teresse per la fase di rilievo successiva. La seconda fase di campiona-mento (o fase 2) fu eseguita in un sotto-campione dei punti di prima fase, oltre 30.000, selezionati secondo un campionamento stratificato per Regione e classe di uso e copertura del suolo. I punti di seconda fase furono visitati al suolo per verificare la classificazione preliminare ottenuta da fotointerpretazione e assegnare la categoria inventariale e la categoria forestale. Nel corso dei rilievi di campagna di secon-da fase furono inoltre valutati e classificati i caratteri qualitativi delle formazioni forestali, così da produrre le stime della ripartizione della superficie forestale. I punti di campionamento di terza fase (o fase 3), furono selezionati in un sottocampione della seconda fase stratificato per categoria forestale, uso e copertura del suolo e regione di apparte-nenza. Le misure dei caratteri quantitativi furono quindi eseguite su circa 7000 punti di terza fase consentendo la produzione delle stime dei totali e delle densità, o valori per unità di superficie, delle variabili quantitative (volume, fitomassa, incremento annuo di volume, necro-massa, ecc.) (Gasparini *et al*., 2022).

Un sostanziale cambiamento nella nuova indagine inventariale ri-guarda il reticolo impiegato per suddividere il territorio nazionale in porzioni di uguale superficie in modo da individuare i punti del cam-pione IFNI. Il nuovo reticolo si origina dalla griglia chilometrica gene-rata in occasione della progettazione INFC. Questo reticolo presenta maglie quadrangolari di dimensione 1 km × 1 km geometricamente agganciate a meridiani e paralleli. Le maglie, pur avendo forma qua-drata in proiezione piana solo in prossimità del meridiano di origine, hanno ovunque una superficie identica, pari a 1 km2. Il nuovo reticolo adottato per IFNI 2025 ha previsto l’accorpamento di 4 x 4 maglie chilometriche, per complessivi 16 km2. Per ogni maglia del nuovo re-ticolo (griglia 4 km x 4 km), è stato estratto casualmente uno dei 16 punti di prima fase INFC. I circa 20000 punti di campionamento così selezionati, che mantengono le proprietà di distribuzione siste-matica non allineata nazionale secondo lo schema di campionamento TSS (Särndal *et al.*, 1992), rappresentano il campione di prima fase. In ogni punto di prima fase viene eseguita la fotointerpretazione per

110

MONITORAGGIO E PIANIFICAZIONE FORESTALE

la classificazione di uso e copertura del suolo sulla base delle ortofoto più recenti disponibili. In riferimento alla fase di fotointerpretazione, il progetto del nuovo Inventario Forestale lascia aperta la possibilità di aggiornamenti ed integrazioni ai dati telerilevati da utilizzare. In par-ticolare, promettente e in linea con le esigenze inventariali potrebbero risultare le immagini della futura missione Iride. La seconda fase di campionamento viene eseguita in tutti i punti campione classificati a bosco in prima fase. Nei punti di seconda fase si procede con rileva-mento a terra e misura dei caratteri qualitativi e quantitativi. Conside-rando il coefficiente di boscosità del 36,8% a livello nazionale, emerso dall’ultimo Inventario Forestale INFC2015, sono attesi oltre 7000 punti di seconda fase IFNI, atti a produrre le stime dei totali e del-le densità, o valori per unità di superficie, delle variabili quantitative (quali volume, fitomassa, incremento annuo di volume, necromassa, ecc.), con incertezze statistiche in linea con i risultati di INFC.

Anche per quanto riguarda i rilievi in campo le novità introdotte dal nuovo IFNI sono numerose. Le valutazioni e le misurazioni in campo sono condotte in unità di campionamento (puntuali o area di saggio) coerenti con i rilievi già eseguiti nelle indagini INFC ma s’introduce il posizionamento di tutti gli alberi appartenenti all’area di saggio di 13 m di raggio aventi quindi d 1,30 ≥ 9,5 cm. Per questi individui viene anche rilevata la proiezione della chioma secondo i quattro punti cardinali e l’altezza d’inserzione della chioma. Ulteriori modifiche al protocollo di rilievo riguardano la rilevazione dei micro-habitat, la misurazione delle altezze e il prelievo delle carote incremen-tali. Il rilievo dei microhabitat, da eseguirsi per singolo albero; pre-vede il riconoscimento a vista di vari tipi di microhabitat e le relative abbondanze (Kraus *et al.*, 2016; Parisi *et al*., 2021). Il prelievo delle carote incrementali sarà eseguito in un sottoinsieme dei campioni di altezza (massimo sei individui) comprendendo uno tra i cinque alberi di maggiore diametro. All’interno dell’AdS13 saranno eseguite anche le misure sul legno morto, la cui definizione subisce lievi variazioni rispetto a INFC. Le ultime unità di campionamento, dedicate ai ri-lievi della rinnovazione e delle specie arbustive, sono rappresentate da due sotto-aree circolari con raggio di 2 m. Una novità particolarmente rilevante di IFNI2025 riguarda l’introduzione di un rilievo floristico-

111

G. CHIRICI *ET AL.*

vegetazionale da eseguirsi in ogni punto di seconda fase eseguendo un transetto di 10 m (Tr10), a partire da 2 m dal punto centrale. Una ul-teriore indagine, da eseguirsi in un sotto campione di aree inventaria-li (circa 500 plot) selezionate in modo probabilistico uniformemente distribuito nel territorio nazionale, riguarda la stima di indici di biodi-versità. Il rilievo sarà effettuato in plot quadrati di 10 x 10 m (AdSQ10).

Particolare rilevanza assume la potenzialità di utilizzare il rilievo in-ventariale congiuntamente alla cartografia, per poter avere uno sguar-do generale sulle modifiche di uso e copertura del suolo nel paesaggio dell’intero territorio nazionale, assente da troppo tempo in modo af-fidabile e relegato a visioni sempre parziali e settoriali. Infatti, come accennato, secondo l’ultimo aggiornamento IUTI 2021, la superficie boscata supera ormai nettamente quella dei seminativi passando da poco meno di 9M ha nel 1990 ai 9,95M ha attuali (+10,5%), mentre i seminativi sono passati da 10,7M ha a 9,1M ha (-14,8%) nello stesso arco temporale. L’espansione media annua della superficie boscata è scesa da +35K ha nel 1990-2008 a +24K ha annui nel 2008-2021, in-dice di una riduzione dei fenomeni di ricolonizzazione. Tale fenomeno

* ancor più evidente se si osserva l’andamento delle altre terre boscate, che rispetto al trend positivo del 1990-2008 (+276K ha), nell’ultimo periodo hanno visto ridursi la propria superficie (+40K ha).

Negli ultimi anni, gli inventari forestali tradizionali di molti Paesi si sono modificati passando dalla produzione delle sole statistiche aggre-gate, alla produzione integrata di mappe delle risorse forestali costruite utilizzando modelli che legano i dati rilevati a terra con i dati teleri-levati come le immagini satellitari, le scansioni Laser Scanner Aeree, o i dati tridimensionali fotogrammetrici. Le mappature delle variabili forestali possono essere elaborate infatti, impiegando diversi metodi che prevedono l’integrazione di osservazioni campionarie (plot) e dati telerilevati (Corona *et al.*, 2014).

Nel corso degli anni, sono state prodotte mappe di variabili forestali (come per esempio provvigione, biomassa, stoccaggio di carbonio, area basimetrica, numero di alberi a ettaro, grado di copertura, incrementi e indicatori di diversità strutturale e compositiva) in diversi contesti forestali e regioni geografiche, fornendo risultati incoraggianti (Chi-rici *et al.*, 2016). Tale avanzamento scientifico ha portato molti Paesi

112

MONITORAGGIO E PIANIFICAZIONE FORESTALE

all’implementazione di approcci di mappature assistite dal modello nelle indagini degli inventari forestali e anche nel contesto italiano, sono state sviluppate le prime mappature di variabili forestali (Chirici *et al.*, 2020; Vangi *et al.*, 2021; Giannetti *et al.*, 2022). In particolare,per la produzione delle stime spaziali, ci si basa sul presupposto che sia possibile costruire un modello che metta in relazione le variabili forestali da mappare (ad esempio: provvigione legnosa o biomassa) e le variabili predittive disponibili per l’intera area forestale (dati satellitari, dati LiDAR, variabili cartografiche), sia attraverso approcci parame-trici (quali regressione lineare multipla, regressione ponderata geogra-ficamente), che non parametrici (ovvero k-NN, RandomForests, reti neurali, ecc.) (Barrett *et al.*, 2016; Brosofske *et al.*, 2014; Chirici *et al.*, 2016; Moser *et al.*, 2017). Tra i vari approcci di mappatura potenzial - mente implementabili a scala nazionale risultano promettenti anche i risultati di Di Biase *et al.* (2022), in cui, in un’area di studio in centro Italia è stata prodotta la mappatura del volume legnoso corredata dalla mappa dell’errore di stima corrispondente sfruttando dati telerilevati con un approccio completamente basato sul disegno.

A partire dai dati rilevati in bosco nelle campagne di rilievo IFNI2025 e considerando i dati telerilevati a scala nazionale, già di-sponibili o che lo saranno nel prossimo futuro, saranno testati vari approcci di mappatura operativa.

3. La Carta Forestale d’Italia

Dopo quella realizzata dalla Milizia Forestale (1936) e tralasciando l’approfondimento forestale realizzato in scala 1:100.000 nell’ambi-to del progetto Corine Land Cover 2000 (Bologna *et al.*, 2004), i primi tentativi di dotare il Paese di una rinnovata cartografia foresta-le risalgono agli anni ’80 e ’90 del secolo scorso (Lalle e Marchetti, 1995). Ora, contemporaneamente alla preparazione del nuovo IFNI si stanno finalmente ultimando i lavori per la realizzazione della prima Carta Forestale d’Italia in scala 1:10.000 (CFI2020). Il primo pro-totipo della CFI2020 sarà implementato con riferimento temporale nominale all’anno 2020, nel rispetto della direttiva europea INSPIRE

113

G. CHIRICI *ET AL.*

(2007/2/EC), a una scala nominale pari a 1:10.000, in formato vet-toriale, adottando il sistema di riferimento ETRS1989, realizzazione ETRF2000 in coordinate geografiche (EPSG 6706).

La CFI2020 viene realizzata con un approccio multidefinizione. Ogni poligono di bosco sarà infatti classificato: i) secondo le defini-zioni locali adottate dalle diverse Regioni e Province Autonome; ii) secondo la definizione internazionale FAO/FRA2000 adottata per le indagini inventariali (unità minima di 5000 m2) e iii) secondo la de-finizione nazionale per finalità statistiche (unità minima di 2000 m2) (D’Amico *et al.*, 2023).

Per questo primo prototipo la CFI oltre alla classificazione bosco/ non-bosco riporterà una semplice indicazione sulla forma di gestione e un primo tentativo di omogeneizzazione dei sistemi di nomenclatura tipologici sviluppati dalle diverse Regioni e Province Autonome.

Per garantire la massima fruibilità della Carta sia a scala nazionale che locale, le categorie e i tipi forestali rappresentati nelle cartografie fo-restali regionali vengono connessi univocamente ai principali sistemi nomenclaturali disponibili a livello internazionale e nazionale, quali: le categorie inventariali, coerentemente ai dati forniti dall’Inventario Na-zionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio; gli *European Forest Types*, sviluppati per conto dell’Agenzia Europea per l’Ambiente(Barbati *et al.*, 2006), atti a fornire una classificazione armonizzata per

valutazioni a livello pan-europeo; le categorie forestali definite da Del Favero nei tre volumi sulle tipologie forestali in Italia (Del Favero 2004, 2008, 2010); le categorie forestali definite da ciascuna Regione. In que-sto modo, il geodatabase della CFI potrà essere utilizzato per derivare prodotti cartografici sia sulla base delle diverse definizioni di bosco, sia sulla base dei diversi sistemi di nomenclatura, garantendo contenuti in-trinsecamente consistenti sia in termini topologici che semantici.

4. I Piani Forestali di Indirizzo Territoriale

L’analisi integrata dei dati cartografici e inventariali potrà favorire largamente l’adozione degli strumenti di pianificazione auspicati dal TUFF, che prevede che le Regioni possano predisporre Piani Forestali

114

MONITORAGGIO E PIANIFICAZIONE FORESTALE

di Indirizzo Territoriale (PFIT) finalizzati all’individuazione e alla va-lorizzazione delle risorse silvo-pastorali e al coordinamento delle attivi-tà necessarie alla loro tutela e gestione attiva. Con il Decreto Intermi-nisteriale n. 563765 del 28/10/2021 sono stati definiti i criteri minimi nazionali per l’elaborazione dei PFIT. Si tratta di quegli strumenti di area vasta che possono contribuire alla definizione degli assetti mi-gliori delle risorse forestali, soprattutto in termini di adattamento ai cambiamenti e alla crisi climatica (e relativa prevenzione dei disturbi e coordinamento con i piani di difesa, Anti Incendi Boschivi ad esem-pio) e quantificazione del ruolo di mitigatori della stessa che i serbatoi forestali svolgono, oltre ad essere strumenti primari di progettazione degli interventi di difesa della biodiversità e delle relazioni con il mon-do agricolo e zootecnico.

Appare evidente che i nuovi strumenti di monitoraggio costituiti dal nuovo IFNI e dalla CFI2020 potranno essere particolarmente utili per tali attività e in particolare per ripartire le superfici silvo-pastorali in aree omogenee per destinazione d’uso. Il PFIT dovrà infatti indi-care, tra le altre cose: l’indirizzo di gestione, espresso in termini di funzioni prevalenti; gli interventi strutturali e infrastrutturali; le forme di governo e di trattamento più idonee alla tutela e alla valorizzazione dei boschi. Il Decreto Interministeriale n. 563765 elenca gli allegati cartografici minimi di cui deve essere corredato il PFIT, da realizzare secondo le norme tecniche riportate nel Decreto Dipartimentale del MASAF n. 64807 del 9/2/2023.

Allo stato attuale in 11 Regioni, già prima dei decreti citati, sono stati compilati numerosi PFIT, alcuni a titolo sperimentale, in altri casi su tutta la superficie regionale a seguito di normative locali. Sulla scor-ta delle esperienze maturate, degli elementi di orientamento pubblicati e del supporto economico del MASAF, le Regioni stanno recependo i dettati del TUFF e specificando le proprie linee guida, per un quadro complessivo si rimanda a Bruschini (2023). L’opportunità dei PFIT, così come recepita dagli strumenti regionali, è sia di natura organiz-zativa, per ottimizzare le risorse, sia di natura procedurale, in quanto strumenti di indirizzo ma anche di semplificazione delle procedure di approvazione e applicazione dei PGF subordinati. La novità introdotta da questo livello è il riconoscimento e l’armonizzazione della valenza

115

G. CHIRICI *ET AL.*

trasversale del contenuto forestale rispetto alle altre forme di pianifi-cazione altrettanto cogenti (paesaggio, assetto idrogeologico, viabilità, ecc.) per trovare indirizzi comuni in un ambito caratterizzato da una notevole pluralità di competenze.

A individuare la trasversalità del settore è il comma 8 del D.M. citato, ove riporta: - *Il PFIT individua le funzioni prevalenti es. prote-zione, conservazione natura e biodiversità, produttiva, sociale culturale, l’adattamento ai cambiamenti climatici, individua le aree utilizzabili per creare o potenziare i corridoi ecologici*. A tale proposito è evidente che lenuove metodologie di rilievo su ampia scala (ad es. coperture LIDAR aeree e terrestri) e i citati strumenti conoscitivi potranno costituire la base per la pianificazione, segnatamente la Carte Forestale d’Italia.

5. Conclusioni

I nuovi strumenti di monitoraggio e pianificazione forestale assu-mono un ruolo strategico non solamente nel supportare i decisori a livello nazionale nelle scelte programmatiche, e locale per inserire più cultura nella progettazione degli interventi in bosco, che troppe volte

* lasciata in mano alle imprese boschive anziché a tecnici forestali; ma serviranno anche per supportare la pianificazione forestale a varia scala di dettaglio, a rivedere la normativa locale di Regioni e Province Autonome, con minimi comuni denominatori su temi di rilievo na-zionali e in grado di recepire le mutate esigenze e le innovazioni por-tate dalla ricerca e dalla sperimentazione; e infine nel controllo, i cui organi preposti avranno strumenti aggiornati di formazione e potran-no prediligere forme preventive di accompagnamento degli addetti ai lavori ad approcci di tipo principalmente repressivo. Il nuovo inventa-rio permetterà di produrre informazioni quantitative importanti su cui lavorare per incrementare la tutela e resilienza dei boschi italiani e la loro capacità di fornire utilità materiali e immateriali; la carta forestale potrà ben localizzare queste utilità e valori esistenti.

Il nuovo programma inventariale e la nuova carta forestale presenta-no significative novità volte all’ammodernamento e al miglioramento dei prodotti forniti, volendo conciliare innovatività e mantenimento

116

MONITORAGGIO E PIANIFICAZIONE FORESTALE

delle buone pratiche e delle esperienze maturate nel passato e local-mente nelle Regioni e Province Autonome.

Le principali novità in questo quadro riguardano l’adozione di un inventario permanente da realizzarsi ogni anno con campionamento a due fasi che si arricchisce di nuovi attributi per la stima di indicatori di diversità compositiva e strutturale. Essenziale il ruolo del telerile-vamento che permette non solo la realizzazione della prima CFI ma anche la produzione di cartografie di diverse variabili rilevate in campo inventariale.

Questi nuovi prodotti, assieme ai numerosi indicatori forniti at-traverso il SinFor del MASAF e il SIM del MASE permetteranno di meglio supportare le attività inerenti la realizzazione dei nuovi Piani di Indirizzo Territoriale.

BIBLIOGRAFIA

Barbati A., Corona P., Marchetti M., 2006 - *European Forest Types Categories and types for sustainable forest management reporting and policy*. Copenaghen:European Environment Agency, 9: 111, ISBN: 92-9167-886-4

Barrett F., McRoberts R.E., Tomppo E., Cienciala E., Waser L.T., 2016 - *A ques-tionnaire-based review of the operational use of remotely sensed data by national forest inventories*. Remote Sensing of Environment, 174: 279-289. https://doi.org/10.1016/j.rse.2015.08.029

Bologna S., Chirici G., Corona P., Marchetti M, Pugliese A. *et al*., 2004 - *Svi-luppo e implementazione del IV livello Corine Land Cover 2000 per i territori boscati e ambienti semi-naturali in Italia*. In: Geomatica: Standardizzazione,interoperabilità e nuove tecnologie, Atti 8a Conferenza ASITA, 14-17 di-cembre, Roma, vol. 1: 467-472, ISBN: 88-900943-6-2

Brosofske K.D., Froese R.E., Falkowski M.J., Banskota A., 2014 - *A review of methods for mapping and prediction of inventory attributes for operational for-est management*. Forest Science, 60 (4): 733-756. https://doi.org/10.5849/forsci.12-134

Bruschini S., 2023 - *PFIT: una nuova stagione della pianificazione*. Sherwood 15-17.

Chirici G., 2020 - *Una nuova era nell’uso del telerilevamento a supporto della pianificazione sostenibile del territorio: Big Data e intelligenza artificiale a portata di mano*. Contesti, Città, territori, progetti, p. 14-35. https://doi.org/10.13128/contest-11988

117

G. CHIRICI *ET AL.*

Chirici G., Mura M., McInerney D., Py N., Tomppo E. O. *et al*., 2016

* *A meta-analysis and review of the literature on the k-Nearest Neighbors technique for forestry applications that use remotely sensed data*. Remo-te Sensing of Environment, 176: 282-294. https://doi.org/10.1016/j. rse.2016.02.001

Chirici G., Giannetti F., McRoberts R.E., Travaglini D., Pecchi M. *et al*., 2020 - *Wall-to-wall spatial prediction of growing stock volume based on Italian Na-tional Forest Inventory plots and remotely sensed data*. Int. J. Appl. Earth Obs.Geoinf., 84: 101959. https://doi.org/10.1016/j.jag.2019.101959

Corona P., Fattorini L., Franceschi S., Chirici G., Maselli F. *et al*., 2014 - *Map-ping by spatial predictors exploiting remotely sensed and ground data: A compar-ative design-based perspective*. Remote sensing of Environment, 152: 29-37.https://doi.org/10.1016/j.rse.2014.05.011

D’Amico G., Chirici G., Corona P., Romano R., Di Domenico G. *et al*., 2023

* *Differenze locali e prospettive globali per le foreste italiane: la definizione di bosco nel prossimo Sistema Informativo Forestale Nazionale*. L’Italia Forestale e Montana, 78 (1): 15-29. https://dx.doi.org/10.36253/ifm-1094

Del Favero R., 2004 - *I boschi delle regioni alpine italiane: tipologia, funziona-mento, selvicoltura*. CLEUP, Padova. 599 p.

Del Favero R., 2008 - *I boschi delle regioni meridionali e insulari d’Italia : tipolo-gia, funzionamento, selvicoltura*. CLEUP, Padova. 469 p.

Del Favero R., 2010 - *I boschi delle regioni dell’Italia centrale: tipologia, funzio-namento, selvicoltura*. CLEUP, Padova. 425 p.

Di Biase R.M., Fattorini L., Franceschi S., Grotti M., Puletti N. *et al*., 2022 - *From model selection to maps: A completely design‐based data‐driven infer-ence for mapping forest resources*. Environmetrics, 33 (7): e2750. https://doi.org/10.1002/env.2750

Gasparini P., Di Cosmo L., Floris A., De Laurentis D., 2022 - *Italian National Forest Inventory - Methods and Results of the Third Survey: Inventario Na-zionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio - Metodi e Risultati della Terza Indagine*. Springer Tracts in Civil Engineering, 576 p. https://doi.org/10.1007/978-3-030-98678-0

Giannetti F., Chirici G., Vangi E., Corona P., Maselli F. *et al*., 2022 - *Wall-to-Wall Mapping of Forest Biomass and Wood Volume Increment in Italy. Forests*,13 (12): 1989. https://doi.org/10.3390/f13121989

Gorelick N., Hancher M., Dixon M., Ilyushchenko S., Thau D. *et al*., 2017 - *Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone*. Re-mote Sensing of Environment, 202: 18-27. https://doi.org/10.1016/j. rse.2017.06.031

Kraus D., Bütler R., Krumm F., Lachat T., Larrieu, L. *et al*., 2016 - *Catalogue of tree microhabitats - Reference field list*. Integrate + Technical Paper, 16 p.

118

MONITORAGGIO E PIANIFICAZIONE FORESTALE

Mac Dicken K.G., Sola P., Hall J.E., Sabogal C., Tadoum M., de Wassei-ge C., 2015 - *Global progress toward sustainable forest management*. Forest Ecology and Management, 352: 47-56. https://doi.org/10.1016/j.fore-co.2015.02.005

Lalle A., Marchetti M., 1995 - *Integrazione di tecniche di telerilevamento per la realizzazione della Carta Forestale d’Italia*. In: Il telerilevamento per lo studioe la pianificazione forestale, Atti del Convegno AIT Bressanone, 1-2 dicem-bre, 1994, Quaderno Tecnico, n. 4: 135-146.

McRoberts R.E., Tomppo E.O., 2007 - *Remote sensing support for national for-est inventories*. Remote Sensing Environment, 110: 412-419. https://doi.org/10.1016/J.RSE.2006.09.034

Moser P., Vibrans A.C., McRoberts R.E., Naesset E., Gobakken T. *et al*., 2017

* *Methods for variable selection in LiDAR-assisted forest inventories*. Forestry: An International Journal of Forest Research, 90 (1): 112-124. https://doi. org/10.1093/forestry/cpw041

Parisi F., Morandini V., De Santis E., Cocozza C., Chirici *et al*., 2021 - *Cole-otteri del legno e microhabitat forestali nei boschi misti di abete bianco e faggio della Riserva di Vallombrosa*. L’Italia Forestale e Montana, 76 (6): 315-329.https://dx.doi.org/10.4129/ifm.2021.6.02

Vangi E., D’Amico G., Francini S., Giannetti F., Lasserre B. *et al*., 2021 - *The effect of forest mask quality in the wall-to-wall estimation of growing stock vol-ume*. Remote Sensing, 13 (5): 1038. https://doi.org/10.3390/rs13051038

White J.C., Coops N.C., Wulder M.A., Vastaranta M., Hilker T. *et al*., - 2016 - *Remote Sensing Technologies for Enhancing Forest Inventories: A Review*. Ca-nadian Journal of Remote Sensing, 42 (5): 619-641. https://doi.org/10.108 0/07038992.2016.1207484

119

Davide Ascoli - Valentina Bacciu - Anna Barbati

Giovanni Bovio - Donatella Spano

**Dalla ricerca alla governance**

**degli incendi boschivi in Italia**

1. Aspetti storici e scopo del lavoro

Nel IV Congresso Nazionale di Selvicoltura del 2018, tra i nume-rosi argomenti, si trattò degli incendi boschivi. A questo riguardo, si sottolineò l’opportunità di cambiare il sistema di governance incendi in Italia aumentando la sinergia fra le attività di previsione, prevenzio-ne e lotta attiva attraverso la pianificazione integrata del territorio. Il presente lavoro intende discutere i cambiamenti nel sistema di gover-nance degli incendi in Italia avvenuti dal 2018 e come la ricerca italia-na abbia avuto un ruolo importante nel fornire indirizzi per le strategie di previsione, prevenzione e lotta attiva agli incendi.

Per questo scopo si ritiene utile ricordare i punti salienti dell’evo-luzione storica della materia antincendi boschivi che in Italia vanta un’esperienza di circa cento anni. Infatti, le attuali conoscenze e la organizzazione della governance incendi a scala regionale e nazionale derivano dalla storia e dai passi susseguitisi nel tempo. Già nel 1926,

*Davide Ascoli*: Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università di Torino.

*Valentina Bacciu*: Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per la BioEconomia, Sassa-ri; Centro EuroMediterraneo sui Cambiamenti Climatici, Divisione IAFES, Sassari.

*Anna Barbati*: Dipartimento per la Innovazione nei Sistemi Biologici, Agroalimentari e Forestali, Università della Tuscia (Viterbo).

*Giovanni Bovio*: Già Professore Ordinario nell’Università di Torino.

*Donatella Spano*: Centro EuroMediterraneo sui Cambiamenti Climatici, Divisione IAFES, Sassari.

121

D. ASCOLI *ET AL.*

in occasione del “Convegno internazionale di selvicoltura” di Roma, si evidenziò il problema degli incendi boschivi la cui gestione all’epoca veniva disciplinata dalla Legge 3267/1923 “Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani”. Anche se alcune disposizioni per il contrasto degli incendi venivano indicate dalle “Prescrizioni di massima di polizia forestale” previste dalla Leg-ge 3267/1923, non si disponeva di una normativa specifica dedicata all’argomento. Successivamente, nel 1967, con il convegno di Berga-mo “L’incremento del patrimonio forestale e la sua difesa dal fuoco” si sottolineò come il problema da affrontare fosse eminentemente fore-stale e che la sua soluzione dovesse basarsi sulla prevenzione selvicoltu-rale più che sull’estinzione.

Tuttavia, solo con la Legge 47/75 “Norme integrative per la difesa dei boschi dagli incendi” si poté affrontare in generale l’argomento. In particolare, l’Art. 1 prevedeva che fossero disposti appositi piani, da revisionare periodicamente, finalizzati alla difesa e alla conservazione del patrimonio boschivo. Si riteneva che il problema dovesse essere affrontato tempestivamente. Infatti, si stabiliva che i piani dovessero essere realizzati entro 180 gg. dall’entrata in vigore della L. 47/75. Il servizio di estinzione era affidato al Corpo Forestale dello Stato (CFS) attraverso la formazione di gruppi meccanizzati di alta specializzazione e pronto intervento. Si prevedeva anche la formazione dei Volontari antincendi boschivi. Si trattava inoltre la prevenzione sotto vari aspetti e la ricostituzione dei boschi danneggiati dal fuoco. Si fornivano in-dicazioni sulla previsione dello stato di pericolosità, strumento assai utile per allertare i servizi di avvistamento e di estinzione. L’attenzione alla pericolosità, prevista dalla Legge, stimolava non solo l’operatività ma anche l’attività scientifica necessaria per mettere a punto metodi di previsione del pericolo. Ne è un esempio l’applicazione del metodo australiano che, con le opportune modifiche, veniva adottato dal CFS. I risultati della previsione erano attendibili per gli incendi nelle condi-zioni meteo estive, ma non altrettanto valide per gli eventi invernali, soprattutto in ambiente alpino. Questa carenza stimolò ricerche che ottennero la messa a punto del metodo IREPI (Indice di Riduzione Evapotraspirazionale di Pericolo di Incendio) basato su un bilancio idrico (Bovio *et al.*, 1984) adatto per territori con maggiore frequenza

122

DALLA RICERCA ALLA GOVERNANCE DEGLI INCENDI BOSCHIVI

invernale di incendio. Numerose ricerche, prevalentemente condotte con finanziamenti europei, approfondirono il confronto tra i vari me-todi di previsione (Marcozzi *et al.*, 1994; Viegas *et al.*, 1994; Bovio e Camia, 1997) ed evidenziarono l’affidabilità del metodo canadese ancora oggi in uso. Una buona previsione del pericolo divenne con il tempo sempre più importante non solo per preallarmare i servizi ma anche per applicare il fuoco prescritto, tecnica di prevenzione efficace, di non semplice applicazione e spesso non completamente compresa nella sua utilità (Bovio e Ascoli, 2013).

Dalle indicazioni esposte si evidenzia come la L. 47/75 abbia rap-presentato il primo passo per una governance degli incendi dove le attività di previsione, prevenzione ed estinzione risultavano integrate. Alla fine degli anni ’70, l’estinzione era attuata dai servizi struttura-ti, coadiuvati dalle organizzazioni di volontariato. Si diffusero moduli auto-trasportati con motore-pompa-naspo-serbatoio per fare l’attacco diretto al fronte di fiamma. Queste attrezzature, che sostituirono quel-le manuali, dovevano essere facilmente trasportabili. Pertanto, i ser-batoi normalmente non superavano i 500 litri per essere compatibili con mezzi adatti a transitare su strade forestali. Le autobotti pesanti, di maggiore capacità, si dimostrarono inefficaci per la difficoltà di rag-giungere il bosco e furono destinate solo alle zone in cui si dovevano presidiare insediamenti abitativi. Successivamente si ricorse agli eli-cotteri, prevalentemente gestiti dalle Regioni, sia per il trasporto di persone sia per l’attacco diretto al fronte di fiamma con lanci di acqua trasportata in serbatoi, sia integrati sia al gancio baricentrico. Si ricorse poi ad aeromobili ad ala fissa, dapprima ai C130 ed ai G222 dell’aero-nautica militare e successivamente ai Canadair, inizialmente affidati al CFS, poi con varie modalità di gestione fino a quelle attuali.

Con il miglioramento del Servizio Anti Incendi Boschivi (AIB) e soprattutto con la previsione del pericolo meteorologico, emerse la possibilità di aumentare la tempestività di intervento su focolai in fase iniziale segnalandone posizione e potenzialità di sviluppo tramite l’av-vistamento. Questo doveva intensificarsi in corrispondenza di elevata frequenza di incendi. Si organizzò l’osservazione con aeromobili leg-geri che transitavano in zone con alta probabilità di innesco; tuttavia, questa modalità di avvistamento non si diffuse molto. Si affermarono

123

D. ASCOLI *ET AL.*

maggiormente sistemi per trasmettere immagini collocati in punti pa-noramici. In Piemonte, nel 1979 venne realizzato il primo impianto basato su telecamere con immagini del campo visibile che permet-tevano l’osservazione da remoto di una vasta area. Un perfeziona-mento fu ottenuto successivamente con l’applicazione di sensori all’infrarosso che potevano essere abbinati o sostituire le tradizionali telecamere. In tale modo si potevano individuare focolai iniziali in funzione delle emanazioni infrarosse dei corpi caldi. Furono anche realizzati impianti di avvistamento dotati di appositi modelli per la simulazione del propagarsi dell’eventuale incendio. Si trattava tutta-via di strutture complesse la cui utilità non appariva proporzionale ai costi e che successivamente non vennero più usate.

Si prevedeva anche di ripristinare la copertura forestale danneggiata dal fuoco con interventi selvicolturali. Questi avevano anche valenza di prevenzione per eventuali successivi incendi, evidenziando come si ri-tenesse opportuno equilibrare prevenzione, estinzione e ricostituzione, nella convinzione che nessuna delle tre potesse da sola essere risolutiva.

Questa impostazione stimolava la nascita di numerose attività operative e di ricerca necessarie per organizzare e raggiungere cono-scenze non ancora disponibili. La L. 47/75 segnò l’avviamento della governance incendi a livello nazionale, pur presentando ancora alcu-ne carenze. Tutte le attività descritte si trasformarono nel tempo con evoluzioni varie. Con il D.P.R. 616/1977 le funzioni amministrative in materia di agricoltura e foreste vennero trasferite alle Regioni che promulgarono specifiche leggi in materia antincendi.

A livello nazionale, la materia fu rivisitata con la L. 353/2000 “Leg-ge quadro in materia di incendi boschivi” che superò alcune carenze della L. 47/75, sia nelle leggi regionali, come la definizione di incendio boschivo. Questa Legge quadro, confermò che le Regioni approvassero il piano regionale contro gli incendi boschivi (Piano AIB) che con la progressiva esperienza divenne via via più evoluto. Infatti, prima della L. 353/2000 generalmente si seguiva il criterio di pianificazione del *Fire control*, che non faceva distinzione di gravità tra i vari incendi eche ipotizzava di estinguerli sempre con ogni possibile mezzo. In se-guito, apposite ricerche scientifiche hanno evidenziato che l’impatto di un incendio varia con la sua severità e con la vulnerabilità della

124

DALLA RICERCA ALLA GOVERNANCE DEGLI INCENDI BOSCHIVI

copertura forestale (Bovio e Camia, 2004; Bovio *et al.*, 2004). Inoltre, un limitato numero di piccoli incendi, non dannosi, può essere con-siderato fisiologico per un determinato territorio. Pertanto, si affermò il criterio della “Superficie percorsa ammissibile annua” definita quanti-tativamente. In tale modo si ipotizza di non affrontare tutti gli incendi nello stesso modo ma di modulare gli interventi in rapporto alle effettive condizioni di vulnerabilità del bosco. Il piano ha l’obiettivo di non su-perare una soglia ammissibile di superficie percorsa dal fuoco annuale. Questa impostazione nota come *Fire management* ha progressivamente sostituito la precedente impostazione del *Fire control* (Bovio e Marchi, 2010). Inoltre, nell’evoluzione dei piani si è data sempre più importan-za a prevenire e fronteggiare gli incendi estremi che superando un valore critico di intensità (Bovio, 2019) non sono affrontabili con nessun mez-zo di estinzione. Tuttavia, per poter conferire al Piano AIB la capacità di descrivere la vulnerabilità delle differenti aree del territorio e della po-tenzialità di sviluppo di incendi estremi è necessaria una specifica analisi. Questo argomento è stato affrontato in dettaglio per la pianificazione antincendio dei parchi nazionali (Bertani e Bovio, 2020).

Queste analisi comportano un lavoro impegnativo, che talvolta si preferisce evitare, come si osserva in alcuni piani in cui l’obiettivo vie-ne solo indicato in modo descrittivo e non quantitativo. Questa erro-nea tendenza si è rafforzata a seguito del D.Lgs. 177/2016 con cui il CFS è stato assorbito dall’Arma dei Carabinieri, e che ha attribuito al Corpo nazionale dei Vigili del Fuoco la lotta attiva contro gli incen-di boschivi. Infatti, come conseguenza di queste disposizioni si tende a dare sempre maggiore importanza all’estinzione, influenzando così anche la pianificazione che si sofferma meno sulle analisi necessarie per la prevenzione. Questa tendenza non è cambiata neppure a seguito della L. 155/2021 “Disposizioni per il contrasto agli incendi boschivi e altre misure urgenti di protezione civile” che ha destinato risorse quasi esclusivamente per l’estinzione. Tuttavia, questa Legge ha anche trattato aspetti indubbiamente positivi che verranno trattati nel pros-simo paragrafo (es. introduzione della definizione di fuoco prescritto, controfuoco e interfaccia urbano-rurale).

Considerato il quadro storico, l’obiettivo del presente lavoro è di-scutere l’evoluzione della materia incendi nel recente passato. Si vo-

125

D. ASCOLI *ET AL.*

gliono evidenziare gli aspetti di rilievo sia di ricerca sia operativi emersi dal IV Congresso Nazionale di Selvicoltura del 2018. Si evidenzieran-no i recenti sviluppi, le migliori ricerche pubblicate, gli strumenti di governance adottati o in fase di sviluppo nelle diverse Regioni italiane e a livello nazionale, portando all’attenzione del lettore le buone pra-tiche e alcuni modelli di governo integrato degli incendi. In secondo luogo, a partire dalla più recente letteratura su cambiamenti climatici, incendi boschivi e adattamento, si evidenzieranno gli scenari attesi per l’Italia e i principali impatti sugli incendi boschivi in corrispondenza di diversi possibili livelli di riscaldamento globale e, in un quadro di gestione integrata, si presenteranno i più recenti avanzamenti in ter-mini di studi e approcci, da quelli modellistici a quelli partecipativi.

2. Dalla ricerca alla governance

In Italia, gli incendi percorrono mediamente 107.000 ettari di territorio ogni anno e rappresentano uno dei principali pericoli con impatti sulla nostra società (Elia *et al.*, 2020; Scarpa *et al.,* 2024). No-nostante una riduzione della superficie bruciata nel decennio passato, le annate climatiche estreme continuano a generare incendi di grandi dimensioni, con impatti significativi (Elia *et al.*, 2022; Spadoni *et al.*, 2023). Negli ultimi decenni, le complesse interazioni fra cambiamenti socioeconomici e di uso del suolo nei territori rurali italiani, uso del fuoco in ambito agro-silvo-pastorale (Lovreglio *et al.*, 2010) e aumen-to nella frequenza di estremi meteorologici (es. siccità, ondate di ca-lore), hanno determinato un regime di incendi caratterizzato da una forte concentrazione della superficie bruciata in anni a meteorologia estrema (Ascoli *et al.*, 2021; Salis *et al.,* 2022). In questi anni la magni-tudo del processo supera la capacità di estinzione dei sistemi di lotta attiva regionali, con impatti più che proporzionali sulla popolazione e la funzionalità degli ecosistemi (De Ferrari, 2020; Nolè *et al*., 2022; Scarpa *et al.*, 2024). Questa situazione ha spesso portato a politiche di gestione emergenziale, trascurando l’importanza di strategie di go-verno del territorio per la creazione di paesaggi resilienti agli incendi (Kirshner *et al*., 2024).

126

DALLA RICERCA ALLA GOVERNANCE DEGLI INCENDI BOSCHIVI

Per trovare soluzioni a questo problema la ricerca italiana negli ultimi 5 anni ha investito risorse per testare modelli di governo integrato de-gli incendi basati sulla pianificazione strategica della prevenzione a scala territoriale, perfezionare le tecniche di riduzione della infiammabilità a supporto della lotta attiva all’interno di infrastrutture difensive (es. viale tagliafuoco), o per meglio comprendere le dinamiche ecologiche post-incendio a supporto della ricostituzione e della funzionalità dei sistemi forestali (Bacciu *et al.*, 2022; Ascoli *et al.*, 2023; Kirshner *et al*., 2024).

In riferimento all’area tematica della prevenzione a scala territo-riale, un consistente filone di ricerca ha interessato l’impiego di ap-procci modellistici basati sul *Machine Learning* per la mappatura della suscettibilità del territorio agli incendi a scala nazionale (Elia *et al.*, 2020; Cilli *et al*., 2022; Trucchia *et al*., 2022) o regionale, es. in Ligu-ria (Tonini *et al*., 2020), con risoluzione spaziale variabile tra 100 m e 2 km. Altri approcci statistici basati su modelli binomiali hanno con-sentito di delineare le aree più suscettibili agli incendi in Sardegna e Puglia (D’Este *et al*., 2020). Studi condotti a scala regionale in Sarde-gna, tramite strumenti di simulazione della propagazione degli incendi, hanno prodotto mappe di esposizione del territorio e delle infrastrutture agli incendi, in funzione di condizioni bioclimatiche, di uso del suolo e di variabili meteo quale direzione e intensità dei venti dominanti (Salis *et al.*, 2021). Ricerche condotte in sette isole mediterranee, tra cui Sar-degna e Sicilia, ad alta attrattività turistica, basate sulla metodologia di valutazione *impact value chain* hanno contribuito a evidenziare differen-ze tra i settori socio-economici o fasce di popolazione nell’esposizione agli impatti conseguenti agli incendi nello scenario attuale e futuro dei cambiamenti climatici nonché indicatori della capacità di adattamento, inclusi indicatori di pianificazione AIB (Bacciu *et al.*, 2021).

Un altro filone di studi interessa le aree di interfaccia urbano-rurali. Alla luce di analisi di serie storica, entro 200 metri dalle aree edifica-te si concentrano quasi il 50% degli incendi e più di due terzi degli incendi ricorrenti (Mancini *et al.*, 2018a). Modelli di previsione della probabilità d’innesco sviluppati per la Regione Puglia, indicano come l’insorgenza e la frequenza degli incendi siano significativamente in-fluenzati dalla densità di popolazione, dalla presenza di centri urba-ni con probabilità più elevate lungo la costa nelle aree di interfaccia

127

D. ASCOLI *ET AL.*

urbano-rurali caratterizzate dalla presenza di arbusteti e macchia me-diterranea (Elia *et al.*, 2019). Secondo una recente mappatura a scala nazionale delle aree di interfaccia urbano-rurali, più della metà del territorio nazionale è interessato da aree di interfaccia, prevalentemen-te con aree edificate a tessuto aggregato o sparso, piuttosto che edifici isolati (D’Este *et al.*, 2021).

Nell’ottica di una pianificazione degli interventi di prevenzione e di una loro ottimizzazione, ricerche condotte tramite strumenti di simu-lazione in casi di studio in Sardegna, hanno consentito di individuare strategie per la riduzione del pericolo incendi attraverso la gestione della biomassa infiammabile in contesti territoriali caratterizzati da un uso agro-pastorale (Salis *et al.*, 2018): interventi in prossimità della rete stradale risultano più efficienti nel limitare la propagazione incen-di, soprattutto in presenza di velocità del vento elevate, mentre unità di trattamento di dimensioni maggiori sono più efficaci nel contenere lo sviluppo degli incendi.

Alcuni studi dimostrano infine su basi quantitative quanto il tema della prevenzione incendi non possa essere affrontato attraverso poli-tiche settoriali, ma richieda invece modelli di governo integrato degli incendi. In particolare, è stata dimostrata una stretta associazione tra contesti economicamente svantaggiati (disoccupazione persistente, povertà, disuguaglianze sociali e invecchiamento della popolazione) e la frequenza degli incendi, nonché una correlazione tra omogeneizza-zione della struttura del mosaico paesistico e dimensione media delle superfici percorse (Mancini *et al.*, 2018b). In particolare, gli incendi di grande dimensione (>500 ha) tendono selettivamente a verificarsi in aree caratterizzate da fenomeni di espansione del bosco in terreni abbandonati, mentre gli incendi ricorrenti tendono a verificarsi in aree con una maggiore transizione da pascoli e praterie abbandonate verso arbusteti (Ascoli *et al.*, 2021). Alcuni studi hanno inoltre mostrato un disaccoppiamento a scala comunale tra “fabbisogno” di prevenzione e spesa PSR per misure a effetto diretto (interventi AIB) e indiretto (in-vestimenti che contribuiscono a contrastare le cause specifiche dell’ab-bandono delle attività agricole) sulla mitigazione del rischio incendi (Colonico *et al.*, 2022). In questo senso, è auspicabile un rafforzamen-to del legame tra spesa PSR e pianificazione AIB, come già avviene per

128

DALLA RICERCA ALLA GOVERNANCE DEGLI INCENDI BOSCHIVI

le misure dirette di prevenzione AIB, collegate al rischio di incendio stabilito in base ai piani di prevenzione regionale. Ciò può avvenire introducendo criteri di premialità anche per tutte le misure del PSR in grado di ridurre l’impatto dell’abbandono dei territori rurali e mante-nere un mosaico agro-forestale nei territori a rischio o attraverso l’in-troduzione di bandi multi-misura che prevedano, tra le varie finalità, la riduzione del rischio incendio in specifici territori caratterizzati da livelli elevati di rischio di incendio.

Di pari passo, le idee per un rinnovato approccio alla governance degli incendi sono confluite nella Strategia Forestale Nazionale, nei decreti interministeriali di attuazione del Testo Unico Forestale (es. D. Inter. n. 563765 - Criteri minimi dei PFIT), e nell’aggiornamento della normativa sugli incendi boschivi (es. L. 155/2021) con l’introdu-zione del Comitato Tecnico e del Piano Nazionale Incendi Boschivi.

La Strategia Forestale Nazionale (SFN) riconosce la complessità del fenomeno, promuove politiche integrate per affrontarlo e mira a integrare misure di prevenzione incendi con altre strategie di pianifi-cazione territoriale e forestale (Ascoli *et al.*, 2022). La SFN propone il coordinamento delle istituzioni competenti per supportare l’integra-zione delle misure di prevenzione e mitigazione del rischio incendi. La frammentazione delle competenze e dei servizi rende infatti difficile il coordinamento delle azioni di prevenzione e lotta agli incendi. Per affrontare questo aspetto, a novembre 2021 è stata emanata la L. 155, di conversione, con modificazioni, del D.L. 120, recante disposizioni per il contrasto degli incendi boschivi. Questa Legge ha introdotto un “Comitato tecnico” (Art. 1, c. 2), costituito con decreto del Capo Dipartimento di Protezione civile, composto da rappresentanti del si-stema di governo incendi in Italia (Regioni, Comuni, Ministeri com-petenti, Vigili del Fuoco, Carabinieri Forestali). Il Comitato fa una ricognizione ogni 3 anni delle esigenze di aggiornamento tecnologico e accrescimento della capacità operativa delle Regioni (Art. 1, c. 1). Inoltre, acquisisce le revisioni annuali dei piani di previsione, preven-zione e lotta (Art. 3, Legge 353/2000), ne fa una lettura sinottica ed esprime un parere non vincolante (Art. 4, c. 1). Altro aspetto di inte-resse introdotto dalla L. 155/2021 è il “Piano nazionale di coordina-mento per l’aggiornamento tecnologico e l’accrescimento operativo”

129

D. ASCOLI *ET AL.*

(Piano nazionale) (Art. 1, c. 3), approvato con decreto Presidente del Consiglio, previa intesa in sede di Conferenza unificata (Stato-Regio-ni), redatto in base alla ricognizione del Comitato Tecnico.

Sia la SFN che la L. 155/2021 hanno stabilito obiettivi per mi-gliorare la raccolta e l’analisi dei dati sugli incendi e promuovere in-terventi di prevenzione attiva. Nella Sotto-Azione 2.5 della SFN si affronta il tema delle “Statistiche e Catasto incendi”, considerato strategico per il governo degli incendi boschivi. Vengono stabiliti gli obiettivi da raggiungere in 5 anni per migliorare la raccolta, analisi e diffusione dei dati sugli incendi in Italia. Fra questi, la definizione di aspetti tecnici e procedurali univoci in tutte le Regioni per delimitare la superficie percorsa dai singoli eventi e restituirla in modo omogeneo tramite un sistema nazionale di cartografia georiferita e relativa ban-ca dati degli incendi boschivi accessibile a tutti da remoto. A seguito della L. 155/2021, in risposta alla Strategia Forestale Nazionale, i Carabinieri Forestali hanno creato il Geoportale Incendi Boschivi in cui si possono consultare i dati tabellari delle superfici percorse nelle Regioni a statuto ordinario a partire dal 2021, e visualizzare i relativi perimetri incendi su un webgis.

Infine, la SFN definisce come prioritario il finanziamento della pia-nificazione e realizzazione di interventi preventivi nelle aree più su-scettibili agli incendi. La pianificazione integrata a livello regionale e nazionale è considerata fondamentale per affrontare efficacemente il problema degli incendi. In Italia, la pianificazione antincendi boschivi (AIB) viene realizzata a diverse scale. Le Regioni e le Province Auto-nome, competenti per il governo incendi all’interno dei propri confini amministrativi, predispongono il Piano di Previsione Prevenzione e Lotta Attiva agli incendi boschivi (Art. 3, L. 353/2000), che definisce l’organizzazione del sistema di governo incendi e gli obiettivi strategici di mitigazione degli impatti. Fondamentale è l’analisi del rischio, che identifica le aree più vulnerabili. A scala sotto-regionale, l’art. 8 della L. 353/2000 introduce i Piani AIB dei parchi nazionali, allegati al Pia-no AIB regionale. Tuttavia, entrambi i piani non dettagliano la distri-buzione degli interventi strutturali per la prevenzione degli incendi. Per favorire la pianificazione strategica delle infrastrutture a supporto della lotta attiva, alcune Regioni stanno sviluppando piani a scala territoria-

130

DALLA RICERCA ALLA GOVERNANCE DEGLI INCENDI BOSCHIVI

le. In Regione Toscana, a partire dal 2018 sono stati introdotti i Piani Specifici di Prevenzione AIB (Cacciatore *et al.,* 2020). Finora, sono stati elaborati venti di questi piani per le aree caratterizzate da un alto rischio di incendi boschivi e una notevole presenza di infrastrutture e persone. L’obiettivo principale di tali piani è individuare Punti Stra-tegici dove attuare interventi di riduzione del pericolo incendi attra-verso la gestione della biomassa infiammabile. Tali interventi devono essere pianificati per ottimizzarne l’efficacia in relazione alla superficie potenzialmente trattabile, ai costi e ad altri fattori come le condizio-ni meteorologiche locali, i venti dominanti, il comportamento degli incendi passati e gli indici di pericolo meteorologico, oltre al tipo di combustibile presente. I Piani Specifici adottano azioni preventive con tre obiettivi chiave: operativo (contenere gli incendi entro la capacità di soppressione regionale), protezione (ridurre il rischio nelle aree di confine tra abitazioni e boschi) e presidio (rafforzare attività econo-miche sostenibili nelle zone marginali per ridurre il pericolo di grandi incendi). Il conseguimento di tali obiettivi richiede la pianificazione e l’attuazione di interventi di selvicoltura preventiva, fuoco prescritto e pascolo lungo le infrastrutture preventive e per proteggere le aree di in-terfaccia tra aree urbane e rurali, al fine di preparare progressivamente il territorio a fronteggiare gli incendi. La Regione Toscana ha avviato la registrazione degli interventi suddivisi per tipologia tramite la propria banca dati, con l’obiettivo di creare una rete infrastrutturale di opere preventive e pianificare la loro manutenzione nel tempo.

In altre Regioni, la pianificazione della prevenzione su scala ter-ritoriale è stata integrata nei Piani Forestali di Indirizzo Territoriale (PFIT) (Ascoli *et al.*, 2022). Il Decreto Interministeriale n. 563765 del 28/10/2021, che stabilisce i criteri minimi dei PFIT, prevede che essi recepiscano e coordinino gli indirizzi dei Piani AIB regionali e dei Piani AIB dei Parchi Nazionali (Art. 8, L. 353/2000). Inoltre, per ogni area omogenea, i PFIT individuano gli indirizzi gestionali e le priorità per la protezione diretta e la prevenzione degli incendi (c. 8c). Al fine di includere la pianificazione della prevenzione incendi nei PFIT, al-cune Regioni come la Lombardia e il Piemonte hanno delineato linee guida. Queste prevedono la valutazione della pericolosità e del rischio incendi, l’analisi degli incendi storici e potenziali, nonché l’individua-

131

D. ASCOLI *ET AL.*

zione di zone di prevenzione e la pianificazione degli interventi. Gli interventi di prevenzione definiti dai piani territoriali sono dettagliati tramite progetti esecutivi e finanziati attraverso diversi fondi, dall’am-bito dello sviluppo rurale alla conservazione degli habitat (Ascoli *et al.*, 2023). Il Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020 ha visto notevoli investimenti per interventi preventivi strutturali, come viali tagliafuo-co verdi e fuoco prescritto (Colonico *et al.*, 2022). La tecnica del fuo-co prescritto, introdotta a livello nazionale con modifiche legislative,

* stata sperimentata e sviluppata soprattutto in Sardegna e Toscana (Ascoli e Bovio, 2013).

3. Cambiamenti climatici e governance incendi

Il riscaldamento globale è ormai una realtà pervasiva con cui anche la gestione degli incendi deve fare i conti. L’Italia, come molte altre Re-gioni, ha registrato un aumento significativo della temperatura media annua (Spano *et al.*, 2020), della siccità e delle ondate di calore (Elia *et al.*, 2024), contribuendo a creare condizioni favorevoli agli incendi(Jones *et al.*, 2022). Le caratteristiche del clima atteso sul periodo futu-ro sono state recentemente analizzate dalla Fondazione Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC) nell’ambito del progetto “G20 Climate Risk Atlas” (Spano *et al.*, 2020). Lo studio ha evidenziato, per le temperature medie, un aumento quasi uniforme sul territorio, compreso tra +1°C e +5°C a seconda delle ipotesi di scena-rio considerate, e per le precipitazioni scarse differenze regionali, con una generale diminuzione in estate e tendenze antitetiche in inverno (diminuzioni al sud e aumenti al nord). I cambiamenti climatici po-tranno esacerbare specifiche componenti del rischio di incendio (ad esempio, frequenza, dimensione e gravità). Recentemente, Spano *et al.* (2021) hanno proposto una revisione della letteratura scientifica più recente che esamina l’impatto dei cambiamenti climatici sulle future metriche degli incendi nell’Europa meridionale, in particolare in Ita-lia. Le revisioni hanno incluso studi di proiezione (ad esempio, studi che proiettano il pericolo di incendi o l’attività degli incendi nei pros-simi decenni sulla base di uno scenario di cambiamento climatico) e

132

DALLA RICERCA ALLA GOVERNANCE DEGLI INCENDI BOSCHIVI

studi che affrontano la comprensione e la modellazione delle relazioni clima-incendio nel contesto europeo. Alcuni studi (Moriondo *et al.*, 2006; Arca *et al.*, 2012; Bedia *et al.*, 2014a; Faggian, 2018) hanno utilizzato il sistema *Fire Weather Index* (FWI) per valutare il pericolo di incendi e la durata della stagione sulla base di scenari climatici AR4 e AR5, e indicano un aumento dal 20% al 40% entro il 2050 sulla mag-gior parte del territorio nazionale. Moriondo *et al.* (2006) e Bedia *et al*. (2014a) prevedono inoltre un allungamento della stagione degli incen-di da 20 a 40 giorni entro la fine del secolo, attribuibile a condizioni di siccità prolungate e ondate di calore precoci che influenzano lo stato idrico della vegetazione (Pellizzaro *et al.*, 2014), aumentando la suscet-tibilità all’accensione e agli incendi intensi, potenzialmente portando a incendi di chioma. Altri autori (Amatulli *et al.*, 2013; Migliavacca *et al.*, 2013; Turco *et al.*, 2018) hanno invece esaminato i futuri anda-menti delle aree bruciate, attraverso diversi approcci modellistici con vari gradi di complessità, suggerendo un potenziale aumento dell’area bruciata che va dal 37% al 187% per la regione euro-mediterranea en-tro la fine del secolo. Pochi studi in Europa, e per lo più concentrati su aree limitate, si sono occupati di simulare gli impatti dei cambiamenti climatici sulle caratteristiche degli incendi (probabilità di accensione, lunghezza della fiamma o addirittura dimensioni dell’incendio) (Arca *et al.*, 2012; Kalabokidis *et al.*, 2016; Mitsopoulos *et al.*, 2016). Alivello italiano, un unico studio (Lozano *et al.*, 2016) si è concentra-to su questi aspetti. I risultati mostrano come il Sud Italia e le Isole si distinguano tra le aree subnazionali analizzate per quanto riguarda l’aumento dei valori di intensità e di esposizione al rischio potenziale e la possibilità di avere grandi incendi entro la fine del secolo.

Tuttavia, come già detto sopra, il clima è uno dei fattori che deter-minano le complesse interazioni e retroazioni tra i fattori ambienta-li, ecologici e umani che influenzano il regime degli incendi e i loro impatti (Aldersley *et al.*, 2011). Pertanto, “il livello di rischio degli incendi indotto dai cambiamenti climatici dipende anche alla vulne-rabilità delle comunità rispetto agli incendi e da come si evolveranno nel tempo la popolazione, la tecnologia e i modelli di gestione del territorio” (IPCC, 2019). In questo contesto, nel 2018, l’Unione Eu-ropea ha pubblicato una revisione critica delle conoscenze, metodolo-

133

D. ASCOLI *ET AL.*

gie e tecnologie prodotte negli ultimi due decenni per capire le nuove prospettive per la gestione del rischio di incendio boschivo di fronte ai cambiamenti climatici e ambientali, alle tendenze sociali e culturali e alle dinamiche di crescita. I risultati dell’analisi hanno posto ulte-riormente l’accento sull’urgente necessità, già espressa dalla comunità degli scienziati e dei professionisti della gestione degli incendi, di cam-biare il paradigma dominante (quasi totalmente basato sulla risposta all’emergenza) e di mettere in atto nuovi percorsi per lo sviluppo di po-litiche integrate basate su risposte sistemiche (Bacciu *et al.*, 2022; Tedim *et al.*, 2021). In più, dato il contesto dei cambiamenti globali in atto, sisottolinea e riconosce l’importanza dell’adattamento nella gestione de-gli incendi boschivi (e.g., Bacciu *et al.*, 2022; McWethy *et al.*, 2019; Schoennagel *et al.*, 2017), inteso come insieme di azioni che mirano a ridurre i rischi climatici e la vulnerabilità, superando i limiti della set-torialità della gestione a breve termine, promuovendo l’integrazione fra discipline e individuando soluzioni e prospettive a medio-lungo termine e sostenibili. L’adattamento si esplicita attraverso l’utilizzo di dati, stru-menti modellistici e approcci innovativi che consentano di analizzare il rischio di un dato territorio considerandone tutte le componenti e inte-grandole con la valutazione della coerenza fra le politiche che insistono su quel territorio. Spesso si tratta di soluzioni *no-regrets* (senza rimpian-ti), cioè meritevoli di essere perseguite indipendentemente dal percorso climatico finale, grazie ai loro molteplici co-benefici (CE, 2021).

A livello nazionale, diversi obiettivi di adattamento sono stati iden-tificati da recenti rapporti e strategie (ad esempio, PNACC, 2023; SRACC, 2019), come la *promozione di azioni di governance* degli in-cendi integrate tra diversi livelli territoriali e agenzie (Cacciatore *et al*., 2020; Bacciu *et al.,* 2022; Kirshner *et al.,* 2024). Colonico *et al.* (2022) e Spadoni *et al.* (2023) hanno verificato come le misure di governan-ce del territorio possano influenzare i modelli di incendi boschivi in Italia e mitigare il rischio di incendi boschivi. Kirscnher *et al.* (2023) hanno analizzato come le diverse procedure di governance nazionali e subnazionali interagiscono per promuovere particolari strategie di ge-stione del rischio, evidenziando come i fattori di governance possano ostacolare e sostenere un cambiamento di paradigma nella gestione del rischio incendi in Italia. La governance adattativa è un pilastro centrale

134

DALLA RICERCA ALLA GOVERNANCE DEGLI INCENDI BOSCHIVI

del quadro sistemico di gestione del rischio incendi proposto da Bac-ciu *et al.* (2022): per promuovere la creazione di paesaggi resilienti agli incendi sono necessari la cooperazione e il coordinamento tra le varie scale per superare la governance frammentata e a breve termine.

Sotto il grande ombrello della governance, sono inclusi diversi obiettivi e azioni specifiche. Ad esempio, la promozione del coordina-mento e della convergenza fra le politiche di mitigazione del rischio in-cendi con le politiche ambientali e di conservazione nelle aree protette e le politiche agricole e forestali (e.g., Ascoli *et al.*, 2022); oppure l’a-vanzamento nel settore della bioeconomia, che offre risultati promet-tenti per ridurre il rischio di incendi (Verkerk *et al.*, 2018), creando al contempo nuovi modelli di business a beneficio degli agricoltori e dei proprietari forestali (Ascoli *et al.*, 2023; Marchetti e Ascoli, 2018). Ad esempio, il progetto Life Granatha nell’area del Pratomagno, in Italia centrale, ha prodotto scope biologiche con l’erica raccolta lungo le fa-sce antincendio gestite con il duplice obiettivo di riduzione del rischio di incendio e la conservazione degli habitat (Ascoli *et al.*, 2018). Un altro obiettivo è la promozione della pianificazione e della gestione forestale in modo integrato e sostenibile. La gestione sostenibile delle foreste può fornire benefici economici, immediati e a lungo termine alle comunità (IPCC, 2019) e sostenere un sistema verso la resilienza (Nocentini *et al.*, 2017).

A questo obiettivo si lega anche quello di promuovere, attraverso l’implementazione di *soluzioni basate sui servizi ecosistemici,* una mag-giore resistenza e resilienza agli incendi attraverso la gestione del com-bustibile basata sui principi della selvicoltura sistemica (Bovio *et al.,* 2014) e prossima alla natura (Vacchiano *et al.*, 2020). Azioni come la riduzione del combustibile superficiale e l’interruzione della sua con-tinuità, come il decespugliamento e i fuochi prescritti, possono miti-gare l’intensità e la diffusione degli incendi. Nell’ambito del progetto H2020 FirEUrisk, sono state organizzate una serie di attività pilota legate al fuoco prescritto in varie località del Nord Ovest della Sarde-gna per il raggiungimento di molteplici obiettivi: migliore gestione dei territori agro-pastorali e contenimento di grandi incendi (Comune di Suni); formazione sul fuoco prescritto e messa in sicurezza di aree di interfaccia storicamente vulnerabili (Comune di Isili, Nuoro e Bonor-

135

D. ASCOLI *ET AL.*

va). È importante sottolineare come una gestione forestale pianificata e sostenibile permetta la convergenza di interessi diversi con effetti a cascata sulla sinergia e la cooperazione di più attori in una prospettiva multi-obiettivo (Ascoli *et al.*, 2022). Tali interventi richiedono una pianificazione a livello territoriale, integrando la prevenzione degli in-cendi e la pianificazione forestale e dando priorità alle aree più suscet-tibili di incendi estremi o di grandi dimensioni (e.g., Salis *et al.*, 2016).

Nel rispondere a tali necessità, diversi gruppi di ricerca hanno an-che contribuito all’obiettivo di adattamento che mira a *promuovere e rafforzare le azioni legate alla ricerca* attraverso lo sviluppo di diversi ap-procci promettenti per individuare zone ad alto rischio e determinare aree prioritarie in termini di azione di prevenzione per mitigare rischi e vulnerabilità (e.g., Corona *et al*., 2015; Elia *et al.*, 2020, 2022; Salis *et al.*, 2021, 2023; Trucchia *et al.*, 2022; Costa Saura *et al.*, 2023; Bacciu *et al.*, 2021; Sirca *et al.*, 2017). L’applicazione di metodologie basatesulla modellistica della propagazione per raggiungere gli obiettivi di cui sopra è stata, per esempio, uno degli obiettivi del progetto OFI-DIA2 e del progetto MED-Star (finanziati, rispettivamente, nell’am-bito dei programmi Interreg Italia-Grecia e Italia-Francia 2014-2020), che hanno visto lo sviluppo - fra l’altro - di piattaforme integrate a supporto del processo decisionale su prevenzione e monitoraggio del rischio incendi (Perello *et al.*, 2024; Mirto *et al.*, 2022; Trucchia *et al.*, 2020). Rimanendo nell’ambito della ricerca e dell’innovazione tecno-logica, un enorme potenziale in termini di supporto all’adattamento e allo sviluppo sostenibile è rappresentato dai cosiddetti “servizi clima-tici”, e in particolare dalle previsioni stagionali che, con un anticipo di tre o sei mesi, possono fornire informazioni relative alla severità o il pericolo stagionale degli incendi e fornire una stima dell’area a rischio (e.g., Costa Saura *et al.*, 2022a; Sánchez-García *et al.*, 2022; Turco *et al*., 2019), elementi fondamentali per predisporre attività strategichedi prevenzione e di controllo del territorio, specialmente in aree di interfaccia urbano-rurale particolarmente vulnerabili. L’adattamento implica inoltre la comprensione degli effetti degli incendi su qualità dell’aria, suolo, vegetazione e fauna (Scarpa *et al*., 2023; Ancillotto *et al.*, 2021; Castagna *et al.*, 2021; Maringer *et al.*, 2021; Memoli *et al*., 2021) e delle dinamiche ecologiche (e.g., Vaglio Laurin *et al*.,

136

DALLA RICERCA ALLA GOVERNANCE DEGLI INCENDI BOSCHIVI

2018; Nolè *et al*., 2022), specialmente in contesto di cambiamento climatico (e.g., Baudena *et al*., 2020; Spano *et al*., 2020; Tonarelli *et al.*, 2020), la pianificazione di interventi post-incendio (e.g., Canu *et al.*, 2022; Salis *et al*., 2019) e la promozione del recupero dell’ecosiste-ma e della biodiversità, fulcro delle ricerche nell’ambito del progetto FIRE-ADAPT (finanziato dal programma HORIZON-MSCA) e del Centro Nazionale per la Biodiversità (finanziato dal programma Next-Generation EU). Anche in questo ambito, sono stati recentemente svi-luppati diversi approcci modellistici basati sull’integrazione di dati sa-tellitari e dataset geospaziali in piattaforme on-line, come *Google Earth Engine* (e.g., Costa Saura *et al.*, 2022b), che permettono di individuarei cambiamenti, mappare le tendenze e quantificare le differenze nel post-incendio.

Un ulteriore obiettivo per l’adattamento risulta essere quello della *sensibilizzazione ed educazione* mirata a ridurre i rischi legati agli incen-di e incoraggiare comportamenti responsabili, in particolare nelle aree rurali o di interfaccia foresta-urbano, ma anche quello della *promozione di processi partecipativi* che, attraverso il coinvolgimento dei portatoridi interesse e delle istituzioni, facilitino la coprogettazione di comunità resilienti e capaci di adattarsi ai cambiamenti del regime degli incen-di. Negli ultimi anni, questo genere di esperienze si sono moltiplicate in Italia specialmente nell’ambito di progetti finanziati da programmi Interreg o LIFE. Per esempio, nell’ambito del progetto INTERMED (finanziato dal Programma Interreg Italia-Francia Marittimo 2014-2020) la Toscana ha visto nascere le prime comunità *firewise* (autopro-tezione dagli incendi), definendone le linee di indirizzo e le modalità con le quali pubblico, privato ed associazioni di volontariato possono coadiuvarsi per il perseguimento della stessa finalità di prevenzione ed autoprotezione dagli incendi boschivi (https://www.regione.toscana. it/firewise-comunit%C3%A0-antincendi-boschivi). Ancora, nell’am-bito del progetto strategico MED-Star, sono stati portati avanti de-gli approcci partecipativi online che hanno visto il coinvolgimento di numerose istituzioni e portatori di interesse dell’area di cooperazione transfrontaliera e che hanno permesso di definire obiettivi e opzioni di adattamento specifici per ogni Regione coinvolta e comuni per il territorio di programma (Bacciu *et al.*, 2022).

137

D. ASCOLI *ET AL.*

4. Conclusioni

Il presente lavoro, partendo dall’evoluzione storica della materia antincendi boschivi, ha presentato gli sviluppi della ricerca e della go-vernance incendi in Italia che supportano un modello di integrazione tra previsione, prevenzione e lotta e i più recenti avanzamenti in ter-mini di studi e approcci *climate-and-fire-smart*, da quelli modellistici a quelli partecipativi, attinenti alla tematica dell’adattamento ai cam-biamenti climatici.

Per quanto riguarda il primo argomento trattato, il lavoro permette di evidenziare alcune conclusioni chiave. I piani di prevenzione ter-ritoriale delineati, come i Piani Specifici in Toscana, i Piani Locali di Prevenzione AIB in Lombardia e i Piani di Prevenzione Territoriale in Piemonte, possono essere replicati in tutto il Paese. L’integrazione di questi strumenti di pianificazione nei Piani Forestali di Indirizzo Ter-ritoriale sembra essere un modello efficace che ottimizza le sinergie tra la prevenzione degli incendi e altri ambiti di pianificazione, fornendo al contempo una base solida per una strategia di lotta attiva sul territo-rio. Tuttavia, per garantire nel tempo territori resilienti agli incendi, è cruciale associare alla prevenzione strutturale una gestione attiva delle risorse agro-pastorali e forestali, promuovendo la gestione forestale so-stenibile e le filiere locali di trasformazione (Marchetti e Ascoli, 2018).

* necessario definire nei Piani AIB gli interventi di prevenzione strut-turali e le tecniche per la loro manutenzione eleggibili ai fondi per la prevenzione incendi, mentre meccanismi di pagamento dei servizi eco-sistemici possono riconoscere il valore della gestione forestale (Ascoli *et al.*, 2023). Inoltre, stimolare forme di associazionismo forestale esviluppare nuovi prodotti a base di fibre legnose potrebbe facilitare la sostenibilità economica degli interventi preventivi e promuovere la convergenza di interessi tra diversi attori. Questo approccio è allineato con le strategie forestali europee e nazionali e può contribuire sia alla riduzione del rischio incendi che allo sviluppo delle economie locali.

Per quanto riguarda il secondo aspetto, l’analisi ha in primo luogo evidenziato come il regime degli incendi potrà subire ulteriori modifi-che a causa dei cambiamenti climatici, che si prevede esacerberanno il comportamento, l’intensità e la frequenza degli incendi. Questa pre-

138

DALLA RICERCA ALLA GOVERNANCE DEGLI INCENDI BOSCHIVI

visione rafforza la necessità di ripensare alle strategie di gestione degli incendi, spostando l’attenzione, gli sforzi e gli impegni verso la preven-zione, che deve necessariamente integrare gli obiettivi a breve termine con quelli a medio-lungo termine per rispondere efficacemente alle sfi-de climatiche. Specialmente negli ultimi anni, la ricerca sulla tematica dell’adattamento del rischio incendi ai cambiamenti climatici è stata ritenuta sempre più strategica e si è concentrata su alcuni obiettivi di adattamento ad ampio spettro attraverso lo sviluppo di strumenti modellistici e approcci innovativi in grado di rafforzare la resilienza degli ecosistemi e delle comunità al rischio di incendi boschivi in un contesto di cambiamenti climatici. La promozione di azioni di go-vernance degli incendi integrate tra diversi livelli territoriali e agenzie risulta essere un aspetto cruciale, declinabile in azioni specifiche quali: la promozione del coordinamento e della convergenza fra le politiche di mitigazione del rischio incendi con le politiche ambientali, agricole e forestali, climatiche, urbanistiche e energetiche; la promozione della pianificazione e della gestione forestale in modo integrato e sostenibi-le, anche attraverso soluzioni basate sui servizi ecosistemici e la pro-mozione di processi partecipativi che facilitino la coprogettazione di comunità sensibili e resilienti ai cambiamenti in atto.

*Ringraziamenti*

Il contributo di Davide Ascoli è stato svolto nell’ambito del progetto Agritech National Research Center, European Union Next-Generation EU (PNRR)- Missione 4 Componente 2, Investimento 1.4- D.D. 1032 17/06/2022, CN00000022). Il contributo di Valentina Bacciu è stato svolto nell’ambito dei progetti FIRE-ADAPT (finanziato dal program-ma HORIZON-MSCA-2021-SE-01, GA n° 101086416) e FirEUrisk (finanziato dal programma Horizon 2020, GA n° 101003890). Dona-tella Spano ringrazia il progetto the European Union - NextGenera-tionEU within the National Biodiversity Future Center (NBFC; Project code CN00000033; CUP:13C22000720007).

139

D. ASCOLI *ET AL.*

BIBLIOGRAFIA

Aldersley A., Murray S.J., Cornell S.E., 2011 - *Global and regional analysis of climate and human drivers of wildfire*. Science of The Total Environment, 409(18): 3472-3481. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.05.032

Amatulli G., Camia A., San-Miguel-Ayanz J., 2013 - *Estimating future burned areas under changing climate in the EU-Mediterranean countries*. Science ofThe Total Environment, 450-451: 209-222. https://doi.org/10.1016/j.sci-totenv.2013.02.014

Ancillotto L., Bosso L., Conti P., Russo D., 2021 - *Resilient responses by bats to a severe wildfire: conservation implications*. Animal Conservation, 24 (3): 470-481. https://doi.org/10.1111/acv.12653

Arca B., Pellizzaro G., Duce P., Salis M., Bacciu V. *et al*., 2012 - *Potential changes in fre probability and severity under climate change scenarios in Mediterranean areas*. In: D. Spano, V. Bacciu, M. Salis, C. Sirca (Ed.), Modelling Fire Beha-viour and Risk, Nuova Stampa Color, p. 92-98. ISBN: 978-88-904409-7-7 Ascoli D., Bovio G., 2013 - *Prescribed burning in Italy: a review of issues, advances and challenges*. iForest, 6 (2): 79-89. https://doi.org/10.3832/ifor0803-006Ascoli D., Moris J.V., Marchetti M., Sallustio L., 2021 - *Land use change towards forests and wooded land correlates with large and frequent wildfires in Italy*.

Annals of Silvicultural Research, 46 (2): 177-188.

Ascoli D., Ferlazzo S., Marchetti M., Motta R., Pompei E. *et al*., 2022 - *Stra-tegia Forestale Nazionale italiana e governo integrato degli incendi boschivi*.Forest@, 19 (1): 31-35. https://doi.org/10.3832/efor4093-019

Ascoli D., Plana E., Oggioni S., Tomao A., Colonico M. *et al*., 2023 - *Fire-smart solutions for sustainable wildfire risk prevention: Bottom-up initiatives meet top-down policies under EU green deal*. International Journal of DisasterRisk Reduction, 92: 103715. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2023.103715

Ascoli D., Russo L., Giannino F., Siettos C., Moreira F., 2018 - *Firebreak and Fuelbreak*. In: Encyclopedia of Wildfires and Wildland-Urban Interface (WUI)Fires, Springer, 9 p. https://doi.org/10.1007/978-3-319-51727-8\_70-1

Bacciu V., Hatzaki M., Karali A., Cauchy, A. Giannakopoulos C. *et al*., 2021 - *In-vestigating the climate-related risk of forest fires for Mediterranean Islands’ blue eco-nomy*. Sustainability, 13 (18): 10004. https://doi.org/10.3390/su131810004

Bacciu V., Sirca C., Spano D., 2022 - *Towards a systemic approach to fire risk management*. Environmental Science & Policy, 129: 37-44. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.12.015

Baudena M., Santana V.M., Baeza M.J., Bautista S., Eppinga M.B. *et al*., 2020

* *Increased aridity drives post-fire recovery of Mediterranean forests towards open shrublands*. New Phytologist, 225: 1500-1515. https://doi.org/10.1111/ nph.16252

140

DALLA RICERCA ALLA GOVERNANCE DEGLI INCENDI BOSCHIVI

Bedia J., Herrera S., Camia A., Moreno J.M., Gutierrez J.M., 2014 - *Forest fire danger projections in the Mediterranean using ENSEMBLES regional climate change scenarios*. Climatic Change, 122: 185-199. https://doi.org/10.1007/s10584-013-1005-z

Bertani R., Bovio G., 2020 - *Nuovo schema di piano e manuale applicativo per la redazione dei Piani Anti Incendio Boschivo dei Parchi Nazionali*. L’Italia Fo-restale e Montana, 75 (4): 173-183. https://doi.org/10.4129/ifm.2020.4.01 Bovio, G., 2014 - *Incendi boschivi, Selvicoltura sistemica e fuoco prescritto.* In: L’evoluzione del pensiero forestale: selvicoltura filosofia etica, vol. 1, p. 413-

425. Rubbettino Editore.

Bovio G., 2019 - *Incendi: dal rischio alla gestione forestale*. In: Rischi ambientali e cambiamenti climatici: il vento e il fuoco in rapporto alla gestione forestale e del verde urbano. Quaderni dei Georgofili, Firenze, Accademia dei Geor-gofili, p. 51-61.

Bovio G., Quaglino A., Nosenzo A., 1984 - *Individuazione di un indice di pre-visione per il pericolo di incendi boschivi*. Monti e Boschi, 35 (4): 39-44.

Bovio G., Camia A., 1997 - *Previsione del pericolo di incendio boschivo in Sarde-gna*. L’Italia Forestale e Montana, 52 (6): 405-428.

Bovio G., Camia A., 2004 - *Analisi della gravità*. In: Incendi e complessità eco-sistemica. Dalla pianificazione forestale al recupero ambientale, Blasi C., Bovio G., Corona. P.M., Marchetti M., Maturani A. (a cura di) - Ministero dell’ambiente e della tutela del territorio, S.B.I. Roma, p. 116-118.

Bovio G., Camia A., Marchetti M., 2004 - *Zonizzazione del territorio in fun-zione di gravità e pericolosità*. In: Incendi e complessità ecosistemica. Dallapianificazione forestale al recupero ambientale, Blasi C., Bovio G., Corona P.M., Marchetti M., Maturani A. (a cura di) - Ministero dell’ambiente e della tutela del territorio, S.B.I. Roma, p. 119-120.

Bovio G., Marchi E., 2010 - *Selvicoltura incendi e pascolo*. L’Italia Forestale e Montana, 65 (2): 113-119. https://doi.org/10.4129/IFM.2010.2.03

Bovio G., Ascoli D., 2013 - *La tecnica del fuoco prescritto*. Aracne editrice, 265 p. Bovio G., Marchetti M., Tonarelli L., Salis M., Vacchiano G. *et al*., 2017 - *Gli incendi boschivi stanno cambiando: cambiamo le strategie per governarli*. Fo-

rest@, 14: 202-205. https://doi.org/10.3832/efor2537-014

Cacciatore I., Calvani G., Delogu G.M., Gottero F., Romano R., 2020 - *Piani-ficazione della prevenzione degli incendi boschivi*. Sherwood, 247: 18-21.

Canu A., Ventura A., Arca B., Pellizzaro G., Bacciu V. *et al*., 2022 - *Quantifying Post-Fire Sediment Erosion in the Montiferru Area (Sardinia, Italy): Prelimi-nary Results*. Environmental Science Proceedings, 17 (1): 82. https://doi.org/10.3390/environsciproc2022017082

Castagna J., Senatore A., Bencardino M., D’Amore F., Sprovieri F. *et al*., 2021 - *Multiscale assessment of the impact on air quality of an intense wildfire season in*

141

D. ASCOLI *ET AL.*

*southern Italy*. Science of The Total Environment, 761: 143271. https://doi. org/10.1016/j.scitotenv.2020.143271

Cilli R., Elia M., D’Este M., Giannico V., Amoroso N. *et al*., 2022 - *Explaina-ble artificial intelligence (XAI) detects wildfire occurrence in the Mediterranean countries of Southern Europe*. Scientific reports, 12 (1): 16349. https://doi.org/10.1038/s41598-022-20347-9

Colonico M., Tomao A., Ascoli D., Corona P., Giannino F., 2022 - *Rural deve-lopment funding and wildfire prevention: Evidences of spatial mismatches with fire activity*. Land Use Policy, 117: 106079. https://doi.org/10.1016/j.landu-sepol.2022.106079

Corona P., Ascoli D., Barbati A., Bovio G., Colangelo, G. *et al*., 2015 - *Integra-ted forest management to prevent wildfires under Mediterranean environments*.Annals of Silvicultural Research, 39 (1): 1-22.

Costa-Saura J.M., Mereu V., Santini M., Trabucco A., Spano D., 2022a - *Perfor-mances of climatic indicators from seasonal forecasts for ecosystem management: The case of Central Europe and the Mediterranean*. Agricultural and Forest Me-teorology, 319: 108921. https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2022.108921 Costa-Saura J. M., Bacciu V., Ribotta C., Spano D., Massaiu A. *et al*., 2022b - *Predicting and mapping potential fire severity for risk analysis at regional le-vel using google earth engine*. Remote Sensing, 14 (19): 4812. https://doi.

org/10.3390/rs14194812

Costa-Saura J.M., Spano D., Sirca C., Bacciu V., 2023 - *Contrasting patterns and interpretations between a fire spread simulator and a machine learning model when mapping burn probabilities: A case study for Mediterranean areas*. Envi-ronmental Modelling & Software, 163: 105685, ISSN: 1364-8152. https:// doi.org/10.1016/j.envsoft.2023.105685

D’Este M., Ganga A., Elia M., Lovreglio R., Giannico V. *et al*., 2020 - *Mode-ling fire ignition probability and frequency using Hurdle models: a cross regio-nal study in Southern Europe*. Ecological Processes, 9 (1): 1-14. https://doi.org/10.1186/s13717-020-00263-4

D’Este M., Giannico V., Lafortezza R., Sanesi G., Elia M., 2021 - *The wildland-urban interface map of Italy: A nationwide dataset for wildfire risk management*.Data in brief, 38: 107427. https://doi.org/10.1016/j.dib.2021.107427

De Ferrari F., Gottero F., Marzano R., 2020 - *Approccio integrato per la gestio-ne post-disturbo dei grandi incendi. Il piano straordinario per gli interventi di ripristino della Regione Piemonte*. Sherwood - Foreste ed Alberi Oggi, 245:27-33.

Elia M., Giannico V., Lafortezza R., Sanesi G., 2019 - *Modeling fire ignition pat-terns in Mediterranean urban interfaces*. Stochastic Environmental Researchand Risk Assessment, 33 (1): 169-181. https://doi.org/10.1007/s00477-018-1558-5

142

DALLA RICERCA ALLA GOVERNANCE DEGLI INCENDI BOSCHIVI

Elia M., D’Este M., Ascoli D., Giannico V., Spano G., 2020 - *Estimating the probability of wildfire occurrence in Mediterranean landscapes using Artificial Neural Networks*. Environmental Impact Assessment Review, 85: 106474.https://dx.doi.org/10.1016/j.eiar.2020.106474

Elia M., Giannico V., Ascoli D., Argañaraz J.P., D’Este M. *et al*., 2022 - *Unco-vering current pyroregions in Italy using wildfire metrics*. Ecological Processes,11: 15. https://doi.org/10.1186/s13717-022-00360-6

Elia M., Lafortezza R., Sanesi G., 2024 - *Coupling heat waves and wildfires occurrence across multiple ecoregions within a Eurasia longitudinal gradient*.Science of the Total Environment, 912: 169269. https://doi.org/10.1016/j. scitotenv.2023.169269

European Commission, Directorate - General for Climate Action , 2021 - *Study on adaptation modelling - Recommended approach to analysis and modelling*. Infinal report, Bacciu V., Bigano A., Essenfelder A., Mercogliano P., Mysiak J. *et al*., (Eds.), Publications Office. https://data.europa.eu/doi/10.2834/419557IPCC, 2019 - *Summary for Policymakers*. In: Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertifcation, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fuxes in terrestrial ecosystems. P.R., Shukla, J., Skea, E., Calvo Buendia, V., Masson-

Delmotte, H.O. *et al*. (Eds). In press.

Jones M.W., Abatzoglou J.T., Veraverbeke S., Andela N., Lasslop G., Forkel M. *et al*., 2022 - *Global and regional trends and drivers of fire under clima-te change*. Reviews of Geophysics, 60 (3): e2020RG000726. https://doi.org/10.1029/2020RG000726

Kalabokidis K., Ager A., Finney M., Athanasis N., Palaiologou P. *et al*., 2016

* *AEGIS: a wildfire prevention and management information system*. Natural Hazards Earth System Science, 16 (3): 643-661. https://doi.org/10.5194/ nhess-16-643-2016

Kirschner J.A., Ascoli D., Moore P., Clark J., Calvani S., Boustras G., 2024 - *Governance drivers hinder and support a paradigm shift in wildfire risk mana-gement in Italy*. Regional Environmental Change, 24 (13): 1-18. https://doi.org/10.1007/s10113-023-02174-4

Lovreglio R., Leone V., Giaquinto P., Notarnicola A., 2010 - *Wildfire cause analysis: four case-studies in southern Italy*. iForest - Biogeosciences and Fore-stry, 3 (1): 8-15. https://doi.org/10.3832/ifor0521-003

Lozano O.M., Salis M., Ager A.A., Arca B., Alcasena F.J. *et al*., 2016 - *Assessing Climate Change Impacts on Wildfre Exposure in Mediterranean Areas*. RiskAnalysis, 37 (10): 1898-1916. https://doi.org/10.1111/risa.12739

Mancini L.D., Corona P., Salvati L. 2018a - *Ranking the importance of Wildfires’ hu-man drivers through a multi-model regression approach*. Environmental ImpactAssessment Review, 72: 177-186. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2018.06.003

143

D. ASCOLI *ET AL.*

Mancini, L., Elia, M., Barbati, A., Salvati, L., Corona, P., 2018b - *Are wildfi-res knocking on the built-up areas door?* Forests, 9 (5): 234. https://doi.org/10.3390/f9050234

Marchetti, M., Ascoli, D., 2018 - *Territorio, bioeconomia e gestione degli incendi: una sfida da raccogliere al più presto*. Forest@ - Journal of Silviculture andForest Ecology, 15 (1): 71-74. https://doi.org/10.3832/efor0072-015

Marcozzi M., Bovio G., Mandallaz D., Bachmann P., 1994 - *Influenza della meteorologia sull’indice di pericolo degli incendi boschivi nel Canton Ticino*.Rivista Forestale Svizzera, 145 (3): 183-199.

Maringer J., Hacket‐Pain A., Ascoli D., Garbarino M., Conedera M., 2021 - *A new approach for modeling delayed fire‐induced tree mortality*. Ecosphere, 12

(5): e03458. https://doi.org/10.1002/ecs2.3458

McWethy D.B., Schoennagel T., Higuera P.E., Krawchuk M., Harvey B.J. *et al*., 2019 - *Rethinking resilience to wildfire*. Nature Sustainaibility, 2: 797-804. https://doi.org/10.1038/s41893-019-0353-8

Memoli V., Santorufo L., Panico S.C., Barile R., Di Natale G. *et al*., 2021 - *Stability of mediterranean burnt soils under different plant covers*. Catena, 206:105581. https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105581

Migliavacca M., Dosio A., Camia A., Hobourg R., Houston-Durrant T. *et al*., 2013 - *Modeling biomass burning and related carbon emissions during the 21st century in Europe*. Journal of Geophysical Research: Biogeosciences, 118 (4):1732-1747. https://doi.org/10.1002/2013JG002444

Mirto M., Fiore S.L., Bacciu V., Sirca C., Costa-Saura J.M. *et al*., 2022 - *OFI-DIA2: An Operational Platform for Fire Danger Prevention and Monitoring*.Environmental Science Proceedings, 17 (1): 4. https://doi.org/10.3390/ en-vironsciproc2022017004

Mitsopoulos I., Mallinis G., Karali A. *et al*., 2016 - *Mapping fre behaviour under changing climate in a Mediterranean landscape in Greece*. Regional Environmen-tal Change, 16: 1929-1940. https://doi.org/10.1007/s10113-015-0884-0

Moriondo M., Good P., Durao R., Bindi M., Giannakopoulos C. *et al*., 2006 - *Potential impact of climate change on fre risk in the Mediterranean area*. Cli-mate Research, 31: 85-95. https://doi.org/10.3354/cr031085

Nocentini S., Buttoud G., Ciancio O., Corona P., 2017 - *Managing forests in a changing world: the need for a systemic approach. A review*. Forest Systems, 26

(1): eR01. https://doi.org/10.5424/fs/2017261-09443

Nolè A., Rita A., Spatola M.F., Borghetti M., 2022 - *Biogeographic variability in wildfire severity and post-fire vegetation recovery across the European forests via remote sensing-derived spectral metrics*. Science of The Total Environment,823: 153807. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153807

Pellizzaro G., Dubrovsky M., Bortolu S., Ventura A., Arca B. *et al*., 2014 - *Estimating live fuel status by drought indices: an approach for assessing local*

144

DALLA RICERCA ALLA GOVERNANCE DEGLI INCENDI BOSCHIVI

*impact of climate change on fre danger*. Geophysical Research Abstracts, 16:

EGU2014-5795.

Perello N., Trucchia A., Baghino F., Asif B.S., Palmieri L., 2024 - *Cellular au-tomata-based simulators for the design of prescribed fire plans: the case study of Liguria, Italy*. Fire Ecology, 20: 7. https://doi.org/10.1186/s42408-023-00239-7

PNACC, 2023 - *Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici*. https://www.mase.gov.it/notizie/clima-approvato-il-piano-nazionale-di-adat-tamento-ai-cambiamenti-climatici

Salis M., Del Giudice L., Alcasena-Urdiroz F., Jahdi R., Arca B. *et al*., 2023 - *Assessing cross-boundary wildfire hazard, transmission, and exposure to commu-nities in the Italy-France Maritime cooperation area*. Frontiers in Forests andGlobal Change, 6: 1241378. https://doi.org/10.3389/ffgc.2023.1241378

Salis M., Arca B., Alcasena F., Arianoutsou M., Bacciu V., Duce P. *et al*., 2016 - *Predicting wildfire spread and behavior in Mediterranean landscapes*. International Journal of Wildland Fire, 25 (10): 1015-1032. https://doi. org/10.1071/WF15081

Salis M., Arca B., Del Giudice L., Palaiologou P., Alcasena-Urdiroz F. *et al*., 2021 - *Application of simulation modeling for wildfire exposure and transmis-sion assessment in Sardinia, Italy*. International Journal of Disaster Risk Re-duction, 58: 102189. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102189

Salis M., Del Giudice L., Arca B., Ager A.A., Alcasena-Urdiroz F. *et al*., 2018

* *Modeling the effects of different fuel treatment mosaics on wildfire spread and behavior in a Mediterranean agro-pastoral area*. Journal of environmental ma-nagement, 212: 490-505. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.02.020

Salis M., Del Giudice L., Jahd, R., Alcasena-Urdiroz F., Scarpa C. *et al*., 2022

* *Spatial patterns and intensity of land abandonment drive wildfire hazard and likelihood in Mediterranean agropastoral areas*. Land, 11 (11): 1942. https:// doi.org/10.3390/land11111942

Salis M., Del Giudice L., Robichaud P., Ager A.A., Canu A., Duce P. *et al*., 2019 - *Coupling wildfire spread and erosion models to quantify post-fire erosion before and after fuel treatments*. International Journal of Wildland Fire, 28:687-703. https://doi.org/10.1071/WF19034

Sánchez-García E., Rodríguez-Camino E., Bacciu V., Chiarle M., Costa-Saura J. *et al*., 2022 - *Co-design of sectoral climate services based on seasonal predic-tion information in the Mediterranean*. Climate Services, 28: 100337. ISSN:2405-8807. https://doi.org/10.1016/j.cliser.2022.100337

Scarpa C., Bacciu V., Ascoli D., Costa-Saura J.M., Salis M. *et al*., 2023 - *Esti-mating annual GHG and particulate matter emissions from rural and forest fires based on an integrated modelling approach*. Science of The Total Environment,970: 167960. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167960

145

D. ASCOLI *ET AL.*

Schoennagel T., Balch J.K., Brenkert-Smith H., Dennison P.E., Harvey B.J., 2017 - *Adapt to more wildfire in western North American forests as clima-te changes*. Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS), 114(18): 4582-4590. https://doi.org/10.1073/pnas.1617464114

Sirca C.B., Casula F., Bouillon C., Fierro García B., Fernández Ramiro M.M. *et al*., 2017 - *A wildfire risk oriented GIS tool for mapping Rural-Urban In-terfaces*. Environmental Modelling & Software, 94: 36-47. https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2017.03.024

Spadoni G.L., Moris J.V., Vacchiano G., Elia M., Garbarino M. *et al*., 2023 - *Active governance of agro-pastoral, forest and protected areas mitigates wildfire impacts in Italy*. Science of The Total Environment, 890: 164281. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164281

Spano D., Mereu V., Bacciu V., Marras S., Trabucco A. *et al*., 2020 - *Anali-si del rischio. I cambiamenti climatici in Italia*. Centro Euro-Mediterraneosul Cambiamenti Climatici, 121 p. https://doi.org/10.25424/cmcc/anali-si\_del\_rischio

SRACC, 2019 - *Strategia Regionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici della Regione Sardegna*. https://portal.sardegnasira.it/strategia-regionale-di-adattamento.

Tedim F., McCaffrey S., Leone V., Vazquez-Varela C., Depietri Y. *et al*., 2021

* *Supporting a shift in wildfire management from fighting fires to thriving with fires: The need for translational wildfire science*. Forest Policy and Economics, 131: 102565. https://doi.org/10.1016/j.forpol.2021.102565

Tonarelli L., Vacchiano G., Ascoli D., Bacciu V., Delogu G., 2020 - *Un pa-ese che brucia - Cambiamenti climatici e incendi boschivi in Italia*. Reportedito da Greenpeace, 32 p. https://www.greenpeace.org/static/planet4-italy-stateless/2020/08/1e5628b6-report\_incendicc\_finale.pdf

Tonini M., D’Andrea M., Biondi G., Degli Esposti S., Trucchia A. *et al*., 2020

* *A machine learning-based approach far wildfire susceptibility mapping. The case study of the Liguria region in ltaly*. Geosciences, 10 (3): 105. https://doi. org/10.3390/geosciences10030105

Trucchia A., Meschi G., Fiorucci P., Gollini A., Negro D., 2022 - *Defining wildfire susceptibility maps in Italy for understanding seasonal wildfire regimes at the national level.* Fire, 5 (1): 30. https://doi.org/10.3390/fire5010030

Trucchia, A., M. D’andrea, F. Baghino, P. Fiorucci, L. Ferraris, D. *et al*., 2020 - *Propagator: An operational cellular-automata based wildfire simulator*. Fire, 3

(3): 26. https://doi.org/10.3390/fire3030026

Turco M., Rosa-Cánovas J.J., Bedia J. *et al*., 2018 - *Exacerbated fres in Mediter-ranean Europe due to anthropogenic warming projected with non-stationary cli-mate-fre models*. Nature Communications, 9: 3821. https://doi.org/10.1038/s41467-018-06358-z

146

DALLA RICERCA ALLA GOVERNANCE DEGLI INCENDI BOSCHIVI

Turco M., Marcos-Matamoros R., Castro X., Canyameras E., Llasat M.C., 2019 - *Seasonal prediction of climate-driven fire risk for decision-making and operational applications in a Mediterranean region*. Science of The Total En-vironment, 676: 577- 583. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.04.296 Vacchiano G., Berretti R., Motta R., Ascoli D., 2020 - *Selvicoltura preventiva prossima alla natura: Riflessioni sull’esperienza nelle dry mixed forests del Nord*

*America*. Sherwood, 38 (247).

Vaglio Laurin G., Avezzano R., Bacciu V., Del Frate F., Papale D. *et al*., 2018

* *COSMO-SkyMed potential to detect and monitor Mediterranean maquis fires and regrowth: a pilot study in Capo Figari, Sardinia, Italy*. IForest - Biogeoscien-ces and Forestry, 11 (3): 389-395. https://doi.org/10.3832/ifor2623-011

Verkerk P.J., Martinez de Arano I., Palahí, M., 2018 - *The bio-economy as an opportunity to tackle wildfires in Mediterranean forest ecosystems*. Forest Policyand Economics, 86: 1-3. https://doi.org/10.1016/j.forpol.2017.10.016

Viegas D., Sol B., Bovio G., Nosenzo A. Ferreira A., 1994 - *Comparative study of various methods of fire danger evaluation in southern Europe*. In: Proceeding2nd International Conference on Forest Fire Research Coimbra, November 1994, p. 571-590.

147

Enrico Marchi - Raffaele Cavalli - Raffaele Spinelli

**Innovazione e qualificazione del lavoro in foresta**

1. Introduzione

Durante il IV Congresso Nazionale di Selvicoltura svoltosi a Torino nel 2018 la sessione relativa all’Innovazione e qualificazione del lavoro in foresta ha permesso di fare un quadro dei principali aspetti tecnici e scientifici che caratterizzavano il settore. Diverse criticità sono emerse dal dibattito e sono state chiaramente espresse nella mozione finale che riportava: “I congressisti auspicano che [...] venga incrementata la pro-fessionalizzazione, l’attitudine all’innovazione e la capacità imprendi-toriale delle imprese forestali tramite l’adeguamento delle attrezzature e delle infrastrutture alle esigenze di una moderna meccanizzazione forestale a basso impatto ambientale”. Si tratta di aspetti di estrema importanza, alcuni dei quali già rappresentati in passato e per i quali non erano mai state trovate soluzioni se non parziali, localizzate e/o occasionali, in un quadro di attività non strutturate e non sviluppate in maniera omogenea a livello nazionale.

Dal 2018 ad oggi il settore delle imprese forestali e dell’innovazio-ne e qualificazione del lavoro in foresta ha subito invece un impulso significativo. Le basi di partenza che hanno permesso questo impulso

*Enrico Marchi:* Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali, Università di Firenze.

*Raffaele Cavalli:* Professore Emerito, Università di Padova.

*Raffaele Spinelli:* Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per la Bioeconomia, Sesto Fiorentino (FI).

149

E. MARCHI *ET AL.*

erano tuttavia già presenti e sono rappresentate dall’introduzione del Decreto legislativo 3 aprile 2018 n. 34, dal titolo “Testo Unico in materia di Foreste e Filiere forestali (TUFF)”. Su queste solide fon-damenta si sono successivamente sviluppati i relativi decreti attuativi. Tra questi soprattutto quelli dedicati agli “Albi regionali delle imprese forestali”, alla “Definizione dei criteri minimi nazionali per la forma-zione professionale degli operatori forestali” e alle “Disposizioni per la definizione dei criteri minimi nazionali inerenti agli scopi, le tipologie e le caratteristiche tecnico-costruttive della viabilità forestale e silvo-pastorale, delle opere connesse alla gestione dei boschi e alla sistema-zione idraulico-forestale” hanno consentito di evidenziare alcuni punti chiave per l’innovazione nel settore delle utilizzazioni forestali e della meccanizzazione del lavoro in bosco ed hanno dato avvio ad un perio-do di significativi mutamenti per la crescita del settore.

Di seguito verranno trattati i principali cambiamenti verificatisi in questi anni e verranno evidenziate le ulteriori opportunità di sviluppo di un settore in profondo cambiamento.

2. Formazione forestale

In Italia la formazione forestale, di competenza delle Regioni, era at-tuata in maniera molto diversificata in ognuna di queste. Al Nord alcu-ne Regioni (Piemonte, Liguria, Lombardia, Veneto, Toscana ed Emilia-Romagna) avevano codificato percorsi formativi professionali in campo forestale coerentemente con il sistema della formazione professionale (formazione formale); altre (Regione Autonoma Valle d’Aosta, Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia, Provincia Autonoma di Trento, Pro-vincia Autonoma di Bolzano) avevano individuato percorsi formativi forestali esterni al sistema della formazione professionale (formazione non formale), con l’obiettivo comunque di provvedere ad una loro stan-dardizzazione in tempi relativamente brevi.

Con il termine “formazione formale” si intende l’apprendimento de-rivante da attività formative, intenzionali e strutturate, realizzate da enti/ istituzioni d’istruzione e formazione riconosciuti da un’autorità compe-tente. Tale formazione comporta il rilascio di titoli aventi valore legale.

150

INNOVAZIONE E QUALIFICAZIONE DEL LAVORO IN FORESTA

La “formazione non formale” è invece un apprendimento derivante da attività formative, intenzionali e strutturate, realizzate in qualsiasi ambito diverso da quello formale; non dà luogo al rilascio di tito-li aventi valore legale. Infine, con “formazione informale” si intende l’apprendimento derivante da esperienze lavorative, da quelle di vita famigliare ed anche dal tempo libero; non è un’attività volutamente strutturata e, alcune volte, l’apprendimento non è intenzionale.

In altre Regioni la formazione degli operatori forestali è stata tra-dizionalmente un’attività non strutturata, basata su eventi saltuari e occasionali, cioè di iniziative formative non professionali in campo forestale, cioè non promosse e coordinate dalle Regioni, quanto piut-tosto attività frutto dell’iniziativa di singoli soggetti (imprese e datori di lavoro), prevalentemente focalizzate sull’adempimento degli obbli-ghi in materia di sicurezza (D.Lgs. 81/2008). In tal senso, è necessario sottolineare che non sempre è compresa, tra gli operatori del settore, la distinzione tra formazione professionale e formazione obbligatoria generale e specifica ai sensi del D.Lgs. n. 81 del 9 Aprile 2008.

Tra le Regioni più strutturate in tema di formazione degli operatori forestali negli ultimi anni era stato introdotto un quadro di reciproco riconoscimento.

Da notare comunque che molte imprese forestali erano in possesso di competenze derivanti dall’esperienza (formazione informale), che potevano essere adeguatamente valorizzate e riconosciute nell’ambito della formazione professionale (crediti formativi).

La presenza di sistemi e percorsi diversificati ha purtroppo compor-tato una disomogeneità della formazione forestale nel nostro Paese. In particolare, le principali criticità riscontrate erano rappresentate da:

– frammentazione dell’offerta formativa;

– sovrapposizioni e duplicazioni nella formazione;

– qualità diversificata dei contenuti;

– eterogenea accessibilità geografica;

– attività occasionale - non strutturata;

– carenza di formazione per i formatori (istruttori forestali);

– discontinuo aggiornamento dei contenuti formativi.

Da questo quadro eterogeneo è nata quindi la necessità di un coor-

dinamento e una collaborazione interistituzionale per avviare percorsi

151

E. MARCHI *ET AL.*

uniformi al fine di avere una offerta formativa con regole semplici e condivise, utili ad assicurare una elevata competenza e professionalità teorico-pratica su tutto il territorio nazionale.

2.1 *Il Decreto formazione (D.M. 4472 del 29/04/2020)*

Il Decreto, previsto dal D.Lgs. 34/2018 - TUFF, definisce i crite-ri minimi nazionali per la formazione degli operatori forestali indivi-duandoli: i) nelle competenze afferenti al Quadro nazionale delle qua-lificazioni regionali contenute nel “Repertorio nazionale dei titoli di istruzione e formazione e delle qualificazioni professionali” (a norma del D.Lgs. 13/2013 e ai sensi e per gli effetti del D.I. del 30/06/2015);

1. nei percorsi formativi in campo forestale codificati dalle Regioni e dalle Province Autonome per i quali è definita la corrispondenza con

i diversi profili della norma UNI 11660:2016 “Attività professiona-li non regolamentate - Operatore forestale - Requisiti di conoscenza, abilità e competenza”. Il riferimento alla Norma UNI, come linguag-gio comune a tutti, intende agevolare il reciproco riconoscimento delle competenze possedute dagli operatori e dalle imprese tra le diverse Regioni.

Il Repertorio nazionale dei titoli di istruzione e formazione e del-le qualificazioni professionali rappresenta il quadro di riferimento in Italia per la certificazione delle competenze ed è costituito da tutti i repertori dei titoli di istruzione e formazione, e delle Qualificazioni professionali rilasciati in Italia da un Ente titolare o rilasciati in esito ad un contratto di Apprendistato.

Il Repertorio nazionale è contenuto nell’Atlante del Lavoro e delle Qualificazioni consultabile online all’indirizzo: https://atlantelavoro. inapp.org

La norma UNI 11660:2016 definisce i requisiti relativi all’attività professionale dell’Operatore forestale, ossia del soggetto professionale operante nell’ambito delle attività di utilizzazione forestale nel comparto della filiera bosco-legno-energia e utilizzazione nell’arboricoltura.

La figura dell’operatore è importante per mantenere o aumentare la sostenibilità degli interventi in bosco e negli impianti di arboricoltura da legno, per la valorizzazione degli assortimenti e il contenimento degli impatti ambientali; pertanto, i requisiti fondamentali, l’insieme

152

INNOVAZIONE E QUALIFICAZIONE DEL LAVORO IN FORESTA

di conoscenze, abilità e competenze acquisite, devono permettere di distinguere l’operatore forestale professionale dai soggetti privi di tali requisiti.

3. Il progetto For.Italy

Nato nell’ambito della cooperazione inter istituzionale attivatasi grazie al “Testo Unico in materia di Foreste e Filiere forestali” (D.Lgs. 34/2018), il progetto For.Italy ha avuto tra i suoi obiettivi il supporto del recepimento su tutto il territorio nazionale del Decreto Ministeria-le sulla formazione forestale (D.M. 4472 del 29.04.2020) e si è fonda-to sulla collaborazione tra le diverse Regioni italiane, rappresentando così un primo ed importante risultato della cooperazione inter istitu-zionale attivatasi grazie al TUFF.

Il progetto, che ha visto coinvolte le Regioni Piemonte (capofila), Basilicata, Calabria, Liguria, Lombardia, Sardegna, Sicilia, Toscana e Veneto, ed è stato condiviso da tutte le altre, ha avuto l’obiettivo prin-cipale di formare nuovi istruttori forestali (86 nuovi istruttori alla fine del progetto - Tab. 1), provenienti sia dal settore pubblico, sia privato (titolari di impresa o dipendenti), che potranno essere impiegati su tutto il territorio nazionale nella realizzazione dei futuri corsi di for-mazione in ambito forestale promossi dalle Regioni e dalle Province Autonome. I nuovi istruttori forestali servono da catalizzatore per mi-gliorare la sicurezza sul lavoro e promuovere la professionalizzazione delle imprese forestali.

In questo contesto, nell’ambito del progetto For.Italy è stato inoltre avviato un percorso di standardizzazione e riconoscimento delle figure professionali da Operatore ed Istruttore forestale in tutto il territorio nazionale. Quando il progetto ha preso avvio, molte Regioni e Pro-vince Autonome non avevano una normativa in materia di formazio-ne forestale e, laddove presenti, tali norme risultavano tra loro molto disomogenee. Attualmente 16 Regioni hanno provveduto a recepire il D.M. con una normativa coerente e omogenea, approvando il profilo da operatore forestale, 11 hanno approvato il profilo da Istruttore fo-restale e altre stanno attualmente completando tali percorsi.

153

E. MARCHI *ET AL.*

*Tabella 1* - Numero di nuovi istruttori forestali formati per Regione e per settore di provenienza.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Regione di | Totale | Pubblico | Privato | |  | Altro |  |
| provenienza |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | Titolare | Dipendente | |  |  |
|  |  |  | d’impresa |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Abruzzo | 1 |  | 1 |  |  |  |  |
| Basilicata | 5 |  | 3 |  | 2 |  |  |
| Calabria | 9 |  | 3 |  | 4 | 2 |  |
| Campania | 7 | 2 | 3 |  | 1 | 1 |  |
| Emilia-Romagna | 10 | 1 | 5 |  | 3 | 1 |  |
| Friuli V. Giulia | 2 | 2 |  |  |  |  |  |
| Lazio | 4 |  | 4 |  |  |  |  |
| Liguria | 1 |  | 1 |  |  |  |  |
| Lombardia | 5 |  | 5 |  |  |  |  |
| Marche | 3 |  | 3 |  |  |  |  |
| Molise | 3 |  |  |  | 3 |  |  |
| PA Bolzano | 1 |  | 1 |  |  |  |  |
| PA Trento | 2 | 2 |  |  |  |  |  |
| Puglia | 2 |  |  |  | 2 |  |  |
| Sardegna | 10 | 2 | 6 |  | 2 |  |  |
| Sicilia | 5 | 4 | 1 |  |  |  |  |
| Toscana | 7 | 5 | 2 |  |  |  |  |
| Umbria | 3 | 3 |  |  |  |  |  |
| Valle d’Aosta | 1 | 1 |  |  |  |  |  |
| Veneto | 5 |  | 5 |  |  |  |  |
| *Totale* | *86* | *22* | *43* |  | *17* | *4* |  |
| *%* |  | *26%* | *50%* |  | *20%* | *4%* |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

Il progetto For.Italy ha inoltre consentito la realizzazione di 6 cantieri dimostrativi (Tab. 2), oltre a quello previsto nell’ambito dell’evento di lancio del progetto, svoltosi l’8 e 9 ottobre 2020 a Serra San Bruno (VV). L’obiettivo di tali cantieri era quello di presentare ad un pubbli-co vasto di imprese del settore alcuni dei più importanti aspetti relativi all’efficienza e alla sicurezza del lavoro in bosco (Fig. 1).

154

INNOVAZIONE E QUALIFICAZIONE DEL LAVORO IN FORESTA

*Tabella 2* - Dati riassuntivi dei cantieri dimostrativi realizzati nell’ambito del progetto For.Italy.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Cantiere/ | | Data | Luogo | Regione | Regioni e |  |
| partecipanti | |  |  | responsabile | Province Autonome |  |
|  |  |  |  |  | coinvolte |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | Bolzano, Friuli-Venezia |  |
| 1 | - Nord |  | Pian del |  | Giulia, Liguria, |  |
| 30.06.2021 | Veneto | Lombardia, Piemonte, |  |
| 90 partecipanti | | Cansiglio (BL) |  |
|  |  | Trento, Valle d’Aosta, |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | Veneto |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 2 | - Centro Nord |  |  |  | Emilia-Romagna, |  |
| 14.07.2021 | Londa (FI) | Toscana | Toscana, Umbria, |  |
| 82 partecipanti | |  |
|  |  |  | Veneto |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 3 | - Centro | 7.10.2021 | Rieti, Borgo | Toscana | Abruzzo, Lazio, |  |
| 93 partecipanti | | Sala | Marche, Umbria |  |
|  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 4 | - Sardegna | 16.09.2021 | Monte Arci | Sardegna | Sardegna |  |
| 120 partecipanti | | (OR) |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 5 | - Sud |  |  |  | Basilicata, Calabria, |  |
| 17.06.2021 | Abriola (PZ) | Basilicata | Campania, Molise, |  |
| 138 partecipanti | |  |
|  |  |  | Puglia |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 6 | - Sicilia | 15.10.2021 | S.Stefano | Sicilia | Sicilia |  |
| 95 partecipanti | | Quisuina (AG) |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

4. Infrastrutture

Il tema della viabilità forestale è un tema delicato che ha da sempre portato a contrasti e divisioni.

Infatti, se da un lato la viabilità forestale e le opere connesse giocano un ruolo cruciale per la gestione, valorizzazione e protezione delle fo-reste, dall’altro la costruzione di strade, piste e altre infrastrutture può essere causa di impatti ambientali dovuti alla loro apertura e/o mancata gestione. Per questi motivi, le nuove priorità di gestione forestale so-stenibile e di protezione dell’ambiente implicano una riconsiderazione della viabilità forestale sia nelle sue linee generali sia nei dettagli tecnici.

La realizzazione, l’adeguamento e la manutenzione di una rete via-bile di accesso alla foresta deve tenere in considerazione i differenti

155

E. MARCHI *ET AL.*



*Figura 1* - Immagine di un’area dimostrativa del cantiere 3 - Centro, Borgo Sala, Rieti.

modi in cui i vari portatori di interesse accedono alla foresta. Inoltre, la riduzione dei rischi ambientali connessi all’apertura di infrastrut-ture forestali richiede l’adozione sia di misure preventive, nelle fasi di pianificazione, progettazione e costruzione, sia protettive, in fase di manutenzione e adeguamento.

Fino ad ora la normativa regionale in tema di viabilità forestale era molto diversificata. Alcune Regioni avevano definizioni di viabi-lità più o meno dettagliate; altre riportavano anche le caratteristiche dimensionali della viabilità, in modo più o meno dettagliato; alcune riportavano sia definizioni sia dimensioni; altre ancora non avevano definizioni di viabilità. Inoltre, le definizioni e le dimensioni date dalla Normativa Regionale/Provinciale non erano uniformi e talvolta diverge-vano in modo significativo.

Il Decreto 28 ottobre 2021 “Disposizioni per la definizione dei cri-teri minimi nazionali inerenti agli scopi, le tipologie e le caratteristi-che tecnico-costruttive della viabilità forestale e silvo-pastorale, delle opere connesse alla gestione dei boschi e alla sistemazione idraulico-forestale” ha permesso di definire una base comune a livello nazionale su alcuni importanti aspetti: scopi e funzioni della viabilità forestale; definizioni e classificazione; criteri progettuali e procedurali. Questa

156

INNOVAZIONE E QUALIFICAZIONE DEL LAVORO IN FORESTA

semplice standardizzazione a livello nazionale dei principali aspetti le-gati alla viabilità forestale ha posto le basi per una gestione e sviluppo sostenibile di queste infrastrutture, indispensabili per una moderna gestione del territorio e delle foreste.

5. Associazionismo

Sono diverse le problematiche che le imprese boschive devono affrontare nella conduzione quotidiana della propria attività: dagli aspetti connessi con la sicurezza e la salute del lavoro a quelli rela-tivi alla formazione e all’aggiornamento del personale, agli impegni amministrativi e fiscali legati alla gestione dell’impresa, all’acquisto e alla commercializzazione dei prodotti, all’aggiornamento tecnico e or-ganizzativo di macchinari e attrezzature, ai rapporti con gli Istituti di credito.

* proprio per affrontare tali problematiche in modo efficace e per quanto possibile economico che l’unione delle imprese boschive in una struttura associativa è andata sempre più affermandosi nel corso degli anni.

Un’organizzazione associativa per essere efficace deve consentire, da un lato, il mantenimento dell’individualità dell’impresa e della sua for-ma giuridica e, dall’altro, essere di stimolo allo sviluppo di una cultura di impresa, che va sostenuta attraverso la creazione di servizi di vario tipo a supporto dell’attività imprenditoriale e la realizzazione di inizia-tive di innovazione e di promozione.

Uno degli elementi in cui la gestione da parte delle imprese singo-le risulta più problematica è certamente quello della sicurezza e della salute nel lavoro. Si tratta di un aspetto che è frequentemente vissuto dalle imprese se non come un intralcio alle attività ordinarie, certa-mente come un fardello di adempimenti burocratici che si è obbligati a mettere in atto. In realtà, il tema, se affrontato con la giusta pro-spettiva e l’adeguato supporto tecnico, diventa di stimolo per la cre-scita imprenditoriale: esso sottende, infatti, interventi di formazione, predisposizione e aggiornamento della documentazione prevista dal-le norme di settore, adeguamento dei mezzi tecnici e miglioramento

157

E. MARCHI *ET AL.*

nell’organizzazione dei cantieri. Si tratta di interventi che con difficol-tà e solo parzialmente possono essere posti in atto dalla singola impresa boschiva, anche se ben strutturata.

In questo contesto un’associazione, opportunamente organizzata e gestita, può farsi promotrice di corsi di formazione contestualizzati alle effettive esigenze operative delle imprese che la compongono, orga-nizzatrice d’iniziative di approfondimento degli aspetti legali connessi alla materia della sicurezza e della salute nel lavoro, patrocinatrice di servizi tecnici specializzati di supporto all’applicazione della normativa ed altro ancora.

Naturalmente il tema della formazione non si riferisce solo agli aspetti tecnici, all’impiego di macchine e attrezzature e alle implica-zioni sulla sicurezza e sulla salute, ma può riguardare anche aspetti connessi con le norme e i regolamenti in vigore, ad esempio, nel com-mercio del legname, quelli fiscali nonché quelli relativi all’adozione di buone pratiche.

Sono numerosi gli esempi di associazioni costituite negli anni recenti soprattutto su base regionale; attualmente tali strutture associative sono presenti in tutta l’Italia settentrionale e in gran parte dell’Italia centrale.

Un elemento importante che ha contraddistinto questo percorso è stata la necessità di innalzare il livello associazionistico; l’organizzazio-ne di un insieme di associazioni di imprese boschive nell’ambito di un consorzio, che sia in grado di stimolare una forte azione mutualistica e generare una crescita individuale e collettiva, è diventato essenziale per far fronte alla globalizzazione dei mercati e alle crisi ambientali e poli-tiche che richiedono, per essere affrontate, nuovi approcci nel fare im-presa. Il Consorzio Nazionale delle Imprese Boschive (CONAIBO), istituito nel 2013, conta ad oggi 8 Associazioni regionali di imprese boschive, 3 Associazioni rappresentative dell’artigianato, delle indu-strie del legno e dei proprietari boschivi, un’Associazione sulle energie da biomasse, un Editore di stampa tecnica di settore, l’Agenzia per il sistema del Patentino Europeo per la Motosega.

Lo spirito associativo, alimentato inizialmente dall’esigenza di sod-disfare le esigenze della conduzione quotidiana delle imprese boschive, ha dato luogo a una struttura articolata e rappresentativa, capace di una interlocuzione diretta con i centri decisionali della politica nazio-

158

INNOVAZIONE E QUALIFICAZIONE DEL LAVORO IN FORESTA

nale e quindi in grado di intervenire ogni volta si propongano nuove iniziative oppure modifiche ed integrazioni alla normativa ed ai finan-ziamenti nell’ambito forestali, nell’interesse degli associati.

6. Innovazione

Gli eventi catastrofici verificatesi negli ultimi anni (tempesta Vaia e successiva diffusione del bostrico) hanno accelerato la spinta all’inno-vazione, che già era ormai in pieno svolgimento da almeno un decen-nio. Come in Germania nel 1990 e in Francia nel 2000, l’emergenza ha costretto imprese e proprietari a fare un passo deciso verso la mec-canizzazione spinta - unica capace di consentire uno sgombero veloce, efficace e il più possibile sicuro. Questo ha consentito a molte imprese forestali di innalzare il proprio livello tecnologico, migliorando così la sicurezza del lavoro, l’efficienza e le produzioni, sia in termini quanti-tativi sia qualitativi.

Come prevedibile, la meccanizzazione spinta sta sconvolgendo i tradizionali schemi operativi. Se l’emergenza Vaia ha dimostrato che quella della meccanizzazione spinta è anche in Italia una scelta obbliga-ta, possiamo ancora discutere su quale sia il tracciato da seguire. Come in tutte le realtà che si sono affermate soprattutto in un clima emer-genziale, mancano ancora dei punti di riferimento stabili: da un lato le ditte cercano di massimizzare sicurezza e produttività, e tendono a sottovalutare gli impatti che queste causano; dall’altro i proprietari fo-restali e le autorità competenti sono spaventati dall’aspetto minaccioso delle nuove attrezzature e spesso si arroccano in un conservazionismo che forse sopravvaluta il rischio effettivo. È sempre più evidente la ne-cessità di trovare un giusto compromesso, che permetta di valorizzare i benefici della meccanizzazione senza scivolare nell’abuso. Il raggiungi-mento di un compromesso però presuppone che ciascuno sia disposto a cedere qualcosa, e già questo non è facile. Ancora più difficile è la definizione del punto di equilibrio, che richiede di determinare con un minimo di accuratezza le conseguenze economiche ed ecologiche delle diverse soluzioni. In questo frangente possono essere di aiuto i risultati del progetto europeo “Technodiversity”, che offre un nuovo strumento

159

per la valutazione e la scelta del sistema di utilizzazione più adatto a cia-scun bosco, nel momento in cui sia necessario effettuare un intervento selvicolturale. Lo strumento offerto da “Technodiversity” consiste di un metodo di valutazione completo, razionale e trasparente, che ha il me-rito fondamentale di semplificare la comunicazione tra i vari portatori d’interesse: proprietario del bosco, dottore forestale, ditta utilizzatrice e autorità di sorveglianza. Il vantaggio fondamentale di questo sistema non è tanto quello di insegnare quale è il sistema di lavoro migliore a chi lo sa già, ma piuttosto di rendere trasparente il processo decisionale e consentire di spiegarne a tutti il risultato. L’uso di metodi grafici per la descrizione delle varie scelte consente anche di superare le eventuali (e frequenti) incomprensioni che scaturiscono da una comunicazione incompleta o da una terminologia non sempre chiara a tutti. Una volta che il sistema su cui si sta discutendo viene descritto tramite semplici icone poste su un diagramma di flusso standardizzato, è molto più facile capirsi a vicenda ed essere sicuri che si stia parlando tutti della stessa cosa. Questo è particolarmente importante quando si opera su una re-altà come quella forestale, dove insistono numerosi portatori d’interesse con preparazione tecnica differente e per i quali spesso non esiste un linguaggio tecnico comune.

Un’altra cosa importante da fare è definire le regole di buona con-dotta nell’uso della meccanizzazione spinta, e trovare strategie gestionali che favoriscano il corretto impiego delle nuove macchine, attraverso l’accorpamento dei lotti e la distribuzione delle martellate. Bisogna la-vorare tutti insieme, tanto non si torna più indietro: Vaia ha semplice-mente dimostrato che le imprese devono meccanizzare. Per l’impren-ditore, il motivo principale è la carenza di manodopera, associata alla necessità di ridurre i costi di lavorazione. Tutti gli studi fatti in Italia e all’Estero concordano nell’affermare che la meccanizzazione spinta consente una riduzione di almeno un terzo sul costo di utilizzazione ottenuto con cantieri tradizionali. Il problema però è che a molti dei nostri proprietari forestali l’intervento meccanizzato non costa meno di quello tradizionale. Il fatto è comunque molto curioso. Le spiegazioni sono due: o la ditta boschiva intasca tutto l’eventuale profitto senza rifletterlo sul prezzo applicato al proprietario forestale, oppure non riesce a sfruttare appieno le potenzialità produttive ed economiche della mac-

INNOVAZIONE E QUALIFICAZIONE DEL LAVORO IN FORESTA

china, così che il margine è talmente ridotto da non poter consentire una significativa riduzione del prezzo. Questa seconda spiegazione è la più preoccupante, ed evidenzia le necessità di formazione delle nostre ditte boschive e di adattamento della nostra selvicoltura, che sembra collocare economia e sicurezza all’ultimo posto tra le priorità di una corretta gestione forestale. Più le attrezzature diventano potenti e so-fisticate e più difficile è riuscire a sfruttarle a pieno senza una corretta formazione degli operatori, ma anche di proprietari, selvicoltori e au-torità di controllo. Se anche l’uso della motosega richiede un livello notevole di sofisticazione, quello dell’harvester ne vuole ancora di più. E mentre molti motoseghisti usano la loro macchina da diversi de-cenni e credono di avere oramai molto poco da imparare, nessuno dei nostri conduttori di harvester ha dieci anni di esperienza, e la stragran-de maggioranza ne ha solo quattro o cinque: questa gente in genere è giovane, sveglia e dinamica. Sa di avere ancora da imparare e spesso ne ha voglia, almeno quando trova un istruttore credibile. Se ci muovia-mo in fretta, qui siamo ancora in tempo. E se abbiamo ancora gente giovane, sveglia e dinamica che continua a voler lavorare in bosco, ab-biamo tutto l’interesse a metterla dentro una cabina, dove il rischio di farsi male è almeno quattro volte minore rispetto a quello che corre il motoseghista, per quanto formato. Se poi non ne avessimo l’interesse, di certo ne abbiamo il dovere morale.

161

Marco Fioravanti - Manuela Romagnoli - Roberto Zanuttini

**Innovazione, sostenibilità**

**e impatti dell’uso del legno**

Nel corso degli ultimi anni si sono succeduti avvenimenti che han-no profondamente influenzato le condizioni al contorno nelle quali opera la filiera del legno, sia a livello nazionale che internazionale. A seguito della crisi pandemica la Comunità Europea ha messo in atto strategie di medio e lungo termine quali *Green deal*, *European Bahaus*, *Circular Economy*, a cui si è aggiunto a livello nazionale il PNRR. Inognuna di queste azioni il legno e la filiera dei prodotti derivati sono chiamati a dare un contributo importante per il raggiungimento degli obiettivi di contenimento dei cambiamenti climatici e per la sosteni-bilità e circolarità dei materiali e delle tecnologie di trasformazione.

La Strategia forestale europea, ancorata al *Green deal* e alla Strategia sulla biodiversità per il 2030, assegna un ruolo centrale e multifun-zionale alle foreste e richiama più volte il ruolo fondamentale che il legno, ottenuto secondo i criteri di una gestione forestale sostenibile e certificata, può svolgere nella transizione dell’UE verso una bioeco-nomia a impatto climatico zero. Se impiegati in usi a lungo ciclo di vita i prodotti a base di legno possono contribuire al raggiungimento della neutralità climatica mediante lo stoccaggio della CO2 e la sosti-tuzione di materiali ad alto tenore di emissione di GHG, tanto che

*Marco Fioravanti*: Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Am-bientali e Forestali, Università di Firenze.

*Manuela Romagnoli*: Dipartimento per la Innovazione nei Sistemi Biologici, Agroali-mentari e Forestali, Università della Tuscia, Viterbo.

*Roberto Zanuttini*: Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari Università di Torino.

163

M. FIORAVANTI *ET AL.*

sono di prossima pubblicazione all’interno del pacchetto *Fit for* 55% nuovi Regolamenti per consentire la contabilizzazione delle riserve di carbonio immagazzinate nei prodotti legnosi raccolti, e per i quali si prevedono tempi di emivita compresi fra i due e i 35 anni. Per essere in linea con la SDS delle Nazioni Unite, entro il 2030 tutti i paesi devono stabilire codici energetici obbligatori per l’edilizia. Le nuove costruzioni ad alta efficienza energetica dovrebbero passare da circa 275 milioni di m2 a quasi 5 miliardi di m2; e le riduzioni dell’intensità energetica attuate da ristrutturazioni del patrimonio edilizio esistente devono raddoppiare dal 15% ad almeno il 30-50%. In questo scenario di riferimento l’impiego di prodotti derivati del legno può contribuire a trasformare il settore edile da fonte di emissioni di gas a effetto serra in un pozzo di assorbimento del carbonio, e a sostituire materiali ad alta intensità energetica di origine fossile. Si tratta di una sfida epo-cale per tutta la filiera, che richiede il supporto della ricerca e della formazione, con interventi che riguardano numerosi contesti applica-tivi anche attraverso percorsi sempre più multidisciplinari che vedono la collaborazione con i settori delle biotecnologie, della fisica tecnica, dell’architettura, del design e dell’ingegneria.

L’identificazione del legno è uno strumento importante per la pro-tezione globale delle foreste, in quanto contribuisce al controllo del commercio illegale di legname e alla corretta applicazione delle norme sugli approvvigionamenti e scambi internazionali. In particolare l’i-dentificazione macroscopica si conferma come il metodo più rapido per la prima identificazione di un legname sconosciuto e, con una formazione adeguata ma abbastanza rapida, può essere eseguita da funzionari doganali, operatori dell’industria del legno, commercianti di legname e progettisti, che possono adesso avvalersi di Atlanti, por-tali ed applicativi informatici appositamente dedicati dove vengono fornite informazioni sul numero di specie, su quelle presenti nelle di-verse Appendici della CITES, sui principali legnami commerciali, sui legnami con nomi simili di altri generi, sulla distribuzione geografica e sul riconoscimento di specie o gruppi di specie a livello macrosco-pico e microscopico. Ad uno stato meno avanzato ma sicuramente molto promettenti sono le applicazioni alla dendro-provenienza basa-te sull’applicazione di tecnologie NIR, sullo studio del DNA e sullo

164

INNOVAZIONE, SOSTENIBILITÀ E IMPATTI DELL’USO DEL LEGNO

sviluppo di sistemi integrati che utilizzano *blockchain*, IoT, RFID per tracciare il legno lungo la catena di approvvigionamento.

Il legno di latifoglie sta diventando sempre più importante in Eu-ropa per il suo utilizzo come materiale strutturale, sia sotto forma di legno massiccio che di prodotti ingegnerizzati. In Italia il lavoro di caratterizzazione ha riguardato prima il legno di pioppo e di castagno e più recentemente, vista la grande abbondanza di foreste, il legno di faggio. La caratterizzazione della materia prima sia per l’impiego diretto sia per la realizzazione di prodotti strutturali incollati richiede la classificazione della resistenza dei segati sia con metodi visuali che a macchina, e questo continua ad essere tema di progetti di ricerca e innovazione che riguardano diverse specie e provenienze nazionali, per le quali sono così determinate caratteristiche di elasticità, resistenza e densità. Parallelamente proseguono anche le ricerche per la produ-zione di prodotti strutturali in legno incollato - quali ad esempio il CLT - con particolare attenzione sull’uso di adesivi a basso impatto ambientale e alla messa a punto e alla ottimizzazione degli incollaggi strutturali con miscele collanti termoindurenti e poliuretaniche. La ricerca sullo sviluppo di compositi a base di legno può contribuire a

1. utilizzare efficacemente assortimenti di piccolo diametro, legname di bassa qualità e residui forestali; (ii) ottimizzare le quantità di legno impiegata; (iii) ottenere prodotti le cui prestazioni soddisfino requisiti ad hoc (ad esempio, ritardata reazione al fuoco, migliore durabilità o comportamento acustico, ecc.).

L’impiego per usi strutturali del legno, oltre ad avere importanti implicazioni per la sostenibilità ambientale, può contribuire signi-ficativamente alla valorizzazione delle filiere locali, grazie anche alle normative europee di riferimento che si basano sulla combinazione di specie e provenienza geografica. In questo senso sarà strategico nei prossimi anni guidare la transizione del legno da prodotto a sistema-prodotto che richiederà i) lo sviluppo di strategie di comunicazione che integrino le caratteristiche qualitative del legno con il contesto ambientale, storico e sociale nel quale viene realizzato (Marchi di tipi-cità del legno), ii) lo sviluppo di un sistema di servizi che promuova e valorizzi sul mercato il legno di origine nazionale, anche impiegando i valori caratteristici e i profili resistenti determinati per le provenienze

165

M. FIORAVANTI *ET AL.*

italiane delle diverse specie, iii) il sostegno dell’associazione fra azien-de dei diversi segmenti della filiera, finalizzata al raggiungimento di una massa critica per l’offerta, all’implementazione di nuovi prodotti a maggiore valore aggiunto destinati al mercato del legno strutturale e non, iv) l’ incentivo all’utilizzo del mercato locale e l’accorciamento dei percorsi di filiera (di prossimità) al fine di migliorare la sostenibi-lità delle micro‐economie ed aumentare la sostenibilità ecologica dei processi e dei prodotti.

Se gli impieghi per usi strutturali rappresentano un’applicazione emergente e trainante per l’economia della filiera, questa è ancora for-temente caratterizzata dai settori tipici del *made in Italy* che fanno capo al comparto del sistema degli arredi interni e, più di recente, an-che esterni. Tali ambiti vedono il legno ed i prodotti derivati pur sem-pre un protagonista importante, soprattutto per gli aspetti legati alla circolarità della filiera e alla sostenibilità della materia prima. L’im-pulso verso l’uso a cascata del legno, oltre a confermare la necessità di considerare le biomasse residue delle lavorazioni per fini energetici, sta vedendo crescere in maniera esponenziale l’interesse nei confronti del riciclo dei materiali legnosi per la produzione di pannelli ricom-posti, e per l’uso degli scarti dei processi di trasformazione come fonte di prodotti ad alto valore aggiunto. Rientrano in questa categoria gli estrattivi del legno (tannini) - lavorati anche per ottenere prodotti ad elevata tecnologia come le schiume - gli olii essenziali e i polimeri costitutivi della parete cellulare quali lignina emicellulosa e cellulosa - che si prestano bene ad essere oggetto di trasformazioni sotto forma di nanoparticelle. da impiegare per realizzazioni avanzate nell’ambito dei materiali innovativi e nanomateriali strutturati.

Grazie a queste soluzioni sarà possibile ripensare le strategie basate sull’uso di agenti chimici tossici per la conservazione del legno, come gli idrocarburi policiclici aromatici contenenti creosoto o arseniato di rame cromato, che hanno effetti negativi sull’ambiente, e che possono essere sostituite da soluzioni a basso impatto ecologico quali ad esem-pio quelle basate sull’impiego combinato di olii essenziali (ad esempio timo) e nanoparticelle di lignina, le cui dispersioni hanno mostrato un approccio promettente per un’ampia gamma di applicazioni di prote-zione del legno, sia in ambienti interni che esterni, ove si riscontrano

166

INNOVAZIONE, SOSTENIBILITÀ E IMPATTI DELL’USO DEL LEGNO

umidità elevate e il pericolo di un attacco da parte dei funghi della carie del legno. La lignina estratta da specie di filiere di prossimità può essere impiegata per la produzione di rivestimenti mediante elettrofi-latura, si tratta di tessuti con caratteristiche promettenti sia in relazione alla bagnabilità che ad alcune proprietà antibatteriche. Miglioramen-to della resistenza ai funghi sono stati ottenuti anche con l’impiego di diverse oligo-amidi su nanoparticelle di TiO2, i cui nanocompositi possono mostrare proprietà migliori rispetto ai singoli componenti, ed essere utili in molti campi, come i rivestimenti antimicrobici per le superfici e nella conservazione dei beni culturali.

* ancora molto sentita la ricerca per le soluzioni volte a migliorare le caratteristiche tecnologiche di alcune specie legnose mediante trat-tamenti fisici. Il legno termo-trattato, procedimento con cui si realiz-za una depolimerizzazione selettiva di alcuni costituenti della parete cellulare, si sta affermando per la possibilità di vedere migliorate le caratteristiche estetiche (colore), la resistenza ai funghi e la stabilità dimensionale, consentendo l’impiego di specie legnose non durabili in contesti ambientali ostili, con applicazioni che riguardano sia il settore delle costruzioni che quello dei componenti di arredo. Ricerche sono in corso per l’ottimizzazione dei cicli di trattamento secondo la com-binazione di specie, temperature e contenuto di umidità del materiale, con particolare attenzione al legno di latifoglie. Linee di tendenza in-novative sono quelle che prevedono la possibilità di intervenire modi-ficando il comportamento della superficie delle fibre (per esempio con trattamenti a carico della componente ligninica) al fine di aumentare la forza di legame tra le pareti cellulari, e riducendo in certi casi anche la necessità di ricorrere a matrici aggiuntive, sfruttando, come nel caso del legno, la struttura nativa del materiale e la sua sofisticata struttura gerarchica. La struttura della parete cellulare, con la sua organizzazione in strati successivi, è anche oggetto di numerose sperimentazioni di design biomimetico. Queste esperienze stanno beneficiando dei van-taggi forniti dalle nuove tecnologie additive le quali, unitamente alle ricerche sui bio-polimeri, possono mettere a disposizione soluzioni di grande efficacia strutturale.

Il riferimento alle filiere produttive deve infine considerare anche i cambiamenti paradigmatici che riguardano il passaggio da una econo-

167

M. FIORAVANTI *ET AL.*

mia lineare a quella circolare. La circolarità delle materie prime è una delle strategie portanti di cui la Commissione Europea si è dotata per il raggiungimento degli obiettivi della transizione ecologica. Così come per altri materiali, anche nel caso delle bio-fibre la circolarità è stret-tamente dipendente dalla determinazione del bilancio del flusso delle diverse materie prime dalla costruzione/produzione di beni, al loro uso, fino alla gestione degli scenari di fine vita. La conoscenza delle dinamiche sistemiche degli stock in uso, del loro tempo di vita, della loro dinamica evolutiva (mantenimento - espansione), della gestione del fine vita (riuso, riciclo, rifiuto), costituisce un pilastro prelimina-re importante per definire strategie di gestione sostenibile dei flussi di materiali ed energia degli ecosistemi urbani, nella prospettiva della costituzione di strutture di economia circolare (Wiedenhofer, 2015). Le dinamiche di variazione degli stock sono conseguenti al funziona-mento del cosiddetto metabolismo sociale, che tende a far ridurre o aumentare i quantitativi di materiale in uso.

Costituire sistemi rigenerativi nei quali il ricorso alle materie prime, lo smaltimento, le emissioni, ed i fabbisogni energetici sono minimiz-zati grazie al rallentamento, alla chiusura ed al ridimensionamento di cicli di materiali ed energia, rappresenta una soluzione in grado di ga-rantire il mantenimento del livello di stock nei diversi ambienti, utile a contrastare l’incremento dovuto alla crescita di domanda di prodotti, e a favorire l’uso di materiali rinnovabili.

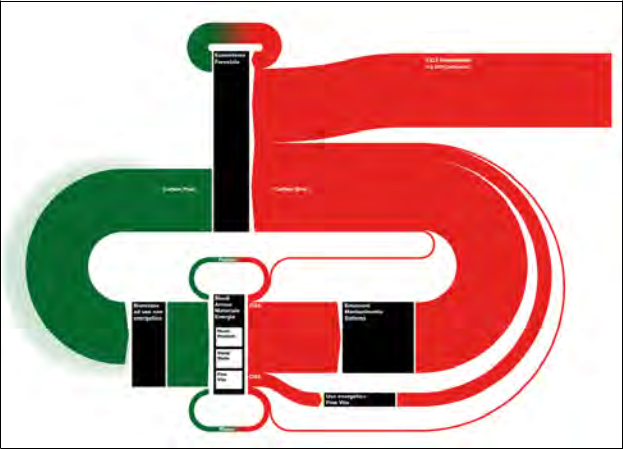
Trattandosi di una materia prima rinnovabile, caratterizzata da bas-sa energia di processo, e che offre molteplici possibilità di riuso e ri-ciclo, l’aumento dello stock di fibre di origine vegetale e di prodotti legnosi in sostituzione di altri materiali, è considerata da molti come una strategia per aumentare la sostenibilità ambientale dei sistemi e di quelli urbani in particolare.

A differenza di quanto avviene per altri materiali nel caso delle bio-fibre la definizione delle sole dinamiche di funzionamento degli stock e dei flussi di riuso e riciclo non è sufficiente e si rende necessario che vengano valutati altri elementi prima di poter declamare la sostenibi-lità di un processo.

In questo contesto, infatti, la dinamica dello stock deve essere posta in relazione con la struttura e la funzionalità degli ecosistemi agro-forestali

168

INNOVAZIONE, SOSTENIBILITÀ E IMPATTI DELL’USO DEL LEGNO



*Figura 1* - Modello semplificato dei flussi di materia ed energia a carico dei sistemi forestali.

da cui il materiale trae origine. Il legno e i tessuti vegetali in generale, in-sieme ai loro derivati e al suolo, costituiscono uno dei grandi serbatoi per la immobilizzazione di carbonio (*carbon pool*) di cui gli ecosistemi agro-forestali possono disporre, ed il cui tempo di ritorno, identificabile con la gestione dello stock, influenza la funzionalità biologica dei sistemi e le scelte di gestione forestale (Dewar, 1991). Questo implica che il prelievo di biomassa debba avvenire nel rispetto delle funzionalità biologiche e temporali dei sistemi che le generano (Fig. 1).

A questa limitazione deve poi essere aggiunta un’altra importante condizione al contorno legata alla funzione di mitigazione del cambia-mento climatico cui i sistemi agro-forestali sono chiamati. Nel corso della produzione di biomassa, i sistemi vegetali svolgono un’azione di fissazione dell’anidride carbonica che prende il nome di *carbon sink*. Essendo gli unici sistemi in grado di garantire un aumento potenziale nell’assorbimento della CO2 in eccesso, questo determina una dico-tomia nelle funzionalità che sono chiamati allo stesso tempo a svol-gere: produrre materia prima rinnovabile e sostenibile e contribuire al raggiungimento degli obiettivi di contenimento del cambiamento climatico, funzioni queste apparentemente in antitesi fra loro, ma che proprio nel materiale legno nella sua funzione di *carbon stock*, soprat-tutto per prodotti di lunga durata, può trovare una sinergia tra le due situazioni.

169

M. FIORAVANTI *ET AL.*

BIBLIOGRAFIA

Dewar R.C., 1991 - *Analytical model of carbon storage in the trees, soils, and wood products of managed forests*. Tree Physiology, 8 (3): 239-258. https://doi.org/10.1093/treephys/8.3.239

170

Conclusioni

Illustrissimi Accademici, permettetemi prima di tutto di ringra-ziare il Presidente, prof. Ciancio, e l’Accademia tutta, per l’organiz-zazione di questo momento di bilancio “di medio termine” che ci consente, a metà del cammino tra il IV Congresso di selvicoltura di Torino e l’indizione del V, di verificare se gli auspici che i Con-gressisti avevano all’unanimità cristallizzato nella mozione finale il 9 novembre 2018 siano in tutto o in parte stati resi concreti. Rin-grazio inoltre tutti gli Autori delle relazioni che sono state esposte, perché gli approfonditi interventi hanno reso semplice il compito affidatomi di tirare le conclusioni, in attesa di ascoltare le prospettive delineate dal Presidente.

Tutti gli interventi hanno evidenziato con chiarezza che, pur in un quinquennio caratterizzato da eventi straordinari e dai tratti preoccu-panti, il sistema forestale italiano ha compiuto notevoli passi avanti nel percorso delineato cinque anni prima. Ciò è potuto avvenire an-che grazie all’intensa opera di aggiornamento del quadro normativo nazionale, avvenuto con l’approvazione dei molti decreti attuativi espressamente previsti o consentiti grazie alle previsioni del Decre-to legislativo 3 aprile 2018 n. 34 (Testo unico delle Foreste e delle Filiere forestali) tra cui spicca quello dedicato all’approvazione della Strategia Forestale Nazionale, pubblicato nel febbraio 2022. A fian-co ai testi normativi sono state approvate norme di finanziamento dedicate quali il Fondo foreste nel 2019, il Fondo per la Strategia forestale, ben più consistente, nel 2022, insieme ad altri fondi di natura aggiuntiva, alcuni dei quali previsti una tantum, che hanno consentito di pubblicare bandi dedicati a incentivare particolari ini-ziative territoriali (Bando ex POA3 con fondi CIPESS, Bando filiere forestali con fondi PNRR, Bando alvei con fondi ordinari). Tutti i decreti sono reperibili con facilità sul sito del Ministero, della Rete

171

A. STEFANI

rurale nazionale e nella sezione legislativa del SINfor, affinché sia semplice comprendere il sistema che si è delineato, recentemente de-finito come “un disegno riformatore che ha pochissimi eguali nella attività legislativa e di governo” (Romano L., 2024: *Il design della so-stenibilità. Viaggio nella bioeconomia del legno del nordest*. Posteditori,Padova, 2024).

Tutti gli atti di rango normativo sono frutto di un dialogo intenso con i portatori di interesse, e sono stati redatti in bozza da gruppi di lavoro misti, cui molti Accademici hanno fornito determinanti con-tributi, in tal modo supportando con presupposti tecnico -scientifici di assoluto valore le statuizioni giuridiche, contribuendo a creare con abilità e pazienza le tessere di un ampio mosaico che si avvicina ad essere completato. È in corso di redazione infatti la bozza dell’ultimo dei decreti previsti, concernente i boschi monumentali.

Ciò che si è realizzato può essere a buon diritto annoverato tra i ri-sultati non solo di un’amministrazione partecipata, ma di un proces-so che i più recenti studi sui beni comuni ha definito come “ammi-nistrazione condivisa” (Bonasora P., 2024: *Rapporto 2023 sullo stato dell’amministrazione condivisa*. Labsus.org) in cui le persone parteci-pano all’esercizio della funzione amministrativa, contribuendo con-cretamente alla soluzione dei problemi della comunità, riconoscendo che i singoli cittadini non sono solo portatori di bisogni ma anche di capacità. Grazie ai fondamentali apporti di tutti gli interessati, nel corso di dibattiti anche specificatamente organizzati, ci si è resi conto che le soluzioni devono essere all’altezza della complessità dei problemi, ma devono essere operativamente semplici da applicare.

Mancano tuttavia ancora alcuni importanti temi che i Congres-sisti elencarono tra i prioritari per il sistema forestale nazionale nel novembre del 2018. Il tema della fiscalità dedicata alle foreste, in favore dei proprietari forestali e degli imprenditori della filiera, non ha segnato alcun progresso, sia pure all’interno di un ampio dibatti-to che sta contrassegnando l’intero sistema fiscale nazionale. Anche se ai tentativi di avviare il dibattito sul tema non è arriso successo, io ritengo che non si debba desistere ma che forse siano opportune alleanze, in particolar modo con coloro che stanno elaborando pro-poste per un sistema fiscale dedicato alle terre alte e a coloro che le

172

CONCLUSIONI

abitano o vorrebbero tornare a popolarle, con misure di vantaggio rispetto agli abitanti delle pianure, per le indubbie difficoltà che de-vono affrontare. La gestione forestale sostenibile può contribuire a questo processo, offrendo maggiore sicurezza dei versanti, lavoro di qualità e produzioni che vedono nel legno solo una delle produzioni, localmente spesso nemmeno la più remunerativa.

Tra gli obiettivi non ancora avviati ad approdo sicuro è sicu-ramente il tema della comunicazione. L’attenzione alle foreste è elevata, e gli eventi si moltiplicano. Il dibattito pubblico è animato, ma purtroppo si registra il dilagare, amplificato dai sistemi contem-poranei di comunicazione, di notizie parziali quando non comple-tamente false, che vengono rimbalzate in un numero di volte so-litamente proporzionale alla fama di chi le propaga, e le smentite, anche supportate da dati robusti, faticano a farsi strada. Gli episodi virtuosi, e le capacità indubbie di alcuni professionisti della comuni-cazione forestale non sono ancora sufficienti, perché manca una vera e propria strategia comunicativa condivisa, per finanziare la quale oc-correrebbero ingenti risorse dedicate, come avviene in altre Nazioni, anche vicine alla nostra.

Altri due aspetti su cui molto resta ancora da fare riguardano la prevenzione dei dissesti idrogeologici mediante le attività selvicoltu-rali ed il contenimento dei danni ai boschi, ed alla rinnovazione in particolare, da parte della fauna selvatica, con riferimento specifico agli ungulati. Nel primo caso, occorre menzionare, con rammarico, che la proposta di destinare una parte dei fondi PNRR proprio ad un vasto progetto di prevenzione dei dissesti con attività selvicol-turali progettate insieme alla manutenzione ordinaria e straordina-ria del reticolo idraulico minore, che pure era stato presentato dalla Direzione generale economia montana e foreste ed appoggiato dal Ministero dell’agricoltura con la richiesta di destinare una consi-stente parte dei Fondi messi a disposizione dal PNRR, è stato dopo alcuni mesi di inserimento nel progetto generale di piano brusca-mente espunta in sede governativa. Si è così purtroppo persa una occasione forse irripetibile. Si lamenta anche l’assenza di un piano di contenimento della fauna selvatica, di cui si dibatte da tempo con posizioni di barriera spesso ideologiche, mentre sono evidenti i

173

A. STEFANI

danni alla rinnovazione, sia naturale sia artificiale. Il piano diviene strategico ed urgentissimo quando si tratta di favorire il ripristino dei boschi degradati dai disturbi, in particolare nelle vaste aree che Vaia prima ed *Ips typographus* poi hanno denudato. Almeno in questi territori il contenimento del carico faunistico andrebbe avviato con serietà e tempismo; forse proprio grazie alle evidenze scientifiche dei danni che l’eccessivo carico provoca alla rinnovazione naturale ed al ripristino della copertura forestale dei versanti montani i forestali potrebbero portare nel dibattito posizioni equilibrate e chiedere una condivisione, nell’emergenza in atto.

Anche il tema delle piantagioni da legno, dell’utilizzo degli spa-zi definibili fuori foresta a scopo produttivo e dell’agroforestazione merita nuovi approfondimenti, alla ricerca dell’equilibrio con altre forme di utilizzazione del territorio, mentre desidero segnalare che a suo tempo non venne fatta menzione, tra le priorità, del tema del materiale forestale di propagazione, la cui produzione è nettamen-te inferiore alle necessità del presente e che nel futuro si prevede aumenteranno. Occorre anche accrescere le capacità del sistema di procedere ad interventi di messa a dimora e a cure colturali adeguate alle nuove situazioni climatiche che, se non ben valutate, possono portare ad estese fallanze o a ingenti costi per i risarcimenti.

La dimensione internazionale ed europea di ogni scelta di politi-ca forestale di livello nazionale dovrà trovare spazio adeguato nelle attività di preparazione al V Congresso, a mio giudizio, sia rifletten-do sul sistema europeo di codecisione sia sui riflessi degli equilibri planetari, che a giudizio di alcuni potrebbero essere ristabiliti solo ricorrendo ad estesi rimboschimenti forestali, prescindendo dalle tempistiche di affrancamento delle superfici oggetto di impianto e di conflitti per le risorse da utilizzare, in particolare con gli utilizzi alternativi degli spazi e dell’acqua necessari.

Infine, mi permetto di chiudere con un’ultima suggestione. Cre-do debba essere affrontato, anche nel settore forestale, il tema della difficile affermazione delle ragazze e delle donne, notoriamente in nettissima minoranza nel nostro campo, come è dimostrato avviene in tutti i settori definiti STEM. Considerando lo sviluppo del sistema forestale come un esercizio di intelligenza collettiva che va oltre la

174

CONCLUSIONI

somma delle conoscenze e della cultura individuale, e dove le parole come “cura” e “relazione” hanno un significato specifico ed importan - tissimo, registrare ancora un livello di partecipazione femminile così numericamente contenuto, soprattutto nei ruoli di vertice, deve essere a mio avviso attentamente considerato ed approfondito; devono esse-re messe in atto adeguate misure per contrastarlo, per il bene dell’Italia e dei suoi boschi che tanto amiamo.

*Alessandra Stefani*

175

Stampato in Italia nel mese di dicembre 2024

da Tipografia Linari - Firenze



*Questo volume raccoglie i contributi presentati al Convegno “A cinque anni dal IV Congresso Nazionale di Selvicoltura: Riflessioni e prospettive”, organizzato dall’Accademia Italiana di Scienze Forestali (Firenze, 9 aprile 2024). Partendo da quanto previsto dalla Mozione finale del IV Congresso, tenuto a Torino nel 2018 (https://www.aisf.it/iv-congresso-nazionale-di -selvicoltura/), gli autori analizzano gli sviluppi avvenuti negli ultimi cinque anni nei diversi settori che compongono il complesso e articolato sistema forestale italiano, evidenziando criticità e prospettive, al fine di avviare il percorso verso il prossimo Congresso Nazionale di Selvicoltura che si terrà nel 2028.*



Accademia Italiana di Scienze Forestali