

ANTONINO NICOLACI (\*) (°) - PASQUALE ANTONIO MARZILIANO (\*\*)  
FRANCO PIGNATARO (\*\*\*) - GIULIANO MENGUZZATO (\*\*)  
FRANCESCO IOVINO (\*)

## LA PREVENZIONE DEGLI INCENDI CON INTERVENTI DI DIRADAMENTO IN RIMBOSCHIMENTI DI PINO LARICIO. RISULTATI DI UNO STUDIO A SCALA TERRITORIALE

(\*) Dipartimento di Ingegneria Informatica, Modellistica, Elettronica e Sistemistica. Laboratorio di Cartografia Ambientale e Modellistica Idrogeologica. Università della Calabria.

(\*\*) Dipartimento di Agraria, Università Mediterranea di Reggio Calabria.

(\*\*\*) Dottore forestale.

(°) Autore corrispondente; antonino.nicolaci@unical.it

*Il lavoro ha preso in esame un'area del settore centro-settentrionale della Calabria, in provincia di Cosenza (Sud Italia), rimboschita tra il 1955 e il 1960 con pino laricio su una superficie di 1535 ettari, distribuiti tra singoli complessi di diversa entità. Applicando una metodologia articolata in diverse fasi integrate tra di loro, sono stati stimati distintamente per i diversi complessi, i quantitativi eliminabili con i diradamenti di combustibile e la relativa energia calorica. È risultato che riducendo la densità dei popolamenti, mediamente del 48% del numero di piante, il 18,0% dell'area basimetrica e del volume, ipotizzando una combustione totale che interesserebbe solo il 15% della biomassa epigea, si otterrebbe in media una riduzione del 15% di energia calorica. I dati a livello di popolamento, riferiti a scala territoriale, separatamente per le aree diradate e non diradate, hanno consentito di stimare che con i diradamenti verrebbero sottratti preventivamente quantitativi di energia calorica variabili da un minimo di 12.000 GJ/ha<sup>1</sup> ad un massimo di 37.000 GJ/ha<sup>1</sup>.*

*Parole chiave:* pino laricio; prevenzione selvicolturale; incendi boschivi; diradamenti.

*Key words:* Calabrian pine; silvicultural prevention; wildfire; thinning.

*Citazione:* Nicolaci A., Marziliano P.A., Pignataro F., Menguzzato G., Iovino F., 2015 - *La prevenzione degli incendi con interventi di diradamento in rimboschimenti di pino laricio. Risultati di uno studio a scala territoriale.* L'Italia Forestale e Montana, 70 (1): 7-21. <http://dx.doi.org/10.4129/ifm.2015.1.01>

### 1. INTRODUZIONE

Gli incendi rappresentano una crescente minaccia per le foreste a livello mondiale. Nella regione mediterranea l'incidenza e l'entità delle superfici interessate dal passaggio del fuoco costituiscono un problema vasto e complesso, con conseguenze di ordine ecologico, economico e sociale.

La diminuzione annua della superficie forestale nel bacino del mediterraneo è stata stimata dell'1,2%. Un valore, peraltro, superiore a quello delle foreste tropicali

(0,8%), che deriva molto dall'impatto degli incendi, differente tra i Paesi del Nord e quelli del Sud e dell'Est, per le relative diverse condizioni socio economiche.

Abbandono di molti territori rurali, con conseguente diminuzione delle attività agricole e progressivo avanzamento del bosco, riduzione delle attività selvicolturali, con accumulo di biomassa combustibile, crescente urbanizzazione, nonché condizioni di siccità estiva e vento, tipiche del clima mediterraneo, sono fattori comuni a tutti i Paesi Mediterranei. Essi facilitano l'opera di coloro che danno fuoco (Lanly, 1996) e determinano un netto incremento della sensibilità dei boschi agli incendi (Cesti *et al.*, 2012; Mazzoleni *et al.*, 2009). A questo, bisogna aggiungere che negli ultimi anni nell'Unione Europea l'aumento dei fenomeni climatici estremi ha comportato una maggiore concentrazione di grandi incendi rispetto al passato e un allargamento tendenziale verso il Nord Europa dell'area a rischio (Camia, 2011).

I ricorrenti episodi di incendi boschivi, anche di grandi dimensioni, ai quali non sono estranee le circostanze prima indicate, inducono ad agire sulle cause del problema e a dare priorità alla prevenzione in un approccio integrato della pianificazione antincendi, in modo da rendere i territori forestali meno vulnerabili al fuoco (CFS e FAO, 2008).

Nelle raccomandazioni del Workshop "Incendi boschivi nella Regione Mediterranea: Prevenzione e cooperazione regionale" (CFS, FAO, 2008), scaturite a loro volta dalla Conferenza sulla gestione degli incendi boschivi, tenutasi nel 2007 a Siviglia (Spagna), viene ribadito come la prevenzione risulti di particolare importanza per Europa, Sud-Est Europa, Mediterraneo, Africa del Nord e Caucaso.

In questa ottica oggi si riscontra un largo consenso circa l'efficacia delle attività di gestione forestale nella prevenzione degli incendi con particolare riferimento agli interventi selvicolturali e al fuoco prescritto che possono rendere i popolamenti forestali meno vulnerabili al fenomeno. La gestione dei combustibili forestali è infatti l'unico strumento preventivo che può essere adottato per ridurre il rischio d'incendio, dato che non è possibile intervenire né sul fattore meteorologico né su quello topografico (CFTS, 2006).

La multifunzionalità delle foreste, unitamente alle considerazioni sulle nuove dimensioni scientifiche e culturali assunte dai boschi, trovano oggi compiutezza nei principi della Gestione Forestale Sostenibile che, a livello nazionale, è individuata come principio ispiratore della programmazione e della pianificazione per un uso equilibrato delle risorse forestali ed evidenzia il primato della selvicoltura come attività diretta allo sviluppo socioeconomico e, contemporaneamente, alla salvaguardia ambientale, indirettamente riconosce il ruolo che la selvicoltura svolge anche per la prevenzione degli incendi.

Queste prerogative possono essere ascritte in modo particolare alla selvicoltura sistemica (Ciancio, 1998, 2000; Ciancio e Nocentini, 1996): una selvicoltura che rende compatibile l'attività dell'uomo in bosco, soddisfacendo i criteri della gestione sostenibile per la salvaguardia della biodiversità, l'incentivazione delle produzioni forestali, la valorizzazione delle esternalità, la salvaguardia del paesaggio e il sostegno alla proprietà forestale (Bovio *et al.*, 2011).

In questo quadro di riferimento l'applicazione, nell'ambito dell'ordinaria gestione forestale, di forme colturali volte a favorire la rinaturalizzazione delle formazioni semplificate e dei rimboschimenti, e ad aumentare la complessità strutturale nelle fustaie, così come gli interventi colturali nei cedui a regime e in quelli in avviamento, determinano modificazioni del carico e della distribuzione spaziale dei combustibili (Graham *et al.*, 1999) con ricadute a breve termine, dovute ad un aumento della resistenza dei popolamenti all'avanzamento del fuoco e alla riduzione del potenziale di innesco; a lungo termine per un aumento della resilienza derivante da una maggiore complessità strutturale e funzionale dei boschi.

Le azioni da seguire si basano su interventi che tengono in considerazione la vulnerabilità al fuoco dei sistemi forestali mediterranei (Hirsch *et al.*, 2001) e il loro reale stato in termini di governo, trattamento, struttura, funzionalità, quantitativi di biomassa e necromassa (Allen *et al.*, 2002; McKelvey *et al.*, 1996). La vulnerabilità esprime gli effetti potenziali del passaggio del fuoco sia di tipo ecologico sia economico ed oggi, insieme alla valutazione del rischio (probabilità che si verifichi un incendio), rappresenta un'azione particolarmente considerata nei piani antincendi boschivi.

Su tali aspetti ed in particolare sugli effetti che gli interventi selvicolturali hanno sulla riduzione del combustibile e, conseguentemente, sul contenimento del potenziale innesco degli incendi e dell'intensità del fronte di fiamma, sulla mitigazione dei danni conseguenti, non si hanno adeguate conoscenze.

## 2. LA PREVENZIONE SELVICOLTURALE MEDIANTE I DIRADAMENTI

La prevenzione, come è noto, viene distinta in diretta e indiretta. La prima ha lo scopo di rendere meno frequenti le cause di accensione e consiste prevalentemente nell'informare le popolazioni dei rischi e delle precauzioni. La seconda comprende sia la realizzazione di opere che facilitano l'estinzione (viali tagliafuoco, punti di approvvigionamento idrico e viabilità operativa), sia gli interventi selvicolturali e di altro tipo (decespugliamento, pascolamento, diserbo, fuoco prescritto) che rendono i popolamenti forestali meno bruciabili e meno vulnerabili al fuoco (Bovio, 1995).

La Legge 21 novembre 2000, n. 353 nasce dalla diffusa convinzione che il metodo più adeguato per perseguire la conservazione del patrimonio boschivo sia quello di promuovere e incentivare le attività di previsione e prevenzione, anziché privilegiare la fase emergenziale legata allo spegnimento degli incendi (Bovio *et al.*, 2004).

La stessa legge, nel definire le attività di prevenzione come azioni mirate a ridurre le cause e il potenziale innesco d'incendio, nonché interventi finalizzati alla mitigazione dei danni conseguenti, prevede che si utilizzino anche gli interventi colturali volti a migliorare l'assetto vegetazionale degli ambienti naturali e forestali. Un esplicito riferimento al ruolo che possono svolgere gli interventi selvicolturali e la loro organizzazione nello spazio e nel tempo (pianificazione). I primi determinano modificazioni del carico e della struttura

spaziale, sia del materiale vivo sia di quello morto e accrescono la resistenza dei popolamenti all'avanzamento del fuoco. La pianificazione degli interventi contribuisce, invece, a rendere i comprensori forestali meno vulnerabili alla diffusione delle fiamme.

Un recente studio (Garfi *et al.*, 2014) ha evidenziato che nelle regioni dell'Italia meridionale sono particolarmente interessati dagli incendi, i popolamenti di pini mediterranei (con le superfici maggiori in Puglia e in Sicilia) e di pino nero, laricio e loricato (con una grande incidenza delle superfici a pino laricio in Calabria). Nelle regioni centrali la superficie percorsa da incendi riguarda per gran parte i popolamenti di pini mediterranei, con la Toscana e il Lazio tra quelle più colpite; nelle regioni settentrionali spicca il dato relativo alle pinete di pino silvestre e pino montano, ripartito prevalentemente tra il Piemonte, Lombardia, Trentino e Liguria.

Per questi popolamenti un ruolo importante assumono i diradamenti, parte integrante del trattamento selvicolturale, attraverso i quali si determina un aumento della loro stabilità e si favorisce la dinamica evolutiva (Ciancio, 1986), con ricadute a breve e a lungo termine anche sulla prevenzione degli incendi (Agee e Skinner, 2005).

A breve termine la riduzione di densità oltre ad attenuare i fenomeni di concorrenza tra le piante e, conseguentemente, l'accumulo di materiale morto per auto diradamento (stimato anche nell'ordine del 30-40%), che è facilmente incendiabile, crea migliori condizioni di umidità nel suolo e una maggiore resistenza e resilienza al fuoco. Il significato che assumono i diradamenti ai fini della prevenzione degli incendi è insito nei presupposti bioecologici e colturali, indicati da Ciancio (1986), che sono strettamente interconnessi.

La riduzione di densità e le variazioni microclimatiche che ne derivano provocano un incremento dimensionale delle piante che assicura migliori condizioni di stabilità dei popolamenti. Inoltre, si creano condizioni favorevoli per i processi di rinaturalizzazione.

Una particolare valenza in tema di prevenzione degli incendi assumono il tipo e grado di diradamento. Il tipo incide sulla distribuzione nello spazio del combustibile, quindi, sulla continuità verticale e di conseguenza sulla propagazione del fuoco tra le chiome, il grado influisce sulla quantità del combustibile.

Partendo da queste considerazioni il presente lavoro ha l'obiettivo di valutare la riduzione del potenziale combustibile che viene eliminato con i diradamenti in rimboschimenti di pino laricio e di verificare le ricadute che si hanno quando dalla scala del popolamento si passa a quella territoriale.

### 3. MATERIALI E METODI

#### 3.1 *Area di studio*

Il territorio interessato dallo studio ricade nel bacino idrografico del Fiume Arente, affluente di destra del Fiume Crati, nella zona centro-settentrionale della Calabria, in provincia di Cosenza (Sud Italia).

In questo territorio le aree formano complessi, alcuni dei quali anche di diverse centinaia di ettari, distribuiti prevalentemente nei settori alto collinari e montani sia in destra che in sinistra idrografica del bacino (Figura 1). Altimetricamente si sviluppano da 900 a 1500 m s.l.m. e sono compresi tra 39°22' e 39°25' di Latitudine Nord e tra 3°53' e 3°55' di Longitudine Est.

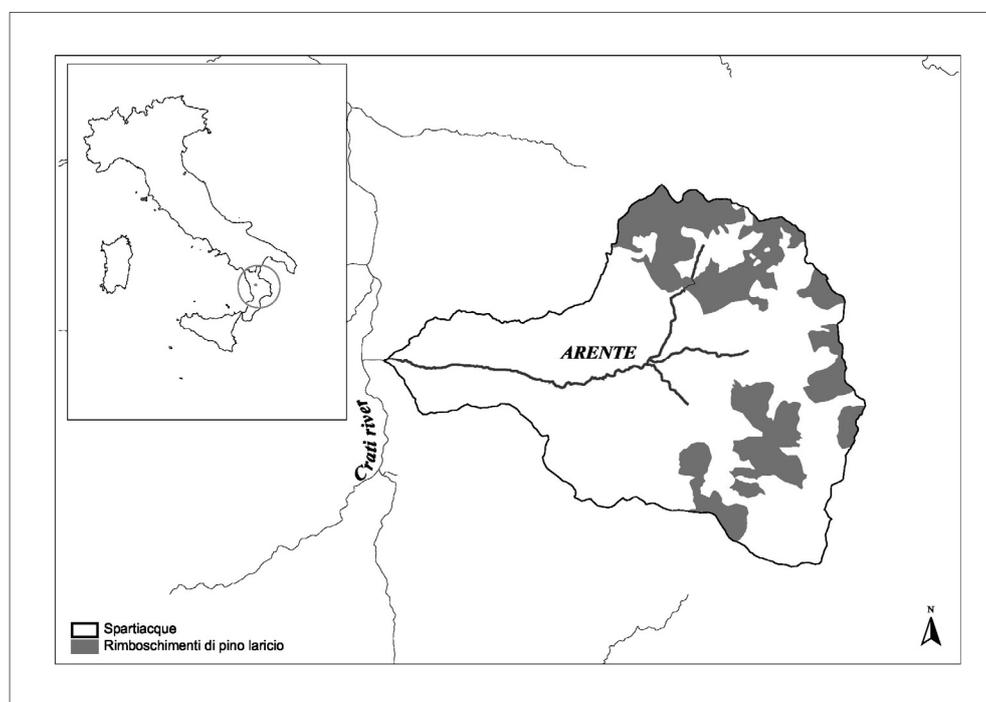


Figura 1 - Area di studio.

La vegetazione forestale è riconducibile all'orizzonte del piano basale e della fascia montana. I due orizzonti vanno considerati l'uno la naturale successione dell'altro con vari termini di passaggio e compenetrazioni che appaiono evidenti, soprattutto, quando si passa dalle esposizioni più calde a quelle più fredde.

Il primo da circa 800 metri si spinge fino a circa 1.100 metri di quota ed era caratterizzato nel passato dalla presenza massiccia di querceti, edificati essenzialmente da cerro (*Quercus cerris* L.) e farnetto (*Quercus frainetto* Ten.) ed in minor misura dal castagno. Il secondo inizia oltre i 1100 metri di quota, si spinge fino ai rilievi più alti (Monte Scuro 1633 m s.l.m.) ed è contraddistinto da formazioni di origine naturale di pino laricio *Pinus nigra* J.F. Arn. ssp. *laricio* (Poir.) Maire e da cedui di faggio (*Fagus sylvatica* L.), molti dei quali in conversione.

In questi due orizzonti ricadono gran parte dei rimboschimenti di pino laricio la cui area di vegetazione tra 900 e circa 1200 metri è ascrivibile al *Castanetum*, da tale limite altitudinale e fino ai rilievi più alti, al *Fagetum* di Pavari. Con riferimento alla classificazione di Rivas Martinez (1995) corrispondono, rispettivamente, al

bioclima mediterraneo oceanico, mesomediterraneo superiore, subumido superiore, e al temperato oceanico, subalpino inferiore, umido superiore.

La piovosità media annua riferita alle stazioni di San Pietro in Guarano (660 m s.l.m.), di Camigliatello Silano (1291 m s.l.m.) e di Monte Curcio (1730 m s.l.m.) è, rispettivamente, di 992, 1634 e 1258 mm. La temperatura media annua per le stesse stazioni risulta, invece rispettivamente di 14, 9,2 e 6,8 °C, con le medie del mese più freddo pari a 5,2, 0,3 e -3°C, mentre per il mese più caldo si hanno valori di 22,7, 18,4 e 15,4°C (Figura 2).

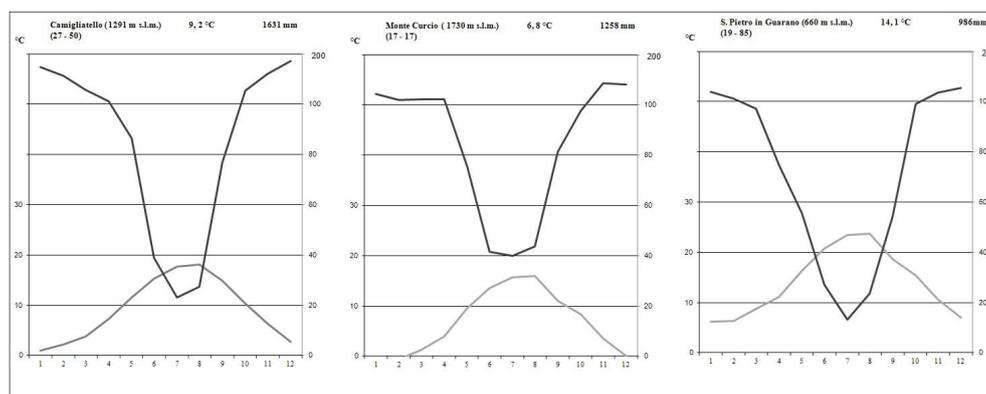


Figura 2 - Diagrammi climatici riferiti alle tre stazioni meteorologiche.

Gran parte dei territori rimboschiti ricadono negli inceptisuoli e in particolare in due associazioni (ARSSA, 2003). La prima (*Typic Dystrudepts e Humic Dystrudepts*) caratterizza i versanti con moderata pendenza, sia in destra che in sinistra idrografica, costituiti da rocce a diverso grado di metamorfismo. I suoli sono a profilo A-Bw-C, moderatamente profondi, con scheletro comune e pietrosità superficiale elevata, a tessitura media, da acidi a subacidi, con riserva idrica moderata e drenaggio buono; a profilo Oi-A-Bw-BC, moderatamente profondi, con scheletro comune, a tessitura media, acidi, con riserva idrica da moderata ad elevata, e drenaggio buono.

La seconda associazione (*Humic Psammentic Dystrudepts, Humic Dystrudepts e Typic Dystrudepts*) è diffusa nel settore centrale del bacino, su versanti acclivi costituiti da rocce granitiche fortemente alterate. I suoli sono a profilo A-Cr, sottili, con scheletro scarso, a tessitura grossolana, acidi, con riserva idrica bassa e drenaggio rapido; a profilo Oi-A-Bw-Cr, moderatamente profondi, con scheletro da scarso a comune, a tessitura moderatamente grossolana, acidi, con riserva idrica elevata e drenaggio buono; roccia affiorante.

### 3.2. Metodologia

La metodologia applicata si articola in più fasi integrate tra di loro: (a) delimitazione delle aree rimboschite con pino laricio e loro discriminazione in relazione all'età dei popolamenti; (b) aggiornamento al 2013 dei dati dendroauxometrici dei popolamenti di diversa età già rilevati nel 1995; (c) deter-

minazione del volume e della biomassa epigea e variazioni in relazione anche alla esecuzione dei diradamenti; (d) stima dei quantitativi di combustibile eliminabile e relativa energia calorica sottratta a livello di popolamento e a scala di comprensorio.

La delimitazione delle superfici rimboschite è stata eseguita mediante foto-interpretazione da immagini aeree, relative all'anno 2012 (<http://www.bing.com/maps/>); queste sono state confrontate con le stesse cartografate nel 1995 (Pignataro, 1996-1997) e verificate con ricognizioni a terra. Su tali basi è stata elaborata la carta dei rimboschimenti distinti in relazione alle età dei popolamenti.

L'aggiornamento dei dati dendroauxometrici è stato effettuato mediante rilievi eseguiti nel 2013 nelle stesse aree di saggio del 1995. Il campionamento è stato ripetuto con aree di saggio circolari, con raggio di 10 o 20 m a cui corrispondono superfici, rispettivamente, di 314 o 1256 m<sup>2</sup>. All'interno di ciascuna area sono stati misurati, a partire da 5 cm, tutti i diametri delle piante a 1.30 metri da terra e rilevate le altezze campionando almeno il 10% di esse. Nel totale i rilievi hanno riguardato 50 aree di saggio. Si è proceduto quindi alla determinazione del volume e della biomassa e alle variazioni temporali valutando anche gli interventi di diradamento, limitatamente ai rimboschimenti in cui sono stati eseguiti.

Il volume e la biomassa epigea sono state determinate tramite le equazioni del pino laricio (INFC, 2005; Tabacchi *et al.*, 2011). Per rendere confrontabili i dati nei due anni di riferimento, tali equazioni sono state impiegate per ricalcolare gli elementi biometrici del 1995, poichè all'epoca era stato stimato solo il volume utilizzando una tavola corno metrica locale (Avolio e Ciancio, 1979).

Per la stima della corrispondente energia calorica, in caso di combustione totale, si è fatto ricorso alla seguente formula:

$$E_{cal} = B_e * Pcs$$

dove:

$E_{cal}$  = energia calorica (kJ·m<sup>-2</sup>);

$B_e$  = Biomassa epigea (kg·m<sup>-2</sup>);

$Pcs$  = potere calorifico superiore, in kJ·kg (per i pini pari a 17.800 kJ·kg);

Poiché nella realtà la combustione totale interessa generalmente il 15% della biomassa, nelle determinazioni si è fatto riferimento a questi valori. I valori unitari così ottenuti, moltiplicati per la superficie di ciascuno dei complessi rimboschiti, hanno consentito di stimare i quantitativi a scala di popolamento, in relazione anche alla densità e ai diradamenti. La sommatoria dei valori così calcolati ha fornito il dato complessivo a scala comprensoriale.

Per la stima dei quantitativi di acqua necessari per l'estinzione prima e dopo gli interventi di diradamento, è stata applicata la seguente formula (Marotta e Mossa Verre, 1998):

$$A_{H_2O} = \frac{E_{cal}}{\beta \Delta h_w}$$

dove:

$A_{H_2O}$  = quantitativo d'acqua necessaria per l'assorbimento dell'energia calorica sviluppata nella combustione ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ );

$\beta$  = coefficiente di efficienza pari al rapporto tra la quantità d'acqua riversata realmente sull'incendio e che subisce completa vaporizzazione e la quantità totale d'acqua erogata; tale coefficiente rappresenta il rendimento del processo di estinzione; considerazioni pratiche e sperimentali (Delle Chiaie, 1976) portano a stimare valori di  $\beta$  alquanto bassi, non superiori a 0,6-0,7; secondo quanto riportato in letteratura (Marotta e Mossa Verre, 1998),  $\beta$  può essere in genere assunto pari a 0,4;

$\Delta h_v$  = calore latente di evaporazione dell'acqua a 100 °C ( $2440 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ ).

#### 4. RISULTATI

##### 4.1. *Elementi caratteristici dei popolamenti*

I rimboschimenti oggetto dello studio sono stati eseguiti a partire dal 1955, anche se su gran parte delle superfici i lavori iniziarono nel 1958 e si sono protratti fino ai primi anni del 1960. Di conseguenza l'età dei popolamenti, riferita al 2013, è risultata variabile da 51 anni a 58 anni.

Le densità riscontrate risentono di quelle iniziali d'impianto le quali sono variate nel tempo a seguito delle modifiche apportate alle tecniche di preparazione del suolo. Da valori di 3250 piante ad ettaro (gradoni e buche tra gradoni), applicate inizialmente nei rimboschimenti del settore settentrionale dell'area di studio, si passò a densità di 2500 piante ad ettaro (solo gradoni). Nelle situazioni dove gli affioramenti rocciosi non consentivano la lavorazione continua con gradoni si avevano 1600 piante per ettaro.

I rimboschimenti formano complessi accorpati di diversa entità (Figura 3), distribuiti in tutto il territorio montano del bacino, seppur con differenze da nord verso sud. Nel settore settentrionale le aree rimboschite hanno ricoperto estese superfici, precedentemente utilizzate come seminativi e prati pascoli, e costituiscono due grossi corpi, rispettivamente, di circa 500 e 300 ettari ciascuno. Nel settore orientale e meridionale, invece, i rimboschimenti interessano accorpamenti meno ampi, da un minimo di circa 50 ettari ad un massimo di circa 150 ettari, separati tra loro da aree boscate di origine naturale, rappresentate da pinete di laricio e da faggete, molte delle quali cedui in conversione. La superficie complessivamente rimboschita è risultata di 1535 ettari. Rispetto al 1995 è stata riscontrata una diminuzione di circa 16 ettari dovuta ad incendi di tipo distruttivo.

##### 4.2. *Analisi biometriche*

###### 4.2.1. Dati riferiti al 1995

Le età dei popolamenti variavano da 33 a 40 anni. La densità era quasi ovunque elevata: mediamente il numero di piante a ettaro era pari a circa 1740,

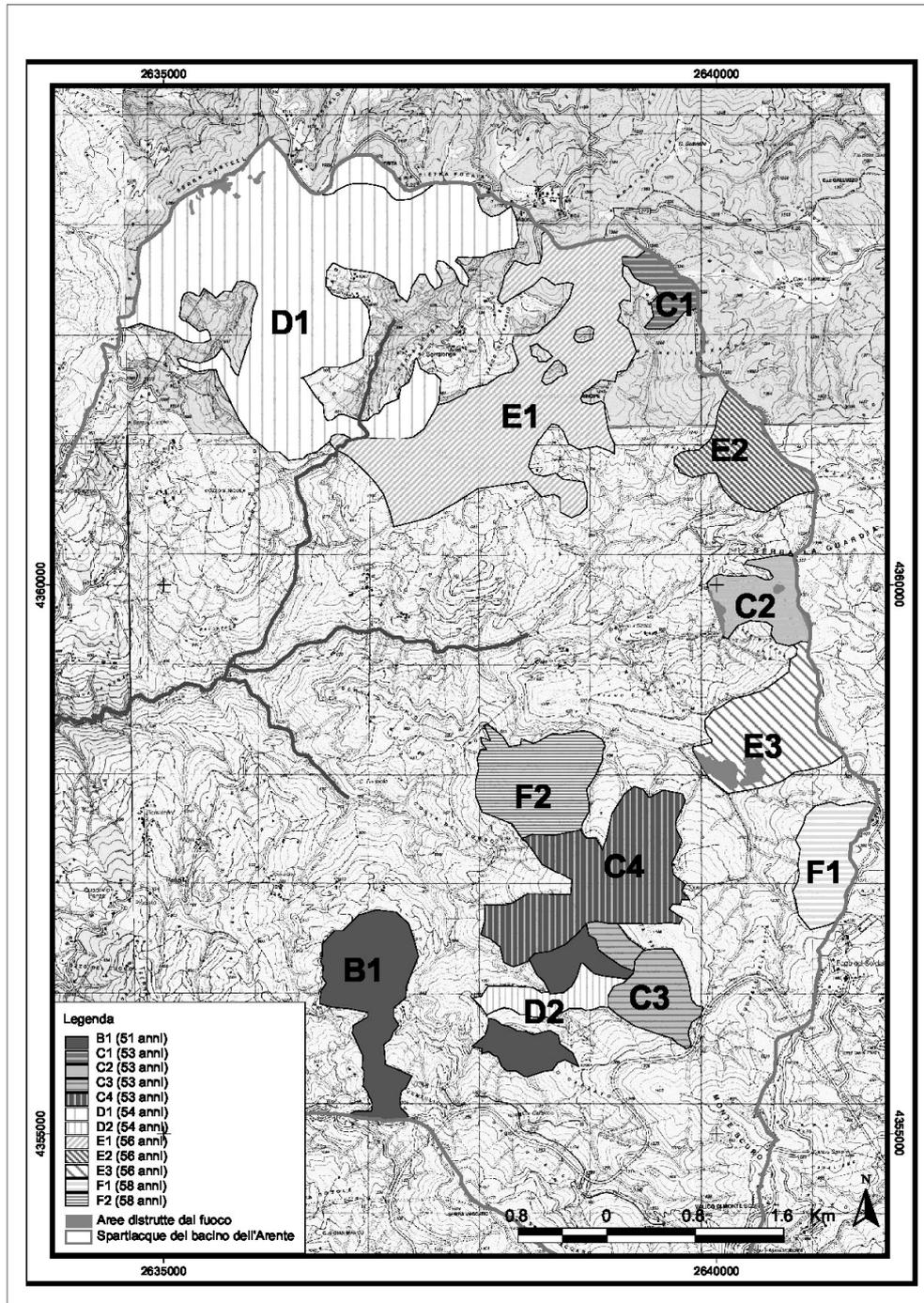


Figura 3 - Distribuzioni dei singoli complessi di rimboschimenti di pino laricio nel territorio oggetto di studio.

con valori minimi di 1288 e massimi di 2677. Le diversità riscontrate, a parità di età e in assenza di diradamenti, confermano quanto prima detto in merito alla densità iniziale di impianto. Il valore medio di area basimetrica era di  $62 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  con variazioni da circa  $43$  a  $83 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  in relazione alla densità, all'età e alle diverse condizioni di fertilità. Il volume medio era di  $685 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  con minimo di 355 ad un massimo di  $996 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . I rispettivi valori di incrementi medi annui di massa legnosa erano tra  $11$  e  $28 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$ . Questi dati confermano le peculiarità della specie in termini autoecologici e dimostrano la capacità del pino laricio di comportarsi come una specie a rapida crescita. La quantità media di biomassa epigea era altrettanto elevata, con un valore medio di circa  $286 \text{ Mg ha}^{-1}$ , minimo  $148$  e massimo  $418 \text{ Mg ha}^{-1}$ .

La distribuzione delle piante in classi di diametro evidenziava una alta percentuale nei diametri piccoli con un rapporto ipsodiametrico ( $H/D$ ) risultato superiore a 100 in quasi tutti i popolamenti. Tali condizioni hanno determinato ripercussioni negative sulla resistenza meccanica delle piante in occasione di nevicate particolarmente abbondanti, con diverse piante schiantate sotto il carico della neve, eliminate con i diradamenti, ove eseguiti. Nelle aree non diradate, invece, si è verificato un accumulo di biomassa secca facilmente incendiabile, che ha reso parte di questi popolamenti particolarmente vulnerabili agli incendi, come è accaduto su una superficie complessiva di 16 ettari che sono stati distrutti dal fuoco.

L'energia calorica nelle condizioni di densità prima indicate, nell'ipotesi che la combustione totale interessi il 15% della biomassa, sarebbe variata da un minimo di circa  $39.500 \text{ kJ m}^2$  a un massimo di circa  $112.000 \text{ kJ m}^2$ , rispettivamente, nelle aree con minore e maggiore quantità di biomassa.

#### 4.2.2. Dati riferiti al 2013

*Popolamenti diradati* - Ricadono in sei complessi, dei quali 4 ubicati nel settore orientale (E2, C2, E3, F1), uno in quello settentrionale (E1) e uno in quello meridionale (D2). Complessivamente interessano 567 ettari, pari al 36% dell'intera superficie rimboschita. I diradamenti sono stati effettuati in tre anni diversi (2000, 2010, 2012) e su circa il 70% della superficie in un solo anno (2000). Gli interventi, selettivi dal basso e di grado da debole a moderato, in relazione alla densità dei popolamenti, si sono concretizzati nei seguenti prelievi. Mediamente sono state eliminate circa il 48% del numero di piante ( $819 \text{ ha}^{-1}$ ), con minimo 31% ( $500 \text{ ha}^{-1}$ ) e massimo 54% ( $1100 \text{ ha}^{-1}$ ), il 18,0% di area basimetrica ( $11 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ), con un minimo di  $7 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  (15%) e un massimo di  $17 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  (20%); il 18% di volume è ( $131 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ) con minimo di  $78 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  (15%) e un massimo di  $199 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  (20%).

La corrispondente biomassa eliminata è mediamente di 47,4 tonnellate ad ettaro, con un minimo di 25,1 (11,8%) e un massimo di 74,3 (17,8%).

*Popolamenti non diradati* - Interessano il 64% dei rimboschimenti pari a 986 ettari e rientrano nei restanti 6 complessi, di cui due ubicati nel settore settentrionale (D1 e C1) e quattro in quello meridionale (B1, C3, C4, F2). In questi

popolamenti non sono stati eseguiti diradamenti e la riduzione di densità è da attribuire alla sola mortalità naturale. Mediamente sono presenti 1529 piante vive ad ettaro, con densità minime di 1066 e massime di 2101. L'area basimetrica è pari a 87,27 m<sup>2</sup> ad ettaro, con variazioni comprese tra 79,53 e 96,91 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>. Il volume mediamente è di 1.059,2 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> con valori minimi di 965,4 e massimi di 1.188,8 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. La corrispondente biomassa è di 447,3 tonnellate ad ettaro, con un minimo di 404,9 Mg ha<sup>-1</sup> e un massimo di 498,2 Mg ha<sup>-1</sup>. I parametri biometrici riferiti ai due periodi esaminati sono riportati in Figura 4.

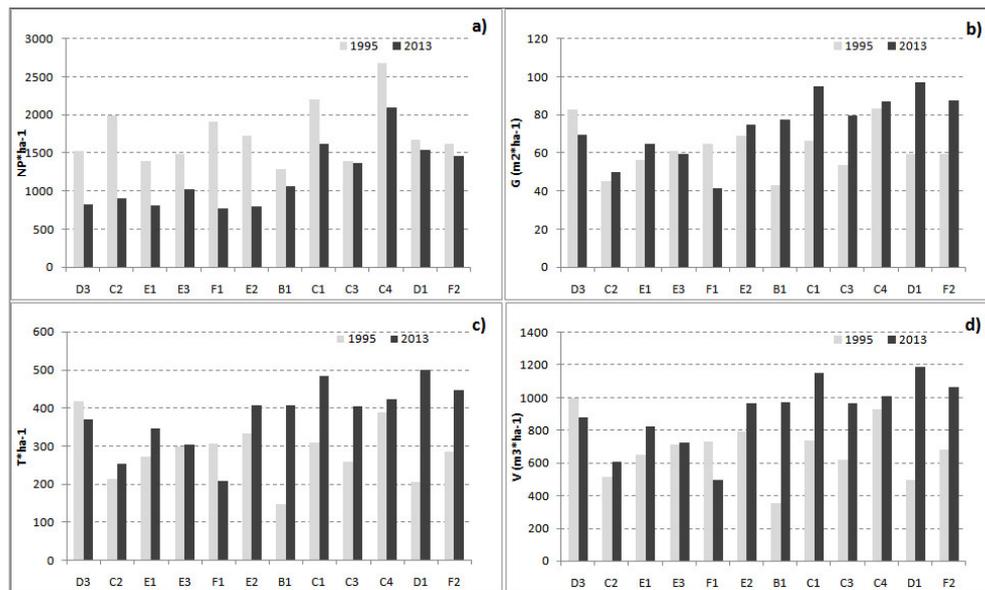


Figura 4 -Variazioni di densità (a), area basimetrica (b), volume (c) e biomassa (d) nei due periodi di riferimento, per singoli complessi di rimboschimento.

Nei popolamenti non diradati, in 18 anni è stato rilevato un incremento medio di energia calorica dell'83%, con una variabilità da un minimo del 9% ad un massimo del 176%. In valori assoluti si è passati in media da 71.000 a 119.000 kJ m<sup>2</sup>, con variazioni da un minimo di 39.000 a un massimo di 129.000 kJ m<sup>2</sup>.

I quantitativi di acqua per estinguere un incendio con tali carichi di combustibile, riferiti al 2013, ammonterebbero mediamente a circa 121 kg m<sup>2</sup>, con variazioni tra 111 e 136 m<sup>2</sup>, dati che, rispetto ai valori riferiti al 1995, indicano un aumento medio di 49 Kg m<sup>2</sup> (Figura 5).

Nei popolamenti diradati, la quantità di energia calorica potenziale rispetto al 1995, varia in relazione all'anno in cui sono stati eseguiti gli interventi. Per le aree diradate nel 2000, nell'intervallo di 13 anni si è avuto un incremento della biomassa e della corrispondente energia calorica potenzialmente sviluppabile, da un minimo del 19% ad un massimo del 27%. In quelle diradate nel 2010 e 2012 è stata riscontrata una diminuzione, variabile, rispettivamente dall'11% al 32%.

I quantitativi di acqua necessari per estinguere l'incendio varierebbero da 57 a 111 Kg per metro quadro. Con la biomassa eliminata con i diradamenti, eseguiti nei termini prima indicati, la quantità di energia calorica preventivamente sottratta è stata in media del 15%, con variazioni dal 10 al 22%, equivalente a un risparmio dei quantitativi d'acqua per l'estinzione, pari a circa 13 kg m<sup>2</sup> (Figura 5).

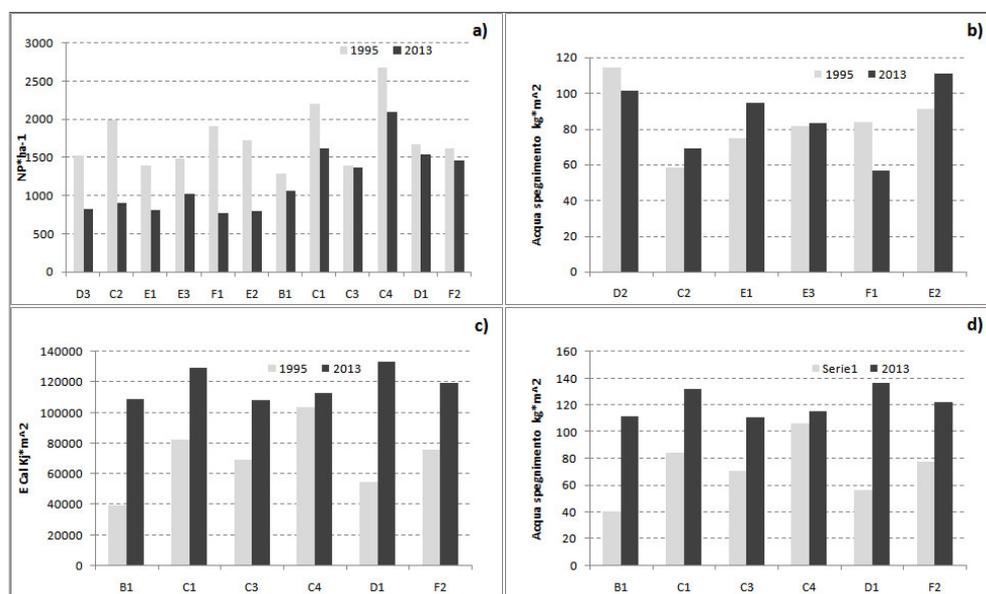


Figura 5 -Variazioni dell'energia calorica (a) (c) e dei quantitativi di acqua (b) (d) necessari allo spegnimento.

I dati stimati a livello di popolamento se trasferiti a scala territoriale forniscono un'idea del contributo che tali interventi possono apportare in termini di riduzione preventiva del combustibile.

In particolare, nelle aree non diradate, che rappresentano il 63% della superficie dei rimboschimenti, l'energia calorica che verrebbe sprigionata, varierebbe, in relazione alle superfici dei singoli complessi e della biomassa presente, da un minimo di 199.000 GJ/ha<sup>-1</sup> ad un massimo di 245.000 GJ/ha<sup>-1</sup>. Nelle aree diradate, il restante 37% della superficie, l'energia calorica che verrebbe sprigionata, varierebbe, invece, rispettivamente, da 102.000 GJ/ha<sup>-1</sup> a 199.000 GJ/ha<sup>-1</sup>. Con i diradamenti si eliminerebbero preventivamente quantitativi di energia calorica variabili da un minimo di 12.000 GJ/ha<sup>-1</sup> ad un massimo di 37.000 GJ/ha<sup>-1</sup>.

## 5. CONCLUSIONI

I risultati ottenuti confermano l'importanza delle attività selvicolturali nella prevenzione degli incendi boschivi e, in particolare, il ruolo dei diradamenti nel ridurre il rischio in popolamenti particolarmente vulnerabili, quali sono i rimboschi-

menti di pini. I dati stimati, pur essendo riferiti a una situazione ben specifica, forniscono un contributo sull'entità della diminuzione del carico di combustibile, che tali interventi determinano; inoltre, consentono di evidenziare le ricadute positive in fase di spegnimento e sull'ambiente. È risultato come la riduzione della densità dei popolamenti, determina quantitativi di energia calorica, sostanzialmente più bassi rispetto a quelli che verrebbero a svilupparsi nei popolamenti non diradati. I diradamenti, in media con l'eliminazione del 48% del numero di piante, il 18% di area basimetrica e di volume, hanno ridotto in media del 15% l'energia calorica. Un dato non generalizzabile perché varia con le caratteristiche pirologiche delle specie, con le condizioni strutturali dei popolamenti (densità, dimensione delle piante, ecc.) e con il tipo e grado dell'intervento. Tuttavia, tale valore medio è in accordo con quello riportato in letteratura (Garfi *et al.*, 2014; Iovino *et al.*, 2014).

La preventiva riduzione del carico di combustibile con i diradamenti determina ricadute anche sulle modalità e, conseguentemente, sui costi dello spegnimento poiché influisce sui quantitativi di acqua necessari. Nei popolamenti non diradati, servirebbero 1215 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> di acqua rispetto a 860 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> in quelli diradati. La diminuzione dei quantitativi di energia calorica consente di ridurre l'impiego dei mezzi aerei con vantaggi sul piano finanziario.

A questi effetti, bisogna aggiungere la diminuzione di emissione nell'atmosfera di grandi quantità di anidride carbonica, particolato e altri composti altamente tossici. Ad esempio, e in riferimento alla sola frazione PM<sub>10</sub> del particolato, un GJ di energia termica prodotta dalla combustione legnosa, emette circa 830 grammi di PM<sub>10</sub> nell'atmosfera (Nussbaumer *et al.*, 2008). Nel caso di studio, ciò corrisponderebbe a una emissione variabile da un minimo di 330 a un massimo di 930 kg di solo PM<sub>10</sub> nell'atmosfera per ogni ettaro di superficie boscata bruciata. I diradamenti, riducendo il carico di combustibile e modificando la disposizione spaziale del materiale vivo e di quello morto consentono, inoltre, di eseguire con maggior sicurezza il fuoco prescritto e di attuare in forma integrata le diverse attività di prevenzione selvicolturale.

I risultati cui si è pervenuti a scala territoriale confermano il ruolo della pianificazione, forestale a livello aziendale e comprensoriale nell'ambito della pianificazione antincendi per quanto attiene le attività di prevenzione. Le informazioni contenute in questi strumenti di piano consentono di zonizzare il territorio in base al potenziale pirologico e di definire gli indirizzi gestionali e le priorità di esecuzione degli interventi selvicolturali (Portoghesi *et al.*, 2014). La conoscenza della distribuzione sul territorio del carico di combustibile e dei quantitativi eliminabili con gli interventi selvicolturali, rappresentano un modo efficace per influire significativamente sulla mitigazione del rischio incendi.

#### SUMMARY

*Fire prevention with thinning operations in black pine reforestations.  
Results of a study on a regional scale*

The work has examined an area of the central-northern part of Calabria, in the province of Cosenza (Southern Italy), reforested between 1955 and 1960 with black pine

trees on 1,535 hectares, divided in separate blocks with different surface. Applying a methodology in different integrated phases we estimated fuel reduction by thinning and corresponding caloric energy separately for the various areas. Results show that reducing stand density, by an average of 48% of tree number, 18.0% of basal area and volume, assuming that total combustion would affect only 15% of above-ground biomass, a 15% average reduction of caloric energy was estimated. Applying these results from the stand scale to the territorial scale, we estimated that thinning could reduce caloric energy from a minimum of 12,000 GJ/ha<sup>-1</sup> to a maximum 37,000 GJ/ha<sup>-1</sup>.

## BIBLIOGRAFIA

- Agee J.K., Skinner C.N. 2005 - *Basic principles of forest fuel reduction treatments*. Forest Ecology and Management, 11: 83-96. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2005.01.034>
- Allen C.D., Savage M., Falk D.A., Suckling K.F., Swetnam T.W., Schulke T., Stacey P.B., Morgan P., Hoffman M., Klingel J.T., 2002 - *Ecological restoration of southwestern ponderosa pine ecosystems: a broad perspective*. Ecological Applications, 12: 1418-1433. [http://dx.doi.org/10.1890/1051-0761\(2002\)012\[1418:EROSPP\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1890/1051-0761(2002)012[1418:EROSPP]2.0.CO;2)
- ARSSA (Agenzia Regionale per lo sviluppo e per i Servizi in Agricoltura), Regione Calabria, 2003 - *I suoli della Calabria. Carta dei suoli in scala 1:250.000 della Regione Calabria*. Rubbettino Industrie Grafiche ed Editoriali, Soveria Mannelli (Catanzaro), 387 p.
- Avolio S., Ciancio O., 1979 - *Tavola cormometrica a doppia entrata delle pinete artificiali di pino laricio del B.M. Arente*.
- Bovio G., 1995 - *Gli incendi boschivi: prevenzione*. I Georgofili. Atti dell'Accademia dei Georgofili. Settima serie, 52: 43-153.
- Bovio G., Ceccato R., Francesetti A., Marzano R., 2004 - *La Pianificazione Forestale Territoriale, stato dell'arte e prospettive di sviluppo*. Progetto Riselvitalia, Sottoprogetto 4.2 - Sistemi informativi di supporto per la gestione forestale, Milano.
- Bovio G., Ciancio O., Corona P., Iovino F., Maetke F., Marchetti M., Menguzzato G., Nocentini S., Portoghesi L., 2011 - *Manifesto per la selvicoltura sistemica*. Accademia Italiana di Scienze Forestali Firenze. <http://aisf.it>.
- Camia A., 2011 - *Ambiente Energia*. ANSA 1 agosto, 2011.
- Cesti G., Oreiller P., Passini F., 2012 - *Prevenzione degli incendi boschivi*. Rivista Environnement, Ambiente e territorio in Valle d'Aosta.
- CFS, FAO, 2008 - *Rapporto del Workshop "Incendi boschivi nella regione mediterranea: Prevenzione e cooperazione regionale"*. Sabaudia. URL: <http://www.fao.org/docrep/011/k2891i/k2891i00.htm>
- CFTS, 2006 - *Report Protecting People and Natural Resources: A Cohesive Fuels Treatment Strategy*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service; Bureau of Indian Affairs; Bureau of Land Management; National Park Service; Fish and Wildlife Service. <http://www.fireplan.gov/documents/>
- Ciancio O., 1986 - *Diradamenti: criteri generali, problemi e tecniche*. Monti e Boschi, 37 (6): 19-22.
- Ciancio O., 1998 - *La gestione sostenibile dei boschi dell'Appennino*. In: Selvicoltura dell'Appennino Centrale, Atti della giornata preparatoria al secondo congresso nazionale di selvicoltura "Per il miglioramento e la conservazione dei boschi italiani". Firenze, p. 59-84.
- Ciancio O., 2000 - *Dalla selvicoltura naturalistica alla selvicoltura sistemica: evoluzione o rivoluzione scientifica?* In: Bucci G., Minotta G., Borghetti M. (a cura di), Atti del II Congresso S.I.S.E.F. "Applicazioni e prospettive per la ricerca forestale italiana", Bologna, p. 95-100.
- Ciancio O., Nocentini S., 1996 - *Systemic silviculture: scientific and technical consequences. La selvicoltura sistemica: conseguenze scientifiche e tecniche*. L'Italia Forestale e Montana, 51 (2): 113-130.
- Delle Chiaie M., 1976 - *Compendio di idraulica applicata all'ingegneria antincendi*. Scuole Centrali Antincendi, Roma.
- Garfi V., Marziliano P.A., Nicolaci A., Menguzzato, Veltri A., Iovino F., 2014 - *Tipologia delle pinete maggiormente interessate dagli incendi*. § 1.2.1 in Capitolo 1: "Ambienti forestali e incendi

- boschivi” in “Approcci innovativi nella gestione integrata dei combustibili forestali per prevenire gli incendi boschivi”, a cura di: Bovio G., Corona P., Leone V. Compagnia delle Foreste, Arezzo, p. 20-22.
- Graham R.T., Harvey A.E., Jain T.B., Tonn J.R., 1999 - *The effects of thinning and similar stand treatments on fire behavior in western forests*. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR- 463. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station.
- Hirsch K., Kafka V., Tymstra C., McAlpine R., Hawkes B., Stegehuis H., Quintilio S., Gauthier S., Peck K., 2001 - *Fire-smart forest management: A pragmatic approach to sustainable forest management in fire-dominated ecosystems*. The Forestry Chronicle, 77: 357-363.
- INFC, 2005 - *Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio*. Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, Ispettorato Generale - Corpo Forestale dello Stato, Roma, Italy. CRA - Unità di ricerca per il Monitoraggio e la Pianificazione forestale, Roma, Italy.
- Iovino F., Ascoli D., Laschi A., Marchi E., Marziliano P.A., Nicolaci A., Bovio G., 2014 - *Diradamenti e fuoco prescritto per la prevenzione degli incendi in rimboschimenti di pino d'Aleppo*. L'Italia Forestale e Montana, 69 (4): 213-229. <http://dx.doi.org/10.4129/ifm.2014.4.02>
- Langly J.P., 1996 - La Cooperazione Mediterranea Nord-Sud nel Settore Forestale: il Piano d'Azione Forestale Mediterraneo. La Cooperazione Tecnico-Scientifica Euromediterranea ed i Problemi della Desertificazione, della Forestazione e delle Risorse Idriche alle Soglie del 2000. Consulta Nazionale Foreste e Legno, Verona, p. 13-23.
- Marotta F., Mossa Verre M., 1998 - *Un modello unificato per il dimensionamento degli impianti antincendio ad acqua nell'industria*. In: Atti del Convegno Nazionale “Valutazione e Gestione del Rischio negli Insediamenti Civili e Industriali”, Pisa, VGR 98.
- Mazzoleni S., Migliozzi A., Ricotta C., Bajocco S., Di Pasquale G., Saracino A., 2009 - *Boschi di neoformazione e nuovi scenari di propagazione d'incendio*. In: Atti del Terzo Congresso Nazionale di Selvicoltura, Taormina, Volume I: 372-377.
- McKelvey K.S., Skinner C.N., Chang C., Erman D.C., Husari S.J., Parsons D.J., Van Wagtenonk J.W., Weatherspoon C.P., 1996 - *An overview of fire in the Sierra Nevada*. In: Sierra Nevada Ecosystem Project, Final report to Congress, Volume II: Assessments and scientific basis for management options. Water Resources Center Report No. 37, Centers for Water and Wildland Resources, University of California, Davis, p. 1033- 1040.
- Nussbaumer T., Czasch C., Klippel N., Johansson L., Tullin C., 2008 - *Particulate emissions from Biomass Combustion in IEA Countries, survey on measurements and emission factors*. On behalf of IEA Task 32 and Swiss Federal Office of Energy (SFOE). ISBN 3-908705-18-5.
- Pignataro F., 1996-1997 - Tesi di Laurea: *Analisi dei rimboschimenti nel bacino dell'Arente (CS) e prospettive di gestione*. Dipartimento di Agrochimica e Agrobiologia. Università degli Studi di Reggio Calabria.
- Portoghesi L., Iovino F., Maetzke F., Menguzzato G., Nocentini S., 2014 - *Raccordo tra pianificazione forestale e pianificazione antincendi boschivi*. § 7.4.1 in Capitolo 7: “Gestione del combustibile e pianificazione antincendi boschivi”, in “Approcci innovativi nella gestione integrata dei combustibili forestali per prevenire gli incendi boschivi”, a cura di: Bovio G., Corona P., Leone V. Compagnia delle Foreste, Arezzo, p. 157-162.
- Rivas Martinez S., 1995 - *Clasificación bioclimática de la Tierra (Bioclimatic classification of Earth)*. Folia Botanica Madritensis, 16: 1-25.
- Tabacchi G., Di Cosmo L., Gasparini P., Morelli S., 2011 - *Stima del volume e della fitomassa delle principali specie forestali italiane*. Equazioni di previsione, tavole del volume e tavole della fitomassa arborea epigea. Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura - Unità di Ricerca per il Monitoraggio e la Pianificazione Forestale, Trento.

