



ACCADEMIA ITALIANA  
DI SCIENZE FORESTALI

CORPO FORESTALE  
DELLO STATO



# Valutazione dei danni da incendi boschivi

*a cura di*

Orazio Ciancio - Piermaria Corona - Marina Marinelli - Davide Pettenella

Accademia Italiana di Scienze Forestali  
FIRENZE 2007

In copertina:

*Foto di archivio del Corpo forestale dello Stato*

© 2007 Accademia Italiana di Scienze Forestali  
50133 Firenze – Piazza T. Edison, 11  
[www.aisf.it](http://www.aisf.it)

ISBN 10 88-87553-13-0  
ISBN 13 978-88-87553-13-0

Tipografia Coppini – Firenze

## INDICE

PREFAZIONE .....	Pag.	5
INTRODUZIONE .....	»	7
PREMESSA .....	»	9
RICONOSCIMENTI .....	»	11
ACRONIMI, ABBREVIAZIONI E SIMBOLI .....	»	13
IMPOSTAZIONE METODOLOGICA .....	»	15
Parte A – COSTI DI ESTINZIONE .....	»	19
A.1. APPROCCIO SINTETICO: COSTI STANDARDIZZATI .....	»	20
<i>A.1.1. Approccio sintetico con riferimento a costi standard del personale</i> .....	»	20
<i>A.1.2. Approccio sintetico con riferimento a costi standard delle squadre</i> .....	»	22
A.2. APPROCCIO INTERMEDIO: IMPIEGO DI PREZZARI .....	»	24
A.3. APPROCCIO ANALITICO: CONTABILITÀ DEI COSTI .....	»	26
Parte B – STIMA DEL DANNO AMBIENTALE .....	»	29
B.1. APPROCCIO SINTETICO: UTILIZZO DEI VALORI AGRICOLI MEDI .....	»	29
B.2. APPROCCIO INTERMEDIO: COSTI DI RICOSTRUZIONE .....	»	32
B.3. APPROCCIO ANALITICO: STIMA DELLE SINGOLE FUNZIONI .....	»	35
<i>B.3.1. Funzione produttiva relativa ai prodotti legnosi</i> .....	»	37
<i>B.3.2. Funzione produttiva relativa ai prodotti non legnosi</i> .....	»	40
<i>B.3.3. Funzione turistico-ricreativa</i> .....	»	42
<i>B.3.4. Attività venatoria</i> .....	»	45
<i>B.3.5. Funzione protettiva</i> .....	»	47
<i>B.3.6. Protezione dai cambiamenti del clima (emissioni di anidride carbonica)</i> .....	»	49
<i>B.3.7. Valore naturalistico</i> .....	»	51
Parte C – DANNI ESTERNI STRAORDINARI .....	»	59
C.1. DANNI AI BENI MATERIALI .....	»	60
C.2. DANNI LEGATI AGLI INTERVENTI ORGANIZZATIVI DI PROTEZIONE CIVILE .....	»	61
C.3. DANNI ALLE PERSONE .....	»	62

ASPETTI OPERATIVI DELLA ORGANIZZAZIONE DELLE STIME .....	Pag.	63
CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE .....	»	75
BIBLIOGRAFIA .....	»	77
<i>Allegato 1</i> – Metodo degli effetti riscontrabili per la determinazione del livello di danneggiamento conseguente a incendi forestali .....	»	85
<i>Allegato 2</i> – Esempio di applicazione operativa della metodologia di stima del danno ambientale: il caso dell’incendio di Monte Altare-Gustiniello in agro di Longobucco .....	»	97
<i>Appendice 1</i> – Esempio di metodologia di calcolo delle voci di costo per la costruzione di un prezzario dei costi di intervento anti-incendio: il programma “TAIB” .....	»	111
<i>Appendice 2</i> – Altri metodi di valutazione della mortalità post-incendio .....	»	119

## PREFAZIONE

*L'emergenza incendi che si ripropone con regolarità ogni anno a livello nazionale, giustificando una mirata azione di protezione civile, suscita delle riflessioni.*

*La cresciuta sensibilità nei confronti delle problematiche ambientali, in particolare la percezione del bosco quale elemento fondamentale nel determinare la qualità della vita, ha come effetto una visione del problema non più limitata alla contingenza di una situazione di pericolo personale ma estesa alla preoccupazione per le gravissime conseguenze del passaggio del fuoco sugli equilibri naturali.*

*L'incendio boschivo è un fenomeno che ha assunto in Italia il carattere di una vera e propria calamità e procura un senso di malessere nel cittadino, determina distruzione e morte di piante ed animali e riduce sensibilmente il grado di sicurezza ambientale.*

*Il bosco è stato, ed è tuttora, una componente essenziale dell'economia delle popolazioni rurali e non, anche se con un ruolo profondamente rinnovato, in ragione dell'ormai prevalente significato ecologico ed ambientale.*

*Sono molto ingenti i danni causati al patrimonio ambientale dai devastanti incendi che percorrono migliaia di ettari di territori boscati e non boscati del nostro Paese.*

*La quantificazione del danno economico prodotto è uno degli aspetti essenziali per la realizzazione di una "contabilità ambientale" nella quale ricomporre e ricondurre a categorie concrete gli effetti sull'ambiente di determinate azioni aggressive e distruttive.*

*Questo studio condotto dall'Accademia Italiana di Scienze Forestali con il Corpo forestale dello Stato ha consentito l'individuazione di modelli di stima parametrizzati per quantificazioni economiche speditive e di dettaglio dei danni da incendi boschivi.*

*Un lavoro innovativo, frutto di scrupolosa indagine scientifica, di esperienza e conoscenza del territorio, utile strumento per la definizione di protocolli operativi omogenei a supporto dell'operato di quanti concorrono alla salvaguardia del patrimonio forestale.*

Paolo De Castro  
Ministro delle Politiche agricole  
alimentari e forestali



## INTRODUZIONE

*Ogni estate torna puntuale alla ribalta la drammaticità degli incendi boschivi nel nostro Paese. La distruzione delle foreste provoca un grande smarrimento, un vero e proprio allarme sociale.*

*I danni ambientali sono molto gravi ed i media, giustamente, ne danno il dovuto risalto. È però semplicistico ricondurre questo fenomeno alla sola piromania o ai cambiamenti sociali. La problematica è complessa e richiede risposte articolate, incentrate su conoscenza delle cause, prevenzione e lotta diretta al fuoco, individuazione dei responsabili, monitoraggio e valutazione degli effetti. Questi ultimi sono, molto spesso, rilevanti e si protraggono per lungo tempo nell'intero ecosistema forestale.*

*Il Corpo forestale dello Stato ha adeguato nel tempo la sua struttura operativa volta all'intervento diretto sul fuoco, alla repressione e al censimento delle aree bruciate, attraverso la messa a punto di nuovi e innovativi strumenti tecnici e metodologici.*

*Il presente documento, frutto di una stretta collaborazione con l'Accademia Italiana di Scienze Forestali, è focalizzato sulla valutazione economica complessiva dei danni da incendi boschivi, per essere di ausilio alle specifiche esigenze di contabilità ambientale in modo scientificamente rigoroso e con concreta fattibilità operativa.*

*La tutela delle foreste e la salvaguardia dell'integrità ambientale coincidono con la tutela dell'Uomo, e questa tutela passa anche attraverso la corretta attribuzione di valore alle funzioni che le foreste stesse esplicano a favore della Società. Attribuire a esse un valore non è facile, essendo perlopiù utilità "senza prezzo". D'altro canto, la quantificazione del danno economico provocato dagli incendi boschivi rappresenta uno degli aspetti imprescindibili di un monitoraggio completo, aggiornato e affidabile degli ecosistemi forestali.*

*La traduzione del danno degli incendi boschivi in una entità economicamente definita è il necessario presupposto da cui possono discendere scelte e provvedimenti coerentemente motivati, quali le decisioni relative all'adozione di idonee misure antincendio e allo stanziamento di adeguate risorse finanziarie.*

Cesare Patrone  
Capo del Corpo forestale dello Stato



## PREMESSA

Una analisi economica appropriata in campo forestale può significare una effettiva prevenzione per attenuare la perdita di biodiversità e una efficiente azione di protezione in grado di rallentare il degrado ecologico, contribuendo alla elaborazione di una efficace politica ambientale. In tal senso si presuppone che ai beni ambientali venga attribuito un valore, così come si dà un valore ai beni generati dall'attività dell'uomo. In altri termini, ogni decisione che riguarda i beni ambientali ad alto impatto sociale ed economico, quali sono i boschi e le foreste, necessita di una idonea valutazione.

I boschi e le foreste costituiscono il «capitale naturale» che, proprio per questo, in una ottica di reale sviluppo sostenibile non può e non deve essere deteriorato. Ciò vuol dire che è utile conoscere non solo il valore commerciale del bene secondo le normali pratiche estimative, ma anche e soprattutto il valore dei servizi, delle funzioni e del valore di esistenza che altrimenti si perderebbero con il suo deterioramento o scomparsa.

In Italia, gli incendi boschivi rappresentano una calamità che investe significativamente il patrimonio boschivo nazionale, con decine di migliaia di ettari percorsi ogni anno. In Europa l'emissione annuale di anidride carbonica conseguente agli incendi boschivi è stimata pari a oltre 11 milioni di tonnellate. Nonostante ciò, relativamente scarsa è l'informazione sull'effettivo danno economico (*sensu lato*) prodotto dai diversi tipi di incendi boschivi.

Questa carenza è un ostacolo per le decisioni relative agli investimenti ai fini dell'adozione di adeguate misure di prevenzione e lotta, e quindi allo stanziamento di adeguate risorse. Solo una valutazione dell'effettivo impatto ecologico-economico (perdita di produzioni legnose e non legnose, riduzione della capacità di difesa idrogeologica, riduzione del valore turistico-ricreativo e naturalistico, emissione di biossido di carbonio, ...) può fornire una base sicura per commisurare l'investimento in sforzi difensivi e di ripristino nelle differenti realtà socio-economiche e ambientali del Paese. L'approccio comunque più efficace per contenere i costi è di attuare una selvicoltura preventiva che tenga conto delle caratteristiche del bosco, così da renderlo, nei limiti del possibile, meno vulnerabile al fuoco.

La rilevazione statistica degli incendi boschivi viene effettuata dal Corpo forestale dello Stato e dai Corpi forestali delle Regioni/Province Autonome tramite il modello AIB/FN, nel quale vengono riportati i parametri di localizzazione topografica, estensione, tipologia, ecc. di ciascun evento. Queste schede costituiscono un prezioso strumento per il monitoraggio capillare e sistematico degli incendi boschivi e rappresentano un riferimento indispensabile per l'elaborazione delle statistiche sulle superfici percorse a livello nazionale. Risulta pertanto di grande interesse la possibilità di arricchire i contenuti del modello AIB/FN anche per quanto riguarda la stima del danno economico.

In questa prospettiva, obiettivo del presente documento è la proposizione di una metodologia operativa di valutazione economica dei danni relativi a prodotti, servizi e funzioni che caratterizzano i boschi percorsi dal fuoco, così come dei costi di lotta diretta antincendio. In particolare, questo documento rappresenta il prodotto innovativo di un lavoro condotto da un gruppo di esperti, finalizzato, anche attraverso l'individuazione di ulteriori variabili (attributi) da rilevare in campo e la ponderazione di quelle già presenti nella scheda AIB/FN, alla predisposizione dei relativi modelli di stima parametrizzati per quantificazioni economiche speditive e di dettaglio.

L'obiettivo applicativo della metodologia proposta non riguarda strettamente il risarcimento dei danni da incendi boschivi, e pertanto non vengono qui trattate esplicitamente le questioni normative correlate. Le procedure proposte (in particolare quelle analitiche) potranno anche essere utilizzate come orientamento ai fini della tutela risarcitoria, ma ciò deve essere una scelta operata caso per caso dal tecnico incaricato, ed esula dagli specifici scopi del presente documento. È auspicabile, invece, che gli standard procedurali proposti siano utilizzati dal Corpo forestale dello Stato e dai Corpi forestali delle Regioni/Province Autonome nell'ambito delle rilevazioni statistiche degli incendi boschivi per produrre una valutazione complessiva dei valori economici in gioco, al fine di supportare in modo scientificamente coerente ed operativamente efficace la contabilità ambientale del nostro Paese.

*Orazio Ciancio e Piermaria Corona*  
Accademia Italiana di Scienze Forestali

## RICONOSCIMENTI

Il presente documento è stato elaborato nel quadro delle attività della Convenzione “Messa a punto di protocolli operativi di valutazione economica speditiva da integrare nel modello AIB/FN di rilevazione degli incendi boschivi” tra il Corpo forestale dello Stato (CFS) e l’Accademia Italiana di Scienze Forestali (AISF).

*Curatori del documento:* Orazio CIANCIO; Piermaria CORONA; Marina MARINELLI; Davide PETTENELLA.

*Gruppo di lavoro:* Iacopo BERNETTI; Giovanni BOVIO; Mauro CAPONE; Orazio CIANCIO, Piermaria CORONA; Carlo COSTANTINI; Vittorio LEONE; Marco MARCHETTI; Enrico MARCHI; Marina MARINELLI; Davide MARINO; Susanna NOCENTINI; Davide PETTENELLA.

*Comitato scientifico:* Gianpiero ANDREATTA (CFS); Iacopo BERNETTI (Università di Firenze); Giovanni BOVIO (Università di Torino); Mauro CAPONE (CFS); Orazio CIANCIO (AISF); Piermaria CORONA (Università della Toscana); Carlo COSTANTINI (CFS); Giovanbattista DE SANTIS (CFS); Vito DEBRANDO (Regione Piemonte); Roberto DEL FAVERO (Università di Padova); Giuseppe DELOGU (Regione Sardegna); Anselmo GANGI (Regione Sicilia); Francesco IOVINO (Università della Calabria); Silvano LANDI (CFS); Vittorio LEONE (Università della Basilicata); Antonio MACRÌ (ISTAT); Marco MARCHETTI (Università del Molise); Enrico MARCHI (Università di Firenze); Marina MARINELLI (CFS); Susanna NOCENTINI (Università di Firenze); Bruno PETRUCCI (Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare); Davide PETTENELLA (Università di Padova); Filippo RUSSO (Regione Liguria); Giacomo SARAGOSA (CFS); Anna SCIPIONI (Dipartimento per la Protezione Civile, Presidenza del Consiglio dei Ministri).

Per quanto riguarda le responsabilità redazionali, Giovanni BOVIO ha messo a punto il metodo degli effetti riscontrabili riportato in Allegato 1; Orazio CIANCIO e Piermaria CORONA hanno redatto la premessa e le considerazioni conclusive; Piermaria CORONA ha inoltre contribuito alla redazione del cap. B.3.6, agli aspetti operativi nell’organizzazione delle

stime e all'Allegato 2; Vittorio LEONE, con il supporto di Raffaella LOVREGGIO, ha predisposto l'Appendice 2; Enrico MARCHI ha redatto il cap. A.1 e contribuito alla redazione del cap. A.2; Susanna NOCENTINI e Marco MARCHETTI hanno contribuito alla redazione del cap. B.3.7; Davide MARINO ha contribuito alla redazione dell'Allegato 2; Davide PETTENELLA ha curato le altre parti del testo.

Il Comitato Scientifico è responsabile della revisione analitica del documento.

## ACRONIMI, ABBREVIAZIONI E SIMBOLI

AIB	Anti-incendio boschivo
AIB/FN	Anti-incendio boschivo/foglio notizie
AISF	Accademia Italiana di Scienze Forestali
Art.	Articolo
ATC	Ambiti territoriali di caccia
BEF	Biomass expansion factor
C	Carbonio
CA	Comprensori alpini
CAFS	Compressor air foam system
CFS	Corpo forestale dello Stato
CI	Costo d'impianto
COAU	Centro operativo aereo unificato
CR	Costo di ricostruzione
D.Lgs.	Decreto legislativo
DPI	Dispositivi di protezione individuale
D.P.R.	Decreto del Presidente della Repubblica
€	Euro
FAO	Food and Agriculture Organization
GIS	Geographical Information System
GPS	Global Positioning System
ha	Ettaro
ISTAT	Istituto nazionale di statistica
l	Litro
L.	Legge
LD	Livello di danneggiamento
m <sup>2</sup>	Metro quadrato
m <sup>3</sup>	Metro cubo
n.s.	Non specificata/o
PFNL	Prodotti forestali non legnosi
PMPF	Prescrizioni di massima e polizia forestale
PTT	Peso totale a terra
r	Saggio di sconto
R.D.L.	Regio decreto legge
Reg.	Regolamento
SIC	Sito di Importanza Comunitaria
s.o.	Sostanza organica
Sup	Superficie percorsa dal fuoco
SOUP	Sala operativa unificata permanente
t	Tonnellata
TAIB	Tariffario anti-incendi boschivi
VAM	Valori agricoli medi
w	Watt
ZPS	Zona di protezione speciale



## IMPOSTAZIONE METODOLOGICA

Data la prevalente origine antropica degli incendi, la legge-quadro di settore L. 353/2000 prescrive il risarcimento del danno ambientale e quindi la valutazione economica del danno da incendio. All'art. 10, comma 8, la legge-quadro definisce in maniera puntuale gli elementi da considerare ai fini della determinazione del danno: *In ogni caso si applicano le disposizioni dell'art. 18 della L. 349/1986<sup>1</sup>, sul diritto al risarcimento del danno ambientale, alla cui determinazione concorrono: l'ammontare delle spese sostenute per la lotta attiva e la stima dei danni al soprassuolo e al suolo.*

La legge-quadro, quindi, seguendo una corretta prassi estimativa, configura due componenti principali del danno:

- il costo connesso al diminuito valore del bene danneggiato (ovvero dei mancati prodotti e servizi da questo erogati);
- il costo legato agli interventi di estinzione effettuati da soggetti pubblici e privati per spengere l'incendio (interventi AIB).

Il recente Testo Unico ambientale (D.Lgs. 152/2006) ha in effetti abrogato l'art. 18 della L. 349/1986. A una prima lettura della nuova norma sembra ipotizzabile che solamente all'interno di habitat naturali e delle aree protette debba imporsi la tutela risarcitoria che assume la tradizionale definizione di danno ambientale, mentre in altri casi il danno ambientale verrebbe a sussistere in presenza di un deterioramento significativo del suolo. Nel nuovo testo, infatti, oggetto di danno ambientale sono solo le risorse naturali (terreno, acque, habitat e specie naturali protette) e le risorse forestali non vengono esplicitamente menzionate. Tutta la materia è in fase di profonda revisione ed è auspicabile che una definitiva interpretazione giurisprudenziale chiarisca il problema. In questo contesto nel presente lavoro si è preferito rimanere ancorati alla consolidata definizione di danno ambientale, fortemente supportata dalla normativa dell'Unione Europea e da una collaudata prassi amministrativa. Questa scelta è stata motivata anche dal fatto che, indipendentemente dalla presenza di un processo risarcitorio, una valutazione completa e corretta del danno da

---

<sup>1</sup> "Qualunque fatto doloso o colposo in violazione di disposizioni di legge o di provvedimenti adottati in base a legge che comprometta l'ambiente, ad esso arrecando danno, alterandolo, deteriorandolo o distruggendolo in tutto o in parte, obbliga l'autore del fatto al risarcimento nei confronti dello Stato" (art. 18, L. 349/1986).

incendi risponde all'esigenza di organizzazione dei sistemi di contabilità delle risorse naturali, e di quelle forestali in particolare, sistemi non fini a se stessi, ma alle necessità di valutazione dello stato delle risorse e di programmazione degli interventi.

Le componenti del danno da incendio sono state oggetto di ampie analisi da parte di vari Autori (a esempio: BOVIO, 1996a,b; CIANCIO *et al.*, 1996; LANDI e LANDI, 2002; BARBOSA *et al.*, 2004; BLASI *et al.*, 2004; BOVIO *et al.*, 2005), sia per gli aspetti di monitoraggio, bonifica e ricostituzione, sia per quanto riguarda gli impatti ambientali e sociali. Non sempre, tuttavia, le conoscenze sul piano tecnico-organizzativo sono facilmente traducibili in valutazioni economiche.

Alcuni Autori (MARCHETTI, 1994; PETTENELLA, 1997; BAIGUERA e PETTENELLA, 1997; GIAU, 1998; MARANGON e TEMPESTA, 2001) hanno preso in considerazione le metodologie per la valutazione economica della prima delle due suddette componenti del danno, che senza dubbio è di importanza fondamentale e comporta i maggiori problemi di valutazione. Questi problemi si sono accresciuti negli ultimi anni: nel passato, la diminuzione della funzione di produzione legnosa rappresentava la voce più elevata del danno; nelle condizioni attuali di mercato spesso il valore commerciale dei beni forestali è limitato mentre risultano prevalenti gli aspetti del danno connessi a servizi pubblici senza mercato; per di più, i costi relativi a tali servizi sono poco standardizzabili e generalizzabili.

I costi di spegnimento sono, invece, quelli per i quali si ha maggiore documentazione contabile, sono di più facile rilevazione ed elaborazione e, per queste ragioni, sono fonte di minor contenzioso.

In occasione del verificarsi di incendi, le Autorità responsabili della rilevazione del danno sono soggette a diverse incombenze operative e amministrative. È comprensibile che, in queste situazioni, la valutazione del danno tenda a privilegiare modalità speditive, cosa relativamente semplice per la stima dei costi di spegnimento realizzabile tramite prezziari, molto complessa per la stima del valore dei mancati prodotti e servizi, in genere caratterizzati da elementi di forte specificità (tipologia di soprassuolo, modalità di gestione e, quindi, tipi diversi di prodotti e servizi, accessibilità, bacino di utenza, ...).

Tenendo in considerazione queste esigenze, nelle pagine che seguono viene illustrata una metodologia di stima basata su livelli successivi di approfondimento secondo un approccio modulare (Figura 1), in relazione alla gravità del danno.

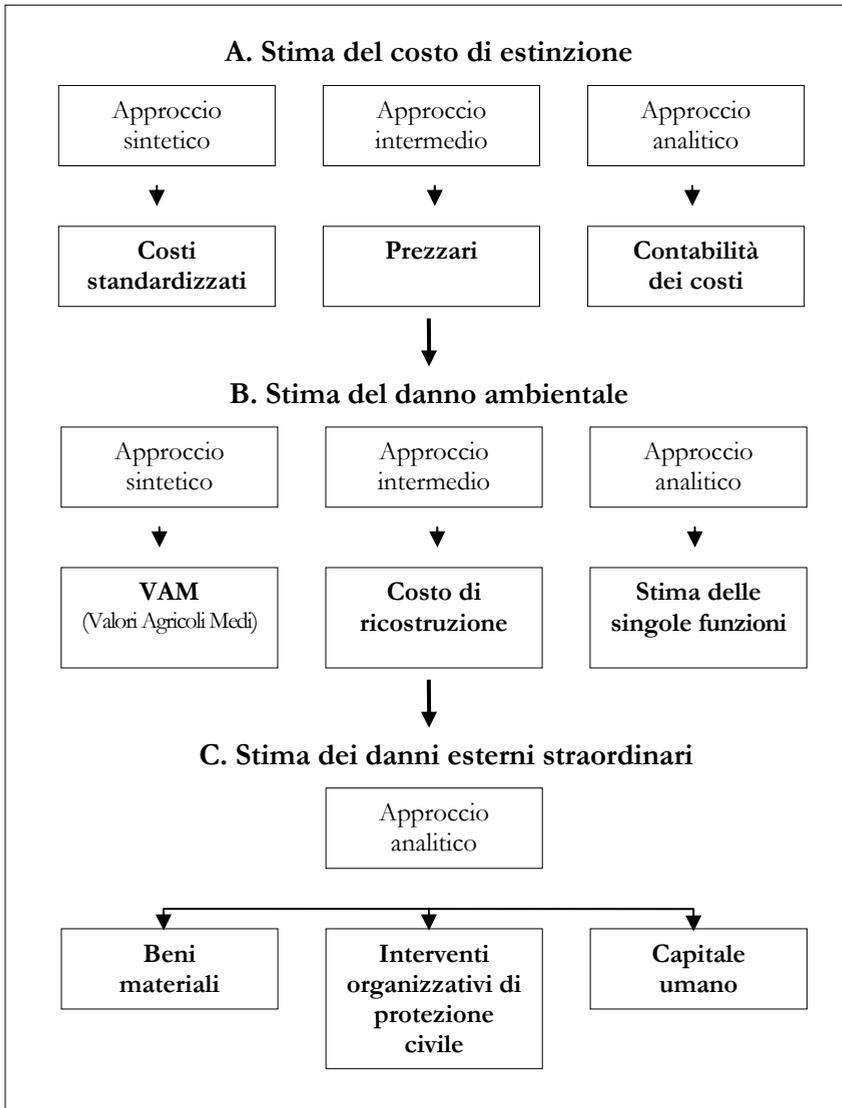


Figura 1 – Metodologia modulare di stima dei danni da incendi boschivi.

In particolare, il danno totale viene suddiviso in tre componenti:

- A. *Costi di spegnimento*, relativi alle macchine, attrezzature e al personale impiegato nell'azione di lotta attiva agli incendi;

- B. *Danno ambientale*, relativo al venir meno di una serie di prodotti e servizi, con mercato e senza mercato;
- C. *Danni esterni straordinari*, relativi ai danni alle persone e alle infrastrutture e alle spese organizzative generali legate agli interventi di lotta agli incendi e di ripristino post-incendio.

Nel seguito del testo vengono presentate le metodologie proposte per la stima delle tre componenti del danno. La presentazione di ogni singola metodologia è articolata in due parti:

- *l'inquadramento teorico*, in cui si illustrano le modalità generali di organizzazione delle stime: il criterio estimativo di riferimento, le assunzioni, le semplificazioni, i limiti e i fattori di incertezza nell'applicazione delle metodiche;
- *l'organizzazione operativa delle stime* in cui si presentano le fonti informative e, ove disponibili, i dati e parametri tecnici utilizzabili nell'applicazione delle metodiche proposte.

## Parte A – COSTI DI ESTINZIONE

I costi di estinzione possono essere suddivisi in due categorie: i costi generali di prevenzione e lotta e quelli specifici di intervento. Nella prima categoria rientrano:

- costi di realizzazione e manutenzione delle infrastrutture: torrette antincendio, punti di rifornimento idrico, reti radio, ...;
- costi di gestione delle sale operative unificate permanenti (SOUP) e delle sale operative decentrate;
- costi di gestione del centro operativo aereo unificato (COAU);
- costi per sottoporre il personale alle visite mediche di idoneità e alla formazione e per l'acquisto dei dispositivi di protezione individuale (DPI);
- costi delle strutture che ospitano basi operative per mezzi terrestri o aerei;
- costi per il personale impiegato in attività di avvistamento o in prontezza operativa (personale in servizio antincendio non direttamente impiegato in attività di estinzione);
- costi dei mezzi utilizzati in attività di avvistamento o pattugliamento mobile.

I costi di lotta attiva agli incendi sono una variabile di grande rilevanza nella gestione del settore forestale, ma da valutare con le dovute cautele. In genere, questi costi non sono necessariamente proporzionali al valore dei boschi oggetto di intervento e, in condizioni limite, possono anche essere nulli: a esempio, per spegnere l'incendio divampato in una pineta artificiale di scarso valore ecologico e produttivo, in una zona costiera difficilmente accessibile, possono essere sostenuti elevati costi di intervento. Non sono nemmeno indicatori di efficienza nei metodi AIB, se non opportunamente riferiti ad altre variabili.

I costi generali di prevenzione non sono attribuibili alla responsabilità soggettiva del responsabile dell'incendio, per cui, anche se hanno una notevole rilevanza economica, non sono oggetto della presente proposta metodologica che si concentra sui costi specifici incorsi nell'estinzione dell'incendio. La stima di questi ultimi può essere realizzata tramite tre procedimenti (Figura 2):

- A.1. ordinariamente, si può procedere con approcci sintetici basati sull'impiego di costi standard;

- A.2. dove disponibili e aggiornati, per interventi di una certa rilevanza e complessità, si può fare riferimento a una stima dei tempi effettivi di impiego dei diversi mezzi e personale e attribuire a questi i dati di costo unitario ricavato da prezzari predefiniti;
- A.3. in casi di notevole gravità, dove gli interventi di lotta, oltre a essere particolarmente onerosi, hanno coinvolto mezzi, attrezzature e personale straordinario, si può utilizzare un approccio analitico, basato sulla raccolta e rielaborazione dei dati, prevalentemente contabili, relativi ai tempi, ai costi e alla tipologia di strumenti e personale impiegati.

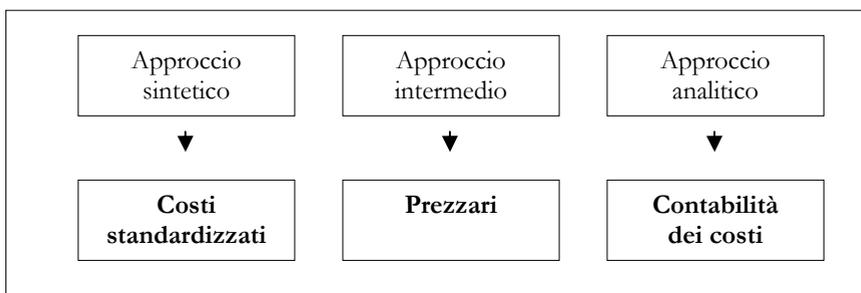


Figura 2 – Procedimenti di stima dei costi di estinzione di incendi boschivi.

#### A.1. APPROCCIO SINTETICO: COSTI STANDARDIZZATI

Per stime molto sintetiche di interventi di estinzione su incendi di limitate dimensioni (durata orientativamente inferiore a dieci ore) si propone di fare riferimento a due diversi approcci metodologici: il primo si basa sui costi standard del personale impiegato nelle operazioni di estinzione, il secondo sui costi standard di diverse tipologie di squadre di intervento.

##### *A.1.1. Approccio sintetico con riferimento a costi standard del personale*

###### Inquadramento teorico

Per eventi di limitate dimensioni, con durata delle operazioni di estinzione inferiore a due ore (30-40% degli eventi), la valutazione può basarsi sul presupposto che il personale intervenuto si trattenga sul

luogo delle operazioni per tutta la durata dell'evento, oltre al tempo necessario per il trasferimento in zona operativa.

Il costo di estinzione può essere stimato conoscendo il costo medio orario del personale ( $C_{mo}$ ), il numero di persone intervenute ( $N_{tot}$ ), eventualmente distinto nelle due categorie di personale retribuito e personale senza retribuzione ( $N_{nr}$ ), e la durata delle operazioni di estinzione ( $D$ ), a cui sommare i costi delle attrezzature utilizzate. Questi in maniera approssimata possono essere assunti pari al costo totale del personale intervenuto. È evidente che, nel caso di intervento di personale non retribuito, questo non deve essere conteggiato per il calcolo del costo del personale, ma deve essere incluso nel calcolo del costo delle attrezzature. La stima può essere, quindi, effettuata in base alla seguente formula:

$$C_{e\_sp} = ((N_{tot} * 2) - N_{nr}) * D * C_{mo}$$

dove:

$C_{e\_sp}$  = costo di estinzione in base a costi standard del personale (€);

$N_{tot}$  = numero totale di persone intervenute nelle attività di estinzione;

$N_{nr}$  = numero totale di persone non retribuite intervenute nelle attività di estinzione;

$D$  = durata dell'intervento, comprensivo del tempo necessario per il trasferimento in zona operativa (ore);

$C_{mo}$  = costo medio orario personale retribuito (€/ora).

### Organizzazione operativa delle stime

Il numero di ore impiegate negli interventi di spegnimento ( $D$ ) è una variabile facilmente ricavabile dai dati registrati nelle schede AIB/FN dove sono riportate informazioni relative all'inizio e fine intervento.

Il personale impiegato negli interventi ( $N_{tot}$  e  $N_{nr}$ ) viene segnalato nella scheda AIB/FN dove è registrato il numero di persone intervenute per istituzione di appartenenza.

Orientativamente, il costo medio orario del personale retribuito ( $C_{mo}$ ) può essere assunto pari a 18 €/ora; l'incidenza dei costi relativi ai mezzi e alle attrezzature utilizzate nell'estinzione per singolo operatore AIB può essere considerata pari al costo del personale stesso: questo dato è stato stimato in base alla somma del costo orario delle attrezzature manuali e motorizzate in normale dotazione agli autoveicoli AIB e la media del costo orario di tre autoveicoli leggeri allestiti e di un

autoveicolo medio-pesante allestito (autobotte da rifornimento per i mezzi leggeri), rapportata al numero di componenti della squadra di intervento (al solito tre persone).

Nel caso di impiego di mezzi aerei questi saranno sommati ai costi delle squadre a terra. Per la stima dei costi di intervento aereo possono essere utilizzati i dati riportati nella Tabella 2.

#### *A.1.2. Approccio sintetico con riferimento a costi standard delle squadre*

##### Inquadramento teorico

Per interventi di durata compresa tra due e dieci ore (oltre il 50% degli eventi) i costi di estinzione possono essere stimati facendo riferimento a costi medi orari per tipo di squadra ( $C_{sq}$ ), moltiplicati per il numero di ore d'intervento ( $D$ ). A tali costi standard di impiego dei diversi tipi di squadra vanno eventualmente sommati i costi delle macchine movimento terra e quelli relativi ai mezzi aerei ( $C_m$ ), in base ai dati riportati nella scheda AIB/FN.

La formula che può essere impiegata è, quindi, la seguente:

$$C_{e\_ss} = C_m + \sum_1^{ns} D_{sq} * C_{sq}$$

dove:

$C_{e\_ss}$  = costo di estinzione in base a costi standard delle squadre (€);

$D_{sq}$  = durata di intervento della squadra (ore), comprensivo del tempo per il trasferimento in zona operativa;

$C_{sq}$  = costo medio orario della squadra (€/ora);

$C_m$  = costo macchine movimento terra e mezzi aerei (€);

$ns$  = numero di squadre intervenute.

##### Organizzazione operativa delle stime

Una possibile classificazione delle principali tipologie di squadra si basa su due criteri: la tipologia di attrezzatura AIB e il personale impiegato. Con riferimento ai due criteri si suggerisce il seguente sistema di classificazione delle squadre:

- Tipo A: squadra leggera con mezzo non allestito (senza estinguente); si tratta di squadre di estinzione dotate di attrezzi leggeri (manuali o motorizzati) di supporto a quelle delle altre tipologie; sono costituite dal caposquadra con 3-4 persone;

- Tipo B: squadra con mezzo allestito leggero (con estinguente); è costituita dal caposquadra con 2 persone su autoveicolo allestito con  $PTT \leq 3,5t$ ;
- Tipo C: squadra con automezzo allestito pesante (con estinguente); è costituita dal caposquadra con 3-4 persone su autoveicolo allestito con  $PTT > 3,5t$ ;
- Tipo D: squadra pesante con mezzo non allestito; si tratta di squadre equipaggiate con pompe portatili per la realizzazione di linee di manichette; è costituita dal caposquadra con 3-4 persone che si muovono con autoveicolo equipaggiato con motopompe, manichette e vasche mobili;
- Tipo E: squadra elitrasportata leggera; è una squadra composta dal caposquadra con 3-4 persone equipaggiate con attrezzi manuali o a motore (motoseghe, soffiatori, ecc.);
- Tipo F: squadra elitrasportata con modulo AIB; è una squadra composta dal caposquadra con 3-4 persone equipaggiate con attrezzi manuali o a motore e fornita di modulo AIB elitrasportato.

La Tabella 1 riporta i costi orari orientativi di impiego delle squadre ( $C_{sq}$ ) che possono essere utilizzati nella stima del costo di estinzione e possono essere considerati indicativi per tutto il territorio nazionale. Un maggior dettaglio e precisione possono essere raggiunti ove le singole Regioni rendano disponibili dati medi di costo calcolati a livello locale.

Tabella 1 – Costo medio orario delle squadre per interventi AIB.

Tipologia	Costo medio (€/ora)
Tipo A - squadra leggera con mezzo non allestito	130
Tipo B - squadra con mezzo allestito leggero	100
Tipo C - squadra con automezzo allestito pesante	180
Tipo D - squadra pesante con mezzo non allestito	150
Tipo E - squadra elitrasportata leggera	90*
Tipo F - squadra elitrasportata con modulo AIB	105*
Macchine movimento terra	50-150

(\*) costo dell'elicottero per il trasporto non compreso

Nel caso di impiego di mezzi aerei questi saranno sommati ai costi delle squadre a terra. Per la stima dei costi di intervento aereo possono essere utilizzati i dati riportati nella Tabella 2.

Tabella 2 – Costo dei mezzi aerei utilizzati negli interventi AIB.

Tipologia	Mezzo	Costo medio* (€/ora)	Consumo medio carburante** (l/ora)
Aereo	Canadair	8.000	1.200
Elicottero	NH 500	700	100
Elicottero	AB 412	2.500	500
Elicottero	S64 F	3.600	2.000

(\*) costi comprensivi di ammortamento, assicurazione, manutenzione, materiali di consumo (escluso carburante) e parti di ricambio, personale (con riferimento alle sole spese di missione e lavoro straordinario)

(\*\*) costo medio carburante Avio (giugno 2007): 0,80 €/l

Fonte: Corpo forestale dello Stato

## A.2. APPROCCIO INTERMEDIO: IMPIEGO DI PREZZARI

### Inquadramento teorico

Secondo una prassi amministrativa consolidata, sono stati predisposti anche in Italia prezzari per la stima dei costi unitari di impiego di attrezzature e personale negli interventi di lotta agli incendi. I prezzari hanno diverse finalità: la stima dei costi a fini statistici e l'impostazione delle procedure di risarcimento, l'analisi contabile interna delle amministrazioni anche per la definizione di gare di appalto, il rimborso di fornitori e personale volontario. Il rendere espliciti i diversi costi consente, a esempio, di fare valutazioni sulla congruità dei costi degli interventi rispetto al contesto (a esempio: le caratteristiche del bosco interessato dall'incendio, la riduzione del danno allo stesso conseguente all'intervento AIB) e, anche tramite simulazioni, di prendere in considerazione alternative di lotta attiva più efficaci o efficienti. Queste possono essere informazioni utili per la formulazione e revisione dei piani regionali AIB (BOVIO, 2002).

L'elaborazione dei prezzari si basa sul calcolo del costo di esercizio delle macchine, metodologia di comune applicazione in molti settori per la pianificazione e il controllo del loro impiego. Il costo può essere determinato "a preventivo", "a consuntivo" o durante la vita della macchina. Nel primo caso il calcolo si basa su dati stimati o suggeriti dall'esperienza, nel secondo si basa su dati reali (che devono però essere

regolarmente registrati durante la vita della macchina), nel terzo si basa su dati sia reali sia stimati. L'elaborazione dei prezzi può essere indirizzata alla determinazione dei costi di esercizio per macrocategorie o può essere sviluppata con maggior dettaglio attraverso un'analisi attenta delle caratteristiche dei mezzi e delle attrezzature presenti sul mercato o utilizzate in un dato ambito territoriale.

Nell'applicazione di queste metodologie, e in particolare nel calcolo dei costi di esercizio per macrocategorie, devono essere presi in considerazione alcuni aspetti che rendono estremamente variabili, e quindi di difficile individuazione, molti parametri utilizzati nelle procedure di calcolo. Un primo aspetto è legato alle particolari caratteristiche delle attività di estinzione che differiscono notevolmente da quelle di altri settori, come quello agricolo-forestale, dove le diverse operazioni sono pianificate *a priori* e prevedono l'impiego di un numero limitato di macchine con caratteristiche ben conosciute. Su un singolo incendio intervengono molti mezzi diversi, sia terrestri sia aerei. A esempio, gli autoveicoli allestiti presentano caratteristiche molto differenti per tipo di autoveicolo (sono numerosi i modelli di veicoli fuoristrada e non che trovano impiego nell'antincendio boschivo), per tipo di allestimento (esistono allestimenti di varie dimensioni e con componenti variabili, sia di produzione industriale o artigianale, sia auto-assemblati dagli utilizzatori finali) e per le modalità di combinazione autoveicolo-allestimento (allestimenti fissi, allestimenti scarrabili, con pompe azionate da motore autonomo o dal motore del veicolo, ...). Un ulteriore aspetto è legato al tipo di utilizzo delle attrezzature e dei mezzi che non sono sempre a uso esclusivo antincendio boschivo; spesso gli allestimenti AIB vengono smontati al termine della "stagione del fuoco" e il veicolo viene utilizzato per attività di protezione civile (attività di volontariato, di Enti che operano nel settore della protezione civile, ...) o per il trasporto materiali nei lavori agricoli o forestali (Comunità montane, Province, ...).

Tutto questo influisce in modo considerevole sul calcolo del costo delle attrezzature dei mezzi AIB, anche se con caratteristiche simili. Inoltre alcuni parametri di estrema importanza per la stima del costo di esercizio possono subire oscillazioni notevoli in funzione della struttura che utilizza le attrezzature (per uso esclusivo nel settore AIB o anche per attività agricolo-forestali o di protezione civile) o per frequenza e caratteristiche degli incendi che si verificano. I dati per macrocategorie devono quindi essere usati con cautela.

### Organizzazione operativa delle stime

Un prezziario dei costi di esercizio orientativi per macrocategorie di attrezzature utilizzate nelle operazioni di estinzione è riportato in Tabella 3.

Un maggior dettaglio e precisione può essere raggiunto ove le singole Regioni rendano disponibili dati medi di costo determinati a livello locale. Per la costruzione di un prezziario analitico si riporta come esempio in Appendice 1 un programma, denominato TAIB (Tariffario Anti-Incendi Boschivi), per il calcolo del costo di esercizio di mezzi e attrezzature. In particolare la procedura di calcolo TAIB è finalizzata alla stima del costo orario e/o chilometrico di automezzi, allestimenti speciali, sistemi modulari antincendio, attrezzature manuali e meccaniche, scomposti nelle due classiche macrocategorie di costi: costi fissi e costi proporzionali (variabili). Oltre ai costi relativi alle macchine e attrezzature AIB sono stati considerati i costi connessi all'impiego della manodopera, volontaria e non, componente significativa del costo complessivo degli interventi di lotta attiva.

*Tabella 3* – Costi di esercizio orientativi per macrocategorie di attrezzature utilizzate nelle operazioni di estinzione.

Attrezzatura	Costo di esercizio (€/ora)
Motosega	3,5-6
Motodecespugliatore	2-4,5
Atomizzatore/soffiatore	3,5-4,5
Pompa a spalla	0,5-1,5
Moduli antincendio (autoveicoli fuoristrada allestiti)	45-80
Autobotti	100-150
Macchine movimento terra	30-150

### A.3. APPROCCIO ANALITICO: CONTABILITÀ DEI COSTI

#### Inquadramento teorico

Per incendi di particolare rilevanza in termini di costi di intervento e dove si presuma la necessità di un alto livello di precisione nella stima economica dei danni è possibile, invece che fare ricorso a dati standard definibili tramite prezziari, fare riferimento ai costi effettivamente

contabilizzati per lo specifico intervento. Evidentemente questi costi saranno soprattutto quelli variabili, in quanto i costi fissi si distribuiscono omogeneamente sulla vita media del mezzo o del personale. Così ad esempio, invece di considerare nel caso di una stima del costo di impiego di mezzi aerei il numero di ore di volo e il costo medio per ora secondo i dati riportati nel prezzario, si potrà fare riferimento ai consumi di combustibili, di ritardanti e di altri materiali di consumo. In genere questa procedura non conduce a un sostanziale miglioramento della accuratezza della stima, ma consente l'ottenimento di dati meno aleatori e meno opinabili.

Evidentemente, quando l'intervento di spegnimento coinvolge diverse organizzazioni contabilmente autonome (Corpo forestale dello Stato, Vigili del Fuoco, Polizia locale, Associazioni di volontariato, ...), il riferimento alla contabilità specifica può essere alquanto laborioso e, quindi, giustificato solamente alla luce di valori complessivi elevati di questa componente di costo.



## Parte B – STIMA DEL DANNO AMBIENTALE

Il danno ambientale provocato dagli incendi boschivi è spesso la componente di danno di maggior importanza, e generalmente quella di maggior rilevanza economica. Per questa ragione le procedure di stima di questa componente hanno un'importanza centrale nella valutazione dei costi complessivi degli incendi. Inoltre, come già accennato, una stima accurata del danno ambientale comporta solitamente la disponibilità di fonti informative e una complessità del procedimento di stima che le altre due componenti dei costi non hanno.

Per la stima dei danni ambientali possono essere proposti tre procedimenti (Figura 3):

- B.1. procedimento sintetico e speditivo, basato sull'impiego dei Valori Agricoli Medi, definiti per ogni Provincia e regione agraria, relativi ai terreni forestali;
- B.2. procedimento analitico basato sul criterio del costo di ricostruzione, differenziato in base a due tipologie di boschi (per boschi con prevalenti finalità turistico-ricreative e per altre tipologie forestali);
- B.3. procedimento analitico basato sulla stima separata delle diverse funzioni del bosco.

### B.1. APPROCCIO SINTETICO: UTILIZZO DEI VALORI AGRICOLI MEDI

#### Inquadramento teorico

Per ogni Provincia, soprattutto ai fini dell'applicazione della normativa urbanistica e in particolare per la stima dell'indennità di esproprio per opere di pubblica utilità, sono disponibili e periodicamente aggiornati i Valori Agricoli Medi (VAM) a ettaro. Questi valori sono stimati per tutti i tipi di coltura su terreni non urbanizzati presenti in ambiente rurale e non per i soli terreni agricoli *sensu stricto*. Nelle tabelle che riportano i VAM sono quindi presentati i valori medi anche delle formazioni forestali (in genere, distinte in ceduo e fustaia, spesso con dati relativi a formazioni particolari come castagneti, pioppeti, ...), e degli incolti produttivi e improduttivi.

I dati sono stimati da specifiche Commissioni tecniche (art. 16 della L. 865/1971, e D.P.R. 327/2001, come modificato dal D.Lgs. 302/2002),

sono riferiti alle regioni agrarie della Provincia (e talvolta alle sub-regioni) e sono ufficialmente approvati e pubblicati sui Bollettini Ufficiali delle Regioni e delle Province Autonome.

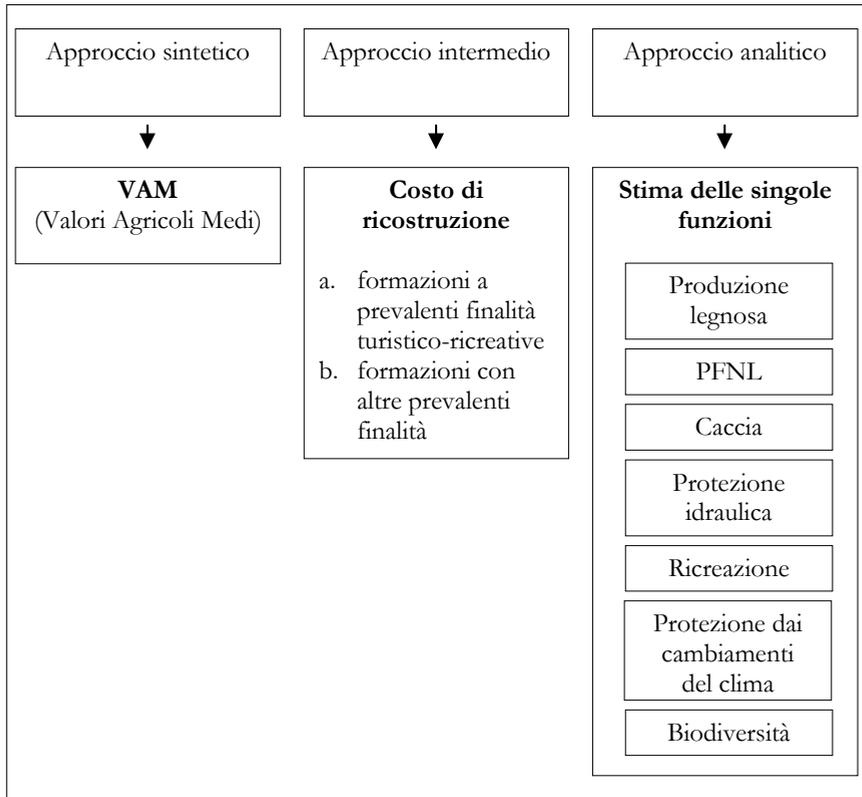


Figura 3 – Procedimenti di stima del danno ambientale da incendi boschivi.

In alcuni contesti amministrativi i dati relativi ai VAM non sono molto aggiornati e sono ritenuti non sempre attendibili, per cui alcune Regioni (ad esempio, Abruzzo) hanno creato ulteriori Commissioni preposte alla determinazione di VAM non finalizzati a espropri per pubblica utilità, bensì alla determinazione di valori fondiari di riferimento da applicare ai fini dell'acquisizione di terreni mediante finanziamenti pubblici. Nel caso in cui a livello regionale siano disponibili tali dati, questi costituiscono un ottimo punto di riferimento ai fini della procedura di valutazione proposta.

Una stima sintetica del danno ambientale può essere effettuata in base alla seguente procedura:

$$DA_{VAM} = (VAM_{for} - VAM_{sn}) * Sup * LD$$

dove:

$DA_{VAM}$  = danno ambientale stimato in base ai VAM (€);

$VAM_{for}$  = Valori Agricoli Medi per la tipologia forestale più simile a quella danneggiata (€/ha);

$VAM_{sn}$  = Valori Agricoli Medi per i terreni incolti (€/ha);

$Sup$  = superficie percorsa dal fuoco (ha);

$LD$  = livello di danneggiamento dovuto all'incendio.

Va evidenziato che con questo approccio sono frequenti i casi di sottostima: i VAM, infatti, sono stimati fondamentalmente in funzione della redditività commerciale e, quindi, della produzione di legname; prodotti non commerciali e servizi di interesse pubblico non sono internalizzati nei VAM.

Un problema nell'applicazione della procedura può anche porsi in relazione all'assunzione di un corretto valore del  $VAM_{sn}$ . Tra i VAM disponibili va fatto riferimento a quelli di importo minore che rappresentino correttamente il valore del suolo nudo; in genere questi sono rappresentati dai VAM relativi agli incolti, agli improduttivi, ai pascoli (salvo in contesti particolari, come talora in Sardegna, dove terreni a pascolo possono avere valori superiori a quelli di formazioni forestali, considerate le condizioni medie di degrado di queste ultime).

Anche la variabile relativa alla superficie percorsa dal fuoco e, soprattutto, quella del livello di danneggiamento non sono di semplice valutazione.

### Organizzazione operativa delle stime

La superficie ( $Sup$ ) può essere stimata a vista o tramite perimetrazione dell'area con strumentazione GPS.

Il livello di danneggiamento ( $LD$ ), espresso da un coefficiente compreso tra 0 e 1, è una variabile che incide fortemente sul risultato finale della stima. Esso deve essere valutato tramite approcci affidabili: nell'Allegato 1 sono riportate indicazioni di dettaglio per la stima di questo parametro mediante il metodo degli effetti riscontrabili (Tabella A.1.3). Si sottolinea che nell'accezione proposta il livello

di danneggiamento non corrisponde alla mortalità degli individui arborei, parametro fortemente variabile in funzione di diverse condizioni (specie arboree, stagione, stato vegetativo): per eventuali approfondimenti su questo aspetto si rimanda all'Appendice 2.

Un esempio di programma impostato su Excel di Microsoft Office® per il calcolo del danno ambientale in base ai VAM è scaricabile dal sito [www.aisf.it/AIB](http://www.aisf.it/AIB).

## B.2. APPROCCIO INTERMEDIO: COSTI DI RICOSTRUZIONE

### Inquadramento teorico

Un approccio convenzionale per una stima analitica del danno ambientale può fare riferimento al costo di ricostruzione o di ripristino.

Il criterio di stima si basa sulla assunzione che un bene vale (almeno) per ciò che è costato. L'assunzione fa sì che il criterio del costo di ricostruzione possa portare a una sottostima del valore del bene danneggiato: è razionale ipotizzare, infatti, che se il valore del bene fosse dato dal suo solo costo e non da un complesso di benefici che superano i costi, nessun operatore razionale assumerebbe mai la responsabilità di gestire il bene.

L'approccio è peraltro relativamente semplice da impiegare. In effetti il criterio è stato ampiamente applicato dall'amministrazione forestale, anche a fini statistici. Il ripristino dello stato dei luoghi è inoltre un concetto-chiave del danno ambientale, come evidenziato dalla L. 353/2000 e successive integrazioni.

La procedura proposta si basa sulla seguente formula:

$$DA_{CR} = CR * Sup * LD$$

dove:

$DA_{CR}$  = danno ambientale stimato in base al costo di ricostruzione (€);

$CR$  = costo di ricostruzione (€/ha);

$Sup$  = superficie percorsa dal fuoco (ha);

$LD$  = livello di danneggiamento dovuto all'incendio.

Per la stima della superficie e del livello di danneggiamento si rimanda a quanto indicato per B.1.

Il problema dell'applicazione della formula è, evidentemente, legato all'assunzione di un corretto costo di ricostruzione ( $CR$ ). A questo

proposito è opportuno effettuare due considerazioni: la prima è relativa alle funzioni prevalenti della formazione danneggiata, la seconda è relativa all'età del soprassuolo.

Per ciò che riguarda la funzione prevalente della formazione danneggiata è utile distinguere due macrotipologie di servizi, caratterizzate da due diverse serie di costi di ricostruzione:

- B.2.1. per le formazioni a *prevalente funzione turistico-ricreativa* il riferimento al costo di ricostruzione più logico è quello relativo all'impiego di piante ornamentali, cosiddette "a pronto effetto", piantate generalmente con ampio pane di terra in buche scavate meccanicamente; i costi di riferimento sono quelli degli interventi in aree a parco urbano estensivo;
- B.2.2. per le *altre formazioni forestali* il riferimento sarà a quello delle convenzionali tecniche forestali, basate sull'impiego di postime di pochi anni, a radice nuda o in contenitori per vivaai forestali.

Per gli *ambiti di pregio naturalistico* possono essere previste modalità di ripristino, e quindi costi, legati a forme miste di intervento rispetto ai due casi precedenti. In queste aree, infatti, può essere necessario effettuare interventi di reimpianto con esemplari a pronto effetto in alcune zone e impianti con postime in altre, associati a interventi particolari, quali l'impianto di cespugli e piccole opere di ingegneria naturalistica (idrosemine, graticciate, canalizzazioni, ...). I costi di ricostruzione potranno ovviamente riferirsi anche a tutte quelle tecniche diverse dall'impianto *ex novo* di materiale vivaistico (riceppatura, tramarratura, succisione,...) che rappresentano spesso una modalità significativa di ricostruzione dei soprassuoli, in particolare nel caso di quelli a prevalenza di latifoglie.

Al fine di evitare stime non corrette, infine, va ricordato che le spese di ripristino vanno riferite alle ordinarie corrette tecniche di gestione delle attività forestali, e non tanto ai costi che, nelle diverse condizioni specifiche, sono stati assunti dai proprietari boschivi, costi che possono essere stati influenzati da scelte tecniche inappropriate o da contributi pubblici.

Per ciò che riguarda l'età del soprassuolo va evidenziato che la stima non può essere indifferente al fatto che venga percorsa dal fuoco, ad esempio, una pineta di pino domestico di 10 anni rispetto a una di 90 anni. Benché i costi di ricostruzione possano essere simili, è evidente che il danno ambientale è, nel secondo caso, molto maggiore. In altri

termini, va valutato non solo il costo di ricostruzione in sé, ma anche il “costo” legato al periodo di attesa perchè la formazione forestale raggiunga una età che le consenta di fornire funzioni analoghe a quelle del bosco prima dell’incendio. Per questa ragione il costo per ettaro di ricostruzione va stimato come segue:

$$CR = CI * (1 + r)^n$$

dove:

$CR$  = costo di ricostruzione (€/ha);

$CI$  = costo di impianto (€/ha);

$r$  = saggio di sconto;

$n$  = numero di anni necessari per la ricostruzione.

In altri termini, il costo d’impianto ( $CI$ ), stimato con uno dei due approcci B.2.1 e B.2.2 sopra richiamati, va posticipato per un congruo numero di anni ( $n$ ), adottando un appropriato saggio di sconto ( $r$ ).

Alla luce di ciò la procedura proposta, nelle due modalità di stima dei costi di impianto, può essere sintetizzata nella formula<sup>2</sup>:

$$DA_{CR} = CI * (1 + r)^n * Sup * LD$$

Come nel caso dell’utilizzo della procedura sintetica (B.1), va evidenziato che anche con questo approccio sono frequenti i casi di sottostima; il criterio del costo di ricostruzione infatti non tiene esplicitamente in conto le considerazioni (e i prodotti non commerciali e i servizi di interesse pubblico) che possono motivare un particolare proprietario forestale a gestire una formazione forestale.

---

<sup>2</sup> Procedendo in maniera rigorosa, come richiamato nei manuali di estimo che affrontano problemi di valutazione in campo forestale (MERLO, 1993; MICIELI e MICIELI, 2002; GALLERANI *et al.*, 2004) per l’applicazione della procedure dei costi passati, si dovrebbe posticipare anche il valore del suolo nudo ( $F$ ) che poi, per la stima del danno, andrebbe detratto. Date le finalità di questo lavoro e la necessità di definire procedure speditive, si ritiene che la metodologia proposta sia adeguata. Inoltre, nel caso si ritenga utile un approccio più completo e rigoroso, la valutazione del danno ambientale basato sul criterio dei costi di ricostruzione potrebbe tenere in considerazione anche i costi dello sgombero del materiale danneggiato (o dei ricavi nei rari casi in cui questo abbia un macchiatico positivo; in tale situazione i ricavi dal prelievo del materiale andrebbero in deduzione del valore del danno ambientale).

### Organizzazione operativa delle stime

Per il costo d'impianto ( $CI$ ) da impiegare nei casi di formazioni a prevalente funzione turistico-ricreativa (§ B.2.1) i dati economici di riferimento sono in un *range* molto ampio, orientativamente da 5.000 a 50.000 €/ha. Negli altri casi (§ B.2.2) si può fare riferimento ai prezzi regionali o alle spese ritenute ammissibili per interventi di imboschimento finanziati nell'ambito dei Piani di Sviluppo Rurale: 2-4.000 €/ha.

Il numero di anni ( $n$ ) può essere stimato con riferimento all'età del bosco incendiato e alla tipologia di materiale vivaistico impiegato ( $n$  più bassi per B.2.1 e più alti per B.2.2, a parità di età del soprassuolo danneggiato). È ragionevole ipotizzare che la stima di  $n$  sia effettuata sulla base della definizione, nella scheda di rilievo dei danni, di una classe di età del bosco danneggiato (a esempio, <10 anni, 10-20 anni, 20-30 anni, ...).

Nella gran parte dei casi, il saggio di sconto ( $r$ ) può essere assunto tra 2% e 5%, con i valori di  $r$  più alti nel caso di formazioni a maggior vocazione produttiva, su terreni fertili, in grado di offrire maggiori rendimenti commerciali ai gestori. Il saggio di sconto non va confuso con il saggio legale, cioè il saggio che, in base all'art. 1284 del Codice Civile, deve essere applicato per calcolare gli interessi connessi a ritardi nei pagamenti o rimborsi nelle transazioni con autorità pubbliche. Il Decreto 11.12.2001 del Ministro dell'Economia e delle Finanze ha fissato il saggio legale al 3% annuo con decorrenza dal 01.1.2002.

Un esempio di programma impostato su Excel di Microsoft Office® per il calcolo del danno ambientale in base ai costi di ricostruzione è scaricabile dal sito [www.aisf.it/AIB](http://www.aisf.it/AIB).

### B.3. APPROCCIO ANALITICO: STIMA DELLE SINGOLE FUNZIONI

L'approccio analitico basato sulla valutazione economica dei danni relativi alla perdita o diminuzione delle singole funzioni svolte da un soprassuolo forestale è quello più articolato e complesso. La metodologia proposta fa riferimento a sette funzioni (Figura 4):

- produzione di legname;
- produzione di prodotti non legnosi;
- turismo-ricreazione;
- attività venatoria;

- protezione idrogeologica;
- protezione dai cambiamenti del clima;
- tutela della biodiversità o funzione naturalistica.

Il valore totale del danno ambientale è dato dalla sommatoria delle sette funzioni. Un esempio di programma impostato su Excel di Microsoft Office® per il calcolo del danno ambientale in base a ciascuna di queste funzioni è scaricabile dal sito [www.aisf.it/AIB](http://www.aisf.it/AIB).

L'individuazione di sette componenti del danno non comporta che esse siano sempre contemporaneamente da stimare nelle diverse condizioni operative. Al contrario, è improbabile che, per la stima del danno ambientale in una specifica località, si renda necessario considerare tutte le sette componenti: è, infatti, improbabile che un incendio provochi contemporaneamente, ad esempio, danni significativi per le attività ricreative e di tutela della biodiversità.

In genere va raccomandata precauzione nell'utilizzo dell'approccio analitico onde evitare sovrastime che possano portare a irrealistiche valutazioni del danno.

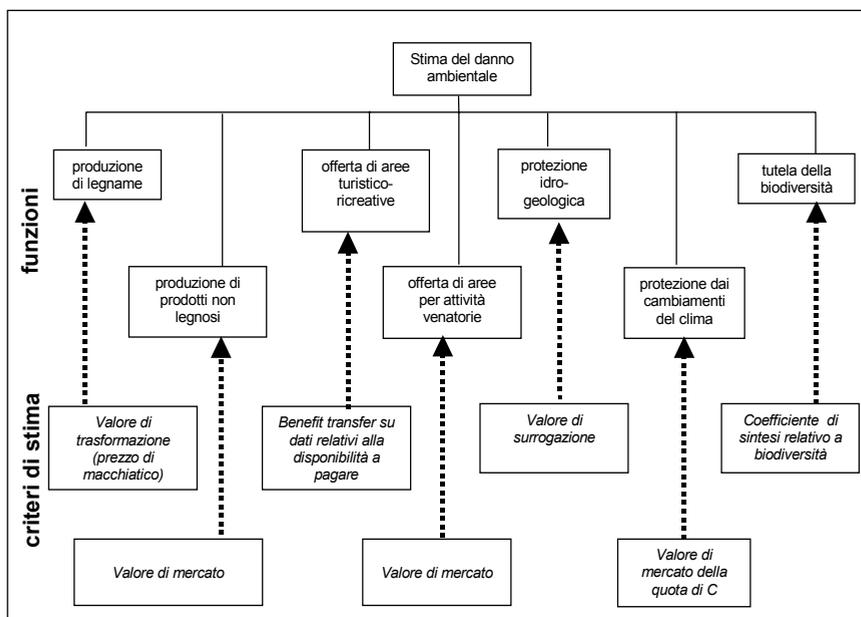


Figura 4 – Funzioni e criteri di stima analitica del danno ambientale da incendi boschivi.

### B.3.1. Funzione produttiva relativa ai prodotti legnosi

#### Inquadramento teorico

La perdita di capacità di produzione di legname viene valutata in termini di valore commerciale della massa distrutta. Il valore della massa deriva da una stima del prezzo di macchiatico ottenuto detraendo dal prezzo medio all'imposto i costi di taglio ed esbosco. Nel caso i boschi non abbiano raggiunto l'età tecnicamente idonea per la loro utilizzazione, il valore commerciale della massa distrutta al momento dell'incendio non rappresenta correttamente il valore effettivo della stessa<sup>3</sup>; per questa ragione il valore di macchiatico va riferito alla maturità commerciale e scontato per un numero di anni pari alla differenza tra età del turno medio (consuetudinario) e l'età media degli alberi distrutti.

La stima è quindi effettuata in base alla seguente funzione<sup>4</sup>:

$$DA_{le} = Sup * Vol * \frac{P_{imp} - C_{te}}{(1+r)^m}$$

dove:

$DA_{le}$  = danno ambientale da perdita del legname (€);

$Sup$  = superficie percorsa dal fuoco (ha);

$Vol$  = volume del materiale legnoso commerciabile perso a seguito dell'incendio (m<sup>3</sup>/ha);

$P_{imp}$  = prezzo medio all'imposto, riferito alla maturità commerciale (€/m<sup>3</sup>);

$C_{te}$  = costi di taglio ed esbosco (€/m<sup>3</sup>);

$r$  = saggio di sconto;

$m$  = anni mancanti per raggiungere l'età del turno medio (consuetudinario).

#### Organizzazione operativa delle stime

Nel seguito si analizzano in dettaglio le modalità per acquisire in termini speditivi le variabili necessarie alla stima.

---

<sup>3</sup> Si pensi al caso-limite di una piantagione di pioppo distrutta al secondo anno: evidentemente il valore commerciale delle pioppelle non corrisponde al valore effettivo di aspettativa della massa distrutta.

<sup>4</sup> In merito alla mancata inclusione in questa formula del valore del suolo nudo, valgono le osservazioni già riportate per il criterio del costo di ricostruzione presentate nella nota 2.

La superficie forestale percorsa dal fuoco ( $Sup$ ) è una variabile di base e, dal momento che il dato viene utilizzato in altre componenti della stima analitica, è importante che sia rilevato con grande accuratezza, possibilmente tramite strumentazione GPS.

Il volume della massa legnosa persa ( $Vol$ ) può essere dedotto da una stima a vista, peraltro molto difficile e aleatoria, o, meglio, da rilievi analitici (CORONA, 2007). Per la stima di  $Vol$  si tenga presente che, nella pratica operativa, possono porsi due condizioni:

- il bosco percorso dal fuoco ha età pari o prossima alla maturità commerciale, stimata con riferimento al turno medio delle stesse formazioni presenti nell'area: in questo caso (più semplice) il volume della massa legnosa persa è quello effettivamente stimato prendendo in considerazione l'area danneggiata;
- il bosco percorso dal fuoco ha una età inferiore alla maturità commerciale: in questo secondo caso, partendo dalla valutazione degli alberi danneggiati, va stimato il volume che queste avrebbero una volta raggiunta la maturità commerciale (ove di non agevole stima, l'età di maturità commerciale del legname può essere assunta pari al turno minimo fissato dalle Prescrizioni di massima e polizia forestale o dai Regolamenti forestali regionali per le varie forme di governo e le diverse specie arboree); per la valutazione del volume a maturità molto utili sono le informazioni eventualmente disponibili da piani di assestamento forestale, da indagini alometriche, inventariali o altre fonti.

Il dato relativo al volume della massa persa ha notevole importanza in quanto costituisce una variabile indispensabile anche per la stima della funzione di assorbimento di carbonio atmosferico. Una metodologia di supporto per la stima della massa persa è quella degli effetti riscontrabili riportata nell'Allegato 1.

In alcune Regioni è disponibile una cartografia digitalizzata delle tipologie forestali che può essere sovrapposta a dati inventariali e ai confini dell'area percorsa dal fuoco rilevati tramite GPS ottenendo in automatico, stimando il livello di danneggiamento dovuto all'incendio ( $LD$ ), i valori relativi alle masse perse.

I prezzi all'imposto ( $P_{imp}$ ), eventualmente differenziati per specie e legname da opera/legna da ardere, sono sistematicamente raccolti come valori medi provinciali dalle amministrazioni forestali e periodicamente pubblicati dall'ISTAT. Nel caso di formazioni cedue (a parte i

castagneti) si può fare riferimento esclusivo al prezzo medio all'imposto della legna da ardere. Per le altre formazioni ci si può riferire all'assortimento prevalente.

I costi di taglio ed esbosco ( $C_{te}$ ) possono essere stimati in forma parametrizzata; a esempio, possono essere differenziati in categorie dipendenti dal valore assunto da due variabili: la pendenza e la distanza media dall'imposto del legname danneggiato. Una possibile procedura parametrizzata è proposta nella Tabella 4, dove si ipotizzano cinque condizioni:

- se le condizioni sono di facile accessibilità (pendenza  $\leq 20\%$  e distanza dall'imposto inferiore a 300 m), al prezzo medio all'imposto verranno sottratti 15 €/m<sup>3</sup>;
- se risultano mediamente accessibili (tra 20 e 35% di pendenza e distanza dall'imposto  $\leq 300$  m o tra 300 e 2500 m, ma con pendenza  $\leq 20\%$ ), al prezzo medio all'imposto verranno sottratti 20 €/m<sup>3</sup>;
- se le condizioni risultano difficilmente accessibili (tra 20 e 35% di pendenza e distanza dall'imposto tra 300 e 2500 m), al prezzo medio all'imposto verranno sottratti 30 €/m<sup>3</sup>;
- se le condizioni di accessibilità sono molto limitate (pendenza superiore al 35% e quindi necessità di utilizzare strumenti di esbosco via cavo), al prezzo medio all'imposto verranno sottratti 35 €/m<sup>3</sup>;
- se l'area è ad una grande distanza dall'imposto (superiore a 2500 m), i costi di taglio ed esbosco diventano proibitivi e si annulla la funzione produttiva.

Tabella 4 – Costi standardizzati di taglio ed esbosco (€/m<sup>3</sup>).

Distanza dall'imposto (m)	Classi di pendenza		
	$\leq 20\%$	20-35%	$> 35\%$
$\leq 300$	15	20	
300-2500	20	30	35
$> 2500$	nessuna funzione produttiva diretta		

Per il saggio di sconto ( $r$ ) valgono le stesse indicazioni riportate in B.2 per il criterio del costo di ricostruzione.

Infine, gli anni mancanti al raggiungimento della età tecnicamente idonea per l'utilizzazione del legname ( $m$ ) sono una variabile stimabile a vista dal rilevatore. Spesso questa variabile non ha un peso significativo

nella stima, dal momento che – nelle attuali condizioni di mercato – il prezzo della legna da ardere (in genere, ottenibile con turni relativamente brevi) è molto simile a quello del legname da opera, tanto che, in una visione strettamente commerciale, una fustaia giovane può essere caratterizzata da prezzi unitari degli assortimenti ritraibili simili a quelli di fustaie adulte in condizioni ambientali analoghe.

Va da ultimo osservato che l'applicazione della formula può in non pochi casi dare risultati negativi o molto vicini allo zero, in quanto il prezzo all'imposto può essere inferiore o pari ai costi di taglio e di esbosco. È questo un risultato che non deve sorprendere: nelle attuali condizioni di mercato il valore commerciale dei boschi relativo alla produzione legnosa è spesso trascurabile o nullo. Questa situazione si riscontra con maggior frequenza proprio in quei boschi marginali più soggetti al fenomeno degli incendi.

### B.3.2. Funzione produttiva relativa ai prodotti non legnosi

Inquadramento teorico

Per quanto concerne la valutazione del danno economico derivante dalla ridotta disponibilità di prodotti forestali non legnosi (PFNL: funghi, tartufi, erbe aromatiche e medicinali, ...) si procede alla stima facendo riferimento ai mancati redditi per la vendita dei prodotti stessi che vengono riferiti alla superficie percorsa dall'incendio. Dal momento che l'incendio ha effetti protratti nel tempo, il danno sarà stimato come accumulazione iniziale di alcune annualità in base alla formula:

$$DA_{PFNL} = Sup_{PFNL} * R_{PFNL} * \frac{(1+r)^p - 1}{r * (1+r)^p}$$

dove:

$DA_{PFNL}$  = danno ambientale da perdita dei prodotti forestali non legnosi (€);

$Sup_{PFNL}$  = superficie percorsa dall'incendio con capacità di produzione di PFNL (ha);

$R_{PFNL}$  = rendimento medio annuo delle produzioni di PFNL (€/ha);

$r$  = saggio di sconto;

$p$  = anni di mancata raccolta di PFNL a seguito dell'incendio.

Come si vedrà nelle note esplicative relative alle variabili necessarie alla stima, l'unica che crea alcuni problemi valutativi è il rendimento medio delle produzioni di PFNL.

Il dato della superficie percorsa dall'incendio ( $Sup_{PFNL}$ ) deve riferirsi alle aree che perderanno temporaneamente la capacità di produzione dei PFNL. A seconda della composizione e delle condizioni stazionali  $Sup_{PFNL}$  potrebbe identificarsi con la superficie totale percorsa dal fuoco ( $Sup$ ), con una parte di essa o, nei casi limite, essere pari a zero.

Il rendimento medio delle produzioni di PFNL ( $R_{PFNL}$ ) può essere stimato secondo due diverse modalità.

- Una prima modalità, presumibilmente di più largo impiego, si basa sugli introiti dei diritti di raccolta derivanti dalla vendita di permessi annuali, mensili, settimanali e giornalieri (di residenti e non residenti) per la raccolta di *funghi, tartufi<sup>5</sup>, erbe medicinali e aromatiche e altri prodotti spontanei*. Il dato può essere raccolto per alcune aree significative (il territorio di alcune Comunità Montane), riferito alla superficie forestale dell'area per avere un dato medio annuo<sup>6</sup>, e generalizzato al contesto di una Regione, impiegandolo per quelle tipologie di formazioni forestali significative per la produzione di PFNL. È possibile risalire al dato anche riferendosi alle quantità annualmente riportate, per singola Regione, nelle statistiche forestali dell'ISTAT; la qualità di queste informazioni è tuttavia molto bassa. Evidentemente riferendosi alla vendita dei diritti di raccolta si effettua probabilmente una sottostima del danno in quanto non si tiene in considerazione la diminuzione della produzione biologica, né della raccolta effettiva (non pochi utilizzatori, soprattutto locali, non pagano diritti di raccolta). Peraltro il pagamento del permesso è indipendente dalla quantità effettivamente raccolta e, in linea teorica, sempre inferiore o al limite pari a una quantità massima definita dalla legge. La variabile considerata si riferisce quindi, più che al valore commerciale della produzione raccolta, alla disponibilità a pagare per un prodotto/servizio che ha spesso una forte valenza turistico-ricreativa.
- Una seconda modalità fa riferimento al valore commerciale dei *prodotti coltivati*, quali *castagne, nocciole, sughero*, ... Ad esempio nel caso, peraltro abbastanza raro, di incendi in castagneti da frutto, la stima

---

<sup>5</sup> I tartufi possono, peraltro, essere anche assimilati – nel caso di produzioni da tartufo – ai PFNL della seconda categoria ovvero ai prodotti coltivati.

<sup>6</sup> I permessi per la raccolta possono essere rilasciati dalle Comunità Montane, dalle Province e da enti responsabili del territorio del Demanio. I resoconti che questi dovrebbero presentare annualmente sono sommari e non esaustivi: di qui l'impossibilità di una stima rigorosa.

viene eseguita facendo riferimento al prezzo di mercato delle castagne e alla mancata produzione tenendo in considerazione l'età del soprassuolo e un congruo periodo di ricostruzione necessario per raggiungere ordinari livelli di produzione.

Possono rientrare in questa categoria anche i danni relativi alla mancata possibilità di pascolo in bosco derivanti dal verificarsi di incendi.

### Organizzazione operativa delle stime

Per la scelta del saggio di sconto ( $r$ ) da impiegare nella formula dell'anticipazione iniziale di annualità costanti valgono le considerazioni fatte al § B.2.

Gli anni di mancata raccolta di PFNL a seguito dell'incendio ( $p$ ) possono essere assunti pari a 10, in analogia a quanto riportato per la funzione venatoria (cfr. § B.3.4).

Per il rendimento medio delle produzioni di PFNL ( $R_{PFNL}$ ) si deve fare riferimento alle diverse realtà locali. A titolo orientativo, per la raccolta dei funghi in Veneto è stato stimato un valore medio annuo pari a 9,8 €/ha per le province a maggiore produttività (Belluno, Treviso) e pari a 0,3 e 0,5 €/ha per quelle meno vocate (rispettivamente, Rovigo e Venezia).

A livello nazionale CROITORU e GATTO (2001) hanno stimato un tasso annuo di raccolta medio nei boschi a vocazione produttiva di funghi pari a 3 kg/ha. Questo dato è stato confermato da BARTOLOZZI (1988) che, in un dettagliato studio per la Toscana, ha stimato un tasso annuo di prelievo medio di 3,1-4,2 kg/ha. In una realtà che può essere assunta come riferimento per livelli di produzione e raccolta ottimali (Borgotaro in provincia di Parma), GIOVANNETTI *et al.* (1998) hanno stimato produzioni annue fino a 15-20 kg/ha.

Ovviamente è possibile che per la stessa area percorsa dal fuoco possano essere stimati i danni ambientali relativi a più di una tipologia di PFNL.

### B.3.3. Funzione turistico-ricreativa

#### Inquadramento teorico

La stima della funzione turistico-ricreativa viene effettuata con una procedura che fa riferimento al numero di visite che, a seguito dell'incendio, non vengono più effettuate. In particolare ai fini della

valutazione vengono stimate due variabili: il numero delle visite per unità di superficie prima dell'evento e il valore medio di una singola visita.

Nella procedura consigliata non viene incluso il dato relativo alla superficie in quanto la stima del numero di visitatori è più semplice se fatta in termini generali per tutta l'area percorsa dal fuoco piuttosto che per unità di superficie. Il riferimento alla superficie a finalità turistico-ricreative va comunque effettuato in forma implicita tenendo in considerazione che l'oggetto di stima sono quelle zone boschive soggette a una significativa e continua permanenza e/o attraversamento da parte di visitatori lungo tutta o una parte dell'anno. L'area di riferimento deve essere quella utilizzata per finalità ricreative informali (*camping*, passeggiate, *pic nic*, ...), sportive (escursionismo, *mountain biking*, *orientering*, sci da fondo, ...) o di osservazione naturalistica (*bird watching*, educazione ambientale, ...), mentre, onde non effettuare doppie stime, non andranno considerate le aree utilizzate prioritariamente per la raccolta di PFNL e per la caccia, funzioni oggetto di valutazione separata.

Anche in questo caso, dal momento che l'incendio ha effetti protratti nel tempo, il danno sarà stimato come accumulazione iniziale di alcune annualità. La formula proposta per la stima è la seguente:

$$DA_{ric} = V_{ric} * N_{ric} * \frac{(1+r)^g - 1}{r * (1+r)^g}$$

dove:

$DA_{ric}$  = danno ambientale da perdita di attività turistico-ricreative (€);

$V_{ric}$  = valore medio di una visita (€);

$N_{ric}$  = numero medio di visite per anno;

$r$  = saggio di sconto;

$g$  = anni di mancata attività turistico-ricreativa a seguito dell'incendio.

A seconda dell'accessibilità, della pendenza e della qualità dei soprassuoli, l'area di riferimento potrebbe identificarsi con la superficie totale percorsa dal fuoco, con una parte di essa o, per esempio nelle aree meno accessibili o a forte pendenza o particolarmente dense e impenetrabili, essere pari a zero. Peraltro, l'area di riferimento potrebbe essere in alcuni casi più ampia dell'area incendiata quando la presenza di una zona percorsa dal fuoco comporta la mancata utilizzazione a finalità turistico-ricreative di aree limitrofe.

## Organizzazione operativa delle stime

La stima del valore della singola visita ( $V_{ric}$ ) può essere fatta impiegando un approccio di *benefit transfer*, ovvero prendendo a riferimento i risultati di stime del valore turistico-ricreazionale effettuate con le metodologie della valutazione contingente, del costo del viaggio o con il metodo edonimetrico in aree con condizioni comparabili.

BERNETTI e RICCIOLI (com. pers.) hanno realizzato un'ampia rassegna delle indagini effettuate nel territorio italiano applicando tali metodologie nella stima dei valori d'uso e di non uso delle risorse forestali. In base a circa cinquanta indagini prese in considerazione nella rassegna è possibile assumere che, escludendo i dati estremi e anomali, il valore di una singola visita giornaliera sia compreso tra 3 e 10 €. Al fine di indirizzare il valutatore alla scelta con procedimento sintetico di un valore attendibile è possibile fare riferimento alla Tabella 5.

Tabella 5 – Criteri di scelta del valore di riferimento per la stima del servizio ricreativo.

Valore di una visita giornaliera	Scopo della visita	Tipologia sociale dei visitatori	Frequenza per singolo visitatore	Provenienza visitatori	Tipologia stazione	Accessibilità
3 €	Ricreazione informale, area di attraversamento	Bassi livelli di reddito, molto giovani o molto anziani, disoccupati o pensionati	Alto numero di visite annuali	Prevalentemente locale	Aree declivi, molto dense, con ampia vegetazione di sottobosco, panorama chiuso	Difficile, percorsi non segnalati, presenza di ostacoli naturali
↑ ↓						
10 €	Attività sportiva organizzata, area di permanenza	Alti livelli di reddito, fasce di età intermedie, occupati	Visite occasionali	In prevalenza da notevoli distanze	Aree pianeggianti, boschi radi, con presenza di radure e di ecotoni, panorama aperto	Facile, con parcheggio in vicinanza

La stima del numero di visite annuali ( $N_{ric}$ ) può essere effettuata con una discreta approssimazione ricavando il valore da alcuni indicatori che segnalano la presenza di attività turistico-ricreative nell'area di stima (numero di biglietti per parcheggio auto venduti, numero di posti auto in parcheggi, dati sul traffico veicolare locale, dati sulle attività di ristorazione e alloggio, ...), eventualmente confrontati nei valori assunti prima e dopo l'incendio.

Anche per la stima della funzione turistico-ricreativa la scelta del saggio di sconto ( $r$ ) può essere effettuata in base alle considerazioni riportate al § B.2.

La durata del periodo di mancata funzione ricreativa a seguito dell'incendio ( $g$ ) è una variabile con un campo di variazione molto ampio. Il numero di anni farà riferimento ai tempi di ripristino di una funzionalità turistico-ricreativa analoga a quella del bosco percorso da incendio. Andrà prestata grande attenzione nel caso si assuma un numero di anni ampio in quanto tale decisione inciderà in maniera significativa sul danno totale stimato.

#### B.3.4. Attività venatoria

##### Inquadramento teorico

Per la stima del danno relativo alla diminuita potenzialità per l'attività venatoria si procede secondo criteri analoghi a quelli riportati per i PFNL: viene valutata la disponibilità di spesa per attività venatoria che viene riferita alla superficie ordinariamente impiegata per la caccia. Anche in questo caso, come per i PFNL, il danno ambientale si prolunga nel tempo e di questo si dovrà tener conto tramite un'accumulazione iniziale di annualità relative a mancati introiti successivi all'incendio.

La formula impiegata è quindi:

$$DA_{ven} = Sup_{ven} * R_{ven} * \frac{(1+r)^v - 1}{r * (1+r)^v}$$

dove:

$DA_{ven}$  = danno ambientale da diminuita attività venatoria (€);

$Sup_{ven}$  = superficie percorsa dall'incendio utilizzata per attività venatoria (ha);

$R_{ven}$  = rendimento medio annuo dell'attività venatoria (€/ha);

$r$  = saggio di sconto;

$v$  = anni di mancata attività venatoria a seguito dell'incendio.

Con il dato della superficie venatoria percorsa dall'incendio ( $Sup_{ven}$ ) si registra l'estensione delle aree dove si perde temporaneamente la possibilità di effettuare prelievi venatori. Come per i PFNL, a seconda della composizione e delle condizioni stazionali, la  $Sup_{ven}$  potrebbe identificarsi con la superficie totale percorsa dal fuoco ( $Sup$ ), con una parte di essa o, nei casi limite, essere pari a zero.

Per la stima del rendimento medio dell'attività venatoria ( $R_{ven}$ ) si suggerisce di fare riferimento alla disponibilità di spesa per attività venatoria in base ai dati sui cacciatori iscritti negli Ambiti Territoriali di Caccia (ATC) o/e Comprensori Alpini (CA) della Regione, del costo annuale di iscrizione all'ATC, stimando, sulla base della superficie degli ATC, il valore medio unitario dell'area dove è possibile esercitare la caccia.

L'autonomia lasciata agli ATC e ai CA nella definizione di un costo di iscrizione e l'estrema eterogeneità dei dati sul numero di cacciatori rappresentano un limite alla possibilità di generalizzare i dati su scala nazionale; tali dati dovranno, quindi, essere frutto di una valutazione puntuale.

Vista la difficoltà nel contattare ogni singolo ATC e CA, per individuare la quota di iscrizione adottata è possibile considerare quanto stabilito dalla normativa regionale sugli Ambiti Territoriali di Caccia che definisce:

- il contributo base che i cacciatori sono tenuti a versare ai Comitati direttivi degli ATC e CA nei quali esercitano l'attività venatoria;
- un eventuale contributo integrativo per la caccia alla selvaggina stanziale.

Individuato, in ottemperanza a quanto stabilito dalla legge, un costo medio di iscrizione all'Ambito o al Comprensorio e stimati il numero di fruitori per ogni Ambito, risulta possibile determinare il valore della funzione venatoria annuale su scala locale (media regionale o dati locali).

Le procedure di stima evidenziate possono essere impiegate anche per valutare il danno relativo al mancato pascolo, ovviamente quando questo viene esercitato nel pieno rispetto delle PMPF e delle altre normative locali. In questo caso il rendimento medio dell'attività sarà stimato in base al canone di affitto annuo dei terreni o alle altre tipologie di rapporti contrattuali tra proprietari e gestori diffuse nell'area.

### Organizzazione operativa delle stime

La scelta del saggio di sconto ( $r$ ) viene fatta in base alle considerazioni fatte al § B.2.

Come per i PFNL, anche per il rendimento medio dell'attività venatoria ( $R_{ven}$ ) si dovrà fare riferimento alle diverse realtà locali. A titolo orientativo, in una indagine effettuata nel Veneto, è stato stimato un valore medio annuo pari a 89 €/ha per le aree a funzione venatoria; i valori estremi su scala provinciale sono risultati pari a 38 e 120 €/ha (rispettivamente, per le province di Rovigo e di Vicenza).

Per ciò che riguarda la variabile  $v$ , ovvero gli anni di mancata attività venatoria a seguito dell'incendio, può essere tenuto presente che la L. 353/2000 all'art. 10 comma 1 prevede il divieto di caccia nei soprassuoli percorsi dal fuoco per dieci anni: facendo riferimento a questa norma, il danno può essere stimato come una accumulazione di dieci annualità del valore della funzione venatoria annuale.

#### B.3.5. Funzione protettiva

##### Inquadramento teorico

Per la stima della funzione protettiva viene suggerito un approccio basato sul criterio dei costi di surrogazione, facendo riferimento ai costi forfetari degli interventi di rinverdimento riferiti alla superficie percorsa dal fuoco caratterizzata da una significativa funzione di protezione idrogeologica. In particolare i costi di rinverdimento sono costituiti da due componenti: i costi *una tantum* dell'intervento e i costi di manutenzione dell'area che si presuppone debbano essere effettuati annualmente per un numero di anni necessari al recupero della precedente capacità di regimazione dell'area percorsa dal fuoco.

La formula utilizzabile è quindi la seguente:

$$DA_{idr} = Sup_{prot} * \left( C_{rimv} + C_{ann} * \frac{(1+r)^i - 1}{r * (1+r)^i} \right)$$

dove:

$DA_{idr}$  = danno ambientale da diminuita attività di tutela idraulica (€);

$Sup_{prot}$  = superficie percorsa dall'incendio con funzioni protettive (ha);

$C_{rimv}$  = costo di rinverdimento (€/ha);

$C_{ann}$  = costo annuale di manutenzione dell'area rinverditata (€/ha);

$r$  = saggio di sconto;

$i$  = anni di intervento per la manutenzione dell'area.

Il dato della superficie percorsa dall'incendio con funzioni di protezione idraulica ( $S_{upprot}$ ) va considerato con una certa cautela: l'utilizzo del criterio dei costi di surrogazione comporta, infatti, il riferimento a interventi di ingegneria naturalistica intensivi, di notevole efficacia, ma anche molto rilevanti dal punto di vista economico e giustificati solo in condizioni di significativo degrado delle funzioni di stabilizzazione idrogeologica. Per evitare sovrastime, i terreni interessati saranno quindi quelli in condizione di notevole pendenza, resi fortemente instabili specificatamente a seguito dell'incendio e non tanto quelli che hanno una generica funzione di protezione, o che comunque hanno come unica caratteristica quella di essere sottoposti a vincolo idrogeologico (R.D.L. 3267/1923).

Il costo dell'intervento di rinverdimento ( $C_{rim}$ ) può, in talune situazioni, non esaurire l'insieme dei costi delle opere necessarie al ripristino delle funzioni di protezione. In questo caso vanno considerati anche i costi annuali di manutenzione dell'area rinverditata ( $C_{ann}$ ) finalizzati alla gestione del cotico (sfalcio, risemina e infittimenti, ...) che si rendono necessari per stabilizzare la nuova copertura verde in sostituzione di quella distrutta dal fuoco. Tali costi possono essere assunti come costi medi annuali necessari, per un periodo di ( $i$ ) anni, al ripristino delle funzioni di protezione.

#### Organizzazione operativa delle stime

Ai fini di una più agevole definizione della  $S_{upprot}$  possono essere definiti valori soglia della pendenza media, al di sotto dei quali assumere come non significativo il danno economico connesso all'erosione e al dissesto (orientativamente si può assumere una soglia minima del 40% di pendenza media). Possono anche essere considerate soglie variabili di pendenza media come quelle di seguito illustrate a scopo esemplificativo in corrispondenza delle quali si ipotizza un incremento significativo dei costi di intervento:

- <40%: nessun danno significativo;
- 40-70%: danno valutato in relazione a interventi di tipo prevalentemente estensivo (consolidamento massi, inerbimento,...);
- >70%: danno valutato in relazione a interventi di tipo prevalentemente intensivo (gradoni, messa a dimora di talee,

drenaggi, canalette, muri di sostegno in pietrame, sistemazioni del terreno con reti, gabbionate, ...).

Un'ulteriore ipotesi è di enucleare le fasce di terreno percorse dal fuoco immediatamente a monte della viabilità primaria caratterizzate da una certa pendenza e procedere alla definizione dei costi di stabilizzazione solamente per queste aree.

Il costo medio di rinverdimento ( $C_{rim}$ ) può essere stimato in relazione agli interventi di idrosemina, ben definiti nelle caratteristiche tecniche ed economiche in molti prezziari e disciplinari predisposti dalle pubbliche amministrazioni operanti negli interventi di genio civile<sup>7</sup>. I prezzi di idrosemina variano in relazione ai mezzi utilizzati, a loro volta connessi all'estensione e localizzazione delle aree di intervento. Per interventi localizzati si suggerisce un costo di 12.000 €/ha (BALSANI e MANZONE, 2006), mentre per interventi estensivi effettuabili con elicotteri si può assumere un costo medio di 3.000 €/ha (CASELLA, 2001).

Per il saggio di sconto ( $r$ ) valgono, come negli altri casi, le indicazioni riportate al § B.2.

L'utilizzo del valore di surrogazione nella stima del danno idraulico è uno strumento logico e rigoroso per effettuare una stima e non presuppone né implica operativamente che l'intervento di surrogazione sia effettivamente realizzato.

### B.3.6. Protezione dai cambiamenti del clima (emissioni di anidride carbonica)

#### Inquadramento teorico

Le emissioni di anidride carbonica a seguito della combustione della biomassa legnosa e della sostanza organica, con conseguente innalzamento del livello di concentrazione dei gas a effetto serra in atmosfera, comportano un costo che può essere valutato facendo riferimento al prezzo nei mercati delle quote di carbonio (come l'*Emission Trading Scheme* dell'Unione Europea), prezzo che ha raggiunto ormai una

---

<sup>7</sup> Assoverde ([www.lifesistem.com/assoverde/](http://www.lifesistem.com/assoverde/)) propone i seguenti prezzi di riferimento:

1) realizzazione di un inerbimento con idroseminatrice, in luogo accessibile con mezzi meccanici, con fornitura di un miscuglio di piante erbacee selezionate in ragione di 30 g/m<sup>2</sup>, concime, collante, escluso la preparazione del terreno: 11.400 €/ha;

2) idrosemina potenziata con collanti e ammendanti organici: 16.500 €/ha.

Nel prezzario della Regione Piemonte l'inerbimento meccanizzato su di una superficie piana o inclinata superiore a 1 ha, comprensiva di tutte le lavorazioni preliminari e preparatorie del piano di semina e della compattazione finale, è valutato pari a circa 21.000 €/ha.

condizione di trasparenza a seguito dell'entrata in una fase di implementazione operativa del Protocollo di Kyoto, della creazione di un mercato per i crediti collegati ai "meccanismi flessibili" (e in particolare al cosiddetto *Clean Development Mechanism*) e alla realizzazione su base volontaria di una serie di interventi compensativi da parte di enti locali, imprese e perfino singoli cittadini.

La procedura di calcolo proposta si basa sull'utilizzo dei dati relativi alla superficie percorsa dal fuoco, allo *stock* distrutto, al prezzo del carbonio e a una serie di coefficienti di adeguamento dei dati secondo quanto sintetizzato nella formula:

$$DA_C = Sup * Vol_b * BEF * 0,5 * P_C$$

dove:

$DA_C$  = danno ambientale da emissione di carbonio in atmosfera (€);

$Sup$  = superficie forestale percorsa dal fuoco (ha);

$Vol_b$  = volume (cormometrico/dendrometrico) della massa legnosa interamente bruciata dall'incendio ( $m^3/ha$ );

$BEF$  = *biomass expansion factor* (coefficiente di trasformazione da volume della massa legnosa, espressa in  $m^3$ , a biomassa arborea epigea, espressa in t di sostanza secca);

0,5 = coefficiente di trasformazione da biomassa (sostanza secca) a carbonio;

$P_C$  = prezzo della tonnellata di carbonio (€/t).

### Organizzazione operativa delle stime

Per la quantificazione della superficie percorsa dal fuoco ( $Sup$ ) si rimanda al § B.3.1.

Il volume della massa legnosa interamente bruciata ( $Vol_b$ ) può derivare da una stima a vista, peraltro molto difficile e aleatoria, o, meglio, da rilievi analitici. In prima approssimazione  $Vol_b$  può essere posto pari al volume stimato per la quantificazione del danno da perdita di legname di valore commerciale.

I dati relativi allo *stock* distrutto si riferiscono di norma alla massa legnosa cormometrica o dendrometrica e vanno quindi moltiplicati per un fattore di espansione ( $BEF$ ) per stimare lo *stock* complessivo di perdita di carbonio. La Tabella 6 riporta valori di  $BEF$  orientativamente impiegabili nelle stime relative ai tipi colturali presenti in Italia. A fini di maggiore semplicità per l'utente, i dati riportati nella tabella integrano in

un unico valore il passaggio da volume (cormometrico/dendrometrico) della massa legnosa a volume totale della massa legnosa epigea e da questo a biomassa (sostanza secca). I valori riportati fanno riferimento unicamente alla trasformazione del volume della massa legnosa cormometrica o dendrometrica in biomassa epigea in quanto è relativamente raro che l'incendio comporti direttamente la carbonizzazione della parte ipogea, e anche in tali casi la stima di tale massa ipogea distrutta è, in genere, alquanto aleatoria.

Tabella 6 – Valori orientativi dei fattori di espansione del volume della massa legnosa cormometrica/dendrometrica in biomassa epigea (BEF) per ciascuna delle classi di vegetazione forestale di cui alla Tabella A.1.1. (vd. Allegato 1).

Codice classe	BEF (t/m <sup>3</sup> )
A	0,80
B	0,95
C	0,60
D	0,70
E	0,80
F	0,90
G	1,00
H	0,90
I	0,60

Il prezzo della tonnellata di carbonio sul mercato internazionale ( $P_c$ ) può essere aggiornato analizzando le quotazioni riportate nei siti web che fanno un monitoraggio dalle transazioni di quote (<http://www.pointcarbon.com/>, <http://carbonfinance.org/>). È opportuno che si faccia riferimento alle quotazioni relative a interventi nel campo della gestione dei terreni agricoli e forestali, in quanto si riferiscono ad attività di fissazione temporanea del carbonio atmosferico (per questa ragione il valore delle quote è, *ceteris paribus*, inferiore).

### B.3.7. Valore naturalistico

#### Inquadramento teorico

Il servizio naturalistico dei boschi, ovvero il valore attribuito alla biodiversità nelle sue tre note componenti<sup>8</sup>, è quello più complesso da

<sup>8</sup> La biodiversità è generalmente riconosciuta a tre livelli: (a) diversità genetica, come variabilità del corredo genetico tra individui della stessa specie; (b) diversità delle specie,

valutare, tra quelli fin qui considerati. Una ipotesi di procedura di stima semplificata consiste nel fare riferimento a una scelta del legislatore: l'art. 11 comma 1 della L. 353/2000 (modifiche al codice penale) recita: "Art. 423-bis – (Incendio boschivo). Chiunque cagiona un incendio su boschi, selve o foreste ovvero su vivai forestali destinati al rimboschimento, propri o altrui, è punito con la reclusione da quattro a dieci anni. Se l'incendio di cui al primo comma è cagionato per colpa, la pena è della reclusione da uno a cinque anni. Le pene previste dal primo e dal secondo comma sono aumentate se dall'incendio deriva pericolo per edifici o danno su aree protette. Le pene previste dal primo e dal secondo comma sono aumentate della metà se dall'incendio deriva un danno grave, esteso e persistente all'ambiente".

Dal comma citato si può ricavare una indicazione di valore del legislatore<sup>9</sup>: nel caso l'area percorsa dal fuoco interessi una zona protetta<sup>10</sup> si può applicare una maggiorazione pari alla metà del valore riscontrato per l'insieme dei danni ambientali stimati con le procedure convenzionali. In base a questa ipotesi la formula per il calcolo del danno da perdita del valore naturalistico potrebbe basarsi sull'applicazione di un coefficiente di moltiplicazione alla sommatoria delle sei funzioni segnalate in precedenza. Questa metodologia ha tuttavia un limite: nel caso, molto frequente, di aree di alto valore naturalistico la perdita commerciale per mancata produzione legnosa, di PFNL o per attività venatoria è estremamente limitata (nel caso limite di aree a protezione totale tali funzioni sono nulle), e il coefficiente di moltiplicazione verrebbe applicato a valori economici di scarsa rilevanza. Si potrebbe arrivare alle condizioni, lontane dall'evidenza empirica, che il valore di tutela della biodiversità di formazioni semi-naturali ad alta potenzialità di produzione

---

come numero di organismi viventi di specie diverse presenti in un particolare ambiente; (c) diversità degli ecosistemi, come varietà di specie, di funzioni ecologiche e di processi, sia in termini di tipologia che di numero.

<sup>9</sup> In termini teorici si potrebbe supporre che il coefficiente di moltiplicazione di 1,5 individuato dal legislatore sia derivante da una rigorosa stima economica del valore del danno; tale ipotesi è alquanto irrealistica, mentre si può ragionevolmente assumere che il legislatore sia stato motivato nella scelta del coefficiente da una generica volontà di ridurre il fenomeno degli incendi aumentando in funzione deterrente il livello di persecuzione del reato. Tale coefficiente rappresenta comunque un indicatore della misura in cui il danno sociale si accresce quando l'area percorsa dal fuoco ha una specifica funzione ambientale.

<sup>10</sup> Un Parco Nazionale o Regionale, una Zona di Protezione Speciale (ZPS) o un Sito di Importanza Comunitaria (SIC), una Riserva o un'Oasi.

commerciale risulti maggiore di quello di formazioni naturali protette. Per ovviare a questo problema si propone di fare riferimento non alla sommatoria del valore delle sei funzioni, ma al valore di ricostruzione, per cui la formula da impiegare – analogamente a quanto riportato al § B.2 – risulterebbe la seguente:

$$DA_{nat} = 0,5 * Sup * LD * CI * (1 + r)^n$$

dove:

$DA_{nat}$  = danno naturalistico (€);

0,5 = coefficiente di moltiplicazione;

$Sup$  = superficie percorsa dal fuoco (ha);

$LD$  = livello di danneggiamento dell'incendio;

$CI$  = costo d'impianto (€/ha);

$r$  = saggio di sconto;

$n$  = numero di anni necessari per la ricostruzione.

In effetti tale assunzione, pur basata su una ipotesi ragionevole e un procedimento coerente, semplifica notevolmente l'oggetto di stima non discriminando tra condizioni diverse di perdita di biodiversità. Per meglio ponderare il diverso valore naturalistico delle aree danneggiate è opportuno fare riferimento non a un coefficiente di moltiplicazione costante ma a una scala nominale che esprima sinteticamente un gradiente di naturalità, da livelli quasi nulli ai valori massimi. Sulla base di queste ipotesi la formula proposta per la stima del valore naturalistico diviene:

$$DA_{nat} = coef_{nat} * Sup * LD * CI * (1 + r)^n$$

dove:

$coef_{nat}$  = coefficiente di ponderazione del grado di naturalità (cfr. Tabella 8).

#### Organizzazione operativa delle stime

Per ponderare il diverso valore naturalistico delle aree danneggiate è stata predisposta una scala nominale che esprime sinteticamente un gradiente di naturalità, da livelli quasi nulli ai valori massimi.

Il punteggio assegnato a ciascuna tipologia è stato calcolato prendendo in considerazione sei punteggi parziali, che corrispondono ad altrettanti attributi della struttura, correlati positivamente con la diversità biotica e/o il pregio naturalistico.

Per ciascuno dei sei attributi, sulla base degli effetti della forma di

governo e della gestione sulla struttura e in relazione alle caratteristiche intrinseche della tipologia, è stato assegnato un punteggio di 0, 0,5 o 1. Il punteggio 0 indica che la probabilità di verificare l'attributo strutturale nella tipologia esaminata è scarsa. Il punteggio 0,5 indica che la probabilità di verificare l'attributo strutturale è media. L'assegnazione del punteggio 1 indica che esiste un'elevata probabilità di verificare l'attributo strutturale (Tabella 7).

Tabella 7 – Punteggi parziali corrispondenti ad attributi positivamente correlati con la diversità biotica e/o il regime naturalistico.

Tipo	Punteggio parziale						Punteggio totale
	Stratificazione del profilo verticale	Presenza di specie autoctone	Età media elevata	Numero di specie arboree presenti	Presenza di diversi stadi di sviluppo sulla unità di superficie	Abbondanza di necromassa legnosa e di alberi habitat	
Piantagioni di specie esotiche	0	0	0	0	0	0	0
Cedui monospecifici a regime (età inferiore a 1,5t)	0	0,5	0	0	0	0	0,5
Cedui misti a regime (età inferiore a 1,5t)	0	0,5	0	0,5	0	0	1
Boschi di neoformazione	0	1	0	1	0	0	2
Macchia mediterranea	0	1	0	1	0	0	2
Cedui composti	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0	3
Cedui in conversione	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	3,5
Fustaie monospecifiche	0,5	1	1	0,5	0,5	0,5	4
Fustaie miste	0,5	1	1	1	0,5	0,5	4,5
Rimboschimenti in fase di rinaturalizzazione	1	0,5	0,5	1	1	0,5	4,5
Fustaie miste pluri-stratificate e formazioni ripariali e di forra	1	1	1	1	1	0,5	5,5
Boschi vetusti	1	1	1	1	1	1	6

Gli attributi strutturali presi in considerazione sono i seguenti:

1. Stratificazione del profilo verticale: nei popolamenti con profilo verticale stratificato la ricchezza e la diversità di nicchie ecologiche e di spazi trofici sono più elevate (CIANCIO e NOCENTINI, 2004). Ciò è documentato soprattutto per l'avifauna (MAC ARTHUR e MAC ARTHUR, 1961; MOSS, 1978), ma vale anche per il resto della componente animale della comunità (micromammiferi, artropodi della volta arborea, ...). Per questo attributo ai rimboschimenti in fase di rinaturalizzazione è stato assegnato il valore 1 considerando che, di norma, l'ingresso delle specie autoctone comporta la costituzione di un piano inferiore, oppure la crescita di nuclei sparsi a diverso grado di sviluppo, edificati da alberi più giovani rispetto al piano dominante.
2. Presenza di specie autoctone: la presenza o l'assenza delle specie autoctone è di per sé un indicatore del pregio naturalistico di un popolamento. Ai cedui monospecifici a regime e ai cedui misti a regime è stato assegnato il valore 0,5 considerando che il governo a ceduo, attraverso l'eliminazione pressoché totale della copertura arborea e i forti prelievi di biomassa a intervalli di tempo regolari e ravvicinati, determina l'insorgere di condizioni microclimatiche ed edafiche relativamente difficili per alcune specie spesso divenute rare quali, ad esempio, latifoglie di grandi dimensioni e dal temperamento esigente (acero montano, acero riccio, tigli, olmi, frassino maggiore, rovere, ...). Ai cedui composti è stato assegnato il valore 1, perché questa forma di governo può favorire la presenza, fra le matricine, di tali specie (CIANCIO e NOCENTINI, 2004).
3. Età media elevata: la ricchezza di specie in un ecosistema forestale aumenta passando attraverso fasi successionali via via più avanzate. Questo dipende anche dal fatto che la complessità verticale dei soprassuoli forestali aumenta con l'età e con la fase di sviluppo (BROKAW e LENT, 1999). Inoltre, alberi grandi, vecchi, offrono habitat per una molteplicità di specie vegetali e animali.
4. Numero di specie arboree presenti: più la presenza delle specie arboree è diversificata, più la biocenosi è ricca e tanto più sono complesse le interconnessioni che si sviluppano al suo interno, perché a ogni specie arborea sono associate numerose specie di insetti e artropodi (ANGLE, 1992). Alla macchia mediterranea è stato assegnato valore 1 perché questa formazione ha una composizione molto variegata (CIANCIO e NOCENTINI, 2004). Anche i boschi di neoformazione sono ricchi di specie arboree, talvolta di piccola taglia

(è il caso di varie rosacee come sorbi, peri, meli, biancospini). Di norma il fatto che tali popolamenti abbiano solo pochi decenni di vita non consente ad alcuna delle specie arboree insediatesi di dominare sulle altre, come invece può accadere nei popolamenti in fase di sviluppo più avanzata.

5. Presenza di diversi stadi di sviluppo sull'unità di superficie: si tratta di un attributo direttamente connesso alla complessità della struttura del soprassuolo: il punteggio 1 è stato assegnato ai soprassuoli stratificati, a quelli dove sono in atto processi di rinaturalizzazione e ai boschi vetusti.
6. Abbondanza di necromassa legnosa e di "alberi habitat": gli alberi morti in piedi e il legno morto a terra partecipano a innumerevoli processi che riguardano l'habitat di specie animali e vegetali, il ciclo dei nutrienti e il ciclo idrogeologico, in particolare l'erosione superficiale e la dinamica dei corsi d'acqua (ELTON, 1966; MASER *et al.*, 1979; HARMON *et al.*, 1986; SAMUELSSON *et al.*, 1994). In questo caso l'unica tipologia a cui è stato assegnato il valore 1 è quella dei boschi vetusti.

Si suggerisce di attribuire al tipo centrale della scala di cui alla Tabella 7 (i cedui composti) il coefficiente di moltiplicazione (*coef<sub>nat</sub>*) pari a 0,5 ripreso dalla normativa, mentre si ipotizza di attribuire il valore 0,1 al tipo a punteggio più basso (piantagioni di specie esotiche) e il valore massimo del coefficiente (pari a 1) al tipo a più alto grado di naturalità (Tabella 8).

Tabella 8 – Coefficiente di ponderazione del grado di naturalità (*coef<sub>nat</sub>*) in funzione del tipo culturale del soprassuolo percorso da incendio.

Tipo culturale	<i>coef<sub>nat</sub></i>
Piantagioni di specie esotiche	0,1
Cedui monospecifici a regime (età inferiore a 1,5t*)	0,2
Cedui misti a regime (età inferiore a 1,5t*)	0,3
Boschi di neoformazione e macchia mediterranea	0,4
Cedui composti	0,5
Cedui in conversione**	0,6
Fustaie monospecifiche	0,7
Fustaie miste	0,8
Rimboschimenti in fase di rinaturalizzazione	0,8
Fustaie miste pluristratificate, formazioni ripariali e di forra	0,9
Boschi vetusti	1

(\*) t = turno minimo previsto dalle PMPF o da altra normativa forestale

(\*\*) cedui in avviamento per via naturale (età >1,5 t) oppure cedui dove sono stati eseguiti uno o più interventi di avviamento a fustaia

Per la stima delle altre variabili della formula ( $Sup, LD, r, CI, n$ ) si rimanda a quanto riportato in precedenza. In particolare per le variabili costo d'impianto ( $CI$ ) e numero di anni necessari per la ricostruzione ( $n$ ), si richiama quanto sottolineato nel § B.2 in relazione ai rischi di sovrastima a seguito dell'assunzione di dati di riferimento elevati.



## Parte C – DANNI ESTERNI STRAORDINARI

In base agli articoli del Codice Civile 2050 e 2051, colui che causa danni a singoli beni è tenuto al risarcimento. Nel computo del danno devono essere tenuti presenti (MICHIELI e MICHIELI, 2002):

- la gravità della colpa individuale;
- il costo necessario per il ripristino;
- l'illecito profitto del trasgressore in conseguenza del suo comportamento lesivo nei confronti del bene ambientale.

Il primo punto è materia della valutazione del giudice correttamente informato dall'autorità di polizia giudiziaria e dai periti; la valutazione della gravità della colpa non è che l'obiettivo derivato dall'applicazione delle metodologie di stima che vengono presentate in questa sede.

Il costo necessario al ripristino, come precisato dal già citato art. 10 comma 8 della L. 353/2000, comprende l'ammontare delle spese sostenute per la lotta attiva e la stima dei danni al soprassuolo e al suolo. Questi costi sono stati finora considerati con specifico riferimento alle condizioni ordinarie delle risorse forestali, ai problemi specifici dello stato e della funzionalità delle risorse boschive, in una visione "interna" e settoriale.

In effetti agli incendi forestali sono spesso associati danni esterni la cui dimensione economica può essere estremamente significativa, anche tenendo in considerazione la terza componente del danno: l'illecito profitto. Quest'ultimo può assumere forme diverse e talvolta non facilmente prevedibili e valutabili: speculazione edilizia, pascolo su boschi percorsi dal fuoco, attività venatoria facilitata dal restringimento delle aree di caccia e dalla concentrazione della fauna, ..., fino all'utilizzo dell'incendio come strumento di minaccia e condizionamento illecito dei proprietari boschivi, dei loro familiari e prossimi o dei responsabili locali per gli stessi interventi di prevenzione e lotta agli incendi.

Per i casi di illecito profitto non possono essere date indicazioni puntuali sulle modalità di effettuazione delle stime e ci si dovrà riferire, caso per caso, al tipo di profitto presumibilmente o effettivamente creato.

In ogni caso i danni esterni possono rientrare in tre categorie (Fig. 5):

- C.1. danni ai beni materiali;
- C.2. danni legati agli interventi genericamente riferibili di protezione civile che si sono resi necessari a seguito dell'incendio;

C.3. danni al capitale umano, ovvero le invalidità – temporanee o permanenti – e, nei casi estremi, la perdita di vite umane.

Nel seguito vengono prese brevemente in considerazione le metodologie di stima per i tre tipi di danno: in tutti i casi si fa ricorso a un approccio analitico difficilmente riconducibile a procedimenti specifici di stima, al di là di indicazioni metodologiche generali.

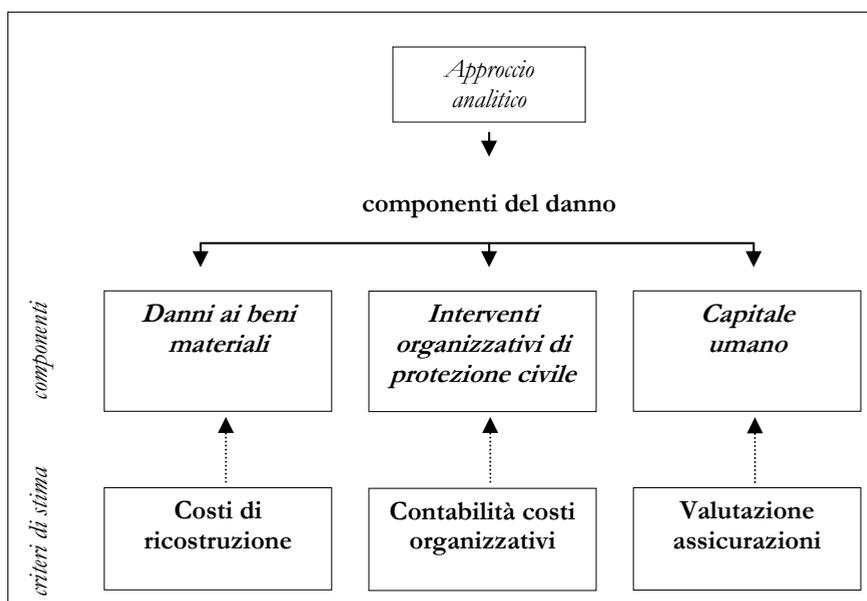


Figura 5 – Procedimenti di stima dei danni esterni straordinari da incendi boschivi.

### C.1. DANNI AI BENI MATERIALI

#### Inquadramento teorico

Incendi anche di modeste dimensioni e con limitati danni ambientali possono comportare rilevanti costi connessi alla distruzione parziale o totale di beni materiali. Questi rientrano in una tipologia articolata di beni pubblici e privati:

- infrastrutture civili quali: linee di trasmissione, vie di comunicazione, parcheggi e aree di sosta, cartellonistica, ...;

- abitati e annessi rustici (ricoveri, magazzini, capannoni, sistemi di recinzione, ...);
- terreni, coltivazioni agricole (frutteti, vigneti,...) e animali domestici;
- monumenti ed emergenze storiche e culturali (cappelle votive, capitelli, ...);
- emergenze ambientali (alberi monumentali e storici, biotopi, punti panoramici, ...).

Quando si tratta di danni patrimoniali, la metodologia di stima si basa in genere sul costo di ricostruzione delle parti danneggiate, ridotto eventualmente tramite l'impiego di un appropriato coefficiente di vetustà (SIMONOTTI, 1997; DE MARE e MORANO, 2002; GALLERANI *et al.*, 2004). Verrà, quindi, effettuato un computo metrico estimativo, in forma parziale o globale in relazione all'entità del danno.

Se il danno interessa una porzione di un bene più ampio, ma ne compromette il valore complessivo, sarà opportuno applicare il criterio del valore complementare, facendo due stime separate del bene nel suo complesso (con e senza danno) e ricavando il valore del danno dalla differenza tra i due risultati delle stime.

Per i monumenti e le emergenze storiche, culturali e ambientali non sempre il criterio del valore di ricostruzione o quello del valore complementare saranno adeguati agli scopi della stima e si dovrà far ricorso a metodi più complessi, quali quelli del prezzo edonimetrico, del costo del viaggio e della valutazione contingente. Si entra, in questi casi, in un ambito di complessità dei metodi estimativi che richiede un contributo specifico da parte di professionisti del settore, per cui ci si limita al richiamo di alcuni manuali fondamentali di riferimento in materia: MERLO (1993), STELLIN e ROSATO (1998), MARANGON e TEMPESTA (2001), ANPA (2002).

## C.2. DANNI LEGATI AGLI INTERVENTI ORGANIZZATIVI DI PROTEZIONE CIVILE

### Inquadramento teorico

In questa categoria di danni rientrano le spese organizzative generali legate agli interventi di protezione civile collegati al verificarsi di gravi eventi o di eventi anche localizzati, ma in aree densamente abitate: evacuazione dei residenti e dei turisti, chiusura di vie di comunicazione,

sospensione dell'erogazione di servizi, interruzione di attività economiche (alberghiere, di ristorazione, sportive, agricole, ...), interventi di supporto e informazione dei residenti, ...

I costi di tali operazioni sono difficilmente standardizzabili e la stima deve, quindi, basarsi sui costi e sui mancati redditi registrabili nella contabilità delle organizzazioni coinvolte negli interventi.

Solo in alcuni casi, per servizi analoghi a quelli effettuati in condizioni ordinarie, potranno essere utilizzati metodi di stima basati su approcci più speditivi quali i prezziari (a esempio: trasporto di persone e cose).

### C.3. DANNI ALLE PERSONE

#### Inquadramento teorico

Non sono infrequenti gli incidenti che determinano invalidità temporanee o permanenti<sup>11</sup> e perdite di vite umane collegate sia all'azione di spegnimento che direttamente all'azione del fuoco.

Nel primo caso si è in genere di fronte ad incidenti a personale assicurato e la stima può essere ripresa da quella effettuata in sede di definizione dell'indennizzo da parte della compagnia assicurativa (ovviamente non contemplando l'eventuale franchigia).

Nel secondo caso, anche quando si tratta di persone non assicurate, le procedure definite in sede di stima dell'indennizzo per persone assicurate rimangono un riferimento consolidato nella prassi estimativa.

---

<sup>11</sup> Formalmente l'inabilità temporanea è definita come l'incapacità di svolgere la propria attività per un determinato periodo in seguito ad un infortunio, mentre l'invalidità permanente è la diminuzione stabile della capacità di svolgere le normali attività e la conseguenza, economicamente valutabile, della perdita anatomica o funzionale di un organo o un arto del proprio corpo.

## ASPETTI OPERATIVI DELLA ORGANIZZAZIONE DELLE STIME

I procedimenti di stima proposti sono diversamente caratterizzati in termini di fabbisogno di fonti informative e tempi di raccolta ed elaborazione dei dati. La scelta della procedura più idonea è lasciata all'Amministrazione forestale. È peraltro possibile segnalare i criteri generali in base ai quali orientare questa scelta. Si tratta di trovare un compromesso tra:

- riduzione al minimo delle informazioni necessarie per realizzare la valutazione economica;
- correttezza e attendibilità della stima.

Questa seconda esigenza è anche legata al fatto che la stima può essere, tra l'altro, finalizzata a una procedura legale di richiesta del risarcimento del danno ambientale e, come tale, deve basarsi su una certa solidità metodologica.

A titolo indicativo la Tabella 9 riporta una griglia per l'individuazione delle procedure di stima dei costi di intervento e del danno in relazione alla superficie percorsa dal fuoco e alla tipologia di danno. Si tratta di indicazioni di massima: la scelta di un approccio più o meno semplificato non può essere effettuata sulla base di rigorosi criteri numerici, ma su considerazioni di tipo qualitativo e di opportunità, caso per caso. Tra le considerazioni di opportunità vanno considerate anche quelle relative ai tempi, e quindi ai costi, dei rilievi. Si tenga presente che, nel caso venissero adottate le indicazioni della Tabella 9, in base ai dati sugli incendi boschivi negli ultimi anni resi pubblici dal Corpo forestale dello Stato, circa l'80% degli eventi e il 12% delle superfici percorse dal fuoco verrebbero a essere stimate con le procedure più semplici tra quelle proposte.

Per un ulteriore orientamento ai fini della scelta dei procedimenti di stima, la Tabella 10 illustra alcuni casi applicativi concreti. Va, comunque, sottolineato che, come di norma effettuato nelle stime di beni di grande valore e di complessa valutazione, è possibile l'utilizzo di più procedimenti per la stima della stessa componente di costo, al fine di verificare e consolidare un giudizio di stima.

Tabella 9 – Orientamenti per la scelta delle metodologie di stima del danno economico e del livello amministrativo responsabile della stima da parte del Corpo forestale dello Stato e dei Corpi forestali delle Regioni / Province autonome.

Superficie percorsa (ha)	Metodologia di stima consigliata			Livello amministrativo responsabile della stima
	Funzioni di interesse pubblico molto limitate; scarsa valenza produttiva	Limitate funzioni di interesse pubblico; significative valenze produttive	Notevoli funzioni di interesse pubblico	
>5	A.2+B.2 (scheda AIB/FN integr. 1)	A.3+B.3 (scheda AIB/FN integr. 2)		Comando regionale
1-5	A.1+B.1 (scheda AIB/FN)	A.2+B.2 (scheda AIB/FN integr. 1)		Comando provinciale/Coordinamento distrettuale
<1		A.1+B.1 (scheda AIB/FN)		Stazione forestale

Nella Tabella 11 è riportata una sintesi delle diverse variabili utilizzate nelle stime. Nell'ultima colonna sono indicate le possibili, a volte diverse, modalità di reperimento dei dati. Queste modalità possono essere distinte in cinque categorie:

- le variabili da rilevare direttamente in campagna tramite la scheda AIB/FN (variabili contrassegnate con la sigla *AIB/FN*);
- le variabili che possono essere ricavate in automatico da informazioni raccolte tramite la scheda AIB/FN incrociate con variabili disponibili in banche dati georeferenziate; a esempio, le aree percorse dal fuoco a funzione venatoria possono essere calcolate in automatico sovrapponendo le informazioni relative al perimetro dell'area percorsa dal fuoco a una cartografia delle ATC e delle CA (variabili contrassegnate con la sigla *AIB/SW*);
- le variabili che provengono dalla contabilità amministrativa delle organizzazioni coinvolte nell'intervento di spegnimento (variabili contrassegnate con la sigla *Conta*);
- le variabili che devono essere inserite nei programmi di calcolo per le stime e che necessitano di essere aggiornate con frequenza, presumibilmente ogni anno (variabili contrassegnate con la sigla *SWa*);

- le variabili che devono essere inserite nei programmi di calcolo per le stime e che possono essere verificate a distanza di alcuni anni (variabili contrassegnate con la sigla *SW*).

Tabella 10 – Esempi del campo di applicazione dei procedimenti di stima del danno economico da incendi boschivi.

Tipo di superficie percorsa	Componenti dei costi		
	Costo di estinzione	Danno ambientale	Danni esterni straordinari
Area molto limitata di un ceduo a finalità prevalentemente produttiva	Approccio sintetico (costi parametrizzati)	Approccio sintetico (VAM)	Non considerati*
Bosco di robinia in area ad agricoltura intensiva	Approccio sintetico (costi parametrizzati)	Approccio sintetico (VAM)	Non considerati*
Area limitata di una piantagione da legno	Approccio sintetico (costi parametrizzati)	Approccio intermedio (costo di ricostruzione) o approccio analitico con valutazione della sola funzione produttiva	Non considerati*
Limitata area a macchia mediterranea di tipo prevalentemente arbustivo	Approccio sintetico (costi parametrizzati)	Approccio intermedio (costo di ricostruzione) o approccio analitico con valutazione della sola funzione produttiva	Non considerati*
Area a macchia mediterranea alta	Approccio intermedio (prezzari)	Approccio analitico (con eventuale verifica dei dati tramite approccio intermedio)	Non considerati*
Fustaia di cerro in territorio montano	Approccio intermedio (prezzari)	Approccio analitico (con eventuale verifica dei dati tramite approccio intermedio)	Non considerati*
Estesa pineta litoranea a finalità di tutela idraulica e del paesaggio	Approccio intermedio (prezzari) o analitico se l'intervento ha dimensioni e modalità di spegnimento particolari	Approccio analitico (con eventuale verifica dei dati tramite approccio intermedio)	Considerati
Esteso bosco misto periurbano a destinazione d'uso multipla (ricreazione, paesaggio, ...)	Approccio analitico (contabilità)	Approccio analitico (con eventuale verifica dei dati tramite approccio intermedio)	Considerati

(\*) salvo che non si siano verificati specifici e rilevanti danni alle persone o alle infrastrutture

VALUTAZIONE DEI DANNI DA INCENDI BOSCHIVI

Tabella 11 – Elenco delle variabili da rilevare per l'impiego delle procedure estimative proposte per la valutazione del danno economico da incendi boschivi.

<i>Procedura</i>	<i>Variabile/i</i>	<i>Abbreviazioni</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Note sulle modalità di raccolta delle variabili e le fonti informative</i>	<i>Modalità rilievi*</i>
<b>Variabili richieste da due o più procedure estimative</b>					
	Superficie percorsa dal fuoco	<i>Sup</i>	ha	Circolare 2026 del 23.09.2004 dell'Ufficio RSIA e Div. XII	AIB/FN
	Livello di danneggiamento dovuto all'incendio	<i>LD</i>	%	Stimabile con riferimento a diversi indicatori (Tabella A.1.1 in Allegato 1)	AIB/FN
	Saggio di sconto	<i>r</i>	%	Saggio legale (0,03, con campo di variazione 0,02-0,05)	SW
	Volume del legname perso a seguito dell'incendio	<i>Vol</i>	m <sup>3</sup> /ha	Cfr. testo (dato stimabile anche in forma automatica sovrapponendo in un GIS informazioni inventariali, ove disponibili)	AIB/FN, AIB/FN+SW
	Volume della massa legnosa bruciata	<i>Vol<sub>b</sub></i>	m <sup>3</sup> /ha	Cfr. testo (dato stimabile anche in forma automatica sovrapponendo in un GIS informazioni inventariali, ove disponibili)	AIB/FN, AIB/FN+SW

(Segue Tabella 11)

<i>Procedura</i>	<i>Variabile/i</i>	<i>Abbreviazioni</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Note sulle modalità di raccolta delle variabili e le fonti informative</i>	<i>Modalità rilievi*</i>
<b>A. Stima del costo di estinzione</b>					
<b>A1. Approccio sintetico (costi parametrizzati)</b>	Personale intervento nelle attività di estinzione (totale e non retribuito)	$N_{tot}$ $N_{nr}$	numero	Cfr. testo	AIB/FN
	Durata dello intervento	$D$	ore, minuti	Tempi di avvicinamento e di intervento delle squadre AIB	AIB/FN
	Costo personale retribuito o Costo della squadra	$C_{mo}$ o $C_{sq}$	€/ora	Costo medio orario delle diverse tipologie di squadra (cfr. testo)	SWa
	Costo macchine movimento terra e mezzi aerei	$C_m$	€	Costi medi (cfr. testo)	SWa
<b>A2. Approccio intermedio (prezzari)</b>	Tempi di intervento	-	minuti, ore	Le variabili vengono riferite ad un prezzario periodicamente aggiornato	Conta
	Mezzi utilizzati	-	tipologia		
	Personale impiegato	-	ore, giorni per qualifica		
	Aree trattate	-	ha		AIB/FN
<b>A3. Approccio analitico (contabilità costi)</b>	Tutte le variabili di norma registrate nella contabilità analitica di una organizzazione	-	varie	Cfr. testo	Conta

## VALUTAZIONE DEI DANNI DA INCENDI BOSCHIVI

(segue Tabella 11)

<i>Procedura</i>	<i>Variabile/i</i>	<i>Abbreviazioni</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Note sulle modalità di raccolta delle variabili e le fonti informative</i>	<i>Modalità ribevi*</i>
<b>B. Stima del danno ambientale</b>					
<b>B.1 Approccio sintetico (VAM)</b>	VAM per la tipologia forestale più simile a quella danneggiata	$VAM_{for}$	€/ha	Dati disponibili nei Bollettini Ufficiali delle Regioni e Province	SWa
	VAM per i terreni incolti	$VAM_{in}$	€/ha	Autonome (e spesso on line)	SWa
<b>B.2 Approccio intermedio (costo di ricostruzione)</b>	Costo d'impianto	$CI$	€/ha	Dati disponibili in prezzari e disciplinari forestali e per il verde ornamentale	SWa
	Anni per raggiungere le funzioni precedentemente svolte dal bosco incendiato	$n$	anni	Stima basata sulla valutazione dell'età del soprassuolo incendiato (cfr. testo)	AIB/FN, AIB/FN+SW
<b>B.3. Approccio analitico (stima delle singole funzioni)</b>	<b>B.3.1 Funzione produzione legname</b>				
	Prezzo medio all'imposto	$P_{imp}$	€/m <sup>3</sup>	Cfr. testo	SWa
	Costi di taglio ed esbosco	$C_{te}$	€/m <sup>3</sup>	Tale variabile può essere parametrizzata (cfr. esempio in Tab. 4)	SWa
	Anni mancanti per raggiungere la maturità	$m$	anni	Conoscendo l'età (o la classe d'età) media del soprassuolo incendiato, si può ricavare facilmente con riferimento a turni minimi ordinari (PMPF, Reg. forestali) per le diverse formazioni	AIB/FN, AIB/FN+SW

(segue Tabella 11)

<i>Procedura</i>	<i>Variabile/i</i>	<i>Abbreviazioni</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Note sulle modalità di raccolta delle variabili e le fonti informative</i>	<i>Modalità rilievi*</i>
<b>B3. Approccio analitico (stima delle singole funzioni)</b>	<b>B.3.2 Funzione produzione PFNL</b>				
	Superficie percorsa da incendio con capacità di produzione di PFNL	$Sup_{PFNL}$	ha	Variabile ricavabile con rilievi a terra o in forma automatica sovrapponendo con un GIS la superficie incendiata con quella delle tipologie forestali (carta forestale o inventario)	AIB/FN, AIB/FN+SW
	Rendimento medio delle produzioni di PFNL	$R_{PFNL}$	€/ (ha*anno)	Cfr. testo	SWa
	Anni di mancata produzione di PFNL	$p$	anni	Esiste un riferimento normativo di massima; cfr. testo per casi particolari	SW, AIB/FN, AIB/FN+SW
	<b>B.3.3 Funzione turistico-ricreativa</b>				
	Valore medio di una visita	$V_{ric}$	€	Valore in un range da scegliere in base a criteri qualitativi (cfr. testo)	SWa
	Numero medio di visite per anno	$N_{ric}$	numero	Da indicatori indiretti sulla mobilità turistico-ricreativa	AIB/FN
	Anni di mancata attività turistico-ricreativa	$g$	anni	Stima sintetica sui tempi di ripristino	SW, AIB/FN, AIB/FN+SW

## VALUTAZIONE DEI DANNI DA INCENDI BOSCHIVI

(segue Tabella 11)

<i>Procedura</i>	<i>Variabile/i</i>	<i>Abbreviazioni</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Note sulle modalità di raccolta delle variabili e le fonti informative</i>	<i>Modalità rilievi*</i>	
<b>B3. Approccio analitico (stima delle singole funzioni)</b>	<b>B.3.4 Attività venatoria</b>					
	Superficie percorsa dall'incendio utilizzata per attività venatoria	$S_{up_{ven}}$	ha	Variabile ricavabile in forma automatica sovrapponendo con un GIS la superficie incendiata con quella delle ATC e CA	AIB/FN, AIB/FN+SW	
	Rendimento medio dell'attività venatoria	$R_{ren}$	€/ha*anno)	Cfr. testo	SWa	
	Anni di mancata attività venatoria a seguito dell'incendio	$v$	anni	Riferimento normativo (10 anni)	SW, AIB/FN, AIB/FN+SW	
	<b>B.3.5 Funzione protettiva</b>					
	Superficie percorsa dall'incendio con funzioni protettive	$S_{up_{prot}}$	ha	Variabile ricavabile con rilievi a terra o in forma automatica sovrapponendo con un GIS la superficie incendiata con quella delle aree a maggior pendenza e/o con una carta dei suoli	AIB/FN, AIB/FN+SW	
	Costo di rinverdimento	$C_{rim}$	€/ha	Da prezzari, disciplinari relativi ad opere di genio civile	SWa	
	Costo annuale di manutenzione dell'area rinverdata	$C_{rim}$	€/ha*anno)		SWa	

(segue Tabella 11)

<i>Procedura</i>	<i>Variabile/i</i>	<i>Abbreviazioni</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Note sulle modalità di raccolta delle variabili e le fonti informative</i>	<i>Modalità rilevatori*</i>	
<b>(Segue B.3.5 Funzione protettiva)</b>						
<b>B3. Approccio analitico (stima delle singole funzioni)</b>	Anni di intervento per la manutenzione dell'area	<i>i</i>	anni	Si può assumere un valore standard per tipologia di territorio	SW, AIB/FN, AIB/FN+SW	
	<b>B.3.6 Emissione di anidride carbonica</b>					
	<i>Biomass Expansion Factors</i>	<i>BEF</i>	t/m <sup>3</sup>	Stimati per il contesto italiano (cfr. testo)	SW	
	Prezzo del carbonio	<i>P<sub>c</sub></i>	€/t	Disponibili nei siti web che riportano informazioni sugli investimenti compensativi (cfr. testo)	SWa	
	<b>B.3.7 Valore naturalistico</b>					
Coefficiente di ponderazione del grado di naturalità	<i>coef<sub>nat</sub></i>	coefficiente tecnico	Coefficiente relativo al grado di naturalità (cfr. testo) da scegliere in base al tipo di soprassuolo	AIB/FN		

(segue Tabella 11)

<i>Procedura</i>	<i>Variabile/i</i>	<i>Abbreviazioni</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Note sulle modalità di raccolta delle variabili e le fonti informative</i>	<i>Modalità rilievi*</i>
<b>C. Stima dei danni esterni straordinari</b>					
<b>Approccio analitico</b>	<b>C.1. Danni ai beni materiali</b>				
	Costi di ricostruzione e valori dei beni distrutti	-	indicatori fisici incrociati con dati unitari di valori delle opere	Cfr. testo	SWa
	<b>C.2. Danni legati agli interventi organizzativi di protezione civile</b>				
	Tempi e costi degli interventi	-	ore e minuti, €	Dalla contabilità analitica (cfr. testo)	Conta
<b>C.3. Danni alle persone</b>					
Invaldità (temporanee e permanenti) e decessi	-	numero e tipologia	Dati sugli indennizzi stimati dalle assicurazioni	Conta	

(\*) *AIB/FN*: variabili da rilevare tramite la attuale scheda AIB/FN.

*AIB/FN+SW*: variabili che possono essere ricavate in automatico da informazioni raccolte tramite la scheda AIB/FN incrociate con variabili disponibili in banche dati.

*Conta*: variabili che provengono dalla contabilità amministrativa delle organizzazioni coinvolte nell'intervento di spegnimento.

*SWa*: variabili che devono essere inserite nei programmi di calcolo per le stime e che necessitano di essere aggiornate annualmente.

*SW*: variabili che devono essere inserite nei programmi di calcolo per le stime e che necessitano di essere verificate a distanza di alcuni anni.

Come emerge dall'analisi della Tabella 11, risulta evidente che per gli approcci più complessi tra quelli suggeriti nei capitoli precedenti è necessaria l'acquisizione di dati non tutti contemplati nella attuale scheda AIB/FN. In particolare, l'applicazione di metodologie analitiche per la valutazione dei costi richiede, rispetto alle variabili attualmente raccolte nelle schede AIB/FN, una integrazione che riguarda soprattutto informazioni di carattere generale, rilevabili a livello di ampi complessi

territoriali (prezzi medi all'imposto, valore medio di una visita, ricavo medio per le attività venatorie, ...) o già disponibili in letteratura (BEF, costo di rinverdimento, ...), per cui solamente nel caso di stime con le metodologie più articolate (e in particolare con l'approccio analitico per la stima del danno ambientale – B.3) sarà necessaria una integrazione delle informazioni raccolte tramite due nuove appendici da inserire nell'attuale scheda AIB/FN (Tabella 12).

Tabella 12 – Schema di integrazione della scheda AIB/FN.

INTEGRAZIONE 1 (PROCEDURA B.2 – APPROCCIO INTERMEDIO BASATO SUL COSTO DI RICOSTRUZIONE)	
<i>n</i>	Anni per raggiungere le funzioni precedentemente svolte dal bosco incendiato (stima del numero di anni che intercorre tra l'età media del soprassuolo e quello di maturità ricavabile da PMPF, Regolamenti forestali, documenti relativi alle tipologie forestali o altra documentazione)
INTEGRAZIONE 2 (PROCEDURA B.3 – APPROCCIO ANALITICO PER LA STIMA DELLE SINGOLE FUNZIONI)	
<i>LD</i>	Livello di danneggiamento del bosco percorso dal fuoco (cfr. Allegato 1)
<i>Vol</i>	Volume del legname perso a seguito dell'incendio
<i>Vol<sub>b</sub></i>	Volume della massa legnosa interamente bruciata dall'incendio
<i>m</i>	Anni mancanti per raggiungere l'età del turno (variabile simile a <i>n</i> )
<i>Sup<sub>PFNL</sub></i>	Superficie percorsa dall'incendio con capacità di produzione di PFNL
<i>p</i>	Anni di mancata produzione di PFNL (potrebbe essere assunto un valore standard in riferimento alla normativa di settore – cfr. testo)
<i>N<sub>ric</sub></i>	Numero medio di visite per anno
<i>g</i>	Anni di mancata attività turistico-ricreativa (potrebbe essere assunto un valore standard – cfr. testo)
<i>Sup<sub>ven</sub></i>	Superficie percorsa dall'incendio utilizzata per attività venatoria (potrebbe essere ricavato, in alcuni casi anche in automatico, da cartografia)
<i>v</i>	Anni di mancata attività venatoria a seguito dell'incendio (potrebbe essere assunto un valore standard in riferimento alla normativa di settore – cfr. testo)
<i>Sup<sub>nat</sub></i>	Superficie percorsa dall'incendio con funzioni protettive (potrebbe essere ricavato, in alcuni casi anche in automatico, da cartografia)
<i>i</i>	Anni di intervento per la manutenzione dell'area a scopi di ripristino della stabilità idrogeologica (potrebbe essere assunto un valore standard – cfr. testo)
<i>coef<sub>nat</sub></i>	Coefficiente di ponderazione del grado di naturalità (valore standard da scegliere in base al tipo di soprassuolo)

L'elenco riportato nella Tabella 11 non scende nel dettaglio per le procedure relative alla stima dei danni esterni straordinari, stime che verranno effettuate solamente per gli incendi di maggior rilevanza economica e, presumibilmente, coinvolgendo personale con una specifica competenza nel campo estimativo. Come sottolineato in precedenza, per questo tipo di danni si dovranno inoltre effettuare valutazioni relative agli illeciti profitti: queste rientrano più nelle modalità di conduzione di particolari indagini di polizia giudiziaria che nei processi di *routine* di stima dei danni connessi a incendi di limitate dimensioni.

## CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il processo messo in atto con l'analisi dei danni ambientali ed economici conseguenti agli incendi boschivi consente di affrontare i problemi connessi a tali eventi con maggiore rigore di quanto non sia stato fatto in passato. La consapevolezza maturata in questi ultimi anni dell'utilità di tenere in maggiore considerazione il valore economico totale del bosco e delle foreste prospetta nuovi scenari nella valutazione degli effetti causati dagli incendi al fine di proporre misure di contenimento del degrado del suolo e del deterioramento ambientale. Un problema questo di assoluta importanza in un Paese come l'Italia nel quale il bosco e le foreste offrono non solo prodotti legnosi e protezione del suolo, ma anche elevate risorse e consistenti riserve di biodiversità, di paesaggi inestimabili, di storia e cultura.

Nelle analisi che spesso vengono condotte emerge un dato a dir poco inconsistente: il ritenere che i prodotti commerciali ritraibili dal bosco abbiano maggior valore rispetto a quello del valore in sé e delle funzioni ecologiche espresse dal sistema biologico bosco. Si tratta di sgomberare il campo da questo equivoco ancora diffuso. È evidente che in termini economici tali funzioni sono difficili da quantificare, ma è altrettanto palese che il valore di una funzione ecologica può risultare estremamente prezioso a medio-lungo termine, e non solo per l'effetto della funzione in quanto tale ma anche come appoggio e protezione indiretta delle attività commerciali connesse ai prodotti forniti dal bosco.

La tutela dei sistemi naturali è divenuta nel tempo una preferenza collettiva. Il problema di attribuire un valore alle funzioni che il bosco esplica in favore della società è reso difficile soprattutto dalla scarsità di dati. E poiché la realizzazione di specifiche azioni non sempre riesce a cogliere i benefici ambientali nel senso più ampio della problematica, è necessario sollecitare interventi che tengano conto del fatto che anche qualora si riuscissero a quantificare tutti i benefici ambientali, gli effetti di questi sono spesso rilevanti non a breve ma a lungo termine. In breve, per evitare il deterioramento del capitale naturale, a ogni evento che causa danno al bosco e alle foreste è opportuno produrre un intervento di compensazione del degrado ambientale. Un problema questo di grande portata politica.

Gli incendi boschivi rappresentano un fenomeno complesso, che riguarda la sfera della natura e dell'uomo. Nel nostro Paese, l'incidenza degli incendi e la vastità delle superfici coinvolte costituiscono un

problema significativo e articolato, ed è quindi necessario l'intervento e il lavoro di studiosi, tecnici e operatori del settore al fine di analizzarlo nella sua complessità e di proporre i necessari interventi. In questo ambito, di particolare e attuale interesse è la valutazione dell'impatto economico del fenomeno, aspetto che finora ha trovato insufficiente attenzione da parte della letteratura tecnica e scientifica, anche a livello internazionale.

Il presente documento costituisce un primo contributo alla soluzione del problema della valutazione di alcune funzioni che il bosco e le foreste esplicano. L'approccio metodologico corrisponde solo in parte alla necessità di valutare in termini monetari il valore totale del sistema bosco. Si tratta, però, di un contributo innovativo e al tempo stesso operativo volto alla conoscenza dei processi di valutazione economica dei danni da incendi boschivi attraverso un percorso di analisi multidisciplinare, in riferimento sia ad aspetti generali sia specifici di tipo estimativo, con l'integrazione di concetti e nozioni tratte dalla selvicoltura, dalle utilizzazioni forestali, dalla pianificazione forestale, dall'ecologia, dall'economia e dall'estimo ambientale.

Ovviamente, una corretta prassi nella stima sistematica di una tipologia ampiamente diversificata di incendi boschivi, quale quella che caratterizza il nostro Paese, non può che basarsi su una logica di miglioramento continuo delle metodologie. Il miglioramento deve nascere dalla valutazione critica delle esperienze effettuate, da una ponderazione del rapporto tra costi ed efficacia delle stime, dalla valorizzazione di tutti i moderni strumenti di conoscenza del territorio e di elaborazione dei dati ambientali e socio-economici che le tecniche informatiche consentono di sviluppare.

Ogni volta che si affronta un problema conoscitivo e interpretativo articolato e significativo, quale quello considerato nel presente documento, ci si rende conto che "più grande è l'isola del sapere, più lunga è la costa dell'ignoto": in questa ottica, le metodologie qui proposte, già implementabili a livello operativo, si prestano a essere ulteriormente approfondite in un auspicato *follow-up* del lavoro condotto.

## BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON H.E., 1982 – *Aids to determining fuel models for estimating fire behavior*. USDA Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, General Technical Report, INT-122, Ogden.
- ANDREWS P.L., 1986 – *BEHAVE: fire behavior prediction and fuel modeling system - BURN Subsystem, part 1*. USDA Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, General Technical Report, INT-131, Ogden.
- ANFODILLO T., MAURI W., COLPI C., 1997 – *Stima della sopravvivenza post-incendio di individui del genere Quercus*. *Monti e Boschi*, 2: 48-53.
- ANGLE G., 1992 – *Habitat: Guida alla gestione degli ambienti naturali*. WWF Italia, Corpo forestale dello Stato, Roma.
- ANPA, 2002 – *Il danno ambientale ex art.18 L. 349/86. Aspetti teorici e operativi della valutazione economica del risarcimento danni*. ANPA, Roma.
- ARROWOOD J., 2003 – *Living with wildfires: prevention, preparation and recovery*. Bradford Publishing, Denver.
- AYLWARD B., 2004 – *Land-use, Hydrological Function and Economic Valuation*. In: Bonnell M., Bruijnzeel L.A. (eds.), *Forests-Water-People in the Humid Tropics*. Cambridge University Press, Cambridge.
- BACCHINI M., GARADOZZI M., PETTENELLA D., 2005 – *La valutazione dei costi degli interventi anti-incendio*. *Sherwood*, 117: 15-20.
- BAIGUERA M., PETTENELLA D., 1997 – *La contabilità ambientale delle risorse forestali: un'applicazione alla regione Lombardia*. *L'Italia Forestale e Montana*, 5: 347-365.
- BALSANI P., MANZONE M., 2006 – *Macchine per l'idrosemina. Confronto per valutare i costi di inerbimento*. *Sherwood*, 119: 19-22.
- BARBOSA P., SAN-MIGUEL-AJANZ J., CAMIA A., GIMENO M., LIBERTÀ G., SCHMUCK G., 2004 – *Assessment of fire damages in the EU Mediterranean countries during the 2003 forest fire campaign*. Official Publication of the European Commission, S.P.I.04.64, Ispra.
- BARTOLOZZI L., 1988 – *Ricerca sui prodotti spontanei del bosco e degli altri ambienti naturali in dieci comuni della Garfagnana*. In: Sorbini M., Bartolozzi L., Della Casa R., *Indagine sul ruolo economico dei prodotti secondari spontanei del bosco*. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, p. 24-54.
- BENAVIDEZ J.T., RUSSELL T.G., 2004 – *Is forest structure related to fire severity? Yes, no, and maybe: methods and insights in quantifying the answer*. In: Shepperd W.D., Eskew L.G., *Silviculture in special places: Proceedings of the National Silviculture Workshop*. USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Proceedings, RMRS-P-34, Fort Collins.

- BISHOP D.K., PHILLIPS A.C., 1993 – *Seven steps to market - the development of the market-led approach to countryside conservation and recreation*. Journal of Rural Studies, 9 (4): 315-338.
- BLASI C., BOVIO G., CORONA P., MARCHETTI M., MATURANI A. (a cura di), 2004 – *Incendi e complessità ecosistemica. Dalla pianificazione forestale al recupero ambientale*. Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio, Società Botanica Italiana, Palombi, Roma.
- BLASI C., BOVIO G., CORONA P., MARCHETTI M., MATURANI A. (eds.), 2005 – *Fires and ecosystem complexity. From forest assessment to habitat restoration*. Executive summary. Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio, Soc. Botanica Italiana, Palombi, Roma.
- BOATTO V., DEFRANCESCO E., MERLO M., 1984 – *La funzione turistico-ricreativa della Foresta di Tarvisio*. Istituto di Economia e Politica Agraria, Università degli Studi, Padova.
- BOQUIREN R., 2004 – *Rewards for Environmental Services in the Philippines Uplands: Constraints and Opportunities for Institutional Reform*. World Agroforestry Centre (ICRAF), Bogor.
- BOVIO G., 1996a – *Come proteggerci dagli incendi boschivi*. Collana Protezione e Ambiente, Regione Piemonte, Servizio di Protezione Civile, Torino.
- BOVIO G., 1996b – *Evoluzione della prevenzione dagli incendi e della ricostituzione dei boschi danneggiati*. In: O. Ciancio (a cura di), *Il bosco e l’uomo*, Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, p. 289-307.
- BOVIO G., 2002 – *La pianificazione antincendi boschivi*. Atti del XXXIX Corso di Cultura in Ecologia, San Vito di Cadore. DITESAF, Università degli Studi di Padova, Padova.
- BOVIO G., DEL NEGRO L., 1989 – *Indagini per individuare parametri di giudizio sulla ricostituzione naturale di rimboschimenti di resinose in seguito ai danni causati dal passaggio del fuoco*. Atti III Convegno SITE, Siena, p. 661-666.
- BOVIO G., MARZANO R., MINOTTA G., 2005 – *Valutazione della biodiversità forestale dopo il passaggio del fuoco*. L’Italia Forestale e Montana, 4: 463-484.
- BROKAW N.V.L., LENT R.A., 1999 – *Vertical structure*. In: L. Malcolm, L. Hunter (ed.), *Maintaining Biodiversity in Forest Ecosystems*. Cambridge University Press, Cambridge, p. 373-399.
- BROWN S., CANNELL M., KAUPPI P., SATHAYE J., 1995 – *Management of forests for mitigation of greenhouse gas emissions*. IPCC Working Group II Assessment Report, XI Session, Roma.
- BURGAN R.E., ROTHERMEL R.C., 1984 – *BEHAVE: Fire Behavior Prediction and Fuel Modeling System – Fuel Subsystem*. USDA Forest Service, Intermountain Research Station, General Technical Report, INT-167, Ogden.

- CALABRI G., 1991 – *La prevenzione degli incendi boschivi. I problemi e le tecniche*. Edagricole, Bologna.
- CASELLA V., 2001 – *L'elicottero: un mezzo molto economico per l'idrosemina*. Professione montagna, 54: 2-10.
- CESTI G., CESTI C., 1999 – *Antincendio boschivo: Manuale operativo per l'equipaggio dell'autobotte*. Musumeci Editore, Quart.
- CHIRICI G., CORONA P., 2006 – *Utilizzo di immagini satellitari ad alta risoluzione nel rilevamento delle risorse forestali*. Aracne Editrice, Roma.
- CIANCIO O., CORONA P., IOVINO F., MENGUZZATO G., SCOTTI R., 1999 – *Forest management on a natural basis: the fundamentals and case studies*. Journal of Sustainable Forestry, 1/2: 59-72.
- CIANCIO O., IOVINO F., NOCENTINI S., 1996 – *La nuova dimensione della foresta mediterranea come prevenzione degli incendi boschivi*. In: O. Ciancio (a cura di), *Il bosco e l'uomo*, Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, p. 273-287.
- CIANCIO O., NOCENTINI S., 2004 – *Il bosco ceduo. Selvicoltura, assestamento, gestione*. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze.
- CORONA P., 2007 – *Metodi di inventariazione delle masse e degli incrementi legnosi in assestamento forestale*. Aracne Editrice, Roma.
- CORONA P., IOVINO F., LUCCI S., 1996 – *La gestione dei sistemi forestali nella conservazione del suolo*. EM-Linea Ecologica, 3: 2-10; 4: 4-15.
- CORRADO G., 1989 – *Le funzioni del bosco e le valutazioni dei suoi benefici*. In: Bandini M., Guerrieri G., Sediari T., *Istituzioni di economia e politica agraria*. Edagricole, Bologna, p. 447-455.
- CORRADO G., ROSSI A.C., SEDIARI T., 1987 – *Gli aspetti economici della tutela della foresta*. In: *Il bosco e l'ambiente*. Atti XVII Incontro di Studio Ce.S.E.T. Firenze, p. 387-397.
- CROITORU L., GATTO P., 2001 – *Una stima del valore economico totale del bosco in aree mediterranee*. Monti e Boschi, 5: 22-30.
- DE MARE G., MORANO P., 2002 – *La stima del costo delle opere pubbliche*. Utet, Torino.
- DE RONDE C., 1982 – *The resistance of Pinus species to fire damage*. South African Forestry Journal, 122: 22-27.
- ECHAVARRIA M., VOGEL J., MONTSERRÁT A., MENESES F., 2004 – *The impacts of payments for watershed services in Ecuador: Emerging Lessons from Pimampira and Cuenca*. Environmental Economics Programme, International Institute for Environment and Development, London.
- ELTON C.S., 1966 – *Dying and dead wood*. In: *The Patterns of Animal Communities*. John Wiley, New York, p. 279-305.
- EMERTON L., BOS E., 2004 – *Value. Counting ecosystems as an economic part of water infrastructure*. IUCN, Gland and Cambridge.

- ENGLIN J., LOOMIS J., GONZÁLEZ CABÁN A., 2001 – *The dynamic path of recreational values following a forest fire: a comparative analysis of states in the Intermountain West*. Canadian Journal of Forest Research, 31 (10): 1837-1844.
- FLOWERS P.J., SHIKLE P.B., CAIN D.A., MILLS T.J., 1985 – *Timber net value and physical output changes following wildfire in the Northern Rocky Mountains: estimates for specific fire situations*. USDA Forest Service, Pacific Southwest Research Station, Research Paper, PSW-179, Albany.
- FLOWERS P.J., VAUX H.J., GARDNER P.D., MILLS T.J., 1985 – *Changes in recreation values after fire in the Northern Rocky Mountains*. USDA Forest Service, Pacific Southwest Research Station, Research Paper, PSW-373, Albany.
- FRIGO G., 1988 – *Valutazione del beneficio sociale generato dall'attività escursionistica nell'area proposta per il futuro parco naturale delle Dolomiti Bellunesi*. Tesi di laurea, Istituto di Economia e Politica Agraria, Università di Padova, Padova.
- GALLERANI V., ZANNI G., VIAGGI D., 2004 – *Trattato di estimo*. McGraw-Hill, Milano.
- GIAU B., 1994 – *Considerazioni sul valore pubblico dei boschi e sulle procedure di stima*. Genio Rurale, 45 (5): 50-58.
- GIAU B., 1998 – *Manuale per la valutazione della qualità economica dei boschi e per la sua rappresentazione*. Edizioni Bosco e Ambiente, Frontone.
- GIOVANNETTI G., ZINGARI P., TERZOLO P., 1998 – *Exploitation of forest productivity through increased mushroom production*. Acta Hort. (ISHS), 457: 127-132.
- GREGORY K., WEBSTER C., DURK S., 1994 – *Estimates of damage to forests in Europe due to emissions of acidifying pollutants*. Centre for Social and Economic Research on the Global Environment, University of East Anglia and University College, WN 94-07, London.
- GRIMM V., WISSEL C., 1997 – *Babel, or ecological stability discussions: an inventory and analysis of terminology and a guide for avoiding confusion*. Oecologia, 109: 323-334.
- HAMILTON L., JUVIK J.O., SCATENA F.N., 1995 – *Tropical Montane Cloud Forests*. Springer-Verlag, New York.
- HARMON M.E., FRANKLIN J.F., SWANSON F.J., SOLLINS P., GREGORY S.V., LATTIN J.D., ANDERSON N.H., CLINE S.P., AUMEN N.G., SEDELL J.R., LIENKAEMPER G.W., CROMACK H. JR., CUMMINS K.W., 1986 – *Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems*. Advances in Ecological Research, 15: 133-302.
- HIPPOLITI G., 1997 – *Appunti di meccanizzazione forestale*. STEF, Firenze.
- HUNTER M.L. (ed.), 1999 – *Maintaining biodiversity in forest ecosystems*. Cambridge University Press, Cambridge.

- IIED, 2003 – *Valuing forests: a review of methods and applications in developing countries*. Environmental Economics Programme, International Institute for Environment and Development, London.
- JOHNSON E.A., MIYANISHI K. (eds.), 2001 – *Forest fire behaviour and ecological effects*. Academic Press, New York.
- JOHNSON N.L., BALTOIANO M.E., 2004 – *The economics of community watershed management: some evidence from Nicaragua*. Ecological Economics, 49 (11): 57-71.
- KEANE R.E., ARNO S.F., BROWN J.K., 1989 – *FIRESUM - an ecological process model for fire succession in western conifer forests*. USDA Forest Service, Intermountain Research Station, General Technical Report, INT-266, Ogden.
- KELSEY R.G., GLADWIN J., 2003 – *Ethanol in ponderosa pine as an indicator of physiological injury from fire and its relationship to secondary beetles* Can. J. For. Res./Rev. Can. Rech. For., 33(5): 870-884.
- LANDI B.M., LANDI S., 2002 – *Organizzazione e tecnica della lotta contro gli incendi boschivi*. VII Edizione. Ed. Laurus Rebuffo, Roma.
- LEONE V., 1995 – *Gli incendi boschivi: difesa e ricostituzione*. In: Il ruolo della selvicoltura per la difesa e il ripristino dell'ambiente. Accademia dei Georgofili, Firenze, p. 61-78.
- LEONE V., LOVREGGIO R., 2005 – *La ricostituzione delle formazioni boschive percorse dal fuoco: valutazione dei danni*. Atti, Convegno DIMAF, Arrone.
- LOVREGGIO R., LEONE L., FIDANZA F., 1999 – *Un modello matematico per la stima della sopravvivenza post-incendio in Pinus halepensis Mill.* L'Italia Forestale e Montana, 4: 178-190.
- MACARTHUR R.H., MACARTHUR J.W., 1961 – *On bird species diversity*. Ecology, 42: 594-598.
- MACRÌ A., 2006 – *Danno ambientale: cosa cambia con il D. Lgs. 152/2006 e i possibili riflessi su criteri e quantificazione del danno, in particolare alle risorse forestali in caso di incendio*. Diritto e Giurisprudenza Agraria, Alimentare e dell'Ambiente, 10: 567-575.
- MARANGON F., TEMPESTA T., 2001 – *La valutazione dei beni ambientali come supporto alle decisioni pubbliche*. Forum, Udine.
- MARCHETTI M., 1994 – *Pianificazione antincendi boschivi: un sistema informativo per la modellistica, la cartografia, le cause, i danni*. Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari, Forestali, Collana Verde, Roma.
- MARCHETTI M., PETTENELLA D., 1994 – *La vegetazione e il fuoco: analisi di alcune componenti del rischio e dei costi economici*. Cellulosa e Carta, 45 (3): 17-27.
- MARINELLI A., ROMANO D., 1987 – *L'analisi della domanda di ricreazione all'aperto in foresta: aspetti metodologici ed applicativi*. Studi di Economia e di Diritto, 2: 123-153.

- MASER C., ANDERSON R.G., CROMACK K. JR., 1979 – *Dead and down woody material*. In: Thomas J.W. (ed.), *Wildlife habitats in managed forests: the Blue Mountains of Oregon and Washington*. USDA Forest Service Agriculture Handbook, 553: 78-95.
- MATERO J., SAASTAMOINEN O., 1993 – *Economic evaluation of environmental impacts of forestry on water-based values in Finland*. Proc. Conference of the Scandinavian Society of Forest Economics, Gilleleje.
- MERLO M., 1982 – *Una valutazione della funzione ricreazionale dei boschi*. Rivista di Economia Agraria, 37 (2): 385-398.
- MERLO M., 1993 – *Elementi di economia ed estimo forestale-ambientale*. Patron, Bologna.
- MERLO M., CROITORU L. (eds.), 2005 – *Valuing mediterranean forests. Towards total economic value*. CABI, Wallingford.
- MICHEL I., MICHEL M., 2002 – *Trattato di estimo*. Edagricole, Bologna.
- MINISTERO DELL'AGRICOLTURA E FORESTE, 1991 – *Indagine sulla introduzione di un ticket ed una carta verde per l'accesso a boschi di interesse turistico-ricreativo*. MAF, Direzione Economia Montana e Foreste, Roma.
- MIRANDA M., PORRAS I.T., MORENO M.L., 2003 – *The social impacts of payments for environmental services in Costa Rica. A quantitative field survey and analysis of the Virilla watershed*. Environmental Economics Programme, International Institute for Environment and Development, London.
- MOSS D., 1978 – *Diversity of woodland song-bird populations*. Journal of Animal Ecology, 47: 521-527.
- NAUTIYAL J.C., DOAN G.E., 1974 – *Economics of fire control*. Canadian Journal of Forest Research, 4 (1): 82-90.
- PAGIOLA S., RITTER K.VON, BISHOP J., 2004 – *Assessing the economic value of ecosystem conservation*. The World Bank, Environment Department Paper, 101, Washington DC.
- PARSONS A., ORLEMANN A., 2004 – *Mapping post-wildfire burn severity using remote sensing and GIS. Proceedings of the Twenty-second Annual ESRI International User Conference, San Diego, California* [Unpaginated CD-ROM].
- PEARCE D.W., 1994 – *The environment: assessing the social rate of return from investment in temperate zone forestry*. In: R. Layard, S. Glaister (eds.), *Cost-benefit analysis*. Cambridge University Press, Cambridge.
- PETTENELLA D., 1994 – *Costi degli incendi e benefici dell'addestramento*. Giornate di Studio su: L'addestramento per la prevenzione e per la lotta agli incendi boschivi. Viterbo.

- PETTENELLA D., 1997 – *La contabilità ambientale delle risorse forestali: un'applicazione all'analisi degli incendi boschivi*. Genio Rurale, 48 (2): 41-51.
- PETTENELLA D., 1999 – *Considerazioni di economia e politica forestale relative agli incendi boschivi*. Convegno la prevenzione degli incendi boschivi per la tutela del patrimonio forestale e dei prodotti legnosi, Longarone Fiere, Longarone.
- PIUSSI P., 1994 – *Selvicoltura generale*. UTET, Torino.
- PLUMB T.R., 1979 – *Response of oaks to fire*. In: Ecology, management, and utilization of California oaks. USDA Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station, Claremont, p. 202-215.
- PORRAS I.T., 2003 – *Valorando los servicios ambientales de protección de cuencas: consideraciones metodológicas*. International Institute for Environment and Development, III Congreso Latinoamericano de Protección de Cuencas, Arequipa.
- REINHARDT E.D., KEANE R.E., BROWN J.K., 1997 – *First Order Fire Effects Model: FOFEM 4.0, User's Guide*. USDA Forest Service, Intermountain Research Station, General Technical Report, INT-344, Ogden.
- REINHARDT E.D., RYAN K.C., 1988 – *Eight-year tree growth following prescribed underburning in a western Montana Douglas-fir/western larch stand*. USDA Forest Service, Intermountain Research Station, Research Note, INT-387, Ogden.
- RIBAUDO F., 1986 – *Prontuario di agricoltura*. Edagricole, Bologna.
- ROBICHAUD P.R., BEYERS J.L., NEARY D.G., 2000 – *Evaluating the effectiveness of postfire rehabilitation treatments*. USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station, General Technical Report, RMRS-GTR-63, Moscow.
- ROJAS M., AYLWARD B., 2003 – *What are we learning from experiences with markets for environmental services in Costa Rica? A review and critique of the literature*. Environmental Economics Programme, International Institute for Environment and Development, London.
- ROSALES R.M.P., 2003 – *Developing pro-poor markets for environmental services in the Philippines*. Environmental Economics Program, International Institute for Environment and Development, London.
- SALAS J.C., 2004 – *Case Study of the Maasin Watershed: Analyzing the Role of Institutions in a Watershed-Use Conflict*. World Agroforestry Center (ICRAF), Bogor.
- SAMUELSSON J., GUSTAFFSON L., INGELÖG T., 1994 – *Dying and dead trees: a review of their importance for biodiversity*. Swedish Threatened Species Unit, Uppsala.
- SHIGO A.L., SHORTLE W.C., 1985 – *Shigometry: a reference guide*. USDA Forest Service, Agricultural Handbook. 646, Washington D.C.

- SIGNORELLO G., 1986 – *La valutazione economica dei beni ambientali*. Genio Rurale, 37 (9): 21-35.
- SIMONOTTI M., 1997 – *La stima immobiliare*. Utet, Torino.
- SOUSA W.P., 1984 – *The role of disturbance in natural communities*. Annual Review of Ecology and Systematics, 15: 353-391.
- STELLIN G., ROSATO P., 1998 – *La valutazione dei beni ambientali*. CittàStudi, Torino.
- SULLI F., MARCHI E., 1995 – *Classificazione degli automezzi per l'antincendio boschivo impiegati in Italia*. Sherwood, 1: 39-43; 2: 39-45.
- TEMPESTA T., 1994 – *L'apporto delle aziende agricole alla conservazione del paesaggio*. In: Prestamburgo M., Tempesta T. (a cura di), Sistemi produttivi, redditi agricoli e politica ambientale. Franco Angeli, Milano.
- TEMPESTA T., SARTORE E., 1993 – *La valutazione del paesaggio agrario attraverso l'analisi dei costi di manutenzione del territorio: uno studio a livello comunale*. In: Franceschetti G., Tempesta T. (a cura di), La pianificazione del territorio rurale nel Veneto negli anni '80. Unipress, Padova.
- TOSI V., 1989 – *I servizi turistico-ricreativi dei boschi: esperienze nel Triveneto*. Annali dell'Istituto per l'Assesamento forestale e l'Alpicoltura, 10: 103-265.
- TRABAUD L., 1974 – *Apport des etudes ecologiques dans la lutte contre le feu*. Revue Forestière Française, 1: 140-153.
- TRABAUD L., 1989 – *Les feux de forêts*. Editions France-Selection, Montpellier, Cedex.
- TRAGSO, 2002 – *Valoración económica integral de los sistemas forestales de la Comunidad Valenciana*. Plan general de ordenación forestal de la Comunidad Valenciana. Valencia.
- TURNER K., GEORGIU S., CLARK R., BROUWER R., BURKE J., 2004 – *Economic valuation of water resources in agriculture from the sectoral to a functional perspective of natural resource management*. FAO Water Reports 27, Roma.
- VAN NOORDWIJK M., CHANDLER F., TOMICH T.P., 2004 – *An introduction to the conceptual basis of RUPES: rewarding upland poor for the environmental services they provide*. World Agroforestry Center (ICRAF), Bogor.
- VAUX H.J., GARDNER P.D., MILLS T.J., 1984 – *Methods for assessing the impact of fire on forest recreation*. USDA Forest Service, Pacific Southwest Research Station, General Technical Report, PSW-79, Albany.
- ZACCOMER C., 2000 – *La contabilità ambientale delle risorse rinnovabili: la Foresta Regionale di Fusine in Valromana*. In: Marangon F., Massarutto A. (a cura di), L'uso sostenibile delle risorse ambientali e delle aree protette. Forum Editrice Universitaria, Udine.

METODO DEGLI EFFETTI RICONTRABILI  
PER LA DETERMINAZIONE DEL LIVELLO  
DI DANNEGGIAMENTO CONSEGUENTE  
A INCENDI FORESTALI

Si propone un metodo per l'individuazione speditiva del livello di danneggiamento subito dalla vegetazione forestale percorsa da incendio basandosi sulle tracce riscontrabili a seguito di sopralluogo. Il metodo viene denominato degli "effetti riscontrabili". Per risalire al danno ci si basa sulle conseguenze del passaggio dell'incendio riscontrabili sulla vegetazione. Il metodo offre un giudizio sul danno partendo dall'ipotesi che esso sia proporzionale alle caratteristiche del fronte di fiamma e in modo particolare alla sua intensità.

Il metodo è ipotizzato per i casi in cui non siano disponibili misure dei parametri del comportamento del fronte di fiamma rilevate durante il manifestarsi dell'incendio e che vi siano tracce univocamente legate alla combustione. Si misura quindi solo la traccia degli effetti della fiamma, non la fiamma stessa.

Il metodo è strutturato in modo da non essere influenzato dalla dimensione dell'area percorsa dal fuoco ed essere applicato indipendentemente dal tempo trascorso dall'evento (comunque prima della ricostituzione naturale). Tuttavia, soprattutto su incendi estesi è opportuno approfondire le analisi nelle zone di confine tra l'area percorsa e quella non percorsa. Qui, infatti, si possono avere dubbi sul danno poiché gli effetti sono via via più difficili da osservare in caso di debole intensità e/o di lontananza nel tempo. Ciò avviene, anche per il fatto che proprio per essersi (o essere stato) fermato, il fuoco era meno intenso e quindi di minore effetto. In questa situazione (soprattutto se a distanza di tempo dall'evento) la ricostituzione spontanea può avere avuto una progressione più efficace e celere rispetto alle zone interne, percorse da un fronte di fiamma più intenso.

Il metodo offre una stima del danno fisico sofferto dal bosco ed è sviluppato a supporto delle metodologie di valutazione economica del danno ambientale, esprimendo appunto il livello di danneggiamento (cfr.

Tabella A.1.3) da inserire nelle formule di stima di cui alla Parte B del presente documento.

#### IPOTESI DI BASE DEL METODO

Il fronte di fiamma di una determinata intensità sortisce effetti differenti sia per caratteristiche dell'ecosistema in cui si manifesta, sia per la realtà meteorologica e topografica. L'ipotesi su cui si fonda il metodo è la corrispondenza tra l'intensità del fronte di fiamma e il danno generale subito dalla copertura forestale. Non vengono considerati fronti di fiamma in prati e pascoli, ipotizzando che a essi potrà essere fatto corrispondere un danno proporzionale solamente alla superficie percorsa.

Poiché l'intensità è l'informazione base per esprimere il danno, per tutte le altre coperture si deve provvedere alla sua determinazione. Se essa può essere misurata durante il verificarsi dell'incendio, si dispone direttamente del parametro desiderato. Se non si dispone della misura diretta si deve ricavare il valore in modo indiretto attraverso modalità differenti.

Poiché il metodo in argomento ha finalità operative, prevede di basarsi su informazioni facilmente individuabili e misurabili. Quindi si prendono in considerazione solo parametri facili da rilevare e capaci di permanere per tempo sufficientemente lungo nel bosco.

Individuato il valore dell'intensità è necessario rapportarlo alle caratteristiche della copertura forestale che ha subito l'incendio per stimare il danno. L'ampia gamma di differenti ambienti e di tipologie forestali imporrebbe un'analisi dettagliata degli effetti che i fronti di fiamma di varia intensità causano.

Il carattere operativo del metodo, tuttavia, impone delle semplificazioni. Pertanto, il livello di danneggiamento viene espresso facendo riferimento alle categorie di bosco previste dalle modalità di rilievo del modello AIB/FN e nello stesso indicate come "colture" per le quali verranno proposte delle variazioni indicate in seguito. Per ogni categoria di bosco viene qui definita un'espressione sintetica di danno corrispondente a differenti livelli di intensità.

Le tappe per applicare il metodo sono le seguenti:

- rilievo in bosco delle variabili per risalire all'intensità;
- definizione del danno assegnabile alla specifica categoria di bosco.

L'espressione di danno può essere usata per vari scopi. Una possibile funzione è appunto di costituire un dato basilare di ingresso per la metodologia per la valutazione economica dei danni da incendi boschivi. Essa elabora specifici passi procedurali partendo dalla base rappresentata dal danno definito oggettivamente.

#### PROPOSTA DI NUOVA CLASSIFICAZIONE DELLA VEGETAZIONE FORESTALE PERCORSO DAL FUOCO

Si è proceduto all'analisi delle categorie di bosco indicate nel modello AIB/FN, alle quali si fa attualmente riferimento per il rilievo delle notizie relative agli incendi. Si rileva che la classificazione adottata deve essere rivisitata poiché appare troppo ampia e non funzionale per distinguere situazioni anche molto differenti. Infatti, sono comprese nella stessa categoria fustaie, sia di conifere sia di latifoglie, che hanno caratteri pirologici di ambienti non assimilabili e soprattutto caratterizzati da danni assai differenti qualora siano percorsi da incendio. Resilienza, resistenza, elasticità (GRIMM e WISSEL, 1997) e altri fattori sono così forzatamente accomunati: si ritiene sufficiente per chiarire questo concetto il considerare che con l'attuale classificazione sono collocati assieme nella fustaia di "resinose" il bosco di pino cembro e quello di pino di Aleppo.

Per superare questi limiti sono state analizzate le coperture forestali più frequentemente percorse dal fuoco, classificate secondo i caratteri pirologici e con particolare attenzione agli aspetti di danno, individuando classi di vegetazione forestale affini per regime di incendio e per i relativi effetti. Questa classificazione è riportata in Tabella A.1.1 e sulla sua base verrà espressa successivamente la definizione del livello di danneggiamento.

Nella Tabella A.1.2 è riportata la chiave di corrispondenza della classificazione proposta rispetto ai cosiddetti tipi culturali dell'attuale modello AIB/FN.

#### CRITERI DI DETERMINAZIONE DEL LIVELLO DI DANNEGGIAMENTO E RELATIVE MODALITÀ OPERATIVE

Si indicano di seguito i criteri adottati dal metodo per definire il livello di danneggiamento e le relative operazioni per la sua applicazione.

In virtù della connotazione operativa che si vuole mantenere, la spiegazione dei criteri adottati viene presentata contestualmente ai passi previsti per l'applicazione.

*Tabella A.1.1* – Classi di vegetazione forestale affini per regime di incendio e relativi effetti (le classi A-F si riferiscono a soprassuoli con altezza media superiore a 3,5 m).

Codice	Categorie fisionomiche
A	Acero-frassineti e formazioni assimilabili Formazioni igrofile di ripa Querceti planiziali Faggete pure o miste di latifoglie Betuleti
B	Querceti di rovere, roverella e cerro Leccete pure e miste con altre latifoglie
C	Lariceti e larici-cembreti Peccete pure e miste di conifere Abetine pure e miste di latifoglie Boschi misti di abete bianco e abete rosso Pinete di pino silvestre in ambiente montano Pinete di pino nero in ambiente montano
D	Pinete di pino silvestre in ambiente collinare e di pianura Pinete di pino nero in ambiente collinare e pinete di pino laricio e di pino loricato Pinete di pini mediterranei Altri boschi di conifere puri o misti
E	Cedui di faggio Cedui di castagno Cedui di carpino bianco
F	Cedui di rovere e roverella Cedui di cerro, farnetto, fragno, vallonea Cedui di carpino nero Cedui di leccio
G	Macchia mediterranea
H	Soprassuoli a prevalenza di latifoglie con altezza media inferiore a 3,5 m
I	Soprassuoli a prevalenza di conifere con altezza media inferiore a 3,5 m

Tabella A.1.2 – Corrispondenza dei tipi colturali del modello AIB/FN con le classi di vegetazione forestale di cui alla Tabella A.1.1.

Tipo colturale secondo la denominazione dell'attuale modello AIB/FN	Classi di vegetazione forestale affini per regime di incendio e relativi effetti
Altofusto latifoglie	A
	B
Altofusto resinose	C
	D
Altofusto misto	confluisce nelle classi precedenti in funzione della specie prevalente
Ceduo semplice e matricinato	E
Ceduo composto	F
Boschi radi o fortemente degradati	
Macchia mediterranea	G
(nuova classe)	H
(nuova classe)	I

### *Operazioni preliminari*

1. Individuazione su supporto topografico del perimetro e determinazione della superficie dell'area percorsa dal fuoco.
2. Mappatura della copertura forestale secondo le classi di vegetazione previste in Tabella A.1.1; questa mappatura può prudenzialmente estendersi oltre il perimetro tracciato in bozza.
3. Collocazione indicativa del punto di partenza dell'incendio con lo scopo di individuare orientativamente la zona di inizio della fase di accelerazione.
4. Ricostruzione della direzione principale di avanzamento della testa dell'incendio in fase di accelerazione e successive posizioni del fronte a cadenza temporale (da scegliere in funzione della durata totale dell'incendio).
5. Ricostruzione della direzione dei fianchi (o dei fronti secondari per grandi incendi) e successive posizioni del fronte a cadenza temporale (da scegliere in funzione della durata totale dell'incendio).

6. Collocazione probabile dell'*area percorsa in fase di accelerazione*. Si ipotizza che il 60% della superficie compresa nel perimetro dell'incendio sia stata percorsa nel 20% della durata dell'incendio. Questa regola tende a sottostimare: una correzione può essere fatta sulla base di informazioni testimoniali derivate dal personale che ha diretto o partecipato allo spegnimento.
7. Determinazione della velocità della *fase di accelerazione* anche confrontando la *velocità media totale* di diffusione ( $ba/ora = Sup/(ora_{inizio}-ora_{fine})$ ). Questa informazione è da considerare aggiuntiva; la si può ottenere solo avendo informazioni testimoniali della posizione del fronte di fiamma nella fase iniziale e nella fase di transizione tra la accelerazione e la diffusione costante; nel caso si ottenga questa informazione la si può usare per confermare la posizione della zona di accelerazione.
8. Analisi e probabile collocazione delle azioni di estinzione.
9. Accertamento di eventuali discontinuità di comportamento e vuoti di percorrenza.

Qualora fosse possibile rilevare informazioni con incendio in atto, le fasi da 4 a 9 devono essere intese come fase attiva di rilevamento.

### *Operazioni di rilievo*

La fase di rilievo prevede l'osservazione di effetti riscontrabili dopo il passaggio del fuoco. I segni evidenziabili possono essere molteplici. Tuttavia, si rileveranno solo alcuni di essi. Sono stati individuati come funzionali al metodo l'*altezza massima* ( $H_{smax}$ ) e *minima* ( $H_{smin}$ ) di scottatura che si rilevano sui tronchi.

L'altezza massima individua la probabile altezza della fiamma. Da essa si può risalire alla intensità lineare del fronte di fiamma. Questa indagine permette di informare sul passaggio e sull'intensità del fuoco in tutte le aree con vegetazione arborea. Ciò indipendentemente dalla specie, dal suo governo o trattamento.

Per le finalità del metodo si ricorre all'espressione:  $I = 3 (10b)^2$ , in cui  $I$  = intensità lineare (in kW/m);  $b$  = altezza di scottatura (in m). Con l'espressione riportata si può formulare un giudizio sull'intensità del fronte di fiamma. In tale modo si ha anche la certezza del passaggio del fuoco nel punto di rilievo. Si ottiene anche, a partire dal punto stesso, una proiezione della probabile possibilità di diffusione tanto più marcata quanto più elevata è l'intensità.

Deve essere anche rilevata la *posizione delle scottature sul tronco*. In modo particolare si procede a individuare la collocazione dei settori circolari corrispondenti alla scottatura massima e alla scottatura minima rispetto a un riferimento fisso (ad esempio, il Nord). Le altezze di scottatura massima e minima sono collocate normalmente su settori circolari opposti lungo il tronco.

Se si riscontra, su un numero sufficiente di piante, la condizione per cui le verticali tracciate dai punti  $H_{s_{max}}$  e  $H_{s_{min}}$  individuano una retta tendenzialmente parallela a quella che analogamente può essere tracciata su altri alberi, si può avere un'affidabile indicazione della direzione di percorrenza del fuoco.

Un andamento tendenzialmente uniforme di molti allineamenti tracciati come sopra detto, permette di determinare la direzione di avanzamento generale del fronte di fiamma.

La scottatura minima indica la parte dalla quale il fuoco è arrivato; la massima indica quella dalla quale si è allontanato.

Il rapporto  $H_{s_{min}}/H_{s_{max}}$  varia, con l'intensità del fuoco e con il tipo di copertura forestale, tra 0 e 1. Assume valori sempre più bassi con l'aumentare della differenza tra le due altezze di scottatura. Tuttavia, indipendentemente dal valore assunto e soprattutto allontanandosi dal valore 1, permane la validità del rapporto  $H_{s_{min}}/H_{s_{max}}$  come indicatore di direzione.

L'abbinamento della direzione e della intensità informa sulla diffusibilità e permette di estrapolare l'informazione per un determinato intorno. Infatti, per una direzione nettamente tracciata con favore di pendenza o di vento e in corrispondenza di intensità elevata oltre 1500 kW/m si può presupporre necessario ricercare effetti nella direzione di avanzamento per la distanza di 100 m.

#### *Localizzazione e densità dei rilievi*

I rilievi inizieranno possibilmente con un sopralluogo nella zona di accelerazione. I rilievi sono a vista e la valutazione del passaggio del fuoco in questa zona sarà probabilmente la più facile. Infatti in questa area l'intensità è maggiore.

A seguito del sopralluogo speditivo si procede a una prima conferma della zona di accelerazione. Avendola individuata, si provvede a indagare sulle altre zone di diffusione costante e di decadimento del fronte di fiamma. In queste l'intensità è normalmente in diminuzione e l'estinzione ha maggiore successo. Per tale motivo gli effetti del fuoco si

concretizzano con effetti meno facilmente individuabili. Ciò impone una maggiore accuratezza di rilievi.

#### *Rilievo celere in zona di accelerazione*

Sulla base delle indicazioni di cui al punto 6 delle operazioni preliminari, nella zona di accelerazione si prevede il rilievo di  $H_{s_{max}}$  e di  $H_{s_{min}}$  e della loro collocazione per accertare intensità e direzione di avanzamento.

#### *Rilievo celere in zona di diffusione costante*

Sulla base delle indicazioni di cui al punto 5 e al punto 8 delle operazioni preliminari viene effettuata la stima del perimetro corrispondente allo stato di diffusione al momento dell'intervento dei mezzi di estinzione e valutazione del loro effetto. Qualora possibile si indaga, con informazioni testimoniali, sulla transizione tra fase di accelerazione e di diffusione costante e fase di rallentamento. In tutte le zone caratterizzate dalle suddette fasi si provvede al rilievo delle medesime variabili e in modo analogo, da effettuare con una densità minore rispetto alla zona di accelerazione.

#### *Verifica della ripercorrenza*

La verifica di ripercorrenza deve essere effettuata man mano che si procede alle altre osservazioni puntuali. Per questa condizione deve essere accertato che non si siano verificati fronti di fiamma che abbiano ripercorso la stessa superficie almeno per un periodo di anni sufficiente per avere raggiunto la ricostituzione completa del bosco. La ricostituzione ipotizzata a cui si fa riferimento dovrebbe essere avvenuta nel tempo intercorso tra il primo evento e il secondo più recente.

La ripercorrenza può essere già evidenziata dalle informazioni riportate da due (o più) segnalazioni. In tale caso, sospettandone la presenza si provvede all'apposito accertamento. Più sovente la ripercorrenza può essere osservata nel corso di un sopralluogo. Essa emerge dall'osservazione di traumi termici disetanei. La loro individuazione può essere più facile nella zona di accelerazione se sono conseguenti ad incendi intensi e sufficientemente distanti nel tempo. Per contro la possibilità di individuare la ripercorrenza diminuisce sia con il diminuire dell'intensità sia con la diminuzione dell'intervallo temporale tra i due incendi. Si deve però precisare che la probabilità di individuare

la ripercorrenza diminuisce con l'aumentare dell'intensità del primo evento e con la vicinanza temporale. La ripercorrenza è certa se si evidenzia la coetaneità dei ricacci conseguenti a un incendio e la disetaneità delle scottature causate dai due eventi.

Avendo evidenziato la ripercorrenza si possono distinguere i due eventi (teoricamente anche più di due) che si sono sovrapposti sulla stessa superficie in tempi successivi. Tuttavia si indaga solo sull'evento più recente, ma quando si evidenziano danni derivati da eventi precedenti sono necessari approfondimenti.

#### *Zone non percorse all'interno del perimetro*

Può accadere che nell'area totale compresa nel perimetro dell'incendio siano rimaste zone non percorse dal fuoco. Esse sono evidenziate sia dall'assenza di tracce sia per lo stato vegetativo migliore, tanto più manifesto quanto più recente è stato l'incendio. Qualora si accertino zone di non percorrenza devono essere individuate poiché capaci di informare sulla dinamica del fronte di fiamma.

#### ELABORAZIONE DEI DATI

1. Determinazione del rapporto  $H_{smin}/H_{smax}$ , che informa assieme alla intensità sulla probabile diffusibilità assunta dal fronte di fiamma.
2. Determinazione dell'intensità della zona di accelerazione.
3. Determinazione dell'intensità della zona di diffusione costante.

L'intensità viene espressa in classi. Per ogni classe di intensità e di vegetazione forestale viene indicato il livello di danneggiamento (*LD*), come riportato nella Tabella A.1.3.

#### VARIAZIONI SUGGERITE RISPETTO ALLE ATTUALI PROCEDURE DI RILEVAMENTO

Per una più affidabile valutazione del danno si suggeriscono alcune variazioni alle attuali modalità operative di rilievo.

Oltre alla variazione delle categorie di copertura previste dalla scheda AIB/FN secondo le indicazioni sopra riportate, si ritiene utile rilevare l'altezza della fiamma durante lo sviluppo dell'incendio. L'altezza di fiamma può essere stimata da operatori presenti sull'incendio. La stima può essere utilmente integrata da fotografie.

Queste informazioni dovrebbero essere inserite nel modello AIB/FN in corrispondenza e a corredo della descrizione delle posizioni assunte, con varia cadenza temporale, dal fronte di fiamma.

Inoltre le attività indicate con i numeri da 4 a 9 nell'ambito delle operazioni preliminari potrebbero essere oggetto di rilevamento diretto. Il disporre di queste informazioni sarebbe di grande utilità per ogni tipo di valutazione.

Tabella A.1.3 – Livello di danneggiamento di soprassuoli boschivi percorsi dal fuoco, in funzione dell'intensità del fronte di fiamma e della classe di vegetazione forestale.

Classi di vegetazione forestale (vd. Tab. A.1.1)	Altezza di scottatura (m)				
	<1	1-2,5	2,5-3,5	3,5-4,5	>4,5
	Intensità (kW/m)				
	<350	350-1.700	1.701-3.500	3.501-7.000	>7.000
A	0,10	0,15	0,30	0,60	
B	0,08	0,20	0,30	0,80	0,90
C	0,10	0,25	0,50	0,80	0,90
D	0,08	0,30	0,55	0,85	0,95
E	0,05	0,15	0,40	0,65	
F	0,05	0,20	0,35	0,60	0,95
G	0,10	0,30	0,60	0,80	0,95
H	0,30	0,70	0,80	0,90	1,00
I	0,25	0,40	0,70		

#### INDICAZIONI CONCLUSIVE

L'intensità di rilievo è tanto maggiore quanto più il rapporto  $H_{s_{min}}/H_{s_{max}}$  tende ad 1. Quanto più l'intensità lineare scende sotto 400 kW/m tanto più i rilievi potranno essere meno densi, in relazione al progressivo diminuire del danno. Si stima che debba comunque, in media, essere operato un rilievo almeno ogni 2500 m<sup>2</sup>.

In generale, si ritiene che il rilievo di campagna:

- debba essere iniziato a partire dal punto presunto di partenza del fuoco;

- si svolga con camminamento libero lungo curve di livello;
- sia celere e di intensità variabile, intensificato nelle zone di accelerazione;
- proceda prima dal punto presunto di innesco verso la testa dell'incendio e solo successivamente dallo stesso punto di innesco verso la coda dell'incendio.



ESEMPIO DI APPLICAZIONE OPERATIVA  
DELLA METODOLOGIA DI STIMA  
DEL DANNO AMBIENTALE:  
IL CASO DELL'INCENDIO  
DI MONTE ALTARE-GUSTINIELLO  
IN AGRO DI LONGOBUCCO

A scopo di esemplificazione delle metodologie proposte si riporta una applicazione concreta della metodologia elaborata, come guida pratica per l'impiego da parte del personale addetto, a supporto e integrazione del testo che illustra in dettaglio l'inquadramento teorico e l'organizzazione operativa delle stime.

L'esempio applicativo ha previsto l'utilizzo dell'approccio sintetico per la stima dei costi di estinzione (vd. § A.1.2), mentre per la valutazione del danno ambientale si è ritenuto utile, ai fini di confronto, effettuare la stima impiegando tutti e tre i procedimenti proposti (vd. §§ B.1, B.2, B.3).

Non sono stati considerati i danni esterni straordinari (vd. § C) poiché le caratteristiche dell'incendio sono state tali da non interessare beni materiali e danni a persone.

DESCRIZIONE DELL'ESEMPIO OPERATIVO

In Tabella A.2.1 sono riportate le caratteristiche salienti dell'esempio operativo: le informazioni sono state reperite dalla scheda AIB/FN e integrate mediante interviste al personale CFS che ha operato sull'incendio e ai funzionari del Comando Provinciale di Cosenza.

STIMA DEL COSTO DI ESTINZIONE

Come indicato nel § A, la stima dei costi specifici incorsi nell'estinzione dell'incendio può essere ordinariamente realizzata con approcci sintetici basati sull'impiego di costi standard.

Tabella A.2.1 – Area ed evento oggetto di indagine.

<i>Regione</i>	Calabria
<i>Provincia</i>	Cosenza
<i>Comune</i>	Longobucco
<i>Località</i>	Monte Altare-Gustiniello
<i>Scheda AIB/FN</i>	P8CSGSPZ2006001
<i>Superficie percorsa dall'incendio</i>	13,50 ha
<i>Proprietà</i>	R.F. (proprietario privato)
<i>Vincoli naturalistici</i>	Zona 2 del Parco Nazionale della Sila
<i>Tipo forestale</i>	Pineta di pino laricio composta da gruppi, più o meno estesi, tendenzialmente coetanei, con età media di circa 60 anni, ma con molti soggetti arborei anche di minore o maggiore età
<i>Usi principali</i>	Produzione di legname; raccolta di funghi; scarso uso turistico-ricreativo
<i>Classe di vegetazione forestale</i>	D (vd. Tabella A.1.1)
<i>Tipo di incendio</i>	Fuoco in parte radente e in parte di chioma, che ha causato danneggiamento diretto e mortalità soprattutto a carico dei soggetti arborei di minore dimensione/età e ai gruppi di rinnovazione affermata (stadio di perticcia)
<i>Inizio fuoco</i>	ore 19:30 del 24.05.2006
<i>Fine intervento</i>	ore 17:30 del 25.05.2006
<i>Personale CFS intervenuto</i>	Quattro agenti, alternati a gruppi di due (la prima coppia ha operato dalle 7:00 alle 13:15 del 25.05.2006; la seconda coppia dalle 13:15 alle 17:30)
<i>Personale non CFS intervenuto</i>	Tre operai alle dipendenze del proprietario del bosco, intervenuti a supporto della squadra CFS nella fase di spegnimento dei restanti focolai e bonifica dalle 11:30 alle 17:30 del 25.05.2006
<i>Mezzi aerei</i>	Due Canadair dalla base di Lamezia Terme: il primo per un tempo pari a 2,66 ore, effettuando 21 lanci; il secondo per 2,50 ore, effettuando 17 lanci

Nel caso in esame, relativo a interventi complessivi di durata di oltre due ore, è quello riferito a costi standard delle squadre (vd. § A.1), elaborati a partire dai dati riportati nella scheda AIB/FN:

$$C_{e\_ss} = C_m + \sum_1^{ns} D_{sq} * C_{sq}$$

dove:

$C_{e\_ss}$  = costo di estinzione (€);

$D_{sq}$  = durata di intervento della squadra (ore), comprensivo del tempo per il trasferimento in zona operativa;

$C_{sq}$  = costo medio orario della squadra (€/ora);

$C_m$  = costo mezzi aerei (€);

$ns$  = numero di squadre intervenute.

I dati utilizzati per la stima del costo di estinzione sono riportati in Tabella A.2.2.

Tabella A.2.2. – Dati utilizzati per la stima del costo di estinzione.

Variabili	Valore	Note
$D_{sq1}$	10,30 ore	Squadra CFS
$D_{sq2}$	6,00 ore	Squadra operai del proprietario del bosco
$C_{sq}$	130 €/ora	Costo medio orario di una squadra leggera con mezzo non allestito (vd. Tabella 1)
$C_m$	46.233 €	Valore ricavato sulla base dei costi standard di utilizzo di Canadair (vd. Tabella 2)

### *Squadra CFS e mezzi aerei*

Nella fase di spegnimento è intervenuta una squadra CFS costituita da due persone per complessive 10,30 ore (= due gruppi di due persone, il primo operativo per 6,15 ore sostituito poi dal secondo per 4,15 ore). Un Canadair ha operato per un tempo pari a 2,66 ore, l'altro Canadair per 2,50 ore: ai fini del calcolo di  $C_m$  si è tenuto conto sia del costo orario sia del costo del carburante dei Canadair dalla base di Lamezia Terme; la durata dell'intervento dei Canadair è pari a 5,16 ore per un costo medio orario di 8.000 €/ora; il costo del carburante è stato calcolato considerando un consumo medio di 1.200 l/ora e un costo medio del carburante pari a 0,80 €/l:

$$C_{e\_ss1} = 46.233 + 10,30 * 1 * 130 = 47.572 \text{ €}$$

*Squadra operai del proprietario del bosco*

Nella fase di spegnimento dei restanti focolai e bonifica dell'incendio è intervenuta anche una squadra di operai costituita da tre persone, senza l'impiego di macchine movimento terra né di mezzi aerei:

$$C_{e\_ss2} = 6 * 1 * 130 = 780 \text{ €}$$

*Costo totale*

Il costo totale di estinzione dell'incendio può essere quantificato in:

$$C_{e\_ss} = C_{e\_ss1} + C_{e\_ss2} = 48.352 \text{ €}$$

STIMA DEL DANNO AMBIENTALE

La stima del danno ambientale è stata comparativamente condotta secondo lo schema riportato in Figura 3 (vd. § B).

*Approccio sintetico*

Come indicato nel § B.1, secondo questo approccio la stima del danno viene effettuata in base alla formula:

$$DA_{VAM} = (VAM_{for} - VAM_{sn}) * Sup * LD$$

dove:

$DA_{VAM}$  = danno ambientale stimato (€);

$VAM_{for}$  = Valori Agricoli Medi per la tipologia forestale più simile a quella danneggiata (€/ha);

$VAM_{sn}$  = Valori Agricoli Medi per terreni incolti (€/ha);

$Sup$  = superficie percorsa dal fuoco (ha);

$LD$  = livello di danneggiamento dovuto all'incendio.

Per la stima sono state utilizzate le informazioni riportate in Tabella A.2.3. Secondo questo approccio il danno ambientale può quindi essere quantificato pari a:

$$DA_{VAM} = (7.700 - 1.900) * 13,50 * 0,85 = 66.555 \text{ €}$$

Tabella A.2.3 – Dati utilizzati per la stima del danno secondo l’approccio sintetico.

Variabili	Valore	Note
$VAM_{for}$	7.700 €/ha	Valore riferito al tipo di coltura “Bosco di alto fusto”*
$VAM_{sn}$	1.900 €/ha	Valore riferito al tipo di coltura “Incolto produttivo”*
$Sup$	13,50 ha	Superficie percorsa dall’incendio
$LD$	0,85	Valore stimato secondo il metodo degli effetti riscontrabili (vd. Allegato 1)

\* Dati pubblicati sul Bollettino Ufficiale della Regione Calabria n. 5 del 16 marzo 2005 relativi alla Regione Agraria 3 – Sila Greca (comuni di Acri, Bocchigliero, Campana, Longobucco).

### *Approccio intermedio*

Come indicato nel § B.2, secondo questo approccio la stima del danno viene effettuata in base alla formula:

$$DA_{CR} = CI * (1 + r)^n * Sup * LD$$

dove:

$DA_{CR}$  = danno ambientale stimato (€);

$CI$  = costo di impianto (€/ha);

$r$  = saggio di sconto;

$n$  = numero di anni necessari per la ricostruzione;

$Sup$  = superficie percorsa dal fuoco (ha);

$LD$  = livello di danneggiamento dovuto all’incendio.

Per la stima sono state utilizzate le informazioni riportate in Tabella A.2.4.

Secondo questo approccio il danno ambientale può quindi essere quantificato pari a:

$$DA_{CR} = 3.000 * (1+0,03)^{25} * 13,50 * 0,85 = 72.078 \text{ €}$$

### *Approccio analitico*

Come indicato nel § B.3, l’approccio analitico è basato sulla valutazione economica dei danni relativi alla perdita o diminuzione delle singole funzioni svolte da un soprassuolo forestale. Nel caso in esame,

considerata nulla la funzione legata all'attività venatoria (vietata per legge essendo il bosco incendiato situato all'interno di un Parco Nazionale), l'applicazione estimativa ha fatto riferimento ai seguenti aspetti (Figura 3): produzione di legname; produzione di prodotti non legnosi (nel caso in esame riferita alla raccolta di funghi); turismo-ricreazione; protezione idrogeologica; emissione di carbonio in atmosfera; funzione naturalistica.

Tabella A.2.4 – Dati utilizzati per la stima del danno secondo l'approccio intermedio.

Variabili	Valore	Note
<i>CI</i>	3.000 €/ha	Costo medio di impianto a livello nazionale
<i>r</i>	0,03	Saggio di sconto cosiddetto legale (vd. § B.2)
<i>n</i>	25 anni	Valore stimato sul bosco incendiato
<i>Sup</i>	13,50 ha	Superficie percorsa dall'incendio
<i>LD</i>	0,85	Valore stimato secondo il metodo degli effetti riscontrabili (vd. Allegato 1)

Stima del danno connesso alla funzione di produzione legnosa

Come indicato nel § B.3.1, la stima analitica del danno inerente questa funzione viene effettuata in base alla formula:

$$DA_{le} = Sup * Vol * \frac{P_{imp} - C_{le}}{(1+r)^m}$$

dove:

$DA_{le}$  = danno ambientale da perdita del legname (€);

$Sup$  = superficie percorsa dal fuoco (ha);

$Vol$  = volume del materiale legnoso commerciabile perso a seguito dell'incendio (m<sup>3</sup>/ha);

$P_{imp}$  = prezzo medio all'imposto, riferito alla maturità commerciale (€/m<sup>3</sup>);

$C_{le}$  = costi di taglio ed esbosco (€/m<sup>3</sup>);

$r$  = saggio di sconto;

$m$  = anni mancanti per raggiungere l'età del turno medio (consuetudinario).

Per la stima sono state utilizzate le informazioni riportate in Tabella A.2.5.

Tabella A.2.5 – Dati utilizzati per la stima del danno connesso alla funzione di produzione legnosa.

Variabili	Valore	Note
$Sup$	13,50 ha	Superficie percorsa dall'incendio
$Vol$	35 m <sup>3</sup> /ha	Valore stimato sul bosco incendiato
$P_{macchi} = P_{imp} \cdot C_{te}$	35 €/m <sup>3</sup>	Prezzo medio di macchiatico a maturità commerciale del bosco incendiato
$r$	0,03	Saggio di sconto cosiddetto legale (vd. § B.2)
$m$	20 anni	Valore stimato sul bosco incendiato

Il danno connesso alla funzione di produzione legnosa può quindi essere quantificato pari a:

$$DA_{le} = 13,5 * 35 * 35 / (1+0,03)^{20} = 9.156 \text{ €}$$

Stima del danno connesso alla funzione di produzione non legnosa

Come indicato nel § B.3.2, la stima analitica del danno inerente questa funzione viene effettuata in base alla formula:

$$DA_{PFNL} = Sup_{PFNL} * R_{PFNL} * \frac{(1+r)^p - 1}{r * (1+r)^p}$$

dove:

$DA_{PFNL}$  = danno ambientale da perdita dei prodotti forestali non legnosi (€);

$Sup_{PFNL}$  = superficie percorsa dall'incendio con capacità di produzione di PFNL (ha);

$R_{PFNL}$  = rendimento medio annuo delle produzioni di PFNL (€/ha), che nel caso in esame sono rappresentati da funghi spontanei raccolti a scopo commerciale;

$r$  = saggio di sconto;

$p$  = anni di mancata raccolta di PFNL a seguito dell'incendio.

Per la stima sono state utilizzate le informazioni riportate in Tabella A.2.6.

Il danno connesso alla funzione di produzione non legnosa può quindi essere quantificato pari a:

$$DA_{PENL} = 13,5 * 11 * ((1+0,03)^{10}-1)/(0,03 * (1+0,03)^{10}) = 1.267 \text{ €}$$

Tabella A.2.6 – Dati utilizzati per la stima del danno connesso alla funzione di produzione non legnosa.

Variabili	Valore	Note
$Sup_{PENL} = Sup$	13,50 ha	Superficie percorsa dall'incendio con funzione di produzione di prodotti non legnosi
$R_{PENL}$	11 €/ha	Valore riferito a stime medie a livello nazionale per la tipologia di bosco in esame (vd. § B.3.2)
$R$	0,03	Saggio di sconto cosiddetto legale (vd. § B.2)
$P$	10 anni	Valore convenzionale (vd. § B.3.2)

#### Stima del danno connesso alla funzione turistico-ricreativa

Come indicato nel § B.3.3, la stima analitica del danno inerente questa funzione, riferita al numero medio di visite per anno nel soprassuolo in oggetto prima dell'incendio e quindi svincolata da riferimenti alla estensione del soprassuolo stesso, viene effettuata in base alla formula:

$$DA_{ric} = V_{ric} * N_{ric} * \frac{(1+r)^g - 1}{r * (1+r)^g}$$

dove:

$DA_{ric}$  = danno ambientale da perdita di attività turistico-ricreative (€);

$V_{ric}$  = valore medio di una visita (€);

$N_{ric}$  = numero medio di visite per anno;

$r$  = saggio di sconto;

$g$  = anni di mancata attività turistico-ricreativa a seguito dell'incendio.

Per la stima sono state utilizzate le informazioni riportate in Tabella A.2.7.

Tabella A.2.7 – Dati utilizzati per la stima del danno connesso alla funzione turistico-ricreativa.

Variabili	Valore	Note
$V_{ric}$	5 €	Valore riferito a stime medie a livello nazionale per la tipologia di bosco in esame (vd. § B.3.3)
$N_{ric}$	4	Valore stimato sul bosco incendiato
$r$	0,03	Saggio di sconto cosiddetto legale (vd. § B.2)
$g$	5 anni	Valore stimato sul bosco incendiato

Il danno connesso alla funzione turistico-ricreativa può quindi essere quantificato pari a:

$$DA_{ric} = 5 * 4 * ((1+0,03)^5-1)/(0,03 * (1+0,03)^5) = 92 \text{ €}$$

Stima del danno connesso alla funzione di protezione idrogeologica

Come indicato nel § B.3.5, la stima analitica del danno inerente questa funzione, riferita alla superficie in condizioni di rilevante degrado della funzione di stabilizzazione idrogeologica a seguito del passaggio del fuoco, viene effettuata in base alla formula:

$$DA_{idr} = Sup_{prot} * \left( C_{rinv} + C_{ann} * \frac{(1+r)^i - 1}{r * (1+r)^i} \right)$$

dove:

$DA_{idr}$  = danno ambientale da diminuita attività di tutela idraulica (€);

$Sup_{prot}$  = superficie percorsa dall'incendio con rilevante degradazione della funzione protettiva (ha);

$C_{rinv}$  = costo di rinverdimento (€/ha);

$C_{ann}$  = costo annuale di manutenzione dell'area rinverdata (€/ha);

$r$  = saggio di sconto;

$i$  = anni di intervento per la manutenzione dell'area.

Per la stima sono state utilizzate le informazioni riportate in Tabella A.2.8.

Il danno connesso alla funzione di protezione idrogeologica può quindi essere quantificato pari a:

$$DA_{idr} = 0,6 * (11.900+4.000 * ((1+0,03)^3-1)/(0,03 * (1+0,03)^3)) = 13.929 \text{ €}$$

Tabella A.2.8 – Dati utilizzati per la stima del danno connesso alla funzione di protezione idrogeologica.

Variabili	Valore	Note
$Sup_{prot}$	0,6 ha	Superficie con funzione di protezione direttamente diminuita a seguito dell'incendio (vd. considerazioni di cui al § B.3.5)
$C_{rimv}$	11.900 €/ha	Valore riferito a costi medi per la tipologia in esame (prezzario Regione Emilia Romagna)
$C_{ann}$	4.000 €/ha	Valore riferito a costi medi per la tipologia in esame (prezzario Regione Emilia Romagna)
R	0,03	Saggio di sconto cosiddetto legale (vd. § B.2)
I	3 anni	Valore stimato sul bosco incendiato

Stima del danno connesso alla emissione di carbonio in atmosfera

Come indicato nel § B.3.6, la stima analitica del danno inerente questa funzione viene effettuata in base alla formula:

$$DA_C = Sup * Vol_b * BEF * 0,5 * P_C$$

dove:

$DA_C$  = danno ambientale da emissione di carbonio in atmosfera (€);

$Sup$  = superficie forestale percorsa dal fuoco (ha);

$Vol_b$  = volume dendrometrico della massa legnosa interamente bruciata dall'incendio (m<sup>3</sup>/ha);

$BEF$  = coefficiente di trasformazione da volume della massa legnosa a biomassa arborea epigea;

0,5 = coefficiente di trasformazione da biomassa (sostanza secca) a carbonio;

$P_C$  = prezzo della tonnellata di carbonio (€/t).

Per la stima sono state utilizzate le informazioni riportate in Tabella A.2.9.

Il danno connesso alla emissione di carbonio in atmosfera può quindi essere quantificato pari a:

$$DA_C = 13,5 * 19 * 0,7 * 0,5 * 16 = 1436 \text{ €}$$

Tabella A.2.9 – Dati utilizzati per la stima del danno connesso alla emissione di anidride carbonica.

Variabili	Valore	Note
$Sup$	13,5 ha	Superficie percorsa dall'incendio
$Vol_b$	19 m <sup>3</sup> /ha	Valore stimato sul bosco incendiato
$BEF$	0,7 t/m <sup>3</sup>	Valore medio per la classe di vegetazione forestale D (vd. Tabella 6)
$P_C$	16 €/t	Prezzo medio 2006 (dati EU-ETS)

#### Stima del danno connesso alla funzione naturalistica

Come indicato nel § B.3.7, la stima analitica del danno inerente questa funzione viene effettuata in base alla formula:

$$DA_{nat} = coef_{nat} * Sup * LD * CI * (1 + r)^n$$

dove:

$DA_{nat}$  = danno ambientale connesso alla funzione naturalistica (€)

$coef_{nat}$  = coefficiente di ponderazione del grado di naturalità;

$Sup$  = superficie percorsa dal fuoco (ha);

$LD$  = livello di danneggiamento dell'incendio;

$CI$  = costo d'impianto (€/ha);

$r$  = saggio di sconto;

$n$  = numero di anni necessari per la ricostruzione.

Per la stima sono state utilizzate le informazioni riportate in Tabella A.2.10.

Il danno connesso alla funzione naturalistica può quindi essere quantificato pari a:

$$DA_{nat} = 0,7 * 13,5 * 0,85 * 3.000 * (1+0,03)^{25} = 50.455 \text{ €}$$

#### Stima del danno complessivo

La stima analitica complessiva del danno è pari a:

$$DA_{an} = DA_{le} + DA_{PFNL} + DA_{ric} + DA_{idr} + DA_C + DA_{nat} = 9156 + 1267 + 92 + 13929 + 1436 + 50455 = 76.335 \text{ €}$$

Tabella A.2.10 – Dati utilizzati per la stima del danno connesso alla funzione naturalistica.

Variabili	Valore	Note
$\text{coef}_{\text{prot}}$	0,7	Valore riferito alla tipologia di bosco incendiato (vd. Tabella 8)
<i>Sup</i>	13,5 ha	Superficie percorsa dall'incendio
<i>LD</i>	0,85	Valore stimato secondo il metodo degli effetti riscontrabili (vd. Allegato 1)
<i>CI</i>	3.000 €/ha	Valore del costo medio di impianto stimato a livello nazionale
<i>R</i>	0,03	Saggio di sconto cosiddetto legale (vd. § B.2)
<i>N</i>	25 anni	Valore stimato sul bosco incendiato

## CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

In Tabella A.2.11 è riportato il quadro sinottico dei risultati ottenuti con le procedure applicate per la valutazione economica dei danni a seguito dell'incendio boschivo avvenuto il 24-25.05.2006 in località Monte Altare-Gustiniello in agro di Longobucco (Cosenza).

La stima del danno ambientale secondo l'approccio sintetico, basato sui Valori Agricoli Medi, è, per costruzione, legata direttamente alla diminuzione del valore fondiario dell'area interessata dall'evento: nel caso in esame sottostima, sebbene in modo relativamente contenuto, il danno complessivo, legato anche alla diminuita capacità di erogare funzioni di interesse pubblico.

L'approccio intermedio, che è quello classico basato sul costo di ricostruzione generalmente utilizzato nella prassi estimativa, fornisce risultati leggermente inferiori ma sostanzialmente comparabili rispetto a quelli dell'approccio analitico.

Per quanto riguarda quest'ultimo approccio, la singola funzione ambientale che risulta aver subito il maggior danno in termini economici è quella naturalistica (66% del danno economico totale), seguita da quella di protezione idrogeologica (18%) e da quella di produzione legnosa (12%). Nel caso esaminato, l'impatto economico dell'incendio sulla funzione ricreativa risulta estremamente ridotto, e modesto anche quello sulle produzioni non legnose e sull'emissione di carbonio in atmosfera. Circa quest'ultimo aspetto va tuttavia sottolineato che il

prezzo di C adottato nella stima è prudenziale e che le previsioni di crescita del mercato delle emissioni sembrerebbero indicare prezzi di riferimento pari a circa il doppio (30 €).

Sui risultati delle procedure proposte secondo l'approccio intermedio e quello analitico ha particolare influenza il valore assegnato al costo di impianto (*CI*). A tal fine, per fornire un'idea di come tale valore condizioni i risultati estimativi, nelle Tabelle A.2.12 e A.2.13 sono riportati i valori di stima del danno in funzione di valori di *CI* aumentati e diminuiti di 1/3 rispetto al costo base, con riferimento a un periodo di ricostruzione pari a 25 anni.

Tabella A.2.11 – Risultati della valutazione economica dei danni dell'incendio boschivo.

<i>Costo di estinzione (€)</i>	48.352
<i>Danno ambientale (€):</i>	
- approccio sintetico	66.555
- approccio intermedio	72.078
- approccio analitico	76.335

Tabella A.2.12 – Analisi di reattività della stima del danno ambientale al variare del costo di impianto, con riferimento all'approccio intermedio.

	Costo di impianto (€/ha)		
	2.000	3.000	4.000
Danno ambientale (€)	48.052	72.078	96.104

Tabella A.2.13 – Analisi di reattività della stima del danno ambientale al variare del costo di impianto, con riferimento all'approccio analitico.

	Costo di impianto (€/ha)		
	2.000	3.000	4.000
Danno ambientale (€)	60.727	76.335	94.363

Anche da questo confronto emerge come i valori estimativi ottenuti con i due approcci rimangano sostanzialmente comparabili, sebbene la procedura analitica risulti ovviamente meno sensibile di quella intermedia alle variazioni di *CI*. Da notare che quando il valore del costo di impianto viene assunto pari a 2.000 € il danno economico stimato analiticamente risulta addirittura inferiore a quello dell'approccio sintetico: se questa relazione dovesse essere confermata in altri casi, potrebbe fornire un utile orientamento operativo, tenuto conto della semplicità applicativa della procedura di stima basata sui Valori Agricoli Medi.

ESEMPIO DI METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE VOCI  
DI COSTO PER LA COSTRUZIONE DI UN PREZZARIO  
DEI COSTI DI INTERVENTO ANTI-INCENDIO:  
IL PROGRAMMA “TAIB”

Un esempio di metodologia di calcolo delle singole voci di costo per la costruzione di un prezzario dei costi di intervento antincendio, ripresa da BACCHINI *et al.* (2005) e impostata in una serie di fogli del programma Excel di Microsoft Office®, è scaricabile presso il sito [www.aisf.it/AIB](http://www.aisf.it/AIB). L'utilizzo di una simile procedura automatizzata consente – elemento fondamentale nell'utilizzo di ogni prezzario – un aggiornamento semplice a cadenze periodiche, generalmente ogni anno.

La cartella di Excel prevista da TAIB si compone di 70 fogli di calcolo. Dopo un foglio di introduzione per la presentazione del programma è riportato un foglio con il tariffario che presenta i risultati complessivi delle elaborazioni effettuate per le diverse macchine, attrezzature e il personale AIB. Il foglio successivo “Variabili generali” consente di inserire i costi relativi di alcune variabili che vengono impiegate ripetutamente nelle elaborazioni del tariffario AIB. Seguono una serie di fogli contrassegnati con colore della linguetta diverso per tipologie omogenee di macchine, attrezzature, ... Ogni serie è preceduta da alcuni fogli che presentano dati di carattere generale e di sintesi. In particolare sono riportate le seguenti serie di fogli:

- linguette con fondo verde: automezzi (3 fogli generali di presentazione e 9 fogli relativi a specifici automezzi);
- linguette con fondo giallo: manichette (1+9 fogli relativi a diversi tipi di manichette);
- linguette con fondo viola: dispositivi di protezione individuale (2+11 fogli);
- linguette con fondo rosso: attrezzature varie (2+22 fogli);
- linguette con fondo blu: elicotteri (1 foglio);
- linguette con fondo azzurro: manodopera (6 fogli).

L'ultimo foglio presenta una Scheda per il rilevamento dei costi di un singolo intervento AIB collegata ai dati del tariffario.

In ogni foglio viene considerato un automezzo, allestimento speciale, sistema modulare, attrezzatura manuale e meccanica. Preso atto dell'assenza

in Italia di una classificazione dei mezzi destinati all'attività antincendio boschivo (AIB) e ritenute non applicabili sia quella francese sia quella tedesca in quanto molto generiche, si è ritenuto opportuno fare riferimento alla classificazione proposta da SULLI e MARCHI (1995). Le macchine e attrezzature AIB sono state raggruppate in sei categorie: automezzi, manichette, DPI, attrezzature varie, elicotteri, manodopera. Tale classificazione ha evidenti limiti e non si adatta a tutti i contesti operativi e amministrativi<sup>1</sup>. Si ritiene, tuttavia, che questo non sia un aspetto fondamentale per la costruzione di un tariffario. Ben più condizionante è la difficoltà nel contemplare tutto il vasto insieme delle macchine e attrezzature AIB disponibili sul mercato ed effettivamente utilizzate. Il programma TAIB rispecchia le condizioni operative che si riscontrano più frequentemente nel nord Italia ed è auspicabile che sia integrato con il semplice inserimento e condivisione di nuovi fogli. Una eventuale estensione del programma sembra particolarmente utile nella sezione relativa ai sistemi modulari e ai mezzi aerei.

I diversi fogli sono preceduti da un foglio dove sono considerate le variabili generali utilizzate nella stima delle voci di costo di diverse macchine e attrezzature (tasso di interesse, costo del carburante e del lubrificante, costo degli operai impiegati per la manutenzione). Per i gruppi più numerosi di macchine e attrezzature, prima dei fogli che considerano singolarmente ogni macchina o attrezzatura, sono riportati alcuni fogli di presentazione dei dati generali e di sintesi relativi al gruppo.

Per esemplificare l'utilizzo dei fogli di calcolo e offrire un riferimento concreto nella scelta del valore delle diverse variabili necessarie alla costruzione di un tariffario, le procedure di calcolo sono state applicate a un contesto operativo specifico: quello della regione Veneto e, nello specifico, della provincia di Verona (valori riferiti al 2003). A esempio, per calcolare il costo medio orario dell'impiego di volontari, si è inserito il numero di ore/anno di attività degli stessi volontari per tenere correttamente conto dei costi generali del loro utilizzo: questo numero va ovviamente modificato a seconda del contesto di applicazione della procedura.

La metodologia di calcolo delle singole voci di costo è chiaramente illustrata nel foglio di calcolo a cui si rimanda. Nel seguito vengono illustrate alcune delle assunzioni più particolari della procedura adottata nel programma TAIB.

---

<sup>1</sup> La classificazione proposta in CESTI e CESTI (1999) potrebbe essere una valida alternativa a quella impiegata per costruire TAIB.

## AUTOMEZZI ANTINCENDIO

Gli automezzi sono stati suddivisi in due categorie: automezzi adibiti al trasporto di persone e/o materiali ed attrezzature sul luogo dell'incendio, per i quali si è ritenuto di calcolare il solo costo relativo ai chilometri percorsi, ed automezzi che svolgono la prevalente funzione di trasporto acqua sia per la mandata diretta che per il rifornimento di altri veicoli antincendio (sistemi modulari scarrabili, autobotti). Per gli automezzi di trasporto acqua, oltre alla spesa chilometrica relativa alla percorrenza dell'automezzo, si è considerato anche il costo orario commisurato all'utilizzo del sistema modulare, segnatamente del gruppo pompa. Molti allestimenti AIB, soprattutto sui veicoli più pesanti, con maggiori capacità estinguente, sono dotati di pompe azionate dalla presa di forza del veicolo (cioè dal motore del veicolo stesso); in questo caso è opportuno considerare anche il costo orario del veicolo in quanto fonte di energia per l'azionamento della pompa.

*Automezzi*

Per quanto concerne il periodo di ammortamento si è ipotizzata una durata di vita media dell'automezzo inferiore a quella riportata nella manualistica (RIBAUDO, 1986) tenendo presente l'utilizzo in genere particolarmente gravoso dello stesso. Noto il prezzo di acquisto, stabiliti il valore finale e la durata media della vita utile dell'automezzo, si determina il costo annuo di ammortamento.

Il costo dell'assicurazione delle vetture viene contemplato facendo riferimento diretto alle polizze RCA dei vari automezzi (per gli automezzi, come per altre macchine e attrezzature, non si è ipotizzata l'assicurazione contro furto e incendio).

Dopo aver calcolato l'incidenza dei costi fissi, sono presi in considerazione i diversi costi proporzionali. Sulla base dei consumi reali viene determinata la spesa derivante dal consumo di carburante (in genere il costo per chilometro è sempre superiore a quello dichiarato dalla casa costruttrice).

Per valutare i costi di manutenzione, si è ritenuto opportuno ricorrere ad un approccio analitico, basato sulla sommatoria di tutte le voci di spesa sostenute per l'elettrauto, il gommista, l'officina meccanica ed altri interventi, come risultante dai sistemi contabili in genere presenti presso ogni amministrazione.

Le diverse voci di costo annuale sono rapportate al numero dei chilometri percorsi in media dall'automezzo in un anno al fine di determinare il costo medio per chilometro percorso.

### *Sistemi modulari*

Essenziale è risultato definire la composizione dei moduli installati o da installare sui mezzi analizzati, e quindi specificare la tipologia di pompa, le dimensioni della cisterna e la quantità ed il tipo di tubazione installati.

Fra i costi variabili si è considerato il consumo orario di carburante, la spesa relativa al cambio olio motore (nel caso la pompa sia azionata dal motore del veicolo, il costo dell'olio motore va imputato a quest'ultimo) ed alla periodica sostituzione di candele e del filtro aria. Per quanto concerne la manutenzione, in questo come in altri casi si è ipotizzata che essa venga effettuata da personale assunto a tempo indeterminato con qualifica di operaio specializzato<sup>2</sup>.

### MOTOPOMPE

Per determinare il costo, in questo caso orario, conseguente all'utilizzo delle motopompe, dopo aver individuato le diverse tipologie utilizzate nello specifico settore AIB, è stato predisposto un foglio di calcolo con criteri diversi da quelli precedentemente descritti.

Come per gli altri casi, l'analisi viene effettuata attraverso la sommatoria di costi fissi e costi proporzionali; per questi ultimi, però, si è distinta la procedura da utilizzarsi per le motopompe a due tempi e per quelle a quattro tempi (quest'ultima tipologia ha una procedura di stima del tutto analoga a quella impiegata per i generatori elettrici). Per le prime si è valutato il costo del carburante, del lubrificante e della manutenzione; per le seconde, il costo del carburante, della manutenzione e del cambio delle candele, del filtro aria e dell'olio motore. Il periodo di ammortamento è stato valutato con valori compresi fra i sette e i dieci anni a seconda dell'uso e della tipologia costruttiva della pompa.

### ATTREZZATURE MECCANICHE

Nella categoria attrezzature meccaniche, si è calcolato il costo orario di soffiatore, atomizzatore e *Compressor Air Foam System* (CAFS). Tali attrezzature presentano la stessa impostazione di calcolo con la differenza che per il CAFS è stato considerato un consumo superiore di miscela in quanto la cilindrata del motore è maggiore. Fra i costi variabili si è

---

<sup>2</sup> Fra i costi variabili potrebbe anche essere inserita la voce "materiale di consumo", riferita a materiali quali, ad esempio, il tubo semirigido per alte pressioni dell'allestimento o, per le motoseghe, le catene taglienti e le barre di guida (HIPPOLITI, 1997).

considerato il consumo orario di carburante, del lubrificante in esso contenuto e il costo relativo alla manutenzione.

#### ATTREZZATURE VARIE

Nelle attrezzature definite “varie” sono stati raggruppati: vasca mobile, pompa manuale spalleggiata e rimorchio. È stato valutato il costo orario relativo al loro utilizzo attraverso la sommatoria dei costi appartenenti alla categoria costi fissi e costi variabili.

La tipologia di foglio di lavoro elettronico differisce dalle precedenti per quanto concerne la valutazione dei costi proporzionali; in particolare è stato considerato solamente il costo derivante dalla manutenzione periodica; inoltre, per la valutazione dei costi relativi alla vasca mobile, si è considerato un valore finale nullo. Sono stati considerati anche gli interventi di manutenzione straordinaria relativi alle operazioni di verifica, pulizia e stoccaggio che si rendono necessarie a seguito dell'utilizzo della vasca mobile<sup>3</sup>.

#### TUBAZIONI DI TIPO FLESSIBILE

I costi fissi sono stati calcolati considerando la quota di ammortamento e gli interessi passivi maturati sul capitale. I costi proporzionali, invece, sono stati calcolati considerando la sola manutenzione.

Per calcolare il costo annuo della manutenzione si è considerato, oltre alla manutenzione annua ordinaria, a cadenza semestrale che comprende lo stendimento, il test di tenuta, la talcatura ed il riarrotolamento, una manutenzione di tipo occasionale che deve essere computata come costo aggiuntivo ad ogni utilizzo della manichetta e che consiste nell'effettuare le operazioni necessarie alla conservazione dell'integrità della manichetta.

#### ATTREZZI DI TIPO MANUALE

In questa categoria sono raggruppati attrezzi manuali quali la roncola ed il flabello. Per arrivare alla quantificazione del loro costo di impiego orario, si sono considerati i soli costi di ammortamento e gli interessi.

---

<sup>3</sup> Questi costi potrebbero essere considerati anche per gli allestimenti AIB per veicoli e per i gruppi motopompa. Infatti, alla fine del periodo di lotta agli incendi devono essere ripuliti i serbatoi, svuotate e mantenute le pompe per proteggerle dal freddo invernale, ... Inoltre spesso gli allestimenti vengono scarrati per consentire l'impiego del mezzo per altre emergenze di protezione civile.

## ADDITIVI

Per determinare il costo relativo all'utilizzo dei vari additivi estinguenti, si è ritenuto più semplice riferirsi al costo relativo al quantitativo consumato durante lo spegnimento o bonifica del perimetro dell'incendio. Si tenga presente che l'utilizzo di additivi, quali ritardanti o schiumogeni, richiede anche una manutenzione specifica delle attrezzature dopo ogni uso.

## ELICOTTERI

Per calcolare il costo orario degli elicotteri si è sinteticamente fatto riferimento ai costi al minuto definiti nei contratti di appalto del servizio a società private. Nel territorio preso in considerazione per l'applicazione della procedura di calcolo vigono modalità contrattuali di rimborso e, quindi, di costo diverse per l'elicottero principale da quello di riserva. Si sono tenute in considerazione tali specifiche condizioni predisponendo due diverse procedure di calcolo per i due tipi di elicottero. Il dato dei costi è stato stimato sulla base dei minuti di intervento per attività AIB negli anni 1999-2002 definendo una media annua di minuti di volo per AIB. Questo dato si è reso necessario al fine di poter stimare l'incidenza al minuto per il fermo macchina e pronta reperibilità che, sommata al costo al minuto di volo, permettono di ricavare il costo totale al minuto dell'elicottero.

## VOLONTARI

Per quantificare il costo dei volontari non si è ritenuto sufficiente considerare il solo rimborso degli emolumenti versati al lavoratore, nel caso in cui il volontario venga precettato durante l'orario lavorativo<sup>4</sup>, ma sono stati considerati anche una serie di altri elementi di costo quali quelli relativi a: la frequentazione (obbligatoria) da parte dell'operatore volontario di un corso di formazione e l'addestramento periodico, la visita medica da effettuare con cadenza biennale, l'assicurazione del volontario contro il rischio di infortunio e malattia e in ordine alla responsabilità civile derivante da danni a terzi, i DPI, le attrezzature manuali e, infine, le onerose spese di gestione per l'associazione a cui il volontario è necessariamente iscritto. È opportuno ricordare alcune particolarità nella stima di tali costi.

---

<sup>4</sup> Il rimborso da corrispondere al datore di lavoro, essendo molto variabile a seconda del lavoro svolto dal volontario, non è stato considerato come dato medio nel foglio di calcolo; si ipotizza, quindi, che venga esplicitato a consuntivo e sommato ai costi stimati con la procedura ai fini della stima del costo totale di intervento di spegnimento.

### *Formazione*

Ai sensi dell'art. 7, comma 3, lettera b della legge-quadro sul volontariato (L. 266/1991), il personale appartenente alle organizzazioni di volontariato, qualora impiegato nelle attività di spegnimento del fuoco, deve essere dotato di adeguata preparazione professionale, oltre che di certificata idoneità fisica. L'adeguata preparazione professionale viene conseguita a seguito della partecipazione a specifici corsi per operatori AIB a carattere teorico-pratico della durata minima di 12 ore. Per valutare l'incidenza del corso per singolo volontario, il costo relativo al corso va diviso per il numero medio di volontari che lo frequentano e quindi ulteriormente diviso per gli anni di valenza del corso. Un procedimento analogo viene utilizzato per la stima dei costi di addestramento annuale.

### *Protezione individuale degli operatori AIB*

Per la determinazione del costo orario derivante dall'utilizzo di DPI da parte di personale volontario si è considerato un periodo di ammortamento diverso rispetto a quello relativo ai DPI utilizzati dal personale assunto. I DPI utilizzati dai volontari hanno, infatti, un periodo di ammortamento superiore venendo utilizzati con minor frequenza.

### *Accertamenti idoneità fisica*

La metodologia adottata per la valutazione dell'incidenza degli accertamenti di carattere sanitario, obbligatori per legge, risulta uguale a quella adottata per gli operatori regolarmente assunti in quanto il protocollo sanitario è del tutto simile. Da rilevare la differenza di idoneità richiesta ai volontari che operano "fronte fuoco" e a quelli "non fronte fuoco", quindi con preminente funzione logistica; questi ultimi, infatti, necessitano della sola visita medica generale a cura del medico curante, attestante lo stato di buona salute dell'operatore (già certificato di sana e robusta costituzione), mentre gli operatori "fronte fuoco" devono sottoporsi ad una serie più ampia di accertamenti ed analisi.

### *Assicurazioni degli aderenti all'associazione di volontariato AIB*

La procedura prevede il conteggio dei premi assicurativi annui relativi alle polizze contro gli infortuni e le malattie connesse allo svolgimento dell'attività antincendio nonché per la responsabilità civile verso i terzi (assicurazione obbligatoria in base all'art. 4, comma 1 della Legge-quadro sul volontariato).

La sommatoria di queste voci di spesa viene divisa per il numero di volontari abilitati e si determina così il costo annuo relativo a ciascun volontario. Al fine di arrivare alla definizione di un costo su base oraria, è ovviamente necessaria una quantificazione delle ore di operatività su base annua del singolo volontario AIB<sup>5</sup>.

#### PROCEDURA UTILIZZATA PER DETERMINARE IL COSTO DEGLI OPERATORI AIB

Per la determinazione del costo orario complessivo degli operatori AIB si deve considerare, oltre al salario orario, indennità varie ed eventuali e maggiorazioni dovute al lavoro straordinario notturno o festivo. In genere si tratta di operai con rapporto di lavoro a tempo determinato, il cui costo è comprensivo del cosiddetto “terzo elemento”<sup>6</sup>.

Alla paga oraria lorda complessiva, vanno aggiunti gli oneri aziendali che per gli operai a tempo indeterminato costituiscono il 22,59% della paga oraria complessiva. Per stimare il costo orario di un operatore AIB, vengono infine sommati ai costi sopra ricordati quelli relativi alla indennità per la reperibilità e, come per i volontari, il costo orario della formazione, dell'addestramento, dell'idoneità fisica e della protezione individuale; inoltre, va considerata, qualora presente, la quota aggiuntiva dovuta all'indennità mensa.

---

<sup>5</sup> Nel contesto di riferimento per l'applicazione della procedura (la provincia di Verona), caratterizzato dalla presenza di diverse associazioni di volontariato e, quindi, da condizioni varie di costi operativi, si è effettuata un'elaborazione della serie storica degli incendi finalizzata alla determinazione della durata media dell'azione di spegnimento di un singolo evento. È risultato che lo spegnimento di un incendio di medie dimensioni comporta 184 minuti di lavoro e che un volontario dei 334 operativi nella provincia in media, in un anno, interviene nell'estinzione di tre incendi. Ne consegue, quindi, che un volontario è operativo in media circa nove ore l'anno.

<sup>6</sup> Gli istituti riconosciuti che costituiscono il “terzo elemento” sono: ferie, tredicesima mensilità, quattordicesima mensilità, festività nazionali ed infrasettimanali di cui al 3° comma dell'art. 11 del Contratto nazionale, riduzione di orario di lavoro. Il “terzo elemento”, viene applicato sul minimo contrattuale nazionale conglobato e su quello integrativo. La percentuale di tale indennità è pari al 31,36% e convenzionalmente viene scomposta nel modo seguente: ferie, 8,85%; festività nazionali ed infrasettimanali, 4,81%; tredicesima mensilità, 8,85%; quattordicesima mensilità, 8,85%.

## ALTRI METODI DI VALUTAZIONE DELLA MORTALITÀ POST-INCENDIO

Per definire gli effetti negativi prodotti dall'incendio su un ecosistema è fondamentale riferirsi alla gravità dell'evento. Il danno dipende, infatti, da numerosi fattori, relativi alla specie interessata, al tipo di copertura vegetale, alla stagione in cui avviene l'incendio, al comportamento del fronte di fiamma e in particolare all'intensità del fronte (BOVIO, 1996a; LEONE e LOVREGGIO, 2005). Eventi di ridotta intensità, che rientrano nella categoria degli *incendi radenti*, per loro natura producono modesti traumi termici, solo a livello del tronco delle piante e parziale scottatura (*strinatura*) delle foglie dei palchi più bassi, determinando quindi soltanto una momentanea riduzione dell'accrescimento della pianta. Incendi di maggior intensità e diffusibilità (*incendi di chioma*), dovuti a condizioni predisponenti critiche (pericolosa situazione meteorologica, particolare esposizione dei versanti, caratteristiche intrinseche e strutturali della copertura vegetale, con continuità verticale dei combustibili, densità eccessiva dovuta ad assenza di cure selvicolturali) possono essere causa di danni letali a tutti gli organi vitali delle piante (fusto, chioma), tali da indurre la morte di gran parte del soprassuolo.

Nella valutazione del danno alle piante è, pertanto, prioritario stabilire il tipo di evento che ha prodotto i traumi e le sue caratteristiche; si consideri, infatti, che con il termine di incendio si possono indicare eventi con un ampio campo di variazione dei parametri di comportamento, le cui conseguenze sono pertanto molto diversificate (Tabella App.2.1).

Tabella App.2.1 – Campo di variazione dei parametri descrittivi del comportamento del fuoco.

Parametro	min	max
Temperatura (°C)	50	>1.500
Energia per unità superficie (kcal/m <sup>2</sup> )	260	10.000
Intensità lineare (kW/m)	<10	150.000
Altezza di fiamma (m)	0,05	300
Velocità di propagazione (m/ora)	0,5	25.000

Nella valutazione dei danni, oltre a quelli direttamente subiti dal soprassuolo e immediatamente valutabili o desumibili anche dalle tracce residue del passaggio del fuoco, sarebbe opportuno fare riferimento alla cosiddetta *fire severity*, cioè all'insieme dei danni che le componenti dell'ecosistema subiscono e che sono percepibili, dopo il passaggio del fuoco, con misure qualitative riferite all'azione del rialzo termico sopra e sotto la superficie del suolo (BENAVIDEZ e RUSSELL, 2004).

Si tratta di un concetto più ampio della *fire intensity*, che coinvolge solo il rialzo termico nell'atmosfera e i danni alla componente epigea del soprassuolo. La *fire severity* può, infatti, definirsi come la misura dei cambiamenti fisici di un'area, causata dal fuoco (SOUSA, 1984).

Un esempio di riferimento per la definizione di *fire severity* (traducibile come *gravità delle conseguenze*) è la *Burned Area Emergency Rehabilitation*, correntemente adottata negli USA nel caso di incendi di rilevanti dimensioni, che analizza il possibile impatto del fuoco sulla stabilità complessiva di un bacino, e in particolare le conseguenze a livello di suolo, identificando le aree percorse in funzione dell'intensità del danno che appaiono manifestamente su suolo, lettiera, vegetazione, ... (ROBICHAUD *et al.*, 2000; PARSONS e ORLEMANN, 2004).

La *fire severity* può essere stimata attraverso varie componenti di danno apprezzabili anche visivamente, come riportato, a mò di esempio, nelle Tabelle App.2.2 e App.2.3.

Tabella App.2.2 – Classificazione della severità secondo *Burned Area Emergency Rehabilitation*.

Molto bassa	Mosaico di aree intatte e di aree a bassissima intensità di fuoco di superficie Minimo consumo di copertura e minima mortalità della vegetazione Chiome vigorose e verdi Bassa mortalità di alberi e cespugli
Bassa	Vegetazione appena scottata ( <i>lightly scorched</i> ) Pochi grossi alberi morti Consumato solo combustibile di piccole dimensioni
Moderata	Consumata buona parte della lettiera Combustibili fini al suolo tutti consumati Mortalità alberi dal 40 all'80%
Alta	Chiome tutte consumate Poche o niente foglie o aghi residui Mortalità prossima al 100%

Tabella App.2.3 – Classificazione della severità del passaggio del fuoco in soprassuoli forestali (da: HUNGERFORD, 1996; DEBANO, 1998; in: ROBICHAUD *et al.*, 2000).

Suolo e lettiera	Bassa	Moderata	Alta
Lettiera	Scottata, carbonizzata, consumata	Consumata	Consumata
Lettiera decomposta	Intatta, carbonizzata in superficie	Carbonizzata in profondità, consumata	Consumata
Residui di piccola taglia	Parzialmente consumati, carbonizzati	Consumati	Consumati
Residui grossolani, tronchi	Carbonizzati	Carbonizzati	Consumati, profondamente carbonizzati
Cenere	Nera	Colore chiaro	Arancione, rossiccia
Suolo minerale	Inalterato	Inalterato	Alterato nella struttura e porosità
Temperatura a 10 mm di profondità	< 50°C	100-200°C	> 250°C
Profondità a cui si verifica la temperatura letale per s.o. del suolo	10 mm	50 mm	160 mm

Appare poi fondamentale una valutazione dello stato dei singoli alberi, per decidere quali e quando eliminarli, se necessario e non in contrasto con la strategia di recupero della specie. Esistono diversi metodi di stima del danno, ognuno dei quali fornisce risultati più o meno attendibili in funzione del tipo di parametro e del numero di fattori che vengono presi in considerazione; essi sono di seguito elencati:

- stima visuale (immediata e differita);
- esame olfattivo;
- ricerca di etanolo nei tessuti cambiali;
- prove chimiche di vitalità (tetrazolio, ortotolodiene);
- misurazione diretta dello stato fisiologico delle piante;

- valutazione indiretta: abachi, modelli matematici, software (Fofem, Behave, Visual Behave).

La stima visuale, spesso utilizzata per una prima valutazione, fornisce una indicazione di massima del danno che il soprassuolo ha subito, ma non permette precisione nella stima: quasi sempre, infatti, si sopravvalutano, anche psicologicamente, gli effetti del fuoco, che al momento possono apparire rilevanti.

Le capacità naturali di ripresa del soprassuolo, nel tempo, dovrebbero scongiurare frettolose decisioni di eliminazione di soggetti, esaminati subito dopo il passaggio del fuoco e apparentemente condannati.

Il metodo della stima visuale viene impiegato nella prima fase di identificazione delle aree per entità del danno. DE RONDE (1982) in impianti di conifere, in particolare di specie appartenenti al genere *Pinus*, suggerisce una valutazione degli effetti del fuoco articolata in fasi distinte, in funzione del tempo intercorso dal momento dell'evento:

- a) valutazione preliminare, immediatamente successiva al passaggio del fuoco, con identificazione e delimitazione dell'area interessata dall'incendio, e successiva suddivisione in funzione delle specie presenti e della loro età, per definire parcelle a diverso grado di resistenza delle piante;
- b) valutazione del danno nelle due settimane dopo l'incendio procedendo, con la stima visuale, a una prima identificazione delle aree in cui le piante presentano scottatura della chioma e assenza del danno al cambio. Le parcelle così classificate vengono ulteriormente analizzate in modo da differenziarle in zone con piante condannate a sicura morte e zone con individui con buona possibilità di sopravvivenza. La seconda fase della valutazione prevede la stima del danno al cambio, in funzione del livello di decolorazione e la determinazione di eventuale danno alle radici, in base alla posizione rispetto gli strati di terreno (superficiale, profondo) e allo spessore della lettiera;
- c) valutazione del danno dopo circa due mesi dall'evento, allo scopo di riconfermare o rettificare le decisioni prese nelle precedenti fasi.

Nelle querce (PLUMB, 1979) con il metodo dell'*evidenza visiva* si considera danneggiato il cambio se la corteccia è completamente consumata e/o spaccata e separata dal legno.

Quando la corteccia, sebbene completamente carbonizzata, è spessa, intatta e fermamente attaccata al legno, è necessario tagliarla per verificare le condizioni del cambio.

Se la parete interna della corteccia ha una tonalità gialla, e non bianca o rosa, esso è morto o seriamente danneggiato.

Il cambio e il legno potrebbero anche macchiarsi di nero o marrone-nero, sebbene la parte interna della corteccia appaia sana. Non è ancora ben chiaro se il tessuto macchiato sia definibile morto, né quanto tempo dopo il fuoco compare la decolorazione.

Il metodo di valutazione olfattiva si basa sulla percezione di un odore “vinoso” che i tessuti cambiali danneggiati emanano per la fermentazione della linfa che determina l’essalazione di composti aromatici (PLUMB, 1979).

L’aroma di legno impregnato di vino è percepibile a partire dalla seconda settimana, con fragranza sino a diversi mesi dopo il fuoco; non è nota la durata di permanenza dell’aroma, né il periodo di inizio della fermentazione. Il test dell’aroma, per verificare se il tessuto è stato danneggiato, può essere attuato quando la parte interna della corteccia è tagliata (o comunque fessurata).

Il metodo olfattivo è confermato dal metodo chimico di ricerca di etanolo nei tessuti: in *Pinus ponderosa* KELSEY e GLADWIN (2003) hanno dimostrato che il contenuto di tale sostanza nella linfa, quindici giorni dopo il passaggio del fuoco, è proporzionale al livello di danno, risultando da 15 a 53 volte maggiore del contenuto normale. Il contenuto di etanolo, misurato al sedicesimo giorno, secondo gli autori è il miglior predittore di mortalità nel secondo anno, per soggetti con danno di chioma da grave a molto grave.

Il grado di danno di tessuto può essere identificato mediante una reazione biochimica che produce differenze cromatiche. I test sono simili a quelli utilizzati per valutare la vitalità dei semi (PLUMB, 1979). Come riportato in Tabella App.2.4, i tessuti danneggiati a contatto con composti chimici organici subiscono un viraggio cromatico e il colore risultante indica anomalie sintomatiche di un tessuto morto.

#### VALUTAZIONE A LIVELLO DI INTERO SOPRASSUOLO

Per la valutazione complessiva dei danni da fuoco a livello di intero soprassuolo, sono stati proposti due diversi approcci:

- a) valutazione indiretta del tipo e del grado del danno;
- b) misurazione diretta dello stato fisiologico degli alberi.

I metodi indiretti stimano gli effetti delle elevate temperature sugli organi vitali, valutando i *parametri di danno* che indirettamente quantificano il tipo e il grado di danno a livello dell’intero soprassuolo o di singola pianta, mentre i metodi diretti effettuano la valutazione del danno direttamente attraverso lo stato fisiologico della pianta.

Tabella App.2.4 – Metodi utilizzati per la verifica della vitalità dei tessuti vegetali di alberi danneggiati dal fuoco.

Metodo di verifica	Procedura generale	Utilità
Visivo	Osservazione diretta del grado di carbonizzazione del tronco	Metodo rapido, semplice; il successo dipende dalla specie e dal diametro del fusto
	Taglio dalla corteccia al legno; la corteccia (parte interna) morta è gialla o nera, il cambio diventa nero se danneggiato	Il tempo cancella l'effetto; l'effetto del tempo trascorso dopo il fuoco è sconosciuto
Aroma	Taglio dalla corteccia al legno; la parte interna della corteccia ha un particolare aroma di sostanza fermentata (odore vinoso)	Il tempo cancella l'effetto, ma il metodo è semplice; il successo dipende dalla specie e dal diametro del fusto
Biochimico	Taglio del tessuto ed applicazione di una soluzione chimica	Il responso del colore potrebbe non comparire
	Test della perossidasi (perossido di urea con aggiunta di ortotolidina 1% di soluzione in 95% di metanolo); i tessuti sani dovrebbero virare al blu o al nero-blu; color verde bluastrò indica tessuti morti	Un tessuto sano potrebbe dare un colore blu screziato, non identificando univocamente il livello di danno del tessuto; tecnica utile in campo
	Test del cloruro di tetrazolio; i tessuti sani virerebbero al rosso (test della deidrogenasi)	Risultati non univoci; test da eseguire al buio, poiché la luce induce colorazione

Il metodo della valutazione dei parametri di danno consente di stimare l'effetto del passaggio del fuoco su un soprassuolo attraverso la misura di parametri riguardanti essenzialmente il danno alla chioma e al tronco; il primo include i danni dovuti all'azione del calore e della fiamma (strinatura e totale consumo delle foglie) mentre il secondo si riferisce solo agli effetti sul cambio (LEONE e LOVREGGIO, 2005).

Oltre a rilevare i parametri descrittivi del danno, si rende necessario effettuare misurazioni dendrometriche pre-incendio, al fine di determinare grandezze derivate che servono a descrivere ulteriormente l'entità del danno (RIGOLOT, 1990; LEONE e LOVREGGIO, 2005).

I rilievi vanno eseguiti nell'anno dall'incendio o, al massimo, nei successivi primi anni, al fine di effettuare più facilmente le misurazioni e ottenere risultati più attendibili, quando sono ancora ben evidenti i segni del

passaggio del fuoco sulla pianta (RIGOLOTT, 1990; LEONE e LOVREGGIO, 2005). Nelle aree da rilevare si procede alla misurazione dei parametri sottoelencati:

- 1) parametri dendrometrici pre-incendio:
  - diametro a 1,30 m;
  - altezza totale;
  - indice di snellezza;
  - altezza di inserzione della chioma;
  - rapporto di chioma;
- 2) parametri descrittivi del danno della chioma:
  - altezza di strinatura o scottatura della chioma;
  - lunghezza della chioma scottata;
  - percentuale di chioma scottata a morte.
- 3) parametri descrittivi del danno al fusto:
  - altezza di scottatura del fusto;
  - percentuale di tronco scottato;
  - spessore della corteccia.

La probabilità di vita/morte della singola pianta o dell'intero soprassuolo può esser valutata mediante l'impiego di appositi abachi, come quello di REINHARDT e RYAN (1988) sulla base di:

- percentuale di chioma danneggiata, determinata in funzione dell'altezza dell'albero, del rapporto di chioma e dell'altezza di scottatura della chioma;
- spessore della corteccia, valutabile direttamente oppure attraverso opportune equazioni in funzione del diametro del fusto (KEANE *et al.*, 1989).

I dati rappresentano i parametri di ingresso per determinare la probabilità di morte di popolamenti e/o di singole piante mediante l'impiego di appositi nomogrammi.

Valori della mortalità possono essere valutati anche mediante l'impiego di software specifici, come Fofem (*First Order Fire Effects Model*, REINHARDT *et al.*, 1997) o del ben noto Behave nelle sue diverse versioni, che presenta una opzione "mortalità" (BURGAN e ROTHERMEL, 1984; ANDREWS, 1986). Particolarmente utile, per la semplicità di impiego, è l'opzione "mortalità" inserita nel software Visual Behave, che fornisce, sulla base dell'intensità del fronte di fiamma calcolato in rapporto ai 13 modelli di combustibili descritti da ANDERSON (1982), la mortalità del soprassuolo arboreo in funzione di:

- temperatura dell'aria;
- altezza media del soprassuolo;
- rapporto di chioma;
- specie arborea;
- spessore della corteccia.

Visual Behave, realizzato in Spagna dal Servizio forestale della Regione Autonoma dell'Aragona, fornisce anche l'altezza di scottatura a partire dai medesimi dati di input.

Ulteriori strumenti di valutazione, che forniscono indicazioni di massima per il recupero e la ricostituzione di popolamenti danneggiati, a supporto della decisione se eliminare o meno singoli soggetti, si basano su regressioni logistiche in grado di predire, in termini probabilistici, la mortalità delle singole piante in funzione di parametri dendrometrici di danno o derivati di questi (ANFODILLO *et al.*, 1997). A esempio, una regressione logistica per formazioni di *Pinus halepensis* Mill. in Italia (LOVREGLIO *et al.*, 1999), di impiego pratico e con buone capacità di predizione della probabilità di sopravvivenza arborea post-incendio ( $P_s$ ), è:

$$P_s = \frac{1}{1 + e^{-7,0799 - 0,0811 * X_1 - 0,0003 * X_2 - 0,0644 * X_3}}$$

dove:

$X_1$  = diametro a 1,30 m (cm);

$X_2$  = altezza di scottatura sul tronco (m);

$X_3$  = percentuale di scottatura della chioma (%).

I metodi diretti si avvalgono di strumenti specifici per stimare il danno prodotto dall'azione di agenti esterni (abiotici e/o biotici) sui vegetali. Queste tecniche hanno il vantaggio di essere non distruttive, a differenza di altri metodi che, prevedendo l'impiego di sostanze chimiche, possono danneggiare ulteriormente la pianta.

I metodi diretti consentono la valutazione della risposta fisiologica di soggetti sottoposti allo stress del fuoco, attraverso misure elettriche con opportuni strumenti (conduttimetro, galvanometro, amperometro). Le misure valutano lo stato fisiologico delle piante e i possibili stati di stress (dovuti a danni a livello del tessuto cambiale prodotti da insetti, da patogeni, da freddo e da fuoco) sulla base della variazione di conducibilità indotta dalla rottura delle pareti cellulari e dall'aumento della concentrazione dei succhi cellulari.

Le tecniche per la valutazione dei danni da fuoco prevedono la misurazione di parametri bioelettrici quali: geofitocorrente; resistenza

elettrica al cambio (REC); onde quadrate. L'impiego della resistenza elettrica al cambio ha il vantaggio di fornire all'operatore forestale uno strumento speditivo, di valido apporto in fasi decisionali che si presentano in caso di interventi selvicolturali di natura fitosanitaria e gestionale in senso lato. Lo strumento di misura utilizzato è lo *shigometro*, apparato portatile che misura la conduttività e che prende il nome dal suo inventore (SHIGO e SHORTLE, 1985). Valori bassi di REC indicano su alberi vivi vitalità relativamente alta, mentre una resistenza elevata indica un albero sofferente o in pausa vegetativa.

Finito di stampare nel mese di ottobre 2007  
dalla Tipografia Coppini – Firenze