

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein

**Band:** 156 (2005)

**Heft:** 9

**Artikel:** Valutazione del rischio di incendi boschivi a livello locale : une proposta metodologica

**Autor:** Conedera, Marco / Roth, Patrick / Corti, Gabriele / Ryser, Daniele

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1098064>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 02.05.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Valutazione del rischio di incendi boschivi a livello locale: una proposta metodologica

MARCO CONEDERA, PATRICK ROTH, GABRIELE CORTI e DANIELE RYSER

**Keywords:** Forest fires; fire risk; fire management; fire suppression; Canton Ticino; Switzerland. FDK 43 : 901 : 935 : UDK 519.873\*1 : (494)

## Introduzione

La presa di coscienza generalizzata sui problemi legati agli incendi boschivi ha luogo in Europa alla fine della prima Guerra Mondiale. Il riconoscimento della necessità di sviluppare strategie antincendio ben definite è infatti una delle principali conclusioni finali del primo congresso internazionale di selvicoltura, tenutosi a Roma nel 1926 (SULLI 1987). Unico provvedimento concreto a livello internazionale scaturito dal congresso di Roma è stata però l'inchiesta sugli incendi boschivi commissionata all'Istituto Internazionale di Agricoltura (IIA 1933).

Per vedere ritornare alla ribalta il problema degli incendi boschivi, bisognerà attendere l'ultimo dopo guerra e in particolare il Convegno nazionale italiano sull'incremento del patrimonio forestale e la sua difesa dal fuoco, svoltosi a Bergamo il 9 e 10 giugno del 1967. E' in questa occasione che l'incendio è dichiarato la causa preminente del depauperamento del patrimonio boschivo.<sup>1</sup> A prescindere da questa importante dichiarazione, il convegno di Bergamo costituisce una svolta nella difesa dagli incendi boschivi (BOVIO 2000), in cui si sottolinea come la difesa contro il fuoco di bosco non può essere oggetto di improvvisazione, ma deve essere sviluppata nel quadro della pianificazione territoriale e di quella forestale in primo luogo (VOLPINI 1967; FELICIANI & CASTELLANI 1967). Molti anche gli interventi incentrati sulle nuove tecnologie e le moderne tattiche di lotta antincendio, aspetti destinati a partire da quella data a fare passi da giganti, grazie in particolare al miglioramento dell'organizzazione pompieristica, della dotazione tecnica dei corpi pompieri e all'introduzione della lotta aerea (si veda per esempio in VELEZ & MERIDA 2002; CASTELLANOU *et al.* 2002).

Nello stesso periodo, però, è stato registrato un aumento degli incendi in tutta l'area mediterranea (LEONE 1988), fenomeno ascrivibile principalmente all'abbandono delle aree rurali (e conseguente estensione delle zone incolte), alla minore attività a livello forestale (e conseguente aumento della biomassa bruciabile), alla concentrazione della popolazione nelle aree urbane e al generale aumento delle zone di interfaccia urbano-rurale (MONTORSELLI 2004). Grazie alla buona organizzazione antincendio, la maggior parte di questi incendi è di piccole dimensioni. I pochi incendi che sfuggono al controllo sono però molto estesi e con conseguenze devastanti: nei boschi dove non si sviluppa più un regime del fuoco naturale, si accumula infatti il combustibile, facendo aumentare la potenziale intensità degli incendi. Per gli ecosistemi mediterranei si ritiene addirittura che la soppressione sistematica degli incendi abbia obbligato il fuoco a mostrare il suo lato peggiore, con grave pregiudizio per gli ecosistemi che prima invece potevano sopportare meglio i fuochi a ciclo regolare (CASTELLANOU *et al.* 2002). Anche nella zona a ridosso delle Alpi si assiste a un'evoluzione analoga: malgrado la grande efficienza nella lotta contro gli incendi, annate con eventi di grandi proporzioni avvengono a intervalli regolari. Al Sud delle Alpi della Svizzera, annate particolarmente problematiche dal punto di vista degli incendi si sono per esempio verificate nel 1981, nel 1990 e nel 1997 (CONEDERA & PEZZATTI 2005). Annate estreme

in cui la meteorologia secca unita al grande accumulo di biomassa combustibile nei boschi rendono gli incendi molto intensi e carichi di conseguenze negative (CONEDERA *et al.* 2003; MORETTI & CONEDERA 2003; CONEDERA & MORETTI 2005). Anche dal punto di vista dei costi, queste annate sono particolarmente onerose: per quanto riguarda gli anni Novanta, in Ticino la lotta antincendio durante le annate estreme 1990 e 1997 ha avuto un costo medio di 4 Mio. fr./anno, mentre per gli anni restanti la media dei costi si attesta sui 680 000 fr./anno (RYSER 2005).

Nasce così quello che viene considerato da alcuni autori il paradosso degli incendi (CASTELLANOU *et al.* 2002): più efficace diventa la lotta contro gli incendi, più intensi e catastrofici sono i pochi incendi sfuggiti al controllo. Anche per i pompieri, la mancanza di abitudine ad affrontare incendi di bosco di grandi proporzioni diventa un problema nel momento effettivo. Un paradosso del fuoco che ha stimolato alcune riflessioni sull'efficacia delle strategie di lotta, evidenziando come negli scorsi decenni vi sia stata una forte tendenza a reagire in funzione delle emergenze, a scapito delle attività di prevenzione e pianificazione antincendio (VELEZ & MERIDA 2002; MONTORSELLI 2004). E' diventato così sempre più evidente come la gestione del problema degli incendi non possa essere avulsa dalla normale pratica di pianificazione e gestione del territorio (SULLI 1993). Anche il concetto antincendio basato sulla messa in «attesa» del dispositivo di uomini e mezzi che si attivano solo dopo il verificarsi dell'incendio è ormai da ritenere obsoleto in un regime di incendi a matrice prevalentemente antropica (LEONE 1988).

Sulla spinta di queste riflessioni, la protezione dagli incendi boschivi è progressivamente evoluta, passando dall'idea base della semplice lotta antincendio (fire control) a una gestione coordinata e pianificata di tutte le attività antincendio (fire management, Bovio 1989). Una necessità che è stata in certi casi accolta anche dal legislatore. In Italia, per esempio, è stata promulgata la legge-quadro in materia di incendi boschivi (legge 353 del 21 novembre 2000), allo scopo di pianificare, coordinare e disciplinare a livello regionale le attività di prevenzione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi (BOVIO 2001).

In Svizzera, per contro, il problema degli incendi boschivi non è ancora oggetto di particolare attenzione nell'ambito della legislazione federale. Nella Legge federale sulle foreste del 4 ottobre 1991 non esistono indicazioni specifiche sulla protezione contro gli incendi di bosco. La relativa Ordinanza sulle Foreste del 30 novembre 1992 demanda ai Cantoni il compito di elaborare i documenti base per la protezione contro le catastrofi naturali (ROTH 2005). A livello cantonale, la legislazione più ricca sul tema è stata sviluppata dal Ticino, Cantone di gran lunga il più coinvolto da questa problematica. Le disposizioni di legge attualmente in vigore concernono però esclusivamente aspetti di prevenzione e di organizzazione della lotta (vedi *tabella 1*), mentre nessun accenno concreto esiste sulla pianificazione antincendio. Proporzionalmente scarsa e limitata ad aspetti di prevenzione è la legislazione in

<sup>1</sup> Si veda la mozione finale, pubblicata negli atti del congresso, p. 11.

**Tabella 1:** Principali articoli di legge in relazione agli incendi di bosco.

Legge	Articoli	Tematiche	Osservazioni
<b>Canton Ticino</b>			
LCFo_TI	Art. 16 lett. a	Bosco situato nei bacini imbriferi e boschi a particolare funzione protettiva	La gestione continua del bosco a particolare funzione protettiva, dei boschi situati nei bacini imbriferi appaiono fra le misure di prevenzione per la protezione dai pericoli naturali e dagli incendi.
RCLFo_TI	Artt. 24-25		
LCFo_TI	Art. 16 lett. b	Interventi selvicolturali preventivi	Fra le opere di prevenzione dagli incendi previste dalla legge, ci sono gli interventi selvicolturali atti a ridurre la massa combustibile al suolo.
RCLFo_TI	Art. 27 lett. c		
LCFo_TI	Art. 16 lett. b	Idranti, vasche di accumulo d'acqua	Fra le opere tecniche di prevenzione dagli incendi previste dalla legge, è compresa la creazione di reti di idranti antincendio e vasche di accumulo d'acqua per il pescaggio mediante elicottero.
RCLFo_TI	Art. 27 lett. a, b		
LLI_TI	Art. 18 cpv. 1 lett. e	Compiti e spese dei comuni	Sia la creazione di reti d'idranti, riserve d'acqua e piazze di atterraggio per elicotteri, sia le spese che ne derivano sono a carico dei comuni o dei consorzi.
RLLI_TI	Art. 23		
LLI_TI	Art. 14 cpv. 2	Accessibilità ai fondi pubblici o privati	In caso di intervento, la legge accorda ai pompieri il diritto di libero accesso a fondi pubblici o privati.
LLI_TI	Art. 4 lett. b	Divieto di accendere fuochi all'aperto	È vietato accendere fuochi all'aperto in periodi di siccità o di tempo ventoso. Le segnalazioni di pericolo emanate da MeteoSvizzera Locarno-Monti hanno valenza legale.
RLLI_TI	Art. 4		
LCFo_TI	Art. 16 lett. d	Servizio di preallarme	Fra le opere di prevenzione dagli incendi previste dalla legge, è compresa la creazione di sistemi di preallarme o di misurazione.
RCLFo_TI	Artt. 26, 27 lett. d		
LLI_TI	Art. 9	Organizzazione dei corpi pompieri	L'organizzazione dei corpi pompieri si suddivide in corpi pompieri urbani, corpi pompieri di montagna e squadre di pompieri aziendali.
RLLI_TI	Artt. 5-14		
RCLFo_TI	Art. 1 lett. d Art. 28 cpv. 2	Competenze del Servizio forestale	Alla Sezione forestale compete l'attuazione delle misure di prevenzione contro gli incendi di bosco e la consulenza ai corpi pompieri durante gli interventi di spegnimento. Essa organizza pure un picchetto forestale e il picchetto dei mezzi di spegnimento aereo.
<b>Canton Grigioni</b>			
LCFo_GR	Art. 23, cpv. 1	Divieto di accendere fuochi	Il Servizio forestale stabilisce i giorni di maggiorato pericolo incendi in cui è proibito accendere fuochi nei boschi o nelle immediate vicinanze.
LCFo_GR	Art. 23, cpv. 2	Sostegno nella lotta	Il Cantone sostiene i proprietari nella lotta contro gli incendi
RCLFo_GR	Art. 30, cpv. 2	Catasto pericoli	Lavori di allestimento del catasto e delle carte di pericolo sono sussidiabili (l'articolo si riferisce ai pericoli naturali in generale; gli incendi non sono citati in modo esplicito).
RCLFo_GR	Art. 31, cpv. 2	Sussidi per prevenzione e ripristino	Sono sussidiabili le misure di prevenzione e di ripristino dei danni dal fuoco.
<b>Canton Vallese</b>			
LCFo_VS	Art. 20	Proibizione di accendere fuochi in bosco	Sono proibite tutte le attività che possono innescare incendi in bosco. In caso di particolare pericolo, il Servizio Forestale può proibire l'accensione di fuochi nei boschi o nelle immediate vicinanze.
RCLFo_VS	Art. 22		
LCFo_VS	Art. 21 cpv. 3	Misure preventive	Il Consiglio di Stato può ordinare misure preventive.
	Art. 21 cpv. 1-2	Misure di lotta	Sussiste l'obbligo di annuncio dei focolai avvistati. Le autorità comunali sono competenti per la lotta antincendio.
LCFo_TI	Legge Cantonale Forestale del Canton Ticino (21 aprile 1988).		
RCLFo_TI	Regolamento di applicazione della Legge Cantonale Forestale del Canton Ticino (22 ottobre 2002).		
LLI_TI	Legge sull'organizzazione della lotta contro gli incendi, gli inquinamenti ed i danni della natura (5 febbraio 1996).		
RLLI_TI	Regolamento sull'organizzazione della lotta contro gli incendi, gli inquinamenti ed i danni della natura (7 aprile 1998).		
LCFo_GR	Legge Cantonale Forestale del Canton Grigioni (25 giugno 1995).		
RCLFo_GR	Regolamento di applicazione della Legge Cantonale Forestale del Canton Grigioni (28 marzo 2000).		
LCFo_VS	Legge Cantonale Forestale del Canton Vallese (1 febbraio 1985).		
RCLFo_VS	Regolamento di applicazione della Legge Cantonale Forestale del Canton Vallese (11 dicembre 1985).		

materia negli altri Cantoni, dove gli incendi boschivi non giocano un ruolo di primissimo piano (si veda per esempio la legislazione forestale dei Cantoni Vallese e Grigioni riportata in *tabella 1*). Eppure l'idea di una verifica delle condizioni logistiche e infrastrutturali antincendio esistenti e della preparazione preventiva di piani di lotta antincendio era già stata ventilata negli anni Settanta (ANTONIETTI 1974). Questa idea, recentemente rilanciata sia dal Servizio Forestale che dai Servizi Antincendio (AGAZZI 2005), può ora beneficiare anche delle moderne tecnologie legate ai sistemi di informazione geografica (BIANCHI ET AL. 2002; BACHMANN 2001; CONEDERA et al. 2004), delle conoscenze acquisite sull'ecologia del fuoco negli ecosistemi del Sud delle Alpi della Svizzera (CONEDERA & MORETTI 2005) e delle recenti acquisizioni nel campo della piani-

ficazione antincendio, sia in Svizzera (FÜRST & CONEDERA 1996; BÄRTSCH 1998; ROTH 2005) che all'estero (si veda per esempio BOVIO 2000; BOVIO 2001; BOVIO & CAMIA 2001; CAVALLI et al. 2003).

In questo contributo presentiamo una proposta metodologica basata sulle attuali conoscenze scientifiche e tecniche per la valutazione del rischio incendi nell'ambito della pianificazione antincendi a livello locale.

## Tendenze attuali nella pianificazione antincendio

In questo capitolo faremo particolare riferimento alla realtà norditaliana, non solo per la vicinanza geografica e la simili-

tudine con le nostre condizioni ambientali, ma anche per il ruolo guida assunto dall'Università di Torino e dagli enti regionali di questo comparto territoriale nella pianificazione antincendio (BOVIO 2000).

Il passaggio dalla filosofia del fire control a quella del fire management ha significato l'integrazione e la coordinazione all'interno della pianificazione antincendio di tutti gli aspetti di previsione, prevenzione, estinzione e recupero delle aree percorse dal fuoco (BOVIO 2001): il fuoco è visto in questo ambito come un fattore ecologico di disturbo dell'ecosistema, il cui impatto deve essere valutato e gestito di volta in volta. L'obiettivo ultimo è quello di contenere l'impatto degli incendi boschivi (numero ed estensione degli incendi, velocità e intensità del fronte di fiamma) sugli ecosistemi e sulla sicurezza del territorio (pregiudizio alla funzione protettiva del bosco, innesco di focolai di erosione) con interventi e investimenti commisurati agli oggetti da proteggere.

La prima fase della pianificazione antincendio è costituita dalla caratterizzazione dell'ambiente pirologico, vale a dire l'analisi del rischio di incendio. Il rischio è dato dalla combinazione del pericolo (probabilità che un evento accada e la sua intensità) e della vulnerabilità (conseguenze in termini di danno dell'evento) di un determinato ambiente (BACHMANN 2001). L'analisi del pericolo contempla l'individuazione delle cause scatenanti, la localizzazione dei punti di innesco e delle aree bruciate, la caratterizzazione delle interfacce urbano-rurali, la distribuzione temporale degli eventi, l'indicazione delle tipologie vegetazionali e di combustibile prevalenti, la valutazione del potenziale di intensità, del tempo di residenza, dell'altezza di fiamma, della velocità di avanzamento del fuoco ecc. (BIANCHI *et al.* 2002; BOVIO & CAMIA 2001; BOVIO *et al.* 2002). La caratterizzazione del pericolo si basa normalmente sull'analisi degli eventi precedenti, considerando di regola serie storiche di almeno 10 anni (BOVIO & CAMIA 2001). I criteri per la valutazione della vulnerabilità si basano sulla suscettibilità delle formazioni vegetali al passaggio del fuoco, sulla loro resistenza e capacità rigenerativa, sulla stabilità idrogeologica e l'acclività di versanti e bacini imbriferi, sulla presenza di oggetti nella zona di protezione delle aree esposte a pericolo di incendio ecc. (BACHMANN 2001).

Le carte di pericolo, di impatto potenziale e di rischio così ottenute possono essere lette anche come espressione degli scenari di incendio possibili. Dal confronto tra questi scenari e il dispositivo antincendio a disposizione, il pianificatore ha la possibilità di individuare le misure preventive selvicolturali (gestione dei popolamenti e del combustibile) e tecniche (rete idrica di rifornimento, piazze per elicotteri, viabilità ecc.) necessarie.

Nella pianificazione antincendio su vaste scale territoriali, gli obiettivi sono solitamente espressi in termini generali di Riduzione Attesa di Superficie Media Annuo Percorsa (RASMAP, BOVIO & CAMIA 2001) o di Superficie Ammissibile Percorsa dal Fuoco (AB% o Allowable Burned area, BOVIO 2000), criteri di valutazione che rappresentano forzatamente un'indicazione quantitativa di massima che non tiene conto in modo specifico delle piro-sensibilità di ogni singola porzione di territorio (BOVIO 2001). Nella pianificazione antincendio a scala più ridotta gli obiettivi di riduzione dell'impatto degli incendi possono invece essere valutati nel dettaglio e localizzati in modo preciso nel territorio.

## Ecologia degli incendi e impatto atteso dal passaggio del fuoco

Un'approfondita conoscenza dell'ecologia degli incendi è la premessa fondamentale, sia per la valutazione dei possibili danni di

un eventuale passaggio del fuoco, sia per l'individuazione delle misure preventive più adeguate (BIANCHI *et al.* 2002).

Nella fascia montana e submontana del Sud delle Alpi della Svizzera esistono fortunatamente già molte informazioni a questo proposito, soprattutto per quanto riguarda la tipologia di incendi più frequente: gli incendi di superficie a rapido avanzamento che si sviluppano durante il riposo vegetativo. In queste condizioni, l'impatto del fuoco sull'ecosistema non dipende tanto dalle caratteristiche di un singolo evento, ma piuttosto dalla frequenza e dell'intensità con cui gli eventi si ripetono in una stessa area: il cosiddetto regime degli incendi (CONEDERA & MORETTI 2005).

In situazioni di primo incendio, se il fuoco non è particolarmente intenso (accumulo normale di lettiera al suolo, condizioni meteo normali) e se la vegetazione non è particolarmente suscettibile (popolamenti giovani o piantagioni di conifere particolarmente dense), l'impatto sulla copertura vegetale non è durevole e il bosco tende a riprendere la sua funzionalità nel giro di qualche anno (HOFMANN *et al.* 1998). Negli anni immediatamente successivi al passaggio degli incendi, però, il suolo nudo risulta particolarmente esposto all'azione erosiva dell'acqua e l'impermeabilizzazione dello strato superficiale del terreno provoca un significativo aumento del deflusso superficiale delle acque meteoriche (MARXER 2003), specialmente in caso dell'interramento di interi bacini imbriferi (CONEDERA *et al.* 2003).

Differente è l'impatto di un ulteriore incendio in un'area più volte percorsa dal fuoco in un passato recente. La copertura boschiva diventa sempre più rada, lo strato erbaceo aumenta in consistenza, ma si riduce a poche specie resistenti al passaggio del fuoco (su suoli acidi tipicamente *Pteridium aquilinum* e *Molinia spp.*; HOFMANN *et al.* 1998). L'irraggiamento solare diretto sulla necromassa al suolo, aumenta inoltre

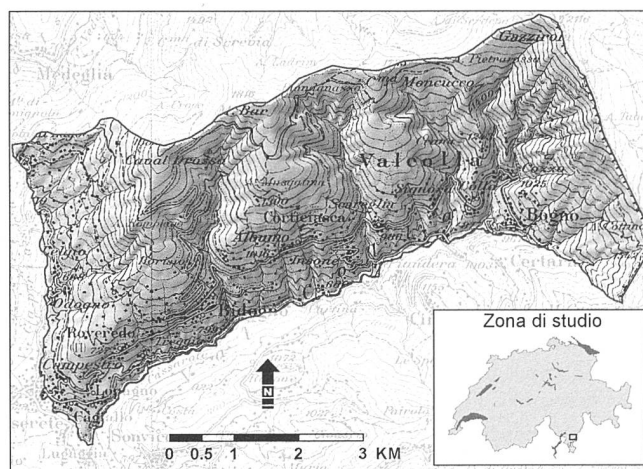


Figura 1: Limiti geografici dell'area di studio, DHM © 2005 Swiss-topo (BA057102).

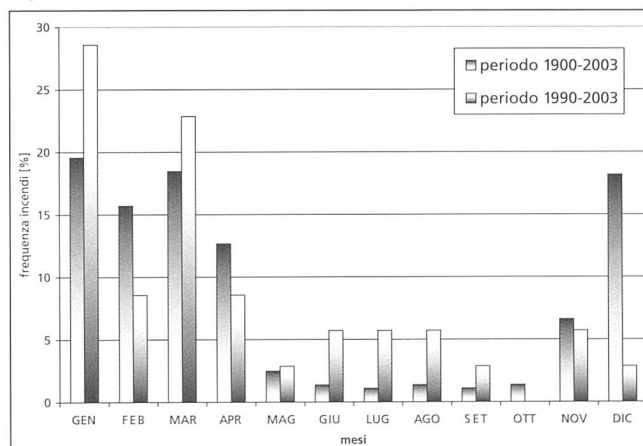


Figura 2: Distribuzione mensile degli incendi nell'area di studio per i periodi 1900-2003 e 1990-2003 (Fonte: Banca dati incendi WSL).

l'infiammabilità del combustibile (FÜRST & CONEDERA 1996). La rapida ricolonizzazione del suolo da parte della vegetazione piro-resistente riduce invece il tempo di esposizione del suolo nudo all'azione erosiva delle acque meteoriche. Anche l'aumento del deflusso superficiale delle acque risulta più contenuto e meno prolungato nel tempo (MARXER 2003). L'apertura della copertura boschiva e la creazione di una maggiore strutturazione verticale dei popolamenti crea ambienti vitali diversificati e quindi adatti per un maggiore numero di specie di invertebrati. Anche alcune specie pirofili presenti al Sud delle Alpi della Svizzera possono trarre vantaggio dalle aree frequentemente percorse dal fuoco (MORETTI *et al.* 2004). Aspetti certamente positivi, ma che in un contesto di pianificazione antincendio possono essere presi in considerazione solo marginalmente e in aree senza particolare funzione protettiva (CONEDERA & MORETTI 2005).

## Area di studio

L'area di studio si estende su un totale di 3119 ha e comprende in pratica la sponda orografica destra del Cassarate e la sponda orografica sinistra della Capriasca (figura 1).

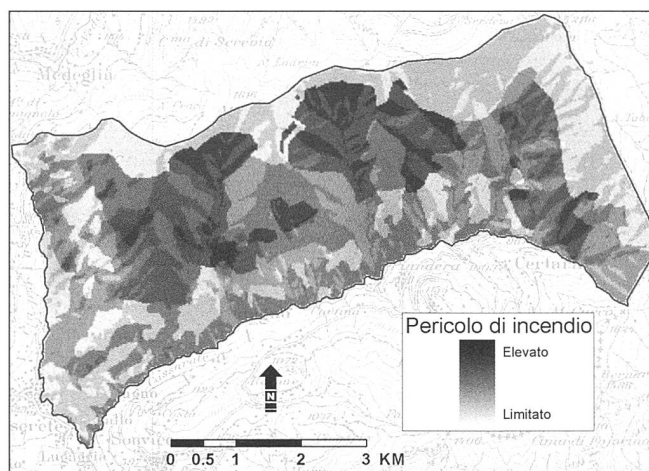
Il territorio ha una spiccata vocazione protettiva, sia diretta, sugli agglomerati della Valcolla e della Capriasca e le rispettive vie di comunicazione, sia indiretta, sul comprensorio della città di Lugano. La sponda destra del Cassarate è stata oggetto negli ultimi cento anni di molti progetti di premunizione e forestazione per ovviare ai catastrofici effetti dei disboscamenti avvenuti durante l'Ottocento sulla stabilità dei pendii e sul pericolo di alluvioni (MARIOTTA 2004). Non a caso il bacino del Cassarate nel suo insieme è stato interessato nel corso degli ultimi due secoli da numerosi eventi alluvionali, alcuni dei quali di estrema gravità. Nel 1896 il fiume ha rotto gli argini ed è esondato nella piana di Viganello e nella Città di Lugano. Un altro pericolo è costituito dalle valanghe, fenomeno che in passato ha episodicamente causato anche vittime umane (MARIOTTA 2004).

Dal punto di vista degli incendi boschivi, nei Comuni dell'area di studio si sono sviluppati nell'ultimo secolo (1900-

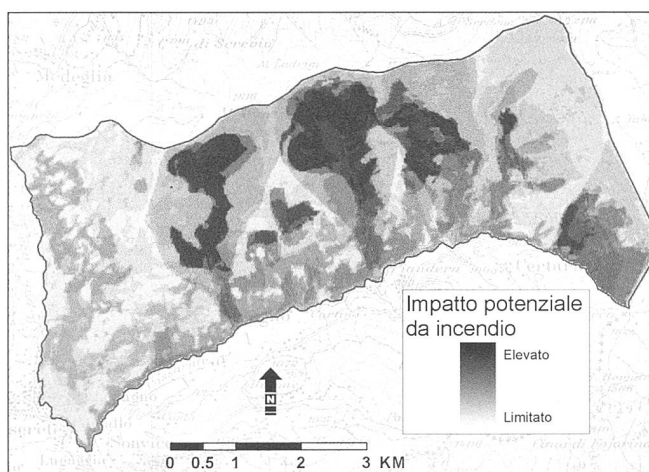
2003) 363 incendi, per una superficie totale percorsa di ca. 5'200 ha (in media ca. 14 ha per ogni incendio). Tra gli anni Settanta e gli anni Ottanta gli incendi sono stati particolarmente frequenti (in media 7 all'anno) ed estesi (in media 14,4 ettari ogni evento). Grazie al miglioramento della lotta antincendio, attualmente la superficie media percorsa da un incendio si è di molto ridotta: i 35 incendi avvenuti nell'ultimo quindicennio (1990-2003) hanno percorso in media solo 2,8 ha. La stragrande maggioranza degli incendi avviene nel periodo invernale e, a differenza del resto del Ticino dove i mesi più interessati dal fenomeno sono marzo-aprile (CONEDERA & PEZZATTI 2005), con una certa frequenza anche in gennaio (figura 2). Questa particolare distribuzione mensile degli incendi implica un problema supplementare nella lotta antincendi: l'impraticabilità delle strade in quota e il pericolo di gelo per i punti di acqua in quota. Fra le cause spiccano la negligenza e il dolo, mentre rari sono gli incendi naturali innescati da fulmine. La sponda destra del Cassarate è stata teatro anche dell'incendio più esteso avvenuto in Canton Ticino a memoria d'uomo: il devastante incendio divampato nei giorni 4-7 dicembre 1973 che ha percorso una superficie di stimata tra i 1600 e i 2000 ha di boschi e pascoli e distruggendo complessivamente 250 ettari di piantagioni del Consorzio Valle del Cassarate, frutto dell'opera di 80 anni di rimboscamento (CORTI 1993; CONEDERA *et al.* 2004). Oltre al danno diretto sul territorio, l'evento ha causato anche tre giorni di oscuramento del cielo del Luganese (ANTONIETTI 1974). Dopo questo incendio è stata avviata una campagna di sistemazione delle infrastrutture di trasporto, che ha portato alla realizzazione e alla sistemazione di ben 30 km di strade (MARIOTTA 2004), e alla realizzazione diverse opere antincendio.

**Tabella 2: Criteri di valutazione del pericolo di incendio.**

Parametro e descrizione delle categorie	Punteggio
<b>Punti di innesco</b>	
Interpolazione deterministica secondo il principio della Inverse distance weighting	Valori continui tra 1 e 2
<b>Frequenza incendi</b>	
Incendi intercorsi negli ultimi 15 anni di incendi	Numero effettivo di incendi
<b>Intensità dell'incendio (categorie di combustibile)</b>	
Prati e selve gestite, con pochissima necromassa a terra	1
Prati e selve abbandonate, boschi a normale densità	2
Cedui castanili e altri boschi invecchiati che presentano molta necromassa a terra	3
Superfici ripetutamente percorse dal fuoco o pascoli non più gestiti con una densa vegetazione di erbe alte e arbusti	4
Piantagioni o boschi naturali di conifere con rischio di passaggio in chioma del fuoco a causa della distribuzione verticale della biomassa	5
<b>Esposizione</b>	
Nord	1
Ovest ed Est	2
Sud	3



**Figura 3: Carta del pericolo di incendio, DHM © 2005 Swisstopo (BA057102).**



**Figura 4: Carta dell'impatto potenziale da incendio, DHM © 2005 Swisstopo (BA057102).**

## Analisi del pericolo di incendio

La carta del pericolo di incendio (*figura 3*) è stata costruita addizionando le seguenti componenti (vedi anche *tabella 2*):

- a) punti di innesco: i punti di innesco sono stati interpolati utilizzando l'opzione Inverse distance weighting di Arc-Map 8.3, attribuendo una ponderazione doppia alle cause difficilmente eliminabili a corto termine e che si possono quindi ripetere nel tempo (incendi dolosi, corto-circuiti e fulmini);
- b) frequenza degli incendi: a ogni punto dell'area di studio è stato attribuito un punteggio corrispondente al numero di incendi che l'hanno percorsa dal 1990 a oggi;
- c) potenziale intensità di sviluppo degli incendi: la vegetazione è stata valutata dal punto di vista pirologico attribuendo un valore al combustibile secondo una scala di 5 classi;
- d) esposizione: l'influenza dell'esposizione intesa come impatto dell'irraggiamento solare sull'umidità del combustibile viene tenuta in considerazione attribuendo un punteggio massimo alle aree esposte in pieno sud, un valore interme-

**Tabella 3: Criteri di valutazione del potenziale impatto (vulnerabilità al passaggio del fuoco).**

Parametro e descrizione delle categorie	Punteggio
<b>Frequenza incendi</b>	
Aree percorse da 1–2 incendi (o sottoposte a interventi forestali) negli ultimi 15 anni	1
Aree percorse da più di 2 volte da incendio negli ultimi 15 anni	2
Aree non più percorse da incendi da più di 15 anni	3
<b>Tempo trascorso dall'ultimo incendio</b>	
Ultimo incendio risalente a più di 7 anni	1
Ultimo incendio avvenuto da 3 a 7 anni orsono	2
Ultimo incendio risalente a meno di 2 anni	3
<b>Capacità di recupero della vegetazione</b>	
Castagneti, querceti e vegetazione erbacea	1
Boschi misti a prevalenza di latifoglie, faggete	2
Boschi naturali e piantagioni di conifere fino allo stadio di fustaia giovane, peccete e abetine a tutti gli stadi di sviluppo; boschi in cui sono stati effettuati interventi selvicolturali	3
<b>Danno economico diretto alla vegetazione arborea</b>	
Boschi senza particolare funzione produttiva e senza investimenti selvicolturali	1
Boschi soggetti a cure colturali	2
Piantagioni	3
<b>Funzione del bosco</b>	
Nessuna particolare funzione protettiva	1
Funzione di protezione generale e di protezione della natura	2
Funzione protettiva particolare	3
<b>Rischio idrogeologico</b>	
Aree esterne ai bacini imbriferi	1
Bacini imbriferi senza particolari problemi idrogeologici	2
Bacini imbriferi con particolari problemi idrogeologici	3
<b>Acclività</b>	
Pendenze inferiori al 20.1%	1
Pendenze tra il 20.1 e il 40.0%	2
Pendenze tra il 40.1 e il 60.0%	3
Pendenze tra il 60.1 e il 80.0%	4
Pendenze > 80.0%	5

dio alle esposizioni Est e Ovest e un valore minimo alle aree rivolte a nord.

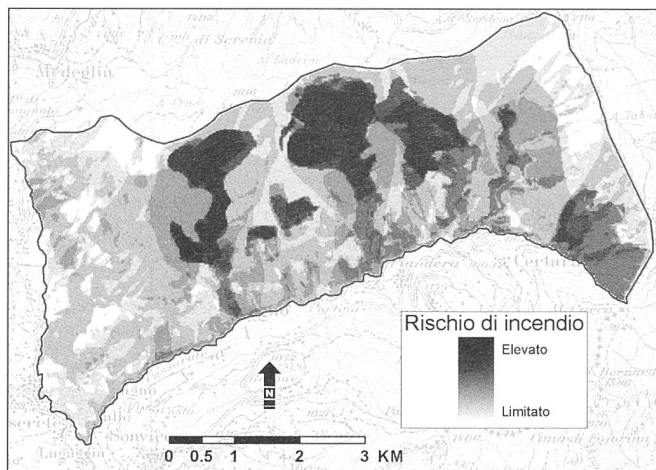
Da notare come nel caso specifico dell'area di studio, l'aspetto dell'interfaccia urbano-rurale non è stato considerato, dato il carattere prettamente rurale della zona senza compenetrazioni particolari tra strutture antropiche e vegetazione naturale. Per un approfondimento metodologico su questo aspetto, rimandiamo alla letteratura specifica (LEONE *et al.* 1990; CESTI & CESTI 1999; CESTI & MENABRÉAZ 2001; BOVIO *et al.* 2002).;

La carta del pericolo di incendio così concepita serve al pianificatore soprattutto per individuare le misure preventive (selvicolturali e di gestione del territorio) atte a diminuire la probabilità di innesco, la velocità di propagazione e l'intensità del fuoco.

## Analisi dell'impatto potenziale

La valutazione della vulnerabilità del territorio al passaggio del fuoco si basa sulla stima del potenziale impatto derivante dal passaggio di un ipotetico successivo incendio. La carta dell'impatto (*figura 4*) è perciò costruita addizionando le seguenti componenti (vedi anche *tabella 3*):

- e) frequenza degli incendi: il punteggio più alto è attribuito alle aree non più percorse dal fuoco negli ultimi 15 anni, dato il pericolo derivante dall'assenza di una vegetazione erbacea in grado di colonizzare rapidamente il suolo (vedi capitolo ecologia). Le superfici percorse più di due volte da un incendio e quindi con forte rischio di degradazione della vegetazione hanno un punteggio intermedio, mentre alle superfici percorse già da 1 a 2 volte o alle superfici che hanno subito un intervento forestale di dirado negli ultimi 15 anni viene attribuito il punteggio più basso;
- f) tempo trascorso dall'ultimo incendio: le aree già percorse da incendio negli ultimi due anni ricevono un punteggio massimo, visto l'effetto ulteriormente devastante che potrebbe avere un ulteriore passaggio del fuoco. Il punteggio diventa medio per ecosistemi che hanno già avuto tempo di recuperare parzialmente, vale a dire non più bruciate da 3 a 7 anni e minimo per le aree risparmiate dal fuoco per 8–15 anni;
- g) capacità di recupero della vegetazione: per questa categoria i punteggi sono stati attribuiti in maniera inversamente proporzionale alla capacità rigenerativa della vegetazione: il punteggio inferiore ai castagneti, ai querceti e alla vegetazione erbacea in grado di rigenerarsi velocemente dopo il passaggio del fuoco, il punteggio più alto ai boschi di conifere e un punteggio intermedio al resto della vegetazione;
- h) danno diretto alla vegetazione: ai soprassuoli senza particolare funzione produttiva e che non sono stati oggetto di particolari cure colturali viene assegnato il punteggio minimo. Ai boschi naturali con interventi selvicolturali è assegnato un punteggio intermedio, mentre alle piantagioni il punteggio più alto;
- i) funzione del bosco: i punteggi massimi sono attribuiti ai boschi con particolare funzione protettiva, vale a dire alle aree boschive poste in relazione diretta agli oggetti da proteggere. Alle zone con una funzione di protezione generale è attribuito il punteggio intermedio, mentre le aree senza una particolare vocazione protettiva ottengono il minimo dei punteggi;
- j) bacini imbriferi a rischio dal punto di vista idrogeologico: le aree all'interno di bacini imbriferi a rischio geologico ottengono un punteggio massimo, in funzione dell'accresciuto rischio di erosione e alluvione in seguito al passaggio del fuoco. I bacini imbriferi non a rischio ottengono un punteggio intermedio, mentre al resto del territorio è attribuito il minimo dei punteggi;



**Figura 5:** Carta del rischio di incendio, DHM © 2005 Swisstopo (BA057102).

k) acclività: Il territorio è stato suddiviso in 5 classi clivometriche, a cui è stato attribuito un grado di vulnerabilità crescente in funzione dell'accresciuto pericolo generato dal passaggio del fuoco su pendii più scoscesi.

La carta di impatto potenziale rappresenta una stima dell'alterazione dell'integralità e della funzionalità degli ecosistemi provocata dal passaggio del fuoco (BOVIO & CAMIA 2001). Come evincibile dalla *tabella 3*, il peso è stato ovviamente posto sulla potenziale diminuzione della funzione protettiva fornita dalla copertura vegetale. La carta della distribuzione spaziale dell'impatto atteso serve al pianificatore e ai responsabili della lotta antincendio soprattutto per pianificare le infrastrutture antincendio e le tattiche di intervento in funzione di una riduzione al minimo delle conseguenze negative del passaggio del fuoco.

## Carta del rischio

La carta del rischio risulta dalla combinazione della carta del pericolo di incendio e dell'impatto potenziale (*figura 5*). Tecnicamente la carta è stata prodotta utilizzando l'opzione Raster Calculator dell'estensione Spatial Analyst di ArcMap 8.3. Prima di lanciare la procedura di calcolo, le carte originali del pericolo e dell'impatto sono state normalizzate su una scala da 1 a 10. Ai valori di impatto è poi stata attribuita una ponderazione doppia rispetto ai valori di pericolo, per cui in ultima analisi la carta del rischio rappresenta una valutazione ponderata del potenziale danno (BÄRTSCH 1998).

A differenza della carta di impatto, la carta del rischio serve più che altro al pianificatore per simulare sul medio-lungo periodo gli effetti degli interventi preventivi e tecnici previsti dalla pianificazione antincendio e procedere in seguito alle valutazioni dei costi rispetto ai benefici.

## Conclusioni

Per il direttore dell'intervento di spegnimento è impossibile riuscire ad avere una visione d'insieme della complessità dei problemi al momento dell'impiego effettivo. Lo studio dei rischi legati ai possibili scenari di incendio deve essere un'operazione preventiva e pianificata. In questo ambito la creazione di carte del rischio di incendio (come pure delle carte base che la compongono – pericolo e impatto degli incendi) rappresentano informazioni di base fondamentali per la pianificazione antincendi.

Il confronto tra le carte di rischio, pericolo e impatto con le infrastrutture antincendio esistenti e la valutazione di possibili

scenari di incendio permettono di verificare le carenze del dispositivo antincendio a tutti i livelli: infrastrutture, organizzazione pompieristica, tattica di intervento, gestione del territorio. Da questa analisi scaturiscono poi le misure da integrare nella pianificazione antincendio vera e propria, provvedimenti che a loro volta possono essere di varia natura (organizzativa, infrastrutturale, gestionale). Le informazioni base raccolte in sede di elaborazione della carta del rischio possono rivelarsi molto utili anche per l'ottimizzazione degli interventi previsti e per una valutazione di dettaglio dei costi rispetto ai benefici attesi.

## Riassunto

Uno dei problemi maggiori per i responsabili della lotta antincendio è l'acquisizione in tempi brevi di una visione d'insieme dei problemi al momento dell'impiego effettivo. Per ovviare a questa difficoltà, l'approccio antincendio boschivo ha subito negli ultimi anni un'evoluzione, passando dall'idea di messa in attesa del dispositivo di uomini e mezzi che si attivano solo dopo il verificarsi dell'incendio, a un concetto di lotta antincendio integrata nelle normali pratiche di pianificazione e gestione del territorio. Nell'ambito della pianificazione antincendio, un primo passo fondamentale è costituito dalla caratterizzazione dell'ambiente pirologico, vale a dire dall'analisi del rischio di incendio, inteso come la combinazione del pericolo (probabilità che un evento accada e la sua intensità) e dell'impatto (conseguenze in termini di danno dell'evento) che un eventuale incendio può avere su un determinato ambiente. In questo contributo presentiamo una proposta metodologica per la valutazione del rischio di incendio a livello locale nelle condizioni del Sud delle Alpi della Svizzera.

## Zusammenfassung

### Bewertung des Waldbrandrisikos auf lokaler Ebene – ein methodologischer Ansatz

Eines der Hauptprobleme der Verantwortlichen bei der Waldbrandbekämpfung ist, in kurzer Zeit einen Überblick der Lage bei einem Einsatz zu erlangen. Um dieser Schwierigkeit vorzubeugen, hat die Waldbrandbekämpfung in den letzten Jahren eine Entwicklung erfahren, bei der nicht nur Brandbekämpfer und Geräte zur Verfügung gestellt werden, die erst nach Ausbruch des Brandes aktiv werden. Das neue Konzept der Waldbrandbekämpfung versteht sich als integrierter Bestandteil der Landschaftsplanung und -pflege. In der Waldbrandschutzplanung besteht ein erster wesentlicher Schritt in der Charakterisierung der Waldbrandempfindlichkeit eines Gebietes, vor allem durch die Beurteilung des Brandrisikos, verstanden als Kombination aus Brandgefahr (Wahrscheinlichkeit, dass ein Ereignis eintritt und seine Intensität) und den Folgen (Schadenskonsequenzen des Ereignisses), die ein möglicher Brand auf ein bestimmtes Gebiet haben kann. In diesem Beitrag wird ein methodologischer Vorschlag der Einschätzung des Brandrisikos auf lokaler Ebene unter den Bedingungen der Verhältnisse südlich der Schweizer Alpen erörtert.

Übersetzung: DANIELA FURRER

## Résumé

### Evaluation du risque d'incendie au niveau local: une approche méthodologique

Pour les responsables de la lutte contre les incendies, parvenir à se forger une vue d'ensemble des problèmes dans les délais les plus courts constitue une difficulté majeure lors de cas réels. Afin de surmonter cette difficulté, la philosophie de lutte contre les incendies de forêt a évolué dans les dernières décennies, passant du dispositif « en veilleuse » d'hommes et de moyens qui ne sont activés que lors de l'alarme incendie, à la conception moderne de lutte anti-incendie intégrée aux activités cou-

rantes d'aménagement et de gestion du territoire. La description de l'environnement du point de vue pyrologique représente le fondement de la planification anti-incendie. Il s'agit là d'une évaluation du risque d'incendie en tant que combinaison du danger d'incendie (probabilité d'un incendie et de son intensité) et de l'impact (les dégâts) que le passage du feu aurait sur le territoire. Dans cet article, nous présentons une approche méthodologique de l'évaluation du risque d'incendie au niveau local dans les conditions du sud des Alpes suisses.

*Traduction: ANNE HEROLD BONARDI*

## Summary

### Fire risk assessment on a local scale: a methodological approach

Fire-services are often unable to obtain a rapid overview of problems connected with wildfire fighting. In the last few decades the ideology for fire fighting has shifted from fire control (basically fire suppression) to fire management (including prevention, planning, and simulating). As a result, fire management is now included in landscape planning processes. The preliminary step in fire management is fire risk analysis, which takes into account fire hazard (probability and expected severity of a fire) and the outcome (total impact on the affected environment). In this contribution we present an approach for assessing fire risk on local levels in southern Switzerland.

## Bibliografia

- ANTONIETTI, A. 1974: Gli incendi di boschi nel Cantone Ticino. *Boll. soc. tic. cons. bell. nat.* art. 98: 31–37.
- AGAZZI, E. 2005: Incendi, un progetto pilota in Val Colla: nelle zone a rischio un prontuario per agevolare il compito dei militi. *Corriere del Ticino* del 12 febbraio 2005, 13.
- BACHMANN, A. 2001: GIS-based Wildland Fire Risk Analysis. *Dissertazione Università di Zurigo*, 151 p.
- BÄRTSCH, A. 1998: Konzeption eines Waldbrandmanagements für die Region Engiadina Bassa / Val Müstair und den Schweizerischen Nationalpark. *Lavoro di diploma presso l'Istituto di geografia dell'Università di Zurigo-Irchel*, 149 p.
- BIANCHI, R.; JAPPIOT, M.; ALEXANDRIAN, D. 2002: Forest fire risk assessment and cartography – A methodological approach. In: Viegas, D.X. (ed.) *Forest Fire Research & Wildland Fire Safety*. (CD-ROM) Rotterdam, Millpress. 8 p.
- BOVIO, G. 1989: La pianificazione antincendi per la difesa del patrimonio boschivo. *Accademia Italiana di Scienze Forestali*, 38, 431–458.
- BOVIO, G. 2000: La protezione dagli incendi boschivi nelle Alpi centro-occidentali. *Schweiz. Z. Forstwes.* 151, 9: 325–335.
- BOVIO, G. 2001: La pianificazione antincendi boschivi alla luce della legge 353/2000. *Italia Forestale e Montana*, 6: 441–454.
- BOVIO, G.; CAMIA, A. 2001: Linee di pianificazione antincendi boschivi nei parchi naturali. *Annali dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali*, 49–50, 243–272.
- BOVIO, G.; CAMIA, A.; MARZANO, R. 2002: Incendi boschivi in interfaccia urbano-foresta. *Linea Ecologia – Economia Montana*, 34, 2: 1–8.
- CASTELLNOU, M.; SERCH, M.B.; VELIMELIS, L.R. 2002: Rethinking firefighting for the XXI century: A new firefighter model, fires of design, and fire ecology. In: Viegas, D.X. (ed.) *Forest Fire Research & Wildland Fire Safety*. (CD-ROM) Rotterdam, Millpress. 7 p.
- CAVALLI, R.; GIOLO, E.; LEMESSI, A. 2003: La pianificazione degli interventi di antincendio boschivo: un caso di studio della Regione del Veneto. *Italia Forestale e Montana*, 2: 111–133.
- CESTI, G.; CESTI, C. 1999: Antincendio boschivo: Manuale operativo per l'equipaggio dell'autobotte. Volumi 1 e 2. *Musumeci Editore, Quart (Aosta)*, 958 p.
- CESTI, G.; MENABREAZ, B. 2001: Incendi nelle aree d'interfaccia urbano-rurale: aspetti operativi. *Antincendio, EPC, Roma*, 53, 2: 61–77.
- CONEDERA, M.; PETER, L.; MARKER, P.; FORSTER, F.; RICKENMANN, D.; RE, L. 2003: Consequences of forest fires on the hydrogeological response of mountain catchments: a case study of the Riale Buffaga, Ticino, Switzerland. *Earth Surf. Process. Landf.* 28: 117–129.
- CONEDERA, M.; CORTI, G.; PICCINI, P.; RYSER, D.; GUERINI, F.; CESCHI, I. 2004: La gestione degli incendi boschivi in Canton Ticino: tentativo di una sintesi storica. *Schweiz. Z. Forstwes.* 155, 7: 263–277.
- CONEDERA, M.; PEZZATTI, G.B. 2005: Gli incendi di bosco: cosa ci dice la statistica? *Dati: statistiche e società V*, 1: 6–13.
- CONEDERA, M.; MORETTI, M. 2005: Gli incendi di bosco: le conseguenze sull'ecosistema. *Dati: statistiche e società V*, 1: 14–24.
- CORTI, G. 1993: L'incendio del 4–7 dicembre 1973. *Forestaviva* 10, 16–18.
- FELICIANI A.; CASTELLANI, C. 1967: Assestamento forestale in funzione della difesa antincendi e programmazione della prevenzione ed estinzione. *Atti del convegno nazionale «L'incremento del patrimonio boschivo e la sua difesa dal fuoco»*. Bergamo 9–10 giugno 1967, Camera di commercio, industria, artigianato e agricoltura di Bergamo, 151–165.
- FÜRST, M.; CONEDERA, M. 1996: Valutazione delle conseguenze degli incendi boschivi in funzione della pianificazione antincendio al Sud delle Alpi della Svizzera. *Rapporto interno Comitato Nazionale Svizzero IDNDR*, non pubblicato, 27 p.
- IIA (Institut International d'Agriculture) 1933: *Enquête internationale sur les incendies de forêts*. Rome, 457 p.
- HOFMANN, C.; CONEDERA, M.; DELARZE, R.; CARRARO, G.; GIORGETTI, P. 1998: Effets des incendies de forêt sur la végétation au Sud des Alpes suisses. *Mitt. Eidgenöss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch.* 73, 1: 1–90.
- LEONE, V. 1988: Aspetti e limiti dell'attuale dispositivo difensivo contro gli incendi boschivi. *Cellulosa e Carta*, 5: 15–21.
- LEONE, V.; PERRONE, R.; SARACINO, A. 1990: Incendi boschivi nelle aree forestali periurbane. *Monti e Boschi*, 4: 11–18.
- MARIOTTA, S. 2004: Il bacino del Cassarate: sintesi di 120 anni di interventi forestali volti a garantire la sicurezza del territorio. *Schweiz. Z. Forstwes.* 155, 7: 278–285.
- MARXER, P. 2003: Oberflächenabfluss und Bodenerosion auf Brandflächen des Kastanienwaldgürtels der Südschweiz mit einer Anleitung zur Bewertung der post-fire Erosionsanfälligkeit (BA EroKaBr). *Physiogeographica* 33, 1–217.
- MONTORSELLI, N.B. 2004: 2° simposio internazionale sulla difesa dagli incendi forestali. *Sherwood* 103, 43–46.
- MORETTI, M.; CONEDERA, M. 2003: Waldbrände im Kreuzfeuer. *Gaia* 12, 4: 275–279.
- MORETTI, M.; OBRIST, M.; DUELLI, P. 2004: Arthropod biodiversity after forest fires: Winners and losers in the winter fire regime of the Southern Alps. *Ecography* 27: 173–186.
- ROTH, P. 2005: Pianificazione forestale ed incendi di bosco in Canton Ticino. *Lavoro di diploma presso la Cattedra di pianificazione forestale, Scuola Politecnica Federale di Zurigo*, 52 p.
- RYSER, D. 2005: Gli incendi di bosco: organizzazione, istruzione, strategie, costi. *Dati: statistiche e società V*, 1: 35–42.
- SULLI, M. 1987: Gli incendi boschivi in Italia: tentativo di analisi quantitativa dall'Unità ad oggi sulla base della letteratura periodica forestale. *Annali dell'Istituto sperimentale per la selvicoltura di Arezzo* 18, 291–333.
- SULLI, M. 1993: Ricerche sugli incendi boschivi. *Agricoltura Ricerca* 147/148: 39–50
- VÉLEZ, R.; MERIDA, J.C. 2002: Forest Fire management in Spain: Some examples of systematic analysis of a comprehensive database to improve effectiveness and efficiency. In: Viegas, D.X. (ed.) *Forest Fire Research & Wildland Fire Safety*. (CD-ROM) Rotterdam, Millpress. 7 p.
- VOLPINI, C. 1967: La difesa del bosco dal fuoco. *Atti del convegno nazionale «L'incremento del patrimonio boschivo e la sua difesa dal fuoco»*. Bergamo 9–10 giugno 1967, Camera di commercio, industria, artigianato e agricoltura di Bergamo, 49–64.

### Ringraziamenti

Ringraziamo i colleghi Pietro Stanga e Damiano Torriani per la fornitura e l'elaborazione dei dati GIS, Boris Pezzatti per le elaborazioni statistiche a partire dalla Banca dati incendi.

### Autori

MARCO CONEDERA, PATRICK ROTH, WSL Sottostazione Sud delle Alpi, via Belsoggiorno 22, 6500 Bellinzona.  
 GABRIELE CORTI, Ufficio forestale del V circondario del Canton Ticino, via Piodella 4, 6933 Muzzano.  
 DANIELE RYSER, FCTCP, Federazione Cantonale Ticinese dei Corpi Pompieri, via Ferriere 5, 6512 Giubiasco.