



Elementi conoscitivi e orientamenti per un modello di gestione assicurativa dei rischi in selvicoltura e arboricoltura da legno

PIERMARIA CORONA, PAOLO CANTIANI, GIAN ANTONIO BATTISTEL, CLAUDIA BECAGLI,
FRANCESCO CARBONE, FRANCESCO CHIANUCCI, PIER MARIO CHIARABAGLIO, MARCO
CIOLLI, CARLOTTA FERRARA, DUCCIO MIGLIORINI, RAOUL ROMANO, MANUELA PLUTINO,
ALBERTO SANTINI, SANDRO SACCHELLI

Elementi conoscitivi e orientamenti per un modello di gestione assicurativa dei rischi in selvicoltura e arboricoltura da legno

PIERMARIA CORONA, PAOLO CANTIANI, GIAN ANTONIO BATTISTEL, CLAUDIA BECAGLI, FRANCESCO CARBONE, FRANCESCO CHIANUCCI, PIER MARIO CHIARABAGLIO, MARCO CIOLLI, CARLOTTA FERRARA, DUCCIO MIGLIORINI, RAOUL ROMANO, MANUELA PLUTINO, ALBERTO SANTINI, SANDRO SACCHELLI

ELEMENTI CONOSCITIVI E ORIENTAMENTI PER UN MODELLO DI GESTIONE ASSICURATIVA DEI RISCHI IN SELVICOLTURA E ARBORICOLTURA DA LEGNO

Pubblicazione realizzata dal Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA) nell'ambito delle attività previste dalle Schede 22.1 e 22.2 del programma Rete Rurale Nazionale (RRN) 2014-2020.

AUTORI

Piermaria Corona - CREA Foreste e Legno
Paolo Cantiani - CREA Foreste e Legno
Gian Antonio Battistel - Fondazione Edmund Mach, IASMA
Claudia Becagli - CREA Agricoltura e Ambiente
Francesco Carbone - Università della Tuscia
Francesco Chianucci - CREA Foreste e Legno
Pier Mario Chiarabaglio - CREA Foreste e Legno
Marco Ciolli - Università di Trento
Carlotta Ferrara - CREA Foreste e Legno
Duccio Migliorini - CNR, Istituto per la Protezione Sostenibile delle Piante
Raoul Romano - CREA Politiche e Bioeconomia
Manuela Plutino - CREA Foreste e Legno
Alberto Santini - CNR, Istituto per la Protezione Sostenibile delle Piante
Sandro Sacchelli - Università di Firenze

REVISORI

Marco Ciolli - Università di Trento
Alessandro Paoletto - CREA Foreste e Legno

IMPAGINAZIONE E ILLUSTRAZIONI

Blu Fast snc

EDITORE

Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA)

FORMA DI CITAZIONE CONSIGLIATA

Corona et al., 2022. *Elementi conoscitivi e orientamenti per un modello di gestione assicurativa dei rischi in selvicoltura e arboricoltura da legno*. Rete Rurale Nazionale 2014-2020, Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Roma, ISBN: 9788833851891

dedicato a Paolo Cantiani

*“Nessuno m’ha mai detto “Volerai”. Nessuno m’ha promesso “Non morirai”.
Eppur senz’ali ho già volato tanto e “ora” senza alcun rimpianto,
di promesse mancate, di cose incompiute, senza pena aggiunta
mi preparo a volare un’altra volta”.*
(Tiziano Terzani)

Sommario

1. Introduzione	<i>p. 11</i>
2. Concetto di rischio e aspetti generali delle assicurazioni	<i>p. 13</i>
3. Rischi, gestione forestale ed effetto dei cambiamenti climatici	<i>p. 17</i>
4. Gestione del rischio nella politica di sviluppo rurale ed esempi di processi assicurativi delle foreste	<i>p. 21</i>
5. Tipologia dei principali danni al patrimonio boschivo	<i>p. 27</i>
6. Elementi per la stima del danno	<i>p. 43</i>
7. Modelli attuariali per il settore forestale	<i>p. 51</i>
8. Assicurazione del rischio in pioppicoltura	<i>p. 55</i>
9. Conclusioni	<i>p. 61</i>
Bibliografia	<i>p. 63</i>
Appendici	<i>p. 67</i>
Appendice 1 - Esempio di valutazione economica dei danni da incendi boschivi	<i>p. 69</i>
Appendice 2 - Danni da vento: esempio di approfondimento estimativo sulla tempesta “Vaia” in Trentino	<i>p. 71</i>
Appendice 3 - Elementi per la stima del danno della fauna alle colture forestali	<i>p. 85</i>

Introduzione

Questa monografia è stata realizzata nell'ambito delle attività del **programma Rete Rurale Nazionale 2014-2020** del Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali (MIPAAF), finalizzate ad agevolare l'attuazione delle politiche di sviluppo rurale attraverso azioni di:

supporto alle amministrazioni regionali e locali, e coinvolgimento del partenariato e delle organizzazioni di settore; informazione del pubblico e dei potenziali beneficiari in merito a eventuali possibilità di finanziamento nell'attuazione delle misure previste dai programmi di sviluppo rurale regionali; promozione dell'innovazione tecnologica e di processo nel settore agricolo, alimentare, selvicolturale e delle zone rurali.

In particolare, questo documento analizza una tematica relativamente poco conosciuta ma di grande attualità per il settore forestale, quella della **gestione assicurativa dei rischi in selvicoltura e arboricoltura da legno**, sintetizzandone le principali potenzialità e criticità.

Il recente incremento nella frequenza di **eventi naturali estremi, calamità antropogeniche** e i processi di **globalizzazione dei mercati** hanno aumentato l'esposizione al rischio da parte di proprietari e gestori di boschi e piantagioni da legno. Pratiche di **risk management** (letteralmente, gestione del rischio: **processo** aziendale volto alla gestione **completa e integrata** dei rischi, mediante attività sistematiche quali **identificazione, misurazione, valutazione e trattamento** del rischio) sono abbastanza consolidate in pioppicoltura, mentre nel settore più prettamente forestale la gestione del rischio è tradizionalmente basata su **regole e linee guida ad hoc**, disponibili soprattutto con riferimento agli incendi boschivi. In questo contesto va, peraltro, evidenziato che il **decreto MIPAAF del 28 ottobre 2021 attuativo dell'art. 6 del Testo Unico Forestale** (d.lgs. 34/2018) prevede l'obbligatorietà di **misure per la gestione dei rischi naturali** e l'adattamento ai cambiamenti climatici sia per i **piani forestali di indirizzo territoriale** che per i **piani di gestione forestale**.

Nella pratica, il tema del *risk management* è stato finora in gran parte ignorato dai proprietari forestali: il regime di gestione di una data proprietà forestale è in genere implicitamente definito a partire dall'assunto deterministico che lo sviluppo dei popolamenti e l'esito degli interventi gestionali siano prevedibili con buon grado di certezza. Negli ultimi anni va, però, emergendo la constatazione e la consapevolezza che i **risultati della gestione di sistemi complessi quali quelli forestali sono intrinsecamente incerti** (Nocentini et al. 2017). Questa incertezza, connessa anche all'incremento nella frequenza di eventi naturali estremi e di calamità antropogeniche, **può favorire l'abbandono delle attività gestionali e far contrarre la propensione a investire nel settore**, con evidenti ricadute socioeconomiche, oltre che in termini di rischi per l'assetto idrogeologico e l'incolumità pubblica. Più in generale, si registra un crescente impatto su tutte le categorie di benefici ecosistemici forniti dai boschi, da quelli di base (supporto alla vita) fino a quelli di approvvigionamento, regolazione e culturali.

D'altro canto, tale impatto può rendere **insostenibile economicamente una assistenza completa di compensazione pubblica post-evento** (Chen et al. 2014).

In questo contesto risulta, dunque, sempre più interessante anche per il settore forestale l'**adozione di forme assicurative** volte a contenere il rischio finanziario connesso ai vari tipi di possibili danni rendendo disponibili, in tempi brevi dopo l'occorrenza di calamità, le risorse necessarie al

Il ripristino dei patrimoni danneggiati. Di fatto, sebbene a scala mondiale la massima parte del patrimonio forestale non sia oggetto di assicurazione, in vari Paesi si va riscontrando un crescente interesse per la **gestione assicurativa del rischio**, con prioritario (ma non esclusivo) riferimento alle piantagioni da legno: esempi su larga scala territoriale si hanno in Cile, Stati Uniti, Cina, Francia, Sud Africa, Svezia, Norvegia e Finlandia, dove, in particolare, i forti incendi e le tempeste di vento degli ultimi decenni hanno stimolato in modo significativo la promozione di misure assicurative, a livello sia privato che pubblico.

Concetto di *rischio* e aspetti generali delle *assicurazioni*

In materia assicurativa per **rischio** si intende la possibilità di avveramento di un fatto futuro e incerto. Il rischio è elemento essenziale del contratto di assicurazione: se manca, il contratto è nullo; se cessa, il contratto si scioglie; se varia di intensità, il contratto si deve adeguare (www.diritto.it/il-rischio-nei-contratti-assicurativi/).

In base alla normativa vigente (d.lgs. 81/2008), il rischio è definito come la **probabilità di raggiungimento del livello potenziale di danno nelle condizioni di impiego o di esposizione a un determinato fattore o agente oppure alla loro combinazione**. Il rischio, dunque, fa riferimento a un concetto probabilistico poiché rappresenta la probabilità che si verifichi un evento economicamente sfavorevole per l'assicurato e in grado di causare uno o più danni. In altre parole, la definizione di rischio (R) è connessa alla presenza di una fonte di pericolo e alle reali possibilità che possa trasformarsi in un danno e, formalmente, può essere espresso dal prodotto:

$$R = P \times V \times E$$

dove: P = probabilità che l'evento accada in un determinato arco temporale; V = vulnerabilità del bene (percentuale di danneggiamento, in caso di accadimento dell'evento) dipendente dalle caratteristiche intrinseche del bene e dell'evento; E = esposizione, ovvero il "valore del bene" (vite umane, valore capitale, etc.).

Il **danno** (D, v. anche Box 1) è da ricondurre al prodotto:

$$D = V \times E$$

Box 1. Concetto di danno

Secondo Treccani, danno, dal latino *damnum*, è termine che si oppone a vantaggio, giovamento, utilità, guadagno, per indicare l'effetto, soggettivamente considerato, di tutto ciò che in qualche modo nuoce a persone, enti, cose (www.treccani.it/vocabolario/danno/). Secondo Garzanti, danno è "tutto ciò che rappresenta una perdita, una riduzione, una lesione dell'integrità o della utilizzabilità, del valore di qualcosa" (www.garzanti-linguistica.it/).

Dal punto di vista giuridico, il danno è correlato alla lesione di un interesse di un soggetto, ovvero alla lesione del valore patrimoniale di un bene (Castellini e Devenuto 2014).

Il contratto di assicurazione contro i danni secondo l'art. 1882 del c.c. è quel contratto "col quale l'assicuratore, verso pagamento di un premio, si obbliga a rivalere l'assicurato, entro i limiti convenuti del danno patrimoniale ad esso prodotto da un sinistro". Perché vi possa essere indennizzo è necessario che il danno patrimoniale sia la conseguenza di ciò che è definito come rischio dalla polizza stipulata. Allo scopo di contenere eventuali frodi l'entità del risarcimento deve essere inferiore all'ammontare effettivo del danno occorso (Polelli e Corsi 2008).

Gli aspetti economici lesi dal danno possono riguardare singoli individui, comunità, imprese, beni e servizi, ambiente, territorio oltre a strutture e infrastrutture in esso presenti: in questo senso il concetto di danno, come consolidato dalla letteratura estimativa, è svolto su base comparativa e riferito a parametri di mercato (Simonotti 1997, 2006).

Il rischio consiste in uno stato di incertezza in relazione al verificarsi di un fatto, sia esso di origine umana che naturale. L'evento oggetto del rischio deve essere futuro, altrimenti non sarebbe incerto; inoltre, deve essere possibile e la maggiore o minore possibilità di accadimento incide sulla misura del **premio di assicurazione**, che è la somma che il contraente deve versare alla **compagnia assicurativa**, in genere su base annuale, in modo che la copertura di rischio risulti valida. Il rischio al quale è esposto il patrimonio assicurato può restare allo stato potenziale, oppure trasformarsi in atto, in conseguenza del prodursi dell'evento: in questo caso si parla di **rischio verificato** (www.diritto.it/il-rischio-nei-contratti-assicurativi/).

Nel gergo dell'assicurazione per danni il fatto futuro prende il nome di **sinistro** e consiste in un pregiudizio al patrimonio dell'assicurato, in forma di **danno emergente** e/o **lucro cessante** (v. § 6).

È raro che l'assicuratore garantisca il ristoro di qualsiasi tipo di danno che colpisca il bene assicurato, derivante da qualsiasi causa e prodottosi con qualsiasi modalità. Le parti, nell'esercizio della loro autonomia negoziale, di solito selezionano gli interessi da tutelare e i rischi dai quali intendono essere tutelati. Questa azione prende il nome di **delimitazione del rischio assicurato** e costituisce il punto focale di ogni contratto assicurativo. È attraverso la delimitazione del rischio che assicuratore e assicurato pattuiscono i limiti della prestazione del primo e, in corrispondenza, i confini dei diritti del secondo. Per effetto della delimitazione del rischio si determina l'ambito del rischio assicurato, che è quello descritto nel contratto, e, al contrario, del rischio escluso (cioè quello che astrattamente rientra nel rischio assicurato, ma escluso per espressa previsione di polizza) e di quello non compreso (cioè avente in oggetto eventi diversi da quelli assicurati). Peraltro, la delimitazione del rischio non può essere tale da escluderlo interamente, perché in questo caso il contratto sarebbe nullo: ad esempio, un'assicurazione per danni da vento non può prevedere che la copertura operi soltanto se la velocità del vento è inferiore a 50 km/h, perché questo significherebbe restringere il rischio di danno sino al punto di annullarlo.

Quando i proprietari di patrimoni più esposti al rischio sono più propensi ad assicurarsi rispetto a soggetti con patrimoni meno esposti si incorre in un aspetto della cosiddetta **selezione avversa** (Manley e Watt 2009). Nel caso dei danni forestali, il fenomeno di selezione avversa può sussistere quando il numero di contraenti della specifica tutela tende a concentrarsi solamente in alcune aree (come attualmente avviene, a esempio, in pioppicoltura): ne consegue una più elevata esposizione al rischio da parte delle compagnie assicurative nel caso di manifestazione dell'evento, in quanto nelle altre aree sarà molto minore la richiesta di assicurazione da parte di potenziali clienti. La determinazione di premi differenziati, sulla base di conoscenze specifiche su base geografica (ad esempio, mappe di pericolo e di rischio), può permettere di controllare questo fenomeno. Un'altra modalità per limitare la selezione avversa è rendere obbligatoria la stipula della polizza assicurativa da parte di tutti i potenziali clienti.



Foto 2.1. Bosco percorso da incendio in Valle d'Aosta (foto: G. Vacchiano).

Infine, tra i rischi correlati a un sistema assicurativo vi è l'**insolvenza**. Il rischio di insolvenza in capo alla compagnia assicuratrice può verificarsi quando insorgono simultaneamente molti sinistri con richiesta di risarcimento legati al medesimo evento e nella stessa area. Il rischio di insolvenza può teoricamente manifestarsi in modo non trascurabile nel caso dei danni al patrimonio forestale su larga scala per incendi, tempeste da vento, pullulazioni parassitarie, etc., ed è uno degli aspetti che tende a scoraggiare il comparto assicurativo privato a prestare copertura qualora non sussista la possibilità di riassicurare il rischio o di una garanzia di ultima istanza prestata dal settore pubblico.

Qualora le compagnie assicurative non dispongano dei mezzi tecnico-finanziari necessari a indennizzare gli assicurati per danni legati a eventi di grandi dimensioni o concentrati nel tempo, possono ricorrere alla **riassicurazione**, ovvero uno strumento assicurativo che permette alle compagnie di assicurarsi a loro volta.

Per istituire una effettiva tutela assicurativa devono poter essere definiti, con un adeguato livello di attendibilità (stabilito dall'incontro tra domanda e offerta di assicurazioni), tutti i parametri ricompresi nei modelli per la determinazione del premio di assicurazione (**modelli attuariali**: v. § 7): probabilità di accadimento dell'evento, grado di vulnerabilità dei beni assicurati, esposizione del bene (come precedentemente definita), costi fissi delle compagnie assicurative, livello di partecipazione al mercato assicurativo, etc. Nella gran parte dei casi, in ambito forestale **queste valutazioni sono difficili**: *in primis*, gli eventi hanno frequenze di accadimento relativamente basse sullo stesso soprassuolo e, tranne per quanto riguarda gli incendi, spesso vi è una carenza di serie storiche consolidate; *in secundis*, non sono in genere disponibili procedure per la previsione dei danni che possono avere elevato impatto e basate su evidenze parametrizzate, né i connessi modelli attuariali per la definizione dei premi assicurativi.

Queste problematiche possono essere ulteriormente accentuate dai cambiamenti climatici che contribuiscono ad aumentare il grado di incertezza delle suddette valutazioni. Le compagnie assicurative giustificano la **scarsa offerta di prodotti assicurativi per i patrimoni forestali** proprio perché non dispongono di una base informativa tale da consentire l'elaborazione di analisi capaci di dimensionare il fenomeno e di una risposta assicurativa da formulare nel mercato.

D'altro canto, **avendo la determinazione dei premi associati alla copertura del rischio un alto fattore di incertezza**, in genere relativamente tanto maggiore quanto maggiori sono le caratteristiche di naturalità dei soprassuoli (Bernetti et al., 2011), **il premio correlato potrebbe risultare molto elevato** proprio per compensare cautelativamente il rischio contratto dalla compagnia in ragione delle incertezze di accadimento e di magnitudo dell'evento.

Rischi, gestione forestale ed effetto dei *cambiamenti climatici*

La gestione di boschi e piantagioni da legno è un tipico esempio di attività imprenditoriale esposta a **rischi considerevoli** (Manley e Watt 2009, Brunette et al. 2015, Qin et al., 2016, Sacchelli et al. 2018, Cipollaro e Sacchelli 2019): gli alberi sono organismi longevi e i **cicli di utilizzazione in bosco e di coltivazione in arboricoltura sono, in genere, relativamente lunghi**. Il bosco ad alto fusto può presentare, a seconda delle specie, cicli di utilizzazione anche superiori a 40 anni, fino a oltre 120-150 anni per le fustaie coetanee, mentre per il governo a ceduo i cicli vanno da un minimo di 10 ad un massimo di 20-35 anni, in funzione degli assortimenti previsti.

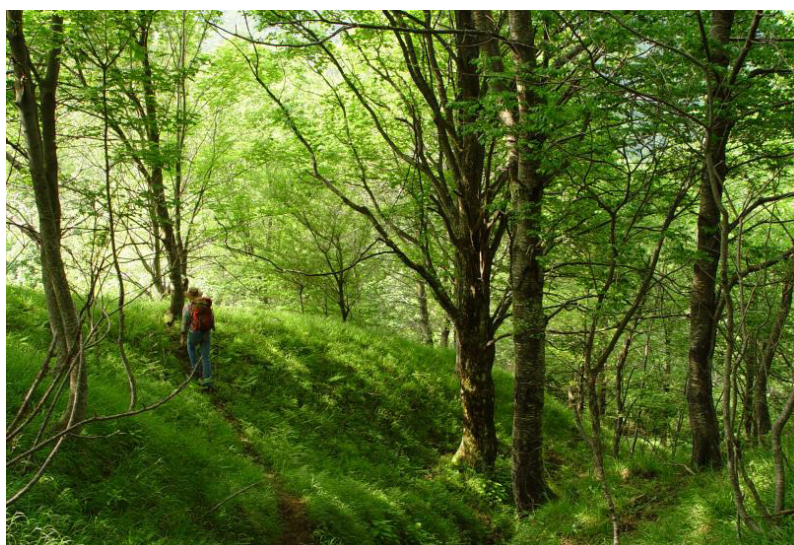


Foto 3.1. Bosco caratterizzato da cicli di utilizzazione medio-lunghi (foto: G. Vacchiano).

Per l'arboricoltura realizzata su terreno agricolo, se si escludono i cedui a turno breve (*Short Rotation Forestry*), peraltro poco diffusi in Italia e con cicli di coltivazione anche di soli 6/7 anni, le piantagioni monospecifiche o policicliche presentano cicli che vanno da un minimo di 8-10 anni per le piantagioni specializzate di pioppo a 30-40 anni per specie con legno di pregio.

Secondo vari Autori (a esempio: Rogers 1996, Birot e Gollier 2001, Hanevinkel et al. 2011, Brunette 2015), **la possibilità di occorrenza di eventi avversi significativi durante l'intero ciclo di utilizzazione dei boschi e di coltivazione delle piantagioni da legno sono non trascurabili**: in uno studio condotto da De Champs (1985) su serie storiche nelle fustaie del Massiccio Centrale francese, è stato rilevato che, con turni di 80-100 anni, un soprassuolo può essere probabilmente colpito da uno o due eventi catastrofici.



Foto 3.2. Bosco di conifere colpito da una tempesta di vento in Trentino (foto: G. Vacchiano).

Nella gestione forestale esistono vari tipi di rischio (Tabella 3.1), i più noti dei quali sono relativi agli **eventi meteorologici estremi** e agli **incendi**. Tempeste che coinvolgono vento, neve, grandine e alluvioni sono pericoli che possono degradare in modo catastrofico i sistemi forestali interessati: in particolare, le tempeste di vento sono i fattori di disturbo e di rischio più importanti nel settore forestale (oltre il 50% del totale). Dati relativi all'Europa evidenziano che il volume di bosco distrutto dal vento è di circa 38 milioni di metri cubi all'anno (Gardiner et al. 2013). Negli ultimi decenni si è avuto un aumento della loro frequenza (che gli esperti associano all'effetto dei cambiamenti climatici) e, dunque, una maggiore probabilità di accadimento (sebbene il rischio di danno da tempesta sul singolo soprassuolo in un singolo anno sia relativamente esiguo). Le tempeste di vento sono gli eventi estremi che in genere causano i danni più significativi su larga scala: a partire dagli anni '90 del secolo scorso esse hanno fatto registrare in Europa oltre 500 milioni di metri cubi di legname atterrato, con ingenti perdite finanziarie per il danno emergente e il lucro cessante. Oltre ai rischi di tempesta, altri eventi meteorologici che possono presentare rischi significativi per i boschi e le piantagioni da legno sono le annate con clima insolitamente secco, che portano a condizioni di siccità acuta, le valanghe e i fenomeni di gelicidio, che possono provocare diffusi schianti e stroncamenti.

L'altro principale fattore di rischio per le foreste è rappresentato dagli **incendi boschivi** (per un'analisi e conoscenza di questo fenomeno si rimanda alla bibliografia in Blasi et al. 2004, Corona et al. 2015). Questo tipo di evento, prevalentemente di fonte antropogenica, è caratterizzato da una evenienza molto diversificata a seconda delle aree geografiche e delle condizioni ambientali. Ciò che differenzia la gestione operativa di questo rischio rispetto agli altri è che in questo caso si dispone, in genere, di serie storiche consistenti e di un corpus consolidato di evidenze scientifiche e operative che possono essere di significativo supporto nella valutazione della probabilità di accadimento e nella stima dei danni (Ciancio et al. 2007).

<i>Categoria di rischio</i>	<i>Esempio di agenti di rischio</i>
Stabilità dei soprassuoli	Eventi meteorologici (tempeste di vento, alluvioni, inondazioni, valanghe, grandinate, gelicidio, siccità, ondate di calore, incendi da fulmini)
	Frane
	Eruzioni vulcaniche
	Terremoti, maremoti
	Agenti biotici (insetti, funghi, virus, ungulati)
	Agenti antropici (incendi dolosi e colposi, inquinamento, incidenti legati a guerre, incidenti dovuti al trasporto aereo e terrestre, crolli di infrastrutture, scoppi, atti terroristici)
Mercato	Prezzo del legname
	Costi di gestione
	Valore del terreno
Aspetti giuridico - istituzionali	Direttive
	Leggi e regolamenti
	Regime fiscale
	Valore della moneta, in termini di potere di acquisto

Tabella 3.1. Principali rischi nella gestione dei boschi e delle piantagioni da legno.

Oltre gli eventi sopra descritti, le foreste e le piantagioni forestali possono subire danni di alta intensità a seguito di eventi caratterizzati relativamente da bassa frequenza sul singolo soprassuolo quali siccità, gelo e alluvioni e che vengono definiti **avversità catastrofali**. L'entità del danno dipende in genere dall'**energia degli eventi**, sebbene non sempre vi sia una correlazione lineare tra questi due fattori. Se questa correlazione può essere osservata nel caso degli incendi, non lo è nel caso delle tempeste di vento, in quanto gli schianti si registrano solo quando l'energia del vento è superiore alla resistenza offerta dai singoli alberi e dal popolamento nel suo insieme (Virot et al. 2016): nel momento in cui viene superata detta soglia, allo schianto indotto dal vento, si combina l'effetto domino per cui l'albero in caduta si appoggia sugli alberi adiacenti determinando, a sua volta, la caduta di altri alberi. Nel caso delle frane l'entità del dissesto dipende dal peso del materiale (suolo e soprassuolo) che scivola verso valle, mentre nel caso di alluvioni e mareggiate, l'atterramento è dovuto all'energia cinetica dell'acqua. I danni derivanti dall'aridità e dalle ondate di calore non sono dirompenti come i precedenti: gli alberi rimangono in piedi fino al sopraggiungere della morte, a meno dell'intervento di altri agenti che ne favoriscano l'atterramento, come ad esempio il vento – anche a bassa energia – poiché la sezione resistente dei rami e dei fusti tende a ridursi progressivamente (Carbone 2020).

Eventi avversi che possono causare danni significativi a boschi e piantagioni da legno sono inoltre quelli associati agli **effetti di agenti biotici** (funghi, batteri, virus, animali); in particolare, quelli dovuti a ungulati e insetti (quali bostrico, lepidotteri defogliatori, afidi, cimici, etc.), possono essere di significativa importanza economica su larga scala, soprattutto nel settore dell'arboricoltura da legno, per il quale, peraltro, esistono già strumenti assicurativi appositamente configurati per tenere conto di questi accadimenti, oltre a quelli di origine meteorologica (Coaloe et al. 2021).

Devono essere poi considerati i **vari fattori di rischio di diretta origine antropica** (incendi dolosi e colposi, inquinamento, incidenti legati a guerre, incidenti dovuti al trasporto aereo e terrestre, crolli di infrastrutture,

scoppi, atti terroristici, etc.), sebbene in genere i loro effetti in termini di danni siano molto meno significativi rispetto agli agenti precedentemente descritti (a parte gli incendi).

La gestione di boschi e piantagioni da legno, come qualsiasi altra attività imprenditoriale, deve inoltre affrontare **rischi diretti di tipo finanziario**, che possono riguardare, a esempio, la variabilità della domanda e del prezzo del legname (si pensi al caso del legno di noce europeo il cui valore è diminuito di oltre il 50% nel volgere di un paio di decenni), la variabilità dei costi di gestione (si pensi all'impatto delle spese per l'acquisto dei macchinari e dei carburanti) o la variabilità del valore del prezzo del terreno (che può essere significativa se considerata nella prospettiva di lungo e lunghissimo periodo che caratterizza gli investimenti forestali).

Infine, in una prospettiva di lungo periodo va tenuto conto del **rischio politico-normativo** connesso a eventuali cambiamenti nella regolamentazione delle attività per l'introduzione di nuove direttive, leggi e regolamenti o alla eventuale soppressione/istituzione di meccanismi di incentivazione/disincentivazione finanziaria.

Considerando i previsti scenari di cambiamento climatico in una visione di carattere globale, l'**aumento delle temperature** connesso all'**azione dei gas a effetto serra** contribuisce ad aumentare la quantità di energia in atmosfera, con il conseguente innesco di fenomeni meteorologici estremi, a esempio in forma di tempeste di vento o di ondate di calore. In Europa, si prevedono **eventi estremi localizzati** sempre più frequenti e intensi, con diminuzione del totale dei giorni umidi per anno e conseguente tendenza a fenomeni di maggiore siccità e maggiore rischio di incendi e ulteriore aumento della probabilità di tempeste di vento (IPCC 2012). Si stima che solamente tra il 2017 e il 2019 oltre 270 milioni di metri cubi di legname siano stati danneggiati in Europa da una combinazione di fattori principalmente determinati dalle mutate condizioni climatiche caratterizzate da estati più calde e secche e inverni più caldi (Pettenella et al. 2021). In questo contesto i soprassuoli forestali e le piantagioni da legno subiscono anche uno **stress** nei propri cicli ecologici che ne comporta un indebolimento e una maggiore esposizione agli attacchi parassitari e alle fitopatologie. A questi si aggiunge il fenomeno dello scorrimento del deflusso non correttamente regimato dei bacini idrografici di diversa scala e morfometria, e la problematica dell'erosione interna e costiera che contribuisce potenzialmente ad aggravare l'ammontare dei danni.

L'effetto dei cambiamenti climatici sull'assetto assicurativo forestale può non essere rilevante a breve termine, ma potrebbe, nel medio-lungo periodo, incidere sulla disponibilità e accessibilità delle polizze. Per la maggior parte dei fenomeni atmosferici estremi si prevede in generale un **aumento nel medio periodo della probabilità che essi accadano** (IPCC 2014, Margarida et al. 2011, Romano e Di Pietro 2011). In conseguenza del maggiore rischio, è possibile che le polizze raggiungano costi proibitivi, soprattutto per il proprietario privato. Dal punto di vista delle compagnie assicurative, la copertura del rischio da eventi catastrofici connessi ai cambiamenti climatici può essere alquanto aleatoria per l'**incertezza relativa al dimensionamento dei fenomeni e dei loro effetti**, fatta salva l'opportunità di cedere il rischio ad un sistema assicurativo di natura pubblica e/o privata o, a meno che lo Stato intervenga come garante di ultima istanza, coprendo i rischi di eventuale insolvibilità del sistema (Rampazzo 2018).

Gestione del rischio nella *politica di sviluppo rurale* ed esempi di *processi assicurativi* delle foreste

Con la programmazione del Fondo europeo agricolo per lo sviluppo rurale (FEASR) per lo sviluppo rurale 2014-2020/23 agli strumenti di gestione del rischio viene riconosciuto un ruolo ancora più importante, con finalità più ampie e maggiori dotazioni finanziarie rispetto al periodo di programmazione precedente. La gestione del rischio non è più finanziata nell'ambito dei soli pagamenti diretti (articolo 68 del Reg. 73/2009) e gli strumenti e il finanziamento vengono ampliati nell'ambito del secondo pilastro della Politica Agricola Comune; i Programmi di Sviluppo Rurale (PSR) concedono quindi un sostegno agli agricoltori per un numero più ampio di eventi: avversità atmosferiche; fitopatie o infestazioni parassitarie; epizoozie; emergenze ambientali; perdite di reddito.

Il Regolamento 1305/2013 relativo al sostegno allo sviluppo rurale, prevede una misura ad hoc – la misura 17 (art. 36) – per la **gestione del rischio in agricoltura**, che gli Stati membri possono inserire nei PSR con l'attivazione delle seguenti sottomisure:

- **art. 37, sottomisura 17.1** (assicurazioni del raccolto degli animali e delle piante): contributi finanziari per il pagamento dei premi di assicurazione del raccolto, degli animali e delle piante a fronte del rischio di perdite economiche causate da avversità atmosferiche, da epizoozie o fitopatie, da infestazioni parassitarie o dal verificarsi di un'emergenza ambientale;

- **art. 38, sottomisura 17.2** (fondi di mutualizzazione): contributi finanziari versati ai fondi di mutualizzazione per il pagamento di compensazioni finanziarie in caso di perdite economiche causate da avversità atmosferiche o dall'insorgenza di focolai di epizoozie o fitopatie o da infestazioni parassitarie o dal verificarsi di un'emergenza ambientale;

- **art. 39, sottomisura 17.3** (strumento di stabilizzazione del reddito): contributi finanziari ai fondi di mutualizzazione per il pagamento di compensazioni finanziarie agli agricoltori a seguito di un drastico calo di reddito.

Il MIPAAF e le Regioni hanno concordato per una programmazione su base nazionale, tramite il Programma di sviluppo rurale nazionale (PSRN), anziché regionale delle tre misure sul rischio, per la quali è stata complessivamente programmata una spesa pubblica di 2.253.355.873,53 euro che al 31 dicembre 2021 hanno raggiunto una capacità di spesa totale poco superiore al 74% (1.674.729.824,18 euro).

La scelta di inserire la gestione del rischio nel PSRN è stata particolarmente importante, perché ha consentito di finanziare il programma assicurativo nazionale in agricoltura, con criteri di omogeneità, dando continuità a un sistema che ha dimostrato un funzionamento efficiente (Frascarelli 2016). Le tre misure nazionali di gestione del rischio prevedono meccanismi e strategie tali da rendere applicabile l'intervento in tutto il territorio italiano e si inseriscono nell'ambito della programmazione strategica dell'Accordo di Partenariato nella Priorità 3 e nella Focus Area 3B "Sostenere la prevenzione e la gestione dei rischi aziendali".

Dal punto di vista operativo, a livello nazionale, emerge però che i suddetti nuovi strumenti rappresentano un'innovazione a cui il sistema italiano non si è dimostrato pronto. In Italia, infatti, mentre il sistema assicurativo contro le calamità naturali in agricoltura è già collaudato ed è tra i primi in Europa per capacità di funzionamento e diffusione, i fondi di mutualizzazione sono invece una realtà ancora in una fase sperimentale (Frascarelli 2016).

In particolare, nell'attuazione della sottomisura 17.1 del PSR 2014-2020 relativa ai contributi finanziari per i premi di assicurazione nel comparto agricolo, la partecipazione delle Regioni del Mezzogiorno e del Centro Italia appare molto contenuta, evidenziando significativi squilibri territoriali nella ripartizione sia dei contributi pubblici sia dei risarcimenti a fronte di danni da eventi catastrofici. Nel caso del mercato delle polizze agricole agevolate soltanto il 9% delle aziende sono assicurate, corrispondente all'8% della superficie agricola utilizzata e al 19% della produzione lorda vendibile (Pianeta PSR 2020).

Per il **nuovo periodo di programmazione post-2020 (2023-2027)** l'orientamento della Commissione Europea prevede risorse dedicate alla gestione dei rischi in agricoltura, incluso quello di reddito, nel secondo pilastro (sviluppo rurale) della PAC. Non vi è un chiaro riferimento al settore forestale che può però rientrare in primo luogo con l'arboricoltura da legno nell'ambito dell'azienda agricola e nelle attività dell'imprenditore agricolo che realizza selvicoltura in bosco.

Attualmente in un contesto in cui, nel nostro Paese, tra il 2014 e il 2018 il sistema assicurativo ha risarcito meno del 10% del fabbisogno nazionale e per oltre il 90% nel Nord Italia, si lavora sulla definizione di un assetto di **risk management** basato su tre livelli, articolati in funzione del grado di ambizione e di copertura dei rischi (Zaccarini et al. 2020). Un primo livello che prevede la **copertura nazionale «di base»** contro i rischi da catastrofi naturali per tutte le aziende agricole, nel primo e nel secondo pilastro. Un **secondo livello di copertura assicurativa e mutualistica facoltativa contro i rischi di frequenza/accessori e polizze integrative nel secondo pilastro**. Un **terzo livello con azioni integrate di sistema**, con interventi di prevenzione, consulenza aziendale, ricerca e innovazione, impianti di protezione e potenziamento degli interventi ex post nel secondo pilastro, utilizzando gli interventi già previsti con le attuali Misure 2, 5, 8 e 16 dei PSR. La copertura nazionale di base contro i rischi da catastrofi naturali per tutte le aziende agricole garantisce, oltre a un adeguato risarcimento in caso di danni, un riequilibrio tra territori e prodotti delle politiche di gestione del rischio in agricoltura, ancora oggi poco diffuse nel Centro-Sud, e quasi del tutto assenti in comparti strategici come quelli dell'olio di oliva, del frumento duro e anche quello forestale.

Box 2. Proposta del Piano Strategico Nazionale della PAC 2023/2027

Nella proposta del **Piano Strategico Nazionale della PAC 2023/2027** (versione notificata il 31/12/2021) attualmente in fase di elaborazione e confronto con la Commissione Europea sono state previste 3 differenti schede di intervento nell'ambito dello sviluppo rurale, volte a promuovere l'attivazione e l'accesso a strumenti per la gestione del rischio e i rischi di mercato per le sole imprese agricole (SRF01 - assicurazioni agevolate, SRF02 - fondi mutualità danni, SRF03 - fondi mutualità reddito). Gli interventi mirano in generale ad incrementare il numero di imprese agricole aderenti a programmi di gestione del rischio e a favorire il riequilibrio territoriale e settoriale del sostegno pubblico, mediante la possibilità per le imprese di utilizzare strumenti più adatti alle specifiche esigenze aziendali, territoriali e settoriali. In particolare, l'intervento "Assicurazioni agevolate" mira a favorire un approccio integrato alla gestione del rischio ampliando, attraverso il sostegno sui premi delle polizze assicurative, il

il ventaglio di strumenti a disposizione delle imprese agricole per la tutela delle produzioni agricole e zootecniche contro i rischi meteorologici e contro i rischi sanitari, fitosanitari, da infestazioni parassitarie.

L'intervento "fondi mutualità danni" mira a favorire un approccio integrato alla gestione del rischio ampliando, attraverso il sostegno ai fondi di mutualizzazione, il ventaglio di strumenti a disposizione delle imprese agricole per la tutela delle produzioni agricole e zootecniche contro i rischi sanitari, fitosanitari, da infestazioni parassitarie e contro i rischi meteorologici e le emergenze ambientali, per i quali non siano disponibili adeguate coperture sul mercato assicurativo. Per ultimo, va sottolineato l'intervento "fondi mutualità reddito" che prevede la concessione di un sostegno per promuovere l'introduzione di strumenti di gestione del rischio innovativi, basati sulla mutualità tra agricoltori, quali i cosiddetti strumenti di stabilizzazione del reddito (*income stabilization tools*, IST), che mirano a contrastare gli effetti negativi comuni alla volatilità dei prezzi e dei mercati oltre che all'instabilità dei redditi in agricoltura. L'intervento mira a favorire un approccio integrato alla gestione del rischio ampliando, attraverso il sostegno ai fondi IST, sia generali sia destinati a settori specifici, il ventaglio di strumenti a disposizione delle imprese agricole per contrastare gli effetti negativi connessi alla volatilità dei prezzi e dei mercati e la conseguente instabilità dei redditi aziendali.

Una indagine ISMEA (2019), condotta su un campione di 500 grandi aziende agricole, rivela inoltre che le avversità meteorologiche maggiormente coperte da polizze assicurative sono rappresentate da grandine (26%), vento forte (22%) ed eccesso di pioggia (16%). Gelo e brina, siccità e alluvione risultano nel ranking delle avversità assicurate rispettivamente in quarta, quinta e ottava posizione, a conferma di una ancora ridotta propensione alla copertura dei rischi da catastrofi naturali anche da parte delle aziende più strutturate e con maggiore esperienza e consapevolezza nell'utilizzo degli strumenti di gestione del rischio (Zaccarini et al. 2020). A fronte di questi potenziali fabbisogni, sia l'attuale **sistema di gestione del rischio** che il **modello assicurativo/riassicurativo**, così come strutturati, denotano alcuni limiti nella capacità di intervento e nel potenziale risarcitorio, con specifico riferimento alle coperture contro i rischi da catastrofi naturali.

Un sostegno pubblico da destinare con i pagamenti PAC a copertura degli eventi catastrofali potrebbe rappresentare anche per il settore forestale un'importante opportunità per incrementare la sensibilità e la prevenzione alle avversità e tutelare i redditi, considerando la gravità dei rischi e delle ricadute economiche legate al loro verificarsi. In linea generale, **si tratta di definire e stabilizzare con risorse comunitarie un quadro di programmazione diverso dal passato e che richiede un notevole sforzo da parte di tutto il sistema agricolo/forestale nazionale**. Un coinvolgimento diretto nella prevenzione del rischio per il settore forestale che investe nelle utilizzazioni forestali non trova ad oggi un sistema di regole e un livello di conoscenze adeguato. In breve tempo occorrerà, infatti, definire un nuovo e aggiornato quadro normativo, oltre che specifiche procedure e metodologie di raccolta e monitoraggio dei risultati economici delle aziende e imprese interessate.

In vari Paesi europei ed extraeuropei, sono state attuate soluzioni per ovviare al problema del **risarcimento dei danni** e della **condivisione del rischio a livello forestale**. Tra queste si configurano i sistemi assicurativi che coinvolgono tipi diversi di portatori di interesse e che possono essere di natura pubblica, privata o mista e che possono connotarsi per la caratteristica della volontarietà o dell'obbligatorietà. L'elemento più evidente è la **logica della condivisione del rischio tra il soggetto colpito e l'ente assicuratore**.

Un crescente interesse in questo settore emerge anche dai documenti dell'Unione Europea: si vedano, a esempio, le linee guida della *The EU Strategy on adaptation to climate change* e del *The Green Paper on the insurance of natural and man-made disasters* nell'ambito del pacchetto della Strategia di adattamento ai cambiamenti climatici (Commissione Europea 2013, Sauter et al. 2016). In questa prospettiva, l'*European Forest Institute*, insieme a vari soggetti interessati alla gestione dei rischi, ha istituito l'**European Forest Risk Facility** (<https://sure.efi.int/Riskfacility>), una piattaforma innovativa di scambio e trasferimento delle conoscenze sulle perturbazioni, la prevenzione e gestione dei rischi, che ha la funzione di raccogliere e distribuire dati e informazioni per una migliore comprensione dei rischi forestali e facilitare lo scambio di buone pratiche.

Nessun modello è tuttavia scevro dalle criticità caratteristiche dell'approccio assicurativo, che, però, possono essere gestite e controllate caso per caso con accorgimenti particolari. I principali ostacoli alla diffusione di questo strumento sono individuati in: i) **prezzo del premio assicurativo**, considerato spesso troppo alto da parte dei proprietari se paragonato al valore di macchiatico dei boschi e delle piantagioni da legno (Brunette et al. 2015); ii) **presenza di mezzi di compensazione pubblica** in caso di avversità che colpiscono i boschi (Brunette et al. 2015); iii) **difficoltà da parte delle compagnie assicurative di quantificare il rischio** per singola specie e sito geografico (Pinheiro e De Almeida Ribeiro 2013). Inoltre, secondo la *Confederation of European Forest Owners* (CEPF 2010), una delle ragioni legate alla scarsa diffusione del mercato assicurativo forestale è anche la mancanza di attività di adeguato *marketing* da parte delle compagnie assicurative: ciò implica che **pochi proprietari di foreste hanno una comprensione accurata dei meccanismi e della disponibilità di assicurazioni**, a differenza di quanto, ad esempio, accade in ambito agricolo. Questo aspetto è legato anche alla strutturazione della proprietà forestale, in genere molto frammentata, e alla carenza di associazioni di proprietari, con la conseguente impossibilità di attuare economie di scala per lo sviluppo del settore assicurativo. Ulteriori freni allo sviluppo del mercato assicurativo sono l'inadeguatezza del reperimento dei dati e della valutazione del rischio (in particolare nelle circostanze in cui, come in Italia, il mercato è ancora assente), l'**insufficiente ruolo della prevenzione e della pianificazione forestale**, e in generale la carente familiarità dei proprietari nei confronti degli strumenti finanziari (Deng et al. 2015). Infine, nelle compagnie di assicurazione mancano strategie di gestione del rischio, perché **la riassicurazione è rara nel settore forestale** (CEPF 2010).

La **opportunità di sussidi pubblici per l'avviamento del mercato assicurativo nel mondo forestale** è stata spesso evidenziata (Sauter et al. 2016): l'assicurazione forestale sarebbe un valido strumento per promuovere strategie di adattamento (Brunette et al. 2015), in particolare nelle attuali condizioni in cui stiamo fronteggiando un nuovo tipo di incertezze implicate dai cambiamenti climatici (Yousefpour et al. 2012). Le scelte nella gestione forestale solitamente hanno implicazioni a lungo termine difficilmente prevedibili. A tal proposito, oltre ai vantaggi economici rispetto ai programmi pubblici di indennizzo di cui si è già discusso, la polizza assicurativa potrebbe indurre i proprietari ad assumere maggiori rischi con tecniche innovative di gestione e produzione, fornendo nuova linfa al settore forestale. La stessa Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico raccomanda il mercato assicurativo privato come strumento a sostegno dell'adattamento e della resilienza al cambiamento climatico; al contempo, la possibilità dell'assicurazione «per risolvere le esigenze ed i problemi specifici dei Paesi in sviluppo [...] che sono causati dagli effetti negativi dei cambiamenti climatici» viene ricordata dall'Art. 4.8 della Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici e ripresa dall'Art. 3.14 del Protocollo di Kyoto.

Box 3. Il progetto *Holistic Resilience* (<https://holisticresilience.dicam.unitn.it/index.html>)

Questo progetto, finanziato dalla Commissione Europea, ha analizzato i fattori limitanti per l'avvio di polizze assicurative che possano adattarsi al comparto forestale prevalentemente pubblico (Trentino) o prevalentemente privato (Alto Adige). Tramite un apposito questionario a cui hanno risposto oltre 200 dei 540 proprietari forestali contattati, sono state ottenute informazioni sulla percezione dei pericoli e stima dei danni causati da tempeste di vento, sulla conoscenza degli strumenti finanziari e assicurativi, sulla stipula di una polizza assicurativa, sull'eventuale partecipazione e disponibilità a pagare per la copertura assicurativa, e sull'intenzione di aderire ad un fondo di tipo mutualistico. In linea con l'attività di cui sopra e tramite sistemi di supporto alle decisioni, sono stati mappati i pericoli dei territori con l'obiettivo di raffrontarli con quelli percepiti dai proprietari, integrando anche alcune utilità ecosistemiche, e sono state individuate alcune metriche con i pertinenti scenari di rischio. Tramite una serie di workshop, i portatori di interesse hanno discusso e condiviso gli elementi principali di un possibile schema assicurativo per mitigare il rischio di compromissione derivato ai prodotti mercantili ed al soprassuolo. Particolare attenzione hanno ricevuto i fondi mutualistici. L'attuale pressione degli effetti del cambiamento climatico sugli strumenti mutualistici e sulle compagnie (ri)assicurative determina l'individuazione di condizioni di sostenibilità nelle condizioni normative e tariffarie applicate ai contratti di assicurazione pertinenti. In questo contesto, gli attori forestali a livello locale e nazionale e gli assicuratori e riassicuratori internazionali hanno evidenziato la necessità di avviare il processo di validazione di schemi assicurativi per contribuire alle misure di adeguamento e mitigazione traguardate sia dalla Strategia Forestale Nazionale che da quella dell'Unione Europea.

L'attività assicurativa è raramente associata al settore forestale a livello globale (1% circa, in termini di superficie). Secondo l'analisi compiuta da Zhang e Stenger (2014) i Paesi con il più alto numero di proprietari assicurati sono Nuova Zelanda (55%) e Cina (50%); in Cile viene assicurato il 60% delle piantagioni produttive, mentre in Europa i Paesi con la più alta copertura forestale assicurata sono Norvegia (35%), Svezia (95% delle proprietà private non-industriali), Finlandia (40% delle proprietà private non-industriali).

Nell'Europa settentrionale e occidentale, circa due terzi delle foreste sono di proprietà privata. In alcuni settori dell'Europa centrale e orientale, la proprietà statale può raggiungere il 90-100% della superficie forestale. In **Norvegia, Germania, Francia e Spagna** i proprietari boschivi stipulano polizze assicurative che possono coprire i danni causati da **tempeste, eccessi di neve o incendi**. Alcuni sistemi assicurativi forestali sono progettati per coprire i costi di reimpianto boschivo delle aree soggette alle calamità naturali per un'ampia gamma di tipi forestali, mentre l'assicurazione per la mancata produzione di legno viene di norma stipulata solo per le specie di maggiore pregio commerciale.

Nell'ambiente mediterraneo, in Paesi come **Spagna, Portogallo e Italia** l'evento climatico che maggiormente può causare danni alle foreste è l'**incendio**. Il piano forestale strategico spagnolo (Ministry of Environment, 1999) sottolinea l'importanza dell'assicurazione forestale come meccanismo di copertura di perdite economiche per danni da incendio. Peraltro, secondo Agroseguro (2011) solamente l'1,2% delle foreste spagnole erano coperte da polizze assicurative nel 2010.

La foresta francese copre 16 milioni di ettari di cui il 76% è di proprietà privata. **Circa il 7% dei boschi francesi sono soggetti ad assicurazione**. In **Germania**, dopo la tempesta Lothar nel 1999 che ha distrutto circa 40.000 ha di foresta, si è iniziato a considerare l'opportunità di assicurare

i patrimoni boschivi, in quanto i risarcimenti pubblici non sono riusciti a coprire il danno occorso (Holecy e Hanewinkel, 2006). Tuttavia, solo il 2% della superficie forestale nazionale risultata assicurata. I contratti assicurativi tedeschi includono il costo del reimpianto e il futuro valore dei popolamenti forestali. Probabilmente, la scarsa adesione è causata dalla mancanza di affidabilità per la quantificazione dei principali rischi di danno come le tempeste di vento o eccezionali eventi nevosi e la mancanza di un modello attuariale coerente a scala nazionale.

L'assicurazione contro gli eventi estremi nelle foreste è ben strutturata in **Norvegia, Svezia e Finlandia**. L'assicurazione forestale norvegese Skogbrand fu fondata nel 1912 e attualmente vanta 40.000 assicurati (Skogbrand 2009). In Svezia, circa il 20% dei terreni forestali è di proprietà pubblica, e la metà di essi è protetta dai danni catastrofici del vento. In Finlandia più di un terzo delle foreste private è soggetto ad assicurazione (AA.VV. 2020a).

In **Italia** il mercato delle assicurazioni forestali, a parte le colture forestali specializzate quali i pioppeti, è praticamente assente. Gli indennizzi maggiormente applicati solitamente sono rappresentati dal sostegno pubblico: un esempio, come precedentemente menzionato, è il FEASR che prevede una serie di misure forestali atte a promuovere l'adattamento al cambiamento climatico, la prevenzione e la gestione dei rischi, anche attraverso il sostegno a copertura dei costi sostenuti per la ricostituzione del potenziale forestale danneggiato da incendi e da altre calamità. Cipollaro e Sacchelli (2019) hanno analizzato e quantificato la probabilità di eventi climatici estremi, del relativo rischio e del premio assicurativo per le superfici forestali in Italia. I risultati ottenuti dall'indagine rivelano che la disponibilità a stipulare polizze assicurative e a sostenere premi assicurativi più elevati da parte dei proprietari forestali è correlata alla tipologia di bosco, alla forma di governo e alla funzione svolta dalla superficie forestale. **I bassi redditi derivanti dall'attività selvicolturale** rappresentano, comunque, **un forte limite nell'interesse alla stipulazione delle polizze, soprattutto per i piccoli proprietari**.

Tipologia dei principali *danni al patrimonio boschivo*

5.1. DANNI DA INCENDIO

Lo scenario europeo degli incendi boschivi è caratterizzato da una **elevata frequenza degli eventi nei Paesi del Mediterraneo**. Nelle aree mediterranee, gli incendi boschivi sono uno dei maggiori fattori di disturbo e/o di danno ecologico e ambientale, nonché economico (Bovio et al. 2014) (Foto 5.1). Gli interventi di prevenzione selvicolturale da adottare e la scelta di gestione post-incendio hanno il potenziale per migliorare le strutture forestali legate alla fornitura di utilità ecosistemiche (Moreira et al. 2011, Barbati et al. 2010, Ascoli et al. 2003). In particolare, in Italia, la pianificazione della prevenzione degli incendi boschivi viene disciplinata a livello nazionale dalla legge quadro 353/2000 e dalle successive linee guida emanate dal Dipartimento di Protezione Civile.



Foto 5.1. Effetto dell'incendio del Monte Serra (Calci, Pisa) verificatosi nel luglio 2018 (foto: P. Cantiani).

Una pianificazione delle azioni e degli interventi operativi di prevenzione antincendio organizzata, anche secondo diverse scale territoriali, è necessaria per definire la strategia di contenimento degli incendi boschivi attraverso la razionalizzazione della ripartizione delle risorse sul territorio, per garantire non solo la sicurezza per l'incolumità pubblica ma soprattutto la biodiversità, la resilienza e la conservazione dei boschi (Cacciatore et al. 2020).

La valutazione del rischio consiste nell'**analisi dei rapporti che intercorrono fra i vari fattori di vulnerabilità del territorio e le diverse forme di pericolosità possibili**. Un incendio è un fenomeno complesso che rappresenta il risultato della interazione tra fattori che favoriscono il suo innesco e propagazione e le cause che determinano l'accensione dell'incendio, che possono essere sia di tipo naturale (eruzioni vulcaniche, fulmini, autocombustione), sia antropico.

Il rischio di incendio richiede l'identificazione di variabili connesse alla probabilità che un incendio accada. In generale, le caratteristiche meteorologiche, la topografia del territorio e le caratteristiche vegetazionali, quali ad esempio specie, densità, trattamenti selvicolturali e la fenologia delle piante influenzano direttamente la natura, la disponibilità, la quantità e la continuità del combustibile, determinando così primariamente il propagarsi del fuoco. In particolare, le condizioni climatiche influiscono sul regime degli incendi perché favoriscono la presenza di una determinata specie vegetazionale e determinano l'umidità del combustibile stesso. L'esposizione del terreno influenza la temperatura e il contenuto di umidità: in genere, le esposizioni sud-ovest e sud favoriscono maggiormente la propagazione del fuoco. La pendenza del terreno può facilitare il propagarsi del fronte di fiamma che, irraggiando il combustibile sovrastante, accelera le reazioni di combustione e definisce l'ampiezza della zona di combustione (Bovio e Camia 2004). Il tipo di vegetazione interessata, le dimensioni del materiale legnoso, il contenuto idrico delle piante, e lo stadio fenologico determinano l'innesco e l'evoluzione dell'incendio stesso (Marchetti et al. 2004, Guglietta 2014). L'accumulo del combustibile vegetale, la continuità della copertura forestale, l'aumento delle aree di interfaccia urbano foresta e sempre più prolungati periodi di siccità, accrescono il rischio potenziale per lo sviluppo e la propagazione di incendi forestali, soprattutto di incendi estremi di grande intensità (Blasi et al. 2004). La difficoltà nel controllo di incendi di tale entità rende indispensabile agire sulle componenti che sono modificabili per garantire l'efficacia di estinzione, mediante selvicoltura preventiva. Una di queste è la regolazione del combustibile presente, mediante diverse pratiche, come interventi selvicolturali (ripuliture, potature, diradamenti), pascolamento e fuoco prescritto. Un secondo possibile intervento di gestione forestale riguarda la selezione, in fase di rimboschimento, di specie forestali resistenti all'incendio (Corona 2004). Conoscere l'infiammabilità della vegetazione è fondamentale per la gestione degli incendi. La caratterizzazione dei combustibili consente di valutare il pericolo di incendio, di definire interventi selvicolturali di prevenzione e di simulare il comportamento del fuoco così come i suoi effetti sugli ecosistemi.

Oltre alla caratterizzazione del territorio e della gestione forestale, al fine di descrivere l'andamento e i fattori predisponenti dell'incendio, per individuare le zone a maggior rischio sono necessarie informazioni derivanti da **serie storiche di dati meteorologici** e **serie storiche degli incendi boschivi** verificatisi nel territorio d'interesse, al fine di caratterizzare la stagionalità, la frequenza, l'intensità e la superficie incendiata. La scala temporale per studiare il rischio d'incendio è a lungo termine. In Italia, nonostante la tendenza alla diminuzione della numerosità degli eventi registrata anche per le superfici minori percorse dal fuoco (Figura 5.1), sussiste invece, una tendenza crescente di annate caratterizzate da elevate superfici interessate dagli incendi (Figura 5.2). L'estensione media degli incendi si aggira prevalentemente intorno ai cinque ettari; tuttavia, si registrano anni con valori doppi e tripli relativi dalle decadi 1970-1980 e 2010-2020 (Figura 5.3).

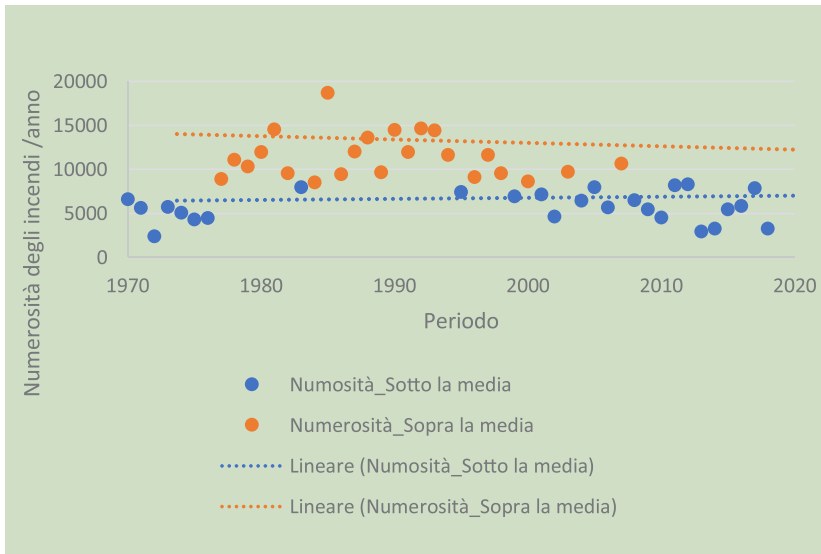


Figura 5.1. Numerosità degli eventi di incendio nel periodo 1970-2018.

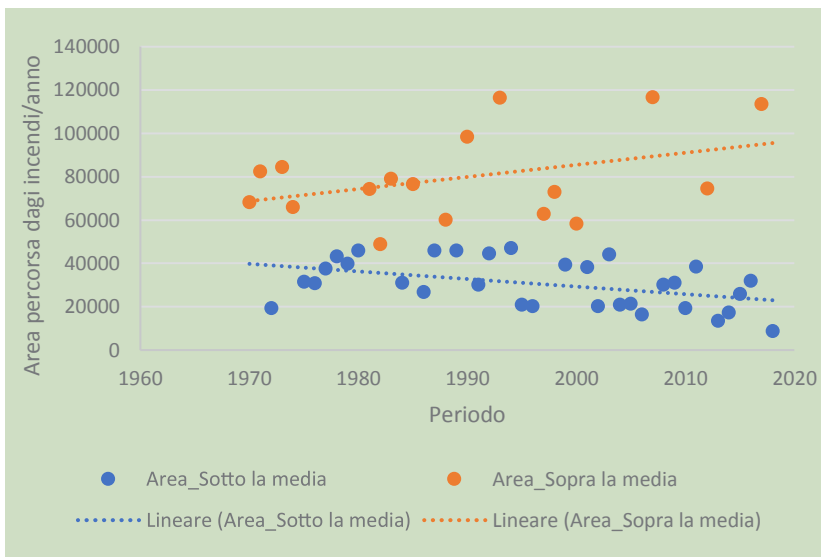


Figura 5.2. Superficie percorsa da incendi nel periodo 1970-2018.

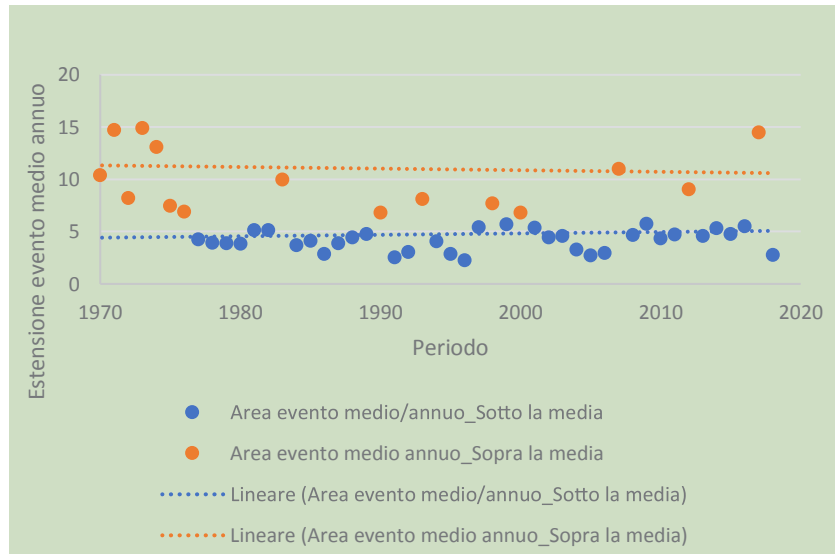


Figura 5.3. Estensione media degli eventi di incendio nel periodo 1970-2018.

La disponibilità di serie temporali e spaziali derivati da molteplici **sistemi di osservazione della Terra** può contribuire a una migliore comprensione del rischio nei diversi scenari di frequenza e gravità degli incendi. L'analisi di fenomeni così complessi è facilitata grazie all'utilizzo di tecniche di analisi avanzate nell'elaborazione dei dati (intelligenza artificiale *deep e machine learning*, *data mining* geospaziale) rispetto a tecniche tradizionali di stima della probabilità (Elia et al. 2020) (Figura 5.4).

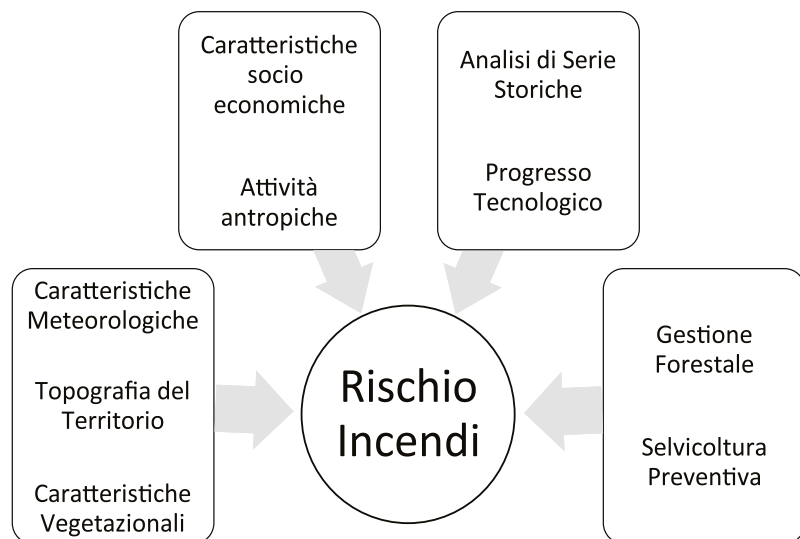


Figura 5.4. Componenti e tecniche per la valutazione del rischio incendi.

Per la valutazione dei danni da incendi boschivi possono essere utilizzate diverse metodologie: in Appendice 1 è riportato un inquadramento proposto a tale scopo da Ciancio et al. (2007).

Nel caso di incendio boschivo, **la componente che il sistema assicurativo in genere propone ai proprietari forestali è quella del danno al soprassuolo, ovvero il lucro cessante e il danno emergente in termini di produzione legnosa**. Oltre a questa componente, possono essere presi in considerazione anche i danni alle infrastrutture di servizio, ma questo in genere avviene mediante la stipula di polizze diverse.

5.2. DANNI DA VENTO

Le **tempeste di vento sono tra i fattori di rischio più importanti nel settore forestale**. In Europa, i danni causati dal vento nei soprassuoli forestali sono ricorrenti (Tabella 5.2, Foto 5.2); le tempeste di vento rappresentano il principale fattore di disturbo e agente di danno agli alberi e, probabilmente, il loro impatto sarà sempre più alto nei prossimi decenni (EFI 2013, Motta et al. 2018).



Foto 5.2. Danni da tempesta di vento in località Trozo Vecio - Varena, Trento (foto: M.G. Cantiani).

<i>Tempesta di vento</i>	<i>Anno</i>	<i>Nazioni interessate</i>	<i>Velocità del vento (km/h)</i>	<i>Decessi (numero)</i>	<i>Volume legnoso atterrato (milioni di m³)</i>
Viviane	1990	DE; GB; IE; FR; NL; BE; CH; IT	>200	64	60-70
Lothar & Martin	1999	FR; BE; DE	259	140	240
Gudrun	2005	IE; GB; DK; NO; SE; RU	>180	7	75
Kyrill	2007	IE; FR; BE; NL; DK; SE; AU; DE; CZ; SK; CH; PL	>250	47	66
Klauss	2009	FR; ES; AD	190	27	44
Vaia	2018	IT; CH; AU; SL	>200	>14	8

Tabella 5.2. Principali tempeste di vento in Europa negli ultimi tre decenni (fonte: Carbone 2020).

La vulnerabilità dei soprassuoli forestali ai danni da vento è legata ai seguenti fattori: (1) **condizioni meteorologiche**, (2) **topografia**, (3) **condizioni stazionali**, (4) **struttura del popolamento forestale** (Schindler et al. 2012, Corona e Motta 2018) (Tabella 5.3).

<i>Fattori predisponenti</i>	<i>Parametri</i>
Condizioni meteorologiche	velocità del vento; durata dell'evento; frequenza; intensità; tempo di ritorno; vento di fondo raffiche di vento estreme
Topografia	posizione; altitudine; morfologia; esposizione; pendenza
Condizioni stazionali	caratteristiche e composizione del suolo; regime idrico; condizioni idrogeopedologiche; interventi selvicolturali; presenza di aperture all'interno o al margine del popolamento
Popolamento forestale	composizione e struttura; coefficiente di snellezza; specie presenti; età; densità; altezza; rapporto H/D (altezza/diametro); condizioni fitosanitarie; apparato radicale; struttura verticale e orizzontale; densità fogliare; ampiezza della chioma; biodiversità.

Tabella 5.3. Fattori predisponenti ai danni da vento.

Nella pianificazione per la definizione del rischio e la prevenzione dei danni da vento rivestono un ruolo fondamentale i **dati meteorologici e degli eventi avversi derivabili da serie storiche**. Infatti, nuove strategie e conoscenze derivano dalle crescenti innovazioni analitiche, tecnologiche e strumentali che consentono l'impiego di avanzate tecniche di modellizzazione e previsione delle complesse interazioni tra tutte le componenti che riguardano foreste, atmosfera, suolo e clima. La disponibilità di immagini satellitari ottiche e radar, di dati derivanti da *Airborne Laser Scanning* e diverse moderne tecniche della *Precision Forestry* consentono, da un lato, un rapido monitoraggio e mappatura del rischio e dei danni da vento (Chirici et al. 2016, Motta et al. 2018, Corona et al. 2019) e, dall'altro, una programmazione di interventi selvicolturali specifici per la previsione e gestione del rischio connesso a tali danni (Corona et al. 2019).

Per valutare il rischio del danno da vento nelle foreste si possono implementare modelli empirici, meccanicistici o modelli ibridi. I modelli empirici si basano sulla valutazione statistica delle serie storiche di danni avvenuti, richiedono grandi quantità di dati di alta qualità e sono accurati per le foreste in cui sono stati sviluppati. I modelli meccanicistici utilizzano i principi dell'ingegneria per analizzare il processo fisico che regola l'interazione tra l'azione del vento e i parametri forestali e quindi calcolare il rischio. In tal modo, è possibile definire i collegamenti causali tra diversi fattori, come la gestione selvicolturale, e la stabilità e resistenza degli alberi all'interno di un popolamento attraversato da vento, stabilendo la sua velocità critica (Hanewinkel et al. 2011).

Per la stima dei danni si può seguire quanto indicato nel § 7: un esempio applicativo è presentato nell'Appendice 2.

Il ripristino delle foreste dopo una tempesta è una parte fondamentale della fase di recupero della gestione del rischio forestale. Il ripristino dovrebbe essere basato su piani sviluppati prima degli eventi causanti danni da vento e costantemente aggiornati (più o meno su base quinquennale) e dipende anche da un rapido accesso ai finanziamenti da fonti regionali, nazionali e sovranazionali (Drouineau et al. 2001, EFI 2013). Pertanto, una strategia adeguata alla gestione dei rischi e danni da vento prevede di: i) comprendere l'importanza delle tempeste di vento come elementi naturali parte delle dinamiche delle foreste; ii) impiegare misure preventive per minimizzare il rischio in termini di impatto e danni; iii) ristorare i danni

ambientali, economici e sociali causati; iv) sviluppare metodi di gestione post-tempesta e di ripristino che possano creare una futura foresta più stabile e resiliente dal punto di vista ecologico ed economico (EFI 2013).

5.3. DANNI DA AGENTI PATOGENI E DA INSETTI

In questi ultimi decenni, l'**incidenza di problemi fitosanitari nei boschi è aumentata progressivamente in seguito alle influenze antropogeniche** dirette e indirette su patogeni fungini e insetti parassiti (di seguito denominati parassiti), in particolare sulla loro diffusione e sui loro modelli di interazione con i loro ospiti. Quando l'entità dei danni è di particolare intensità e colpisce popolamenti forestali di pregio, la perdita di valore economico del bene può essere assimilata a quanto analizzato per la casistica dei danni da eventi meteorici estremi (v., a esempio, § 8.1). Gli alberi e i loro parassiti co-evolvono all'interno di un ecosistema dove si forma un'interazione evolutiva reciproca e graduale che, a lungo termine, porta alla stabilità dell'ecosistema stesso. Storicamente, piante e parassiti si sono evoluti in complessi regionali unici, in gran parte isolati da altri gruppi da barriere geografiche. Quando le barriere vengono infrante, organismi patogeni di un determinato ecosistema vengono introdotti in nuovi ambienti dove possono trovare ospiti privi di geni di resistenza e condizioni che favoriscono il comportamento patogeno; questo processo può portare a epidemie di nuove malattie con conseguenze ecologiche ed economiche assai pesanti.

La via d'ingresso principale, almeno per i parassiti forestali, è il commercio internazionale di piante vive (Liebhold et al. 2012, Santini et al. 2013, Xu et al. 2006, Battisti et al. 2010). La globalizzazione del mercato delle piante ornamentali legnose ha un ruolo importante e, sebbene l'attenzione sia molto cresciuta e i mezzi di indagine siano diventati molto più precisi, il numero delle introduzioni e naturalizzazioni di nuovi patogeni continua a crescere (Aukema et al. 2010, Eschen et al. 2015) evidenziando l'inefficacia degli strumenti di controllo esistenti (Seebens et al. 2017). Il commercio di prodotti legnosi, in passato tradizionale via di diffusione di microrganismi, oggi svolge un ruolo marginale (Santini et al. 2013), probabilmente riconducibile alle iniziative specifiche intraprese dalla FAO nel 2005 (ISPM n. 15, *International Standard for Phytosanitary Measures*), in cui sono state definite le linee guida per la sterilizzazione di questa via d'accesso.

Il rischio di introduzione di parassiti non nativi aumenta quando un organismo è polifago e associato a molte merci, o ha una lunga fase latente che gli permette di passare le frontiere (Vettraino e Santini 2021).

L'Italia, nel suo complesso, presenta 26 porti, 15 aeroporti, 5 dogane stradali e 4 ferroviarie, con circa 300 milioni di dollari di importazioni di piante e prodotti vegetali che attraversano le frontiere ogni anno (EU Comtrade). Pur non essendo un grande importatore, l'Italia è particolarmente soggetta all'invasione di parassiti forestali a causa della sua varietà di habitat e climi che variano dai climi subtropicali in Sicilia a quelli prettamente continentali sulle Alpi.

Nel recente passato, diversi focolai di malattie causate da parassiti e patogeni alieni invasivi come *Fusarium circinatum* (agente del **cancro resinoso del pino**), *Hymenoscyphus fraxineus* (agente causale della **morìa del frassino**) (Foto 5.3), *Cydalima perspectalis*, (piralide del bosso), *Dryocosmus kuriphilus*, (cinipide del castagno) e *Anoplophora glabripennis* (**tarlo asiatico**), solo per citarne alcuni, hanno colpito le foreste europee, modificandone l'assetto economico ed ecologico (Futai 2013, Landolt et al.

2016, Vettrano et al. 2018, Javal et al. 2019). In Italia, l'introduzione di *Xylella fastidiosa* subsp. *pauca* (agente del Complesso del disseccamento rapido dell'olivo, CoDiRO) ha suscitato l'attenzione mediatica sui problemi relativi alle invasioni di patogeni. Questo patogeno è ampiamente citato per la moria dell'olivo, tuttavia anche la subsp. *pauca*, come altre già presenti in Europa, sono in grado di attaccare anche numerose specie forestali (olmi, querce, aceri, platani, etc.), tanto da metterne a rischio la presenza negli ecosistemi naturali.



Foto 5.3. Moria di frassino (foto: A. Santini)

I parassiti forestali spesso sfuggono ai controlli alle frontiere perché sono invisibili a occhio nudo (così come i sintomi che causano nell'ospite possono non essere immediatamente visibili), o perché possono viaggiare con specie non-ospiti o che non sono suscettibili; pertanto, spesso la loro presenza viene percepita solo quando il loro impatto diventa palpabile. Questi microrganismi risultano quindi difficili da identificare e classificare, rendendo arduo qualsiasi sforzo per monitorare la loro presenza e determinare la loro funzione e compromettendo seriamente la nostra capacità di gestire in modo efficace i loro percorsi di invasione, riducendo la possibilità di ulteriori epidemie (Paap et al. 2020). Gli interventi che si possono fare una volta che l'epidemia è in atto sono generalmente limitati e di scarsa efficacia, oltre ad essere particolarmente costosi. L'unica strategia che si è rivelata efficace nel limitare i danni dovuti alle invasioni di parassiti forestali è quindi la prevenzione all'introduzione (Figura 5.5).

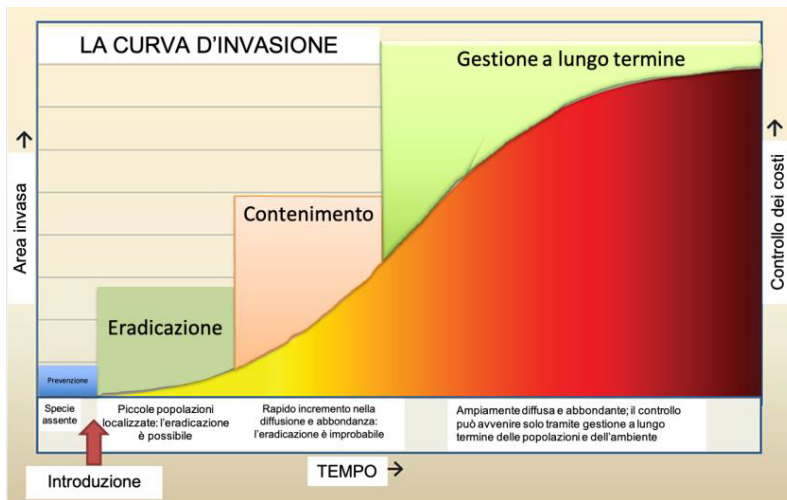


Figura 5.5. Curva d'invasione di parassiti forestali (fonte: modificata da Harris et al. 2018).

I costi economici rappresentano una delle maggiori sfide associate allo sviluppo e all'implementazione di misure di prevenzione delle invasioni. D'altra parte, la gestione di un agente patogeno naturalizzato è, di gran lunga, più costosa. L'UE dovrebbe migliorare la propria politica di biosicurezza utilizzando l'analisi dei costi e dei benefici delle importazioni rispetto ai danni delle invasioni di parassiti, come già adottato da diversi paesi del mondo.

Eschen et al. (2015) hanno trovato che alcune specie legnose sono maggiormente soggette agli attacchi di patogeni e insetti non nativi. Generalmente si tratta di specie appartenenti a generi presenti anche in altri continenti (ad es. pino, olmo, castagno, ...). I parassiti, una volta introdotti in un nuovo ecosistema, si adattano facilmente ai nuovi ospiti tassonomicamente vicini a quelli originari, causando danni sensibili. Un esempio molto noto è quello legato alla diffusione, dal 2002, del **cinipide del castagno**, *Dryocosmus kuriphilus*, un insetto originariamente associato al castagno cinese e probabilmente introdotto con il commercio internazionale di piante (Graziosi e Santi 2008). Il cambiamento climatico è un altro fattore che può influire significativamente sull'instaurarsi di nuove epidemie o infestazioni di patogeni e insetti nativi in modo diretto o indiretto (crolli dovuti ad eventi climatici estremi).

Il regime climatico, modificando le condizioni di vita di patogeni ed insetti, ne può favorire un comportamento maggiormente aggressivo; d'altra parte, può rivelarsi come un fattore di stress per gli alberi. Ad esempio, i danni causati dal bostrico (*Ips typographus*) a carico dell'abete rosso (*Picea abies*) sono positivamente correlati al verificarsi di estate secche e con temperature superiori alla media. Inoltre, le peccete delle zone più calde hanno subito danni da bostrico sette volte superiori rispetto a quelle nell'areale naturale della specie (Marini et al. 2012). Il bostrico rappresenta una delle specie di insetti maggiormente dannose alle foreste europee: complessivamente il bostrico ha colpito 110 milioni di metri cubi di legname di abete rosso nel 2019: circa il 250% in più rispetto all'anno precedente (Deganutti e Faccoli 2022). Per ragioni economiche, le peccete sono state piantate ampiamente al di fuori del loro areale naturale e adesso le troviamo anche in aree a loro non ecologicamente congeniali, dove facilmente trovano fattori di stress termici, idrici, che le rendono maggiormente prone agli attacchi di bostrico (Salvadori et al. 2020, Deganutti e Faccoli 2022).

Anche secondo il RAF (Rapporto sullo stato delle foreste e del settore forestale), il quadro fitosanitario italiano attuale evidenzia che nell'ultimo ventennio i danni a causa di **lepidotteri defogliatori** quali *Tortrix*

viridana e *Lymantria dispar* sono in forte crescita in molti querceti dell'Italia centro-meridionale, sia decidui sia sempreverdi (leccete). A partire dagli anni '90 del secolo scorso, le infestazioni da **processionaria delle querce** sono aumentate e attaccando in maniera significativa anche le cerrete. Anche molti patogeni nativi, quali membri delle famiglie delle **Botryosphaeriaceae** e **Nectriaceae**, considerati finora di secondaria importanza, stanno incrementando il loro impatto.

I sistemi selvicolturali finora adottati per la produzione di legname si basano principalmente su impianti mono o oligo-specifici. Alcuni autori (Jactel e Brockerhoff 2007) hanno dimostrato che quanto più le foreste sono diversificate tanto è minore l'impatto delle infestazioni degli insetti. Questa affermazione ha tuttavia validità generica: infatti, a solo titolo di esempio, se le foreste miste limitano i parassiti oligofagi, non sono però sempre in grado di controllare i polifagi. Gli stessi autori riportano che la stessa tipologia della composizione specifica del bosco misto è più importante della ricchezza specifica stessa, ovvero i maggiori benefici di protezione si ottengono quando la foresta è composta da specie tassonomicamente distanti fra loro e non semplicemente da un grande numero di specie diverse che la compongono. Il verificarsi di un'epidemia o di un'infestazione può essere favorito da fattori difficilmente prevedibili, ma sempre più probabili in condizioni di cambiamento climatico, geo-politico e commerciale. Di conseguenza, quanto più è lungo il turno, tanto più alto sarà il rischio che un impianto di specie legnose possa incorrere in un danno. Recentemente si stanno sviluppando diversi approcci per valutare il rischio del possibile impatto di nuovi parassiti. Ad esempio, le **piantagioni sentinella** (Eschen et al. 2019) si stanno dimostrando uno strumento efficace per prevenire l'introduzione di parassiti finora sconosciuti alla scienza. Invece, per quantificare e delimitare annualmente le superfici boscate danneggiate da insetti, patogeni e avversità abiotiche è necessario costituire e mantenere **reti permanenti di monitoraggio dello stato fitosanitario** atte all'individuazione precoce dei fattori di rischio, in modo che possano essere prontamente ed efficacemente gestiti.

5.4. DANNI DA FAUNA SELVATICA

La fauna selvatica rappresenta una componente fondamentale degli ecosistemi forestali. La gestione della fauna selvatica è disciplinata dalla L. 157/1992 "Norme per la protezione della fauna omeoterma e per il prelievo venatorio". In essa (art. 1) si riconosce come la fauna selvatica sia patrimonio indisponibile dello stato (*res communes omnium*) e che per tale motivazione essa deve essere tutelata. La legge definisce quali sono gli obiettivi generali della gestione faunistico-venatoria, ovvero il conseguimento di densità ottimali e la conservazione di tutte le specie, cacciabili e no. Il risarcimento dei danni causati dalla fauna selvatica alle colture agricole, previsto dall'art. 10 comma 8 di tale legge, è uno degli aspetti più importanti della gestione. Ad esso si collega il concetto di densità ottimale per una specie. Normalmente, infatti, una specie selvatica provoca danni alle colture quando è presente in sovrannumero in un determinato ambiente. Quando gli animali sono troppi, essi sono costretti ad ampliare il loro raggio di ricerca del cibo, andando così a interferire con le attività umane produttive (Gorreri e Moscardini 2000).

Negli ultimi anni il nostro paese, in linea con quanto osservato a scala europea, è stato interessato da un **consistente incremento demografico delle specie di ungulati selvatici** (Figura 5.6) che si è accompagnato ad un aumento dell'areale di tali popolazioni su tutto il territorio nazionale.

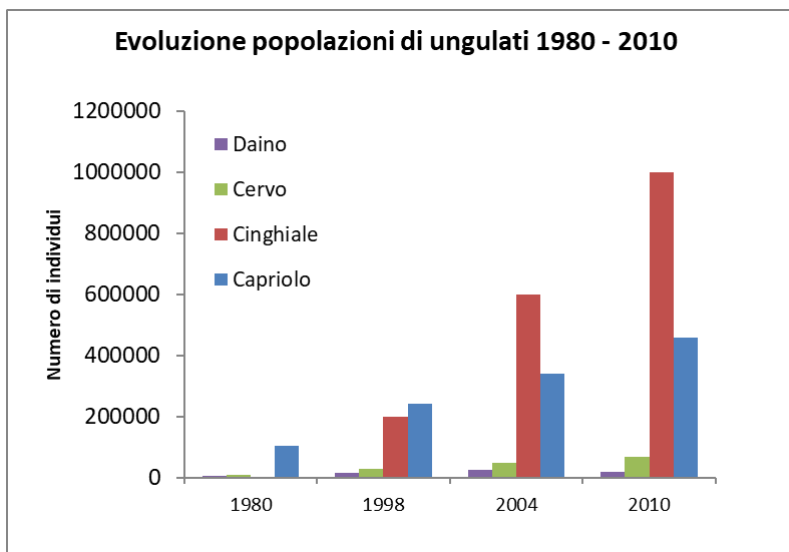


Figura 5.6. Evoluzione delle popolazioni di ungulati selvatici in Italia (fonte: Apollonio, 2004, 2017, modificato).

È evidente che tale incremento, che è stato favorito da una complessa serie di ragioni socioeconomiche e ambientali (Chianucci 2009), si è tradotto in un aumento generalizzato delle situazioni di conflittualità nel rapporto fauna – attività antropiche. **La conoscenza del verificarsi dei danni e della probabilità che ciò accada, nonché la quantificazione economica dei danni provocati da ogni singola specie selvatica diventano quindi un criterio importante per la gestione e la definizione del rischio di subire tali impatti.** La gestione faunistico-venatoria, se si occupa da una parte di quantificare e indennizzare i danni, dall'altra dedica la sua attenzione proprio alla prevenzione degli stessi e, come già accennato, al conseguimento delle densità ottimali cioè quelle **quantità massime sostenibili senza che si verifichino danni alle colture e al bosco** (Cavallini e Banti 1999).

5.4.1. Impatto degli ungulati selvatici alle colture forestali

Tra le varie specie selvatiche, gli ungulati, e principalmente i cervidi, rappresentano quelle che hanno un maggiore impatto sulle dinamiche forestali. Tali specie traggono diretta fonte di nutrimento dalla rinnovazione forestale, sia essa naturale (principalmente nelle fustaie) sia essa agamica (nei boschi cedui). Di conseguenza i cervidi sono le specie selvatiche che hanno un maggiore impatto sulla produzione legnosa. Di contro, specie come il cinghiale possono avere un impatto rilevante per quanto riguarda i prodotti non-legnosi, principalmente tartufo (Piattoni et al. 2016, Salerno et al. 2013), frutti e funghi eduli. Infine, gli ungulati selvatici, in particolare il cinghiale, mentre i cervidi solo nelle annate di alta fruttificazione (Barrere et al. 2020), si nutrono dei semi prodotti dalle specie arboree, e quindi hanno un impatto indiretto sulle dinamiche di rinnovazione di tali popolamenti (principalmente nelle fustaie), che in colture finalizzate alla produzione di semi (come castagneti da frutto, nocioleti, noceti) possono tradursi in danni economici. L'alimentazione, in quanto prelievo della risorsa vegetale, ha un effetto diretto e indiretto sullo sviluppo della vegetazione forestale e rappresenta la causa principale del danno alle colture forestali. È tuttavia da considerare che ci sono anche impatti indiretti non dovuti all'alimentazione, che possono portare a importanti conseguenze sulla vegetazione. Di seguito si terranno in considerazione gli impatti delle tre specie di cervidi più diffuse nel nostro territorio (cervo, daino e

capriolo) dato il loro maggiore interesse e potenziale maggiore impatto nei confronti della vegetazione forestale. Per tali specie si devono evidenziare innanzitutto delle analogie per quanto riguarda l'impatto. Infatti, per tutte e tre le specie l'impatto principale sulla vegetazione è ascrivibile al prelievo dei germogli e gemme delle piante arboree, che hanno un impatto negativo sull'accrescimento della vegetazione (e anche sul portamento) (Keigley e Frisina 2011). Tre elementi sono tuttavia importanti per differire il rischio di tali impatti a seconda della specie:

- **selettività alimentare:** il capriolo rappresenta, tra le tre specie, la più selettiva, e quindi la sua presenza nel territorio rappresenterà un maggiore 'rischio' per determinate specie vegetali, ad esempio boschi di querce (nel caso dei boschi cedui; Foto 5.4) oppure boschi ad alto fusto con rinnovazione di abete bianco (nel caso delle fustaie) (Chianucci et al. 2015);

- **altezza di brucatura:** un elemento discriminante tra le tre specie di cervidi è l'altezza massima alla quale l'animale può raggiungere i getti e germogli. Tale altezza nelle piante rappresenta un fattore critico per la sopravvivenza. Impatti prolungati possono mantenere le piante o i ricacci al di sotto di tale soglia per un arco di tempo molto lungo, ritardando notevolmente lo sviluppo vegetativo oppure causando la morte della pianta o del pollone (Chianucci et al. 2015, Motta 2003);

- **carico animale:** le tre specie sono molto differenti in dimensioni e anche la quantità di alimentazione necessaria per ciascuna di esse è molto differente; pertanto, l'impatto sarà diversificato a parità di densità di cervidi e la presenza di simpatria (sovrapposizione delle diverse specie in un territorio) può intensificare l'entità dell'impatto.

Indipendentemente dalla specie, il risultato degli impatti sullo sviluppo della vegetazione forestale può essere riassunto nelle seguenti voci:

a) **riduzione dell'accrescimento e conseguente riduzione della biomassa legnosa** ritraibile dalla gestione forestale, con conseguente allungamento del turno. Tale elemento è importante nei soprassuoli gestiti a ceduo per legna da ardere (Chianucci et al. 2015);

b) **riduzione della qualità degli assortimenti ritraibili:** nei boschi di castagno gestiti per produrre paleria, la brucatura spesso causa una biforcazione dei polloni, e conseguente perdita o deprezzamento del valore dell'assortimento (Chianucci 2009); altri impatti sugli assortimenti sono ascrivibili a una riduzione dell'accrescimento, alla produzione di getti epicormici e all'eccesso di ricacci dovuti a brucatura, o a deformazioni legate a raschiatura e/o scortecciatura (*peeling*) (Ward et al. 2004, Keigley e Frisina 2011, Vlad e Sidor 2014);

c) **insufficiente o assente rinnovazione naturale** a causa del prelievo di biomassa verde a livello dello strato erbaceo-arbustivo;

d) in caso di impatti prolungati, si assiste spesso a **forme di deterioramento dello stato vegetativo o dello sviluppo della vegetazione** (Keigley e Frisina 2011, Chianucci et al. 2015).



Foto 5.4. Esempio di brucatura di ricacci di cerro da capriolo (foto: F. Chianucci).



Foto 5.5. Cervo che si nutre all'interno di un bosco (foto: G. Vacchiano).

5.4.2. Fauna selvatica e gestione forestale

La gestione forestale ha un ruolo importante nella definizione delle relazioni tra la componente vegetazionale, la fauna selvatica e i conseguenti impatti. Come accennato, **boschi gestiti a ceduo sono suscettibili a forti impatti dovuti alla brucatura dei ricacci**. Tale impatto è tendenzialmente più elevato nei primi anni successivi alla ceduazione, in quanto i ricacci si sviluppano in questo periodo al disotto dell'altezza di brucatura. Tuttavia, l'impatto della brucatura ha un effetto anche nel lungo periodo: Chianucci et al. (2015) hanno dimostrato come dopo 6 anni dalla ceduazione la brucatura del capriolo abbia comportato una riduzione del 57% del volume del fusto in boschi cedui di querce, che si attesta a circa il 40% di riduzione dopo 11 anni dalla ceduazione. Nello stesso studio, gli autori dimostrano, all'opposto, che il castagno non ha subito impatti rilevanti e che già dal secondo anno dalla ceduazione essi siano trascurabili. È evidente, pertanto, che la selettività alimentare (in questo caso del capriolo) rappresenta un parametro importante da considerare nella definizione del rischio.

Per quanto riguarda la gestione ad alto fusto, l'impatto dei cervidi ha dei riflessi per quanto riguarda la rinnovazione naturale (Foto 5.5). Per quanto gli impatti di per sé hanno una ridotta connotazione economica nell'immediato, **la mancanza di rinnovazione ha un impatto di medio e lungo periodo sulle dinamiche di sviluppo dei soprassuoli forestali**. Un esempio al riguardo è la rinnovazione delle abetine di abete bianco. Per tali tipologie forestali, gli interventi volti a promuovere la rinnovazione sono stati spesso fortemente limitati o resi vani dall'impatto degli ungulati (Bianchi e Paci 2008). Infine, va considerato l'impatto del cinghiale laddove la gestione è finalizzata alla produzione non legnosa (funghi, tartufi, frutti). In questo caso, il carico del cinghiale può avere un notevole impatto sui prodotti non legnosi attesi.



Foto 5.6. Bosco della Mesola: assenza di rinnovazione e di piano arbustivo in quercio-frassineto dovuto a eccesso di carico di cervi (foto: P. Cantiani).

5.4.3. Fattori predisponenti il rischio degli impatti della fauna

Si evidenziano qui alcuni **elementi di maggiore rilievo volti a definire i fattori di rischio, mentre una indicazione operativa degli elementi per la stima del danno è riportata in Appendice 3.**

Contesto territoriale: dato che la fauna opera ad ampie scale geografiche, è necessario conoscere le caratteristiche ecologiche e gestionali del comprensorio all'interno del quale ricadono i popolamenti di interesse. Le tipologie di specie e formazioni forestali presenti possono favorire o meno la diffusione delle specie selvatiche su tutto il territorio, ovvero comportare il rischio che la fauna concentri l'impatto su porzioni ristrette di territorio, più favorevoli per la specie. Nel caso del bosco ceduo, un esempio è rappresentato dalla presenza di un numero relativamente ampio di superfici tagliate, con possibile diversificazione delle specie vegetali, che possono consentire una maggiore disponibilità alimentare; all'opposto, piccole superfici, ridotte o concentrate, possono comportare il rischio che il carico si concentri esclusivamente su tali aree. Analoghe considerazioni si possono trarre se il popolamento si trova in un comprensorio non protetto, oppure in una area a varie forme di tutela dall'attività venatoria (es. parchi nazionali, oasi faunistiche etc.). In queste situazioni, la diversa forma di gestione venatoria può influire in maniera decisiva sull'utilizzo del territorio da parte degli ungulati e, pertanto, favorire o meno l'impatto su specifiche formazioni forestali e territori.

Carico: la densità della fauna selvatica è il più ovvio e spesso il principale fattore di rischio. Densità elevate portano necessariamente il rischio di un carico maggiore in un dato territorio. Tale rischio è ulteriormente accentuato da alcune variabili ambientali e gestionali; ad esempio, aree a maggior disturbo della fauna, dovuto alla vicinanza a strade o a aree abitate, possono essere meno attrattive rispetto ad aree poste in zone molto riparate, che di conseguenza possono essere preferibilmente fruite dalla fauna selvatica. Il carico massimo ammissibile viene definito da Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA). Tuttavia, una problematica spesso ravvisata è la presenza di più specie di ungulati nello stesso territorio, che rende complicata la determinazione di un carico massimo sostenibile. Mattioli (2010) ha definito il carico massimo dei cervidi in Appennino pari a 18 caprioli equivalenti, facendo riferimento ai valori equivalenti per daino (2.3 caprioli equivalenti) e cervo (4.5 caprioli equivalenti).

Gestione forestale: la forma di governo boschivo (ceduo o fustaia), le specie arboree presenti e i tipi di assortimenti sono determinanti per la tipologia di impatti attesi e rischi connessi. A complicare il quadro, l'impatto della fauna varia in funzione del periodo e dello stato di sviluppo di un popolamento; la produzione di assortimenti a fine turno rende complessa la valutazione dell'effetto di lungo e medio periodo degli impatti.

Elementi per la *stima del danno*

Un sinistro attiva un processo che si sviluppa seguendo lo schema di seguito presentato:

causa → *modalità* → *effetto* → [*riparazioni*]

La **causa** è l'agente responsabile, mentre la **modalità** indica la forma con cui l'agente si manifesta. L'**effetto** è l'insieme delle conseguenze registrate dai singoli e/o dalla collettività, nello spazio e nel tempo, che si riflettono in una generica riduzione del flusso delle utilità godute. Le successive riparazioni sono le misure di attenuazione degli effetti del danno e comprendono il ripristino, il risarcimento, le compensazioni, oppure una loro combinazione.

La natura è uno degli agenti in grado di generare eventi rilevanti (AA. VV. 2017), con effetti ingenti e dalle differenti modalità di manifestazione (terremoti, tempeste, tsunami, etc.). La dinamica si caratterizza per una prima fase di accumulo di energia, a cui segue una esplosione di energia dagli effetti disastrosi. L'entità dell'energia sprigionata ne definisce la magnitudo. Gli effetti possono essere diretti sull'uomo, oppure indiretti, in termini di riduzione della disponibilità di beni privati o ambientali, nonché di alterazione nel funzionamento dei sistemi di interesse pubblico quali il sistema economico, sanitario, dei trasporti, dei servizi, etc. Questi beni e sistemi registrano una riduzione in termini di efficienza, consistenza, qualità, produttività, patrimonio, che a loro volta hanno riflessi sul benessere della collettività. Le successive riparazioni possono essere di tipo materiale, finalizzate a ripristinare lo stato dei luoghi, nonché monetarie con l'obiettivo di risarcire in tutto, oppure in parte, la riduzione del valore dei beni e risorse, oppure ancora mediante misure compensative finalizzate ad offrire beni diversi che assicurano comunque un analogo flusso di utilità.

Sul piano giuridico esistono diverse categorie di danno. Nel caso dell'evento naturale, si tratta di un danno extra contrattuale dovuto a causa di forza maggiore, che ha compromesso beni materiali e strumentali nonché ha avuto effetti sui diritti reali dell'individuo e della collettività. La valutazione è una tematica propria della dottrina estimativa e in particolare dell'estimo legale (Gallerani 2011, Polelli 2006) essendo disciplinata dal Codice Civile (in particolare, tra gli altri, art. 1223), che sancisce il **presupposto alla base del danno** (nesso causa-effetto), i **diritti dei danneggiati** e i **doveri dell'agente** (se viene riconosciuta la responsabilità dell'uomo), la disciplina risarcitoria e il ruolo delle assicurazioni. La sfera del danno può interessare vari profili quali quelli:

- **sociali**, i cui effetti sono quantificati soprattutto in termini di perdite di vite umane e feriti;
- **aziendali o privatistici**, che riguardano le singole unità produttive; gli effetti sono valutati in termini di danneggiamento dei beni materiali e patrimoniali nonché la perdita di eventuali introiti/redditi dell'attività. La determinazione del danno è un ambito proprio della dottrina estimativa;
- **economici o pubblici**, che ricomprendono gli effetti registrati dal sistema economico locale che, direttamente e/o indirettamente, è legato alle foreste; è il caso del settore del legno e quello del turismo. Seppur questi sistemi non abbiano subito danni diretti tali da ridurre la loro capacità

produttiva, la recente tempesta Vaia in Trentino (v. Appendice 1) ha determinato una forte contrazione dell'offerta di legname di qualità per le segherie locali, mentre il settore turistico-ricreativo ha registrato un peggioramento del quadro paesistico-ambientale con conseguente riduzione della domanda dei potenziali fruitori; diversi sono gli approcci utilizzabili per determinare il danno, di cui quello più esaustivo è rappresentato dal confronto tra i risultati economici di settore prima del danno e quelli registrati successivamente allo stesso, nella prospettiva temporale necessaria affinché il settore acquisisca gli standard più prossimi a quelli precedenti il sinistro;

- **ecologico-ambientali**, riguardano le alterazioni dello stato degli ecosistemi; gli effetti coinvolgono il capitale naturale e servizi ecosistemici; la quantificazione del danno è data dalla perdita di beni e servizi quotati sul mercato, quantificabili ricorrendo al metodo estimativo, mentre per i servizi non quotati dal mercato può farsi ricorso al metodo della disponibilità a pagare.

Nella prospettiva della promozione di iniziative assicurative per il soprasuolo forestale l'entità di riferimento è l'azienda o la proprietà forestale, facendo riferimento ai soli riflessi di cassa, ossia **ricavi e costi espressi al prezzo di mercato**). Altresì la **magnitudo del danno è circoscritta ai soli effetti diretti e immediati** che il sinistro genera nel corso della sua manifestazione, a cui si vanno ad aggiungere **altre componenti del danno** legate alle strategie intraprese per contenere i suoi effetti.

Il relativo processo estimativo ha quale fulcro metodologico la comparazione con la situazione di mercato al momento del sinistro (**metodo comparativo**), considerando lo stato di fatto e di diritto che caratterizza l'azienda al momento immediatamente precedente il sinistro (**principio di specificità**) (Carbone 2021). Lo scopo dell'attività estimativa è la quantificazione della riduzione in valore registrato dall'azienda, espresso secondo la metrica monetaria. Per la sua stima, l'ortodossia estimativa suggerisce prioritariamente il ricorso al criterio del **più probabile valore complementare**¹ poiché coglie anche quegli aspetti indiretti registrati nella parte non direttamente coinvolta dal sinistro. Operativamente si procede al confronto tra il valore dell'azienda prima con quello dopo il danno. Lo scarto è il complemento al valore unitario, ovvero il giudizio di valore del danno registrato dall'azienda. A seconda dei contesti e delle circostanze, al danno si sommano **altre componenti aggiuntive**.

Sviluppando la stima del danno mediante il criterio del valore complementare, vengono posti a confronto i seguenti sistemi:

- quello in assenza dell'evento [H_0], ovvero assumendo che il flusso dei benefici e delle perdite continui con la medesima tempistica ed entità del passato;
- quello ex post l'evento [H_1], prendendo atto dei flussi di benefici e perdite che il sistema registra nel periodo in divenire.

La generica funzione di stima del danno può essere così formalizzata:

$$H_0 = H_1 + D$$

da cui il danno è la perdita e/o la riduzione di valore registrata dalle componenti patrimoniali, sociali e ambientali, nonché dai loro prodotti in termini di beni e servizi, quantificabile attraverso la seguente relazione

$$D = H_0 - H_1$$

Avvalendosi del procedimento razionale-analitico l'estimatore quantifica la riduzione in valore che l'azienda subisce in conseguenza del sinistro. L'entità del danno dipende anche dal tempo necessario affinché il sistema recuperi lo status che aveva antecedentemente il sinistro, oppure lo status ad esso più prossimo. Esprimendo i due scenari come flusso di ricavi e costi nel tempo, si ha

$$H_0 = \left[\sum_{i \rightarrow n}^t (R_{0,i} - C_{0,i}) * \frac{1}{q^i} \right]$$

$$H_1 = \left[\sum_{i \rightarrow n}^t (R_{1,i} - C_{1,i}) * \frac{1}{q^i} \right]$$

da cui ne consegue che il danno è pari allo scarto registrato dal confronto dei due sistemi

$$D = \left[\sum_{i \rightarrow n}^t (R_{0,i} - C_{0,i}) * \frac{1}{q^i} \right] - \left[\sum_{i \rightarrow n}^t (R_{1,i} - C_{1,i}) * \frac{1}{q^i} \right]$$

dove $[R]$ e $[C]$ sono rispettivamente i generici ricavi e costi che accompagnano i due scenari a confronto (rispettivamente $[H_0]$ ed $[H_1]$), mentre $[n]$ è il momento di avvio del sinistro, $[i]$ sono gli anni trascorsi da quando vi è stato il sinistro, mentre $[t]$ identifica un generico anno in cui si ha il ripristino allo status antecedente il sinistro, infine $\left[\frac{1}{q^i}\right]$ è il coefficiente di anticipazione per allineare i diversi valori monetari al momento $[n]$. Il danno è quantificato come la differenza dell'ammontare dei benefici netti erogati antecedentemente il sinistro, con l'ammontare dei benefici netti erogati al seguito del sinistro. Esso può anche essere definito come la somma algebrica della riduzione dei benefici con le maggiori perdite dovute al sinistro, al netto delle altre componenti aggiuntive, come di seguito riportato

$$D = \left[\sum_{i \rightarrow n}^t (R_{0,i} - R_{1,i}) * \frac{1}{q^i} \right] + \left[\sum_{i \rightarrow n}^t (C_{1,i} - C_{0,i}) * \frac{1}{q^i} \right].$$

Secondo il legislatore, le componenti che concorrono a definire l'entità del danno sono:

- il **danno emergente**, ricomprensivo il danneggiamento alle componenti patrimoniali, quali sono i capitali stabilmente investiti e i capitali a fecondità ripetuta (esempio la provvigione legnosa, le infrastrutture, le strutture ed altri capitali di esercizio che erano presenti nell'area interessata dal sinistro);
- il **lucro cessante**, che assomma i mancati redditi che il privato registrerà in conseguenza dell'evento.

¹ Il danno può anche determinarsi ricorrendo al criterio del più probabile valore di costo, concentrandosi unicamente sul valore della riduzione della perdita aziendale. Così facendo potrebbero sfuggire quelle componenti di danno della parte aziendale non coinvolta direttamente nel sinistro.

In situazioni normali non vi sono incertezze di cosa sia la provvigione e la ripresa, da cui l'individuazione del lucro cessante come ripresa e del danno emergente come provvigione. In foresta, tuttavia, la loro distinzione non è così evidente, poiché è la somma dei volumi delle piante a rimanere costante, mentre nel tempo le stesse piante, e le piantine, crescono secondo le loro leggi biologiche. Ne consegue che in un qualsiasi momento della gestione non è possibile identificare fisicamente quale sia la provvigione e quale sia la ripresa. Questa è una caratteristica propria del legno, in quanto è fattore produttivo fintanto che cresce, mentre diviene prodotto, al momento del suo abbattimento. Da cui l'opzione di guardare il soprassuolo forestale come un'unica componente denominata capitale legnoso. Il valore del suolo nudo (VSN) di un bosco è determinato mediante la capitalizzazione delle infinite periodicità costanti e posticipate, ossia

$$VSN = \frac{\sum_{i \rightarrow 0}^t [(R_i - C_i) * q^{t-i}]}{q^t - 1}$$

dove [R] e [C] sono rispettivamente i generici ricavi e costi, siano essi periodici e/o annui, che la proprietà registra nel corso degli anni e che concorrono a costruire la periodicità del bosco a fine turno [t]. La relazione sopra citata altro non è che la rappresentazione semplificata della nota formula del Faustmann (1849), (Fratini et al. 2015, Merlo 1991), a cui si perviene eseguendo la somma algebrica delle categorie degli importi attesi in termini di ricavi e costi, come di seguito riportato

$$VSN = \left\{ \overbrace{\left[P_t + (P_s * q^{t-s}) + (P_m * q^{t-m}) + \left(i * \frac{q^t - 1}{r} \right) \right]}^{\text{Ricavi nel corso del turno}} - \overbrace{\left[(C * q^t) + \left(c * \frac{q^t - 1}{r} \right) \right]}^{\text{Costi nel corso del turno}} \right\} * \frac{1}{\underbrace{q^t - 1}_{\text{Fattore di capitalizzazione di infinite periodicità}}}$$

Al numeratore vi sono i ricavi e i costi registrati dalla proprietà in un turno. I ricavi sono assicurati dagli interventi di gestione intercalare [P_s; P_m] e di fine turno [P_t], nonché da eventuali ricavi annui [i] (es. prodotti non legnosi del bosco, affitti etc.), mentre i costi sono dovuti per l'impianto del nuovo soprassuolo [C]² e degli altri costi annui [c]. Le due formule del VSN sono tra loro equivalenti.

A prescindere dalla formulazione, la sua implementazione è alla base per il calcolo del danno di un bosco; tuttavia, deve essere opportunamente declinata per le specifiche circostanze del caso. Di seguito viene illustrato il calcolo del valore del danno con riferimento ad una azienda particellare con un soprassuolo coetaneo che ha registrato un danno totale e permanente ed un altro relativo al danno parziale e temporaneo. La terza parte è dedicata alle altre componenti aggiuntive al danno.

² Spesso nella realtà forestale italiana, avendo puntato sulla rinnovazione naturale, la componente dei costi da re-impianto è nulla (C=0).

6.1. DANNO TOTALE E PERMANENTE

Data un'azienda con un bosco coetaneo (azienda particellare) si assume che il sinistro verificatosi all'anno [n] abbia danneggiato tutto il soprassuolo (danno totale, agente: forte incendio, tempesta di vento, etc.) con effetti che non possono essere ripristinati (danno permanente), come ad esempio la modifica del flusso dei redditi periodici (Figura 6.1).

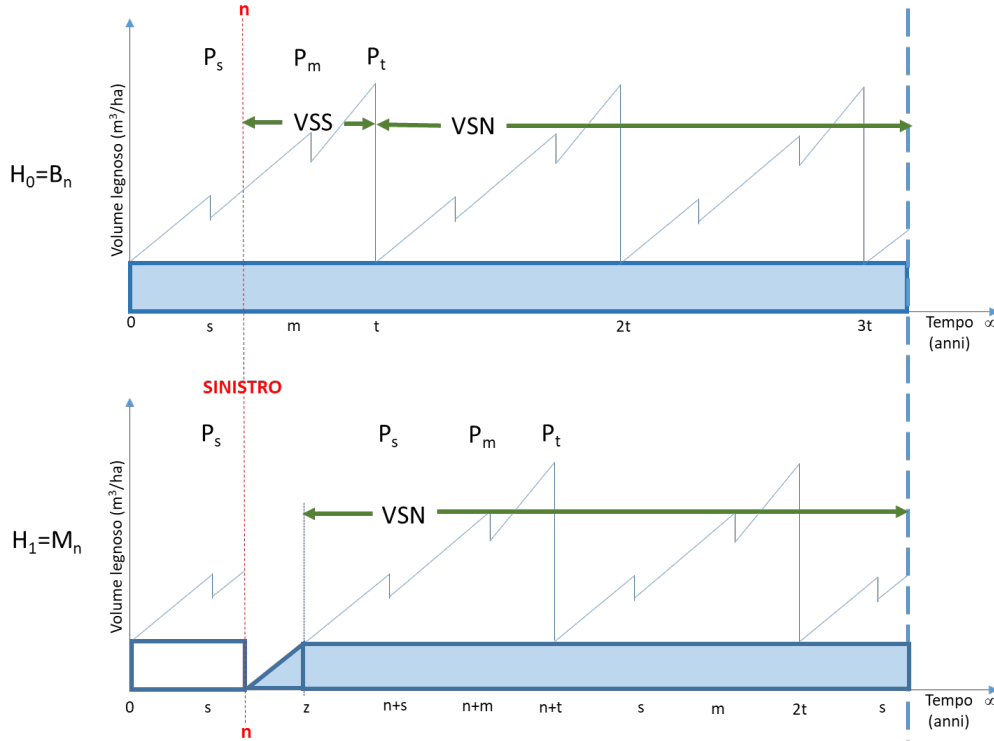


Figura 6.1. Rappresentazione del danno totale e permanente.

Il procedimento estimativo prevede la stima del valore del bosco al momento del sinistro [n] qualora non fosse stato interessato dal sinistro

$[B_n^\infty = H_0]$. Esso è ottenuto come somma del valore del soprassuolo (VSS) per il turno in corso, con il valore del suolo nudo (VSN) dei turni successivi, ossia:

$$B_n^\infty = [VSS_n^t + VSN_t^\infty]$$

per cui:

$$VSS_n^t = \left\{ (P_m * q^{t-m}) + (P_t) + \left[(i - c) * \frac{q^{t-n} - 1}{r} \right] \right\} * \left(\frac{1}{q^{t-n}} \right)$$

$$VSN_t^\infty = \frac{\left\{ P_t + (P_s * q^{t-s}) + (P_m * q^{t-m}) + \left[(i - c) * \frac{q^t - 1}{r} \right] \right\}}{q^t - 1}$$

$$H_0 = \left\{ \left[(P_m * q^{t-m}) + (P_t) + \left((i - c) * \frac{q^{t-n} - 1}{r} \right) \right] + \frac{\left\{ P_t + (P_s * q^{t-s}) + (P_m * q^{t-m}) + \left[(i - c) * \frac{q^t - 1}{r} \right] \right\}}{q^t - 1} \right\} * \left(\frac{1}{q^{t-n}} \right),$$

riscrivibile, per semplicità, come

$$H_0 = [VSS_n^t + VSN_t^\infty] * \frac{1}{q^{t-n}}$$

Passando alla situazione successiva al sinistro, il valore del bosco è rappresentato da $[B_n^\infty = H_1]$. La simbologia è quella precedentemente adottata eccetto per $[z]$ che esprime il tempo necessario per la ricostituzione della provvigione. Ne consegue che:

$$H_1 = \left\{ \frac{\left[(P_s * q^{[(z+t)-(z+s)]}) + (P_m * q^{[(z+t)-(z+m)]}) + (P_t) + \left((i - c) * \frac{q^{[(z+t)-(z)]} - 1}{r} \right) \right]}{q^t - 1} + \left[(i - c) * \frac{q^{(z-n)} - 1}{r} \right] \right\} * \left(\frac{1}{q^{z-n}} \right).$$

Questa relazione può essere più sinteticamente riscritta come

$$H_1 = \left\{ \left[VSN_z^\infty + \left((i - c) * \frac{q^{(z-n)} - 1}{r} \right) \right] * \frac{1}{q^{z-n}} \right\}.$$

In definitiva il danno, quale conseguenza diretta del sinistro, è pari a

$$D = [H_0 - H_1] = \left[(VSS_n^t + VSN_t^\infty) * \frac{1}{q^{t-n}} \right] - \left[\left(VSN_z^\infty + (i - c) * \frac{q^{z-n} - 1}{r} \right) * \frac{1}{q^{z-n}} \right]$$

$$= \overbrace{\left\{ [(P_m * q^{t-m}) + (P_t)] * \frac{1}{q^{t-n}} \right\}}^{\text{Mancati ricavi del soprassuolo danneggiato}} + \overbrace{\left\{ \left(VSN_t^\infty * \frac{1}{q^{t-n}} \right) - \left(VSN_z^\infty * \frac{1}{q^{z-n}} \right) \right\}}^{\text{Perdita del valore del suolo nudo dovuto allo slittamento del flusso dei ricavi}} + \overbrace{\left\{ \left[(c - i) * \frac{q^{(z-n)} - 1}{r} \right] * \frac{1}{q^{z-n}} \right\}}^{\text{Mancati ricavi nel periodo di ricostituzione della provvigione}}$$

Descrivendolo, il danno è la somma dei mancati ricavi che sarebbero dovuti maturare nel periodo da $[n]$ a $[t]$ ovvero $[P_m, P_t]$, a cui si aggiunge la perdita del valore del suolo nudo per effetto dello slittamento del flusso dei ricavi, nonché i mancati ricavi annui netti nel periodo da $[n]$ a $[z]$ di ricostituzione della provvigione legnosa.

6.2. DANNO PARZIALE E TEMPORANEO

Data un'azienda con un bosco coetaneo (azienda particellare) si assume che il sinistro verificatosi all'anno [n] abbia danneggiato parzialmente il soprassuolo (danno parziale, agente: fauna selvatica, incendio, etc.) con effetti temporanei (danno temporaneo) (Figura 6.2).

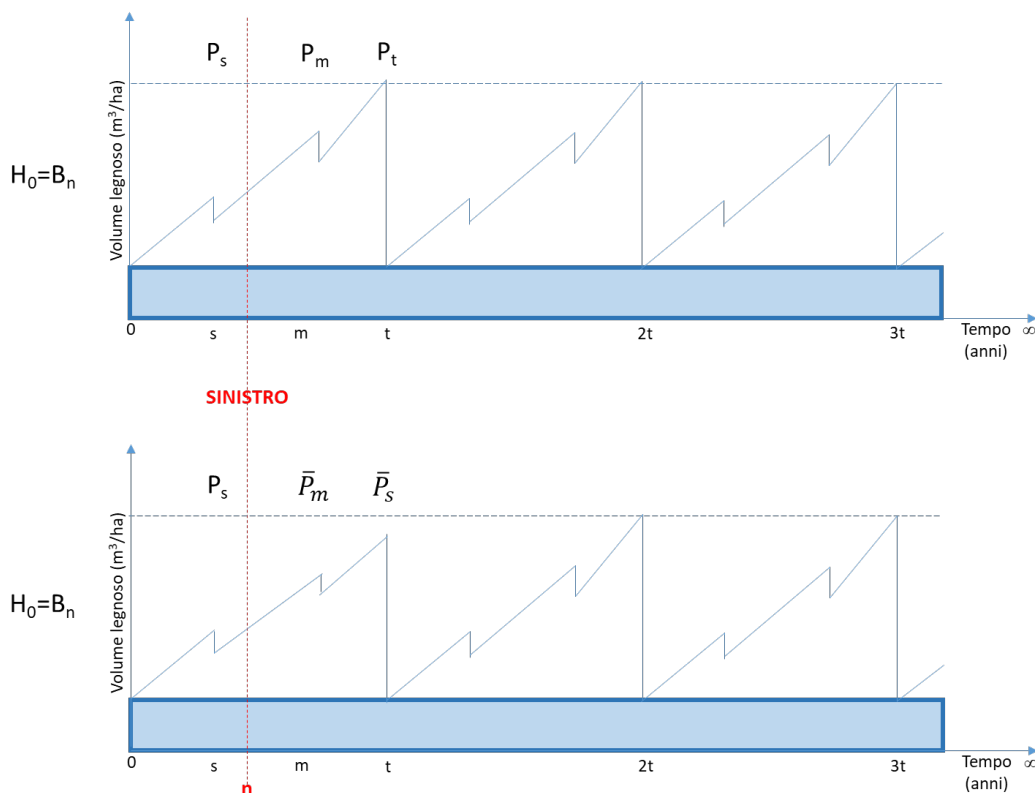


Figura 6.2. Rappresentazione del danno parziale e temporaneo

Partendo dal valore del bosco non danneggiato [H_0] al momento [n], si ha

$$H_0 = [VSS(H_0)_n^t + VSN_t^\infty],$$

mentre per quello danneggiato [H_1] si ha

$$H_1 = [VSS(H_1)_n^t + VSN_t^\infty]$$

Ponendo a confronto le due relazioni per la determinazione del danno si ha

$$\begin{aligned} D &= [H_0 - H_1] \Rightarrow \\ &= \{VSS(H_0)_n^t + VSN_t^\infty\} - \{[VSS(H_1)_n^t + VSN_t^\infty]\} \Rightarrow \\ &= [VSS(H_0)_n^t] - [VSS(H_1)_n^t]. \end{aligned}$$

È evidente che i valori del suolo nudo relativi allo scenario [H_0] ed a quello [H_1] si elidono reciprocamente per cui il calcolo si sofferma solamente sul soprassuolo. Esprimendole in termini di categoria di ricavi e costi i relativi valori del VSS si ha

³ La produzione legnosa al momento [s], ovvero [P_s] non rientra nel calcolo del danno in quanto l'attività e i ricavi sono antecedenti al sinistro.

$$H_0 = \left\{ \left[P_m * q^{t-m} + P_t + \left((i - c) * \frac{q^{t-n} - 1}{r} \right) \right] * \frac{1}{q^{t-n}} \right\}$$

$$H_1 = \left\{ \left[\bar{P}_m * q^{t-m} + \bar{P}_t + \left((\bar{i} - \bar{c}) * \frac{q^{t-n} - 1}{r} \right) \right] * \frac{1}{q^{t-n}} \right\}.$$

Da cui la determinazione del danno è

$$D = \left\{ \overbrace{[(P_m * q^{t-m} + P_t) - (\bar{P}_m * q^{t-m} + \bar{P}_t)]}^{\text{Riduzione del valore del soprassuolo}} + \overbrace{\left[\left((i - c) * \frac{q^{t-n} - 1}{r} \right) - \left((\bar{c} - \bar{i}) * \frac{q^{t-n} - 1}{r} \right) \right]}^{\text{Riduzione dei redditi annui}} \right\} * \frac{1}{q^{t-n}}$$

6.3. ALTRE COMPONENTI AGGIUNTIVE AL DANNO

Sono le componenti del danno che derivano dalle strategie che l'azienda intraprende e/o si avvale per contrastare gli effetti del sinistro. Queste possono partecipare alla quantificazione del danno con effetti diametralmente opposti

a) componenti aggiuntive che accrescono il danno

(+) spese di intervento per il contrasto diretto e immediato del sinistro;

(+) spese di salvataggio del soprassuolo;

(+) spese di ripristino del danno;

b) componenti aggiuntive che decrescono l'entità del danno

(-) ricavi (al netto delle spese) dal materiale recuperato;

(-) contributi per il ripristino del danno.

Ai fini assicurativi la gestione di queste componenti è da approfondire. Le spese per il contrasto del sinistro coinvolgono istituzioni specifiche che intervengono soprattutto a tutela dell'interesse pubblico e non di quello dell'azienda. Le spese di salvataggio, invece, riguardano l'abbattimento preventivo di piante per ridurre il combustibile e attaccare il fuoco che ha minor potenza, per cui potrebbero rientrare nel volume danneggiato. Il recupero del materiale danneggiato non sempre può effettuarsi e vi sono circostanze in cui il suo recupero richiede dei costi che sono superiori ai ricavi. Infine, vi è la problematica del ripristino del danno. La loro citazione è conseguenziale al sinistro, tuttavia, occorre considerare le seguenti evidenze: a) il ripristino non è in continuità con il sinistro, ma solo successivo, b) non necessariamente si procede al ripristino con l'intervento dell'uomo, e c) questa componente ha una configurazione ambigua, ovvero può configurarsi come un ulteriore **aggravio al danno**, qualora sia a carico dell'azienda, oppure come **ristoro al danno** qualora fosse erogata da un soggetto terzo.

Modelli attuariali per il settore forestale

Uno dei maggiori problemi per la diffusione di un mercato assicurativo forestale è la mancanza di **modelli per la determinazione del premio**. Il principale limite risiede nel fatto che nel settore assicurativo il rischio è stato principalmente trattato con metodi che si basano sull'applicazione di leggi statistiche alle serie storiche di eventi (Guillaume et al. 2019) e non su analisi dei fattori determinanti e predisponenti allo status quo e in proiezioni a breve e medio termine.

Negli ultimi anni è aumentata l'attenzione del settore scientifico verso forme di assicurazioni forestali. La maggior parte delle ricerche si è tuttavia concentrata sulla domanda e la **potenziale disponibilità a pagare (DAP)** da parte di proprietari e gestori di boschi privati o pubblici. Brunette e Couture (2008) hanno evidenziato come le compensazioni pubbliche post-evento possano diminuire sia le richieste di assicurazione che le strategie di adattamento agli eventi estremi. Brunette et al. (2014) hanno indagato gli effetti della compensazione pubblica (incluso il sussidio ai premi assicurativi) in combinazione con altri fattori, determinando la DAP per la stipula di assicurazioni tra 42 proprietari di foreste private nella regione dell'Aquitania: **essa risulta correlata con il rischio di pericoli naturali percepito e con la fiducia nell'intervento pubblico**. La massima DAP per assicurazioni forestali è stata esaminata per un caso di studio in Mississippi attraverso l'applicazione di modelli interval-censored e non-parametrici del tipo Kaplan-Meier Turnbull (Deng et al. 2015): **la DAP è risultata inferiore rispetto al premio definito dalle compagnie assicurative**, spiegando – almeno in parte – il basso livello di coperture raggiunte. Conclusioni simili sono riportate da Sauter et al. (2016) per uno studio relativo a 137 proprietari forestali tedeschi e inerente a una copertura assicurativa multirischio contro incendi e tempeste di vento; inoltre, gli Autori hanno riscontrato che **la DAP dei proprietari è influenzata dalla presenza di agevolazioni ai premi assicurativi più che dal rischio percepito**.

Dal punto di vista della quantificazione dei premi assicurativi, e quindi dei veri e propri modelli attuariali, rari risultano gli studi per l'implementazione di modelli da applicare a scala medio-larga nel settore forestale, nonostante i principali punti di forza e di debolezza dei regimi assicurativi applicati alle foreste e la necessità di studiare modelli attuariali forestali siano stati discussi già a partire dagli anni '50 del secolo scorso (Wright 1950, Shepard 1950). Una indagine pionieristica è stata sviluppata da Brown nel 1928, definendo un modello attuariale da applicare al rischio di incendi. Sempre per affrontare il rischio di incendi, Shepard (1937) ha proposto un quadro metodologico per calcolare il premio assicurativo nelle foreste della costa del Pacifico negli Stati Uniti: questo premio combina il valore del popolamento arboreo e il rischio di incendio per diverse regioni in funzione dei fattori potenzialmente scatenanti; per il caso di studio, il premio medio risultava pari allo 0,45% del valore del soprassuolo.

Zhang e Stenger (2014) evidenziano che **i premi dell'assicurazione forestale sono piuttosto variabili** a livello globale: da 0,2% del valore del soprassuolo (solo incendio) al 3% (tutti i danni da calamità) in Svezia; 1,5-2,6% (solo incendio) in Sud Africa; 1% per tutti i danni fino all'intero costo di riforestazione in Cina. In alcuni Paesi (a esempio, Cile e Nuova Zelanda) l'assicurazione copre solo i danni alle piantagioni forestali e non quelli ai boschi di origine naturale.

Ma et al. (2015) hanno implementato un algoritmo per rappresentare la relazione tra i partecipanti al mercato assicurativo forestale cinese (governo, compagnie assicurative e agricoltori forestali), sviluppando un modello dinamico basato sulla teoria dei giochi (Tripartite Dynamic Game Model) al fine di trovare una soluzione di equilibrio simulando il comportamento dei tre attori. Sempre per il settore assicurativo delle foreste cinesi, ulteriori progressi sono forniti da Li et al. (2018) che trasferiscono il concetto di *mean escape time* dalla fisica per valutare le perdite potenziali dovute a eventi naturali (nel caso specifico, infestazioni di parassiti e fitopatologie) e analizzare il caso di studio come un sistema non lineare e complesso: gli Autori evidenziano come il metodo mostri buoni risultati e simulazioni più verosimili rispetto alle tecniche attuariali tradizionali.

A livello europeo, Holec e Hanewinkel (2006) hanno implementato un modello attuariale per definire il premio minimo applicabile in un caso di studio nella Foresta Nera meridionale, nel sud-ovest della Germania; la valutazione include funzioni di probabilità empiriche e un'analisi statistica non parametrica (Kolmogorov-Smirnov) al fine di stimare le probabilità di danni, singoli o aggregati, alle foreste: i risultati del modello evidenziano come **il premio minimo possa variare molto (anche di alcune migliaia di euro per ettaro) a seconda della superficie assicurata e dell'età del soprassuolo**. Brunette et al. (2015) hanno proposto un modello attuariale per l'assicurazione contro rischi naturali multipli in un bosco di abete bianco in Slovacchia: il modello considera diversi tipi di pericoli (indipendenti o dipendenti) e intervalli di tempo (discreti o continui). Modelli attuariali sono stati sviluppati anche per le foreste di conifere della penisola iberica al fine di stimare premi assicurativi per la copertura del danno da incendi (Pinheiro e De Almeida Ribeiro 2013), includendo simulazioni di variazione di redditività, turno e misure di ripristino dei popolamenti forestali galiziani (Barreal et al. 2014).

Un limite dei modelli attuariali per l'ambito forestale è legato al fatto che essi vengono generalmente sviluppati per aree ristrette e senza una caratterizzazione spazialmente esplicita. Queste considerazioni denotano la **difficoltà di estendere i modelli** citati in precedenza al contesto dei boschi italiani, contraddistinti da ampia variabilità vegetazionale, geomorfologica, socioeconomica e logistica.

Per questo motivo, Sacchelli et al. (2018) hanno sviluppato un **prototipo di modello attuariale applicato all'ambito italiano**, realizzato su Sistemi Informativi Geografici (GIS – *Geographic Information System*) e disponibile in linguaggio *bash* per il software GRASS GIS v. 7.8 (Neteler et al. 2012); questo modello prevede il calcolo del premio potenziale per ogni area forestale analizzata (particelle, pixel in mappe *raster* etc.) e, a seguito della realizzazione di un sistema informativo territoriale di dettaglio, l'analisi permette la quantificazione del valore dei boschi (suolo, soprassuolo o bosco nella sua interezza) secondo le tecniche consuetudinarie di economia ed estimo forestale (Merlo 1991) declinate in ambito geografico; il modello consente inoltre di selezionare il tipo di danno (parziale o totale) e l'intervallo temporale di riferimento (danno temporaneo o permanente). Il modello utilizza una copertura totale del danno, prevedendo quindi il risarcimento del valore degli assortimenti persi più eventuali danni accessori, eventuali danni al suolo, al netto del valore di recupero. Successivamente, al valore del danno potenziale vengono affiancate mappe di probabilità di eventi dannosi al fine di quantificare il rischio economico effettivo. Il premio totale viene infine computato calcolandone la quota parte aggiuntiva legata alle compagnie assicurative (costi fissi, costi variabili, profitto) e ripartendola proporzionalmente sull'area di riferimento. A tal fine, il modello stima il grado di penetrazione del mercato assicurativo sul territorio analizzato – valutando il livello di partecipazione dei proprietari forestali – e la possibilità di decurtazione del premio in funzione di finanziamenti pubblici. Da una prima applicazione a livello nazionale

per assicurazioni multirischio per danni da incendi e venti estremi, **i risultati di questo modello evidenziano premi crescenti con gradienti nord-sud, maggior entità del premio per le fustaie rispetto ai cedui (con eccezioni a livello regionale) e per i boschi puri rispetto a quelli misti** (Sacchelli et al. 2018).

Assicurazione del *rischio* in *pioppicoltura*

L'arboricoltura da legno in Italia è praticata su terreni agricoli, occupa una superficie di circa centomila ettari (Mattioli et al. 2019) e comprende principalmente piantagioni di latifoglie. Il settore è dominato dalla pioppicoltura che, pur occupando una superficie minima rispetto a quella delle foreste, fornisce circa la metà dei prelievi annuali di legname di origine nazionale a uso industriale (Levarato et al. 2018).

La coltivazione specializzata di pioppo ad alto fusto avviene con cloni ibridi (*Populus x canadensis* Moench. in prevalenza) in piantagioni monoclonali a densità di 200-350 alberi per ettaro, con turni di circa 10 anni. La gestione intensiva della coltivazione implica un consistente impegno finanziario soprattutto nei primi anni di impianto e i rischi conseguenti alla durata del turno devono essere tutelati. La pioppicoltura specializzata praticata nei terreni agricoli alluvionali di pianura è tuttora una coltura con redditività analoga a quelle delle principali colture agricole (Coaloe et al. 2020). Il legno di pioppo è destinato principalmente alla produzione di pannelli compensati di elevata qualità per il settore del mobile e arredamento.

Nella durata pluriennale del ciclo colturale del pioppeto si hanno **rischi di origine meteorica, avversità atmosferiche e calamità naturali, fitopatie e infestazioni parassitarie, che provocano perdite di incremento legnoso o deterioramento della qualità del legno e che possono incidere negativamente fino al 45% della redditività della coltura** (Allegro 2017). Non meno gravi possono essere considerati i rischi legati alla instabilità del mercato del legno e volatilità dei prezzi, con variazioni del 20-30% nel corso di un solo turno decennale di coltivazione (Coaloe 2019).

Tra le numerose avversità del pioppo in piantagione specializzata, quelle di origine meteorica sono in grado di provocare perdite anche di notevole entità in termini quantitativi e qualitativi che incidono sul valore delle produzioni legnose nei suoi vari assortimenti (Chiarabaglio e Coaloe 2002a). Quelle causate dal vento, dalla grandine, dal gelo e dalla neve sono sicuramente le più pericolose per frequenza e dannosità. Si calcola che queste provochino la **perdita, a fine turno, di oltre l'8% del numero di piante messe a dimora nella pianura padano-veneta** (Coaloe et al. 1994).

Se verso la maggior parte dei rischi di origine biotica si può intervenire con una gestione mirata in quanto sono disponibili strumenti, prodotti curativi e preventivi oltre a varietà colturali resistenti alle comuni fitopatie, nel caso dei rischi di origine meteorica soltanto il ricorso alle garanzie assicurative può mitigare o compensare le perdite di reddito.

8.1. VENTO

Dalle numerose osservazioni condotte nei pioppeti della pianura padano-veneta si stima che **mediamente nel 10% dei casi si hanno danni da curvature e/o stroncature del fusto che a fine turno interessano circa il 10% degli alberi**. I danni più gravi si osservano in concomitanza di precipitazioni e venti forti (Foto 8.1, 8.2). Alcune compagnie di assicurazione definiscono condizioni di **vento forte** quelle in cui vengono raggiunte velocità superiori a 50 km orari (grado 7 della scala Beaufort).



Foto 8.1. Pioppeto di due anni di impianto con curvature del fusto da vento forte.



Foto 8.2. Pioppeto prossimo a maturità con alberi stroncati da vento forte.

In base alla valutazione qualitativa dei tronchi di pioppo e dei difetti ammissibili per i principali assortimenti retraibili, **gli alberi che subiscono la curvatura o la stroncatura del fusto possono essere deprezzati almeno del 65-70% del loro valore commerciale** (Chiarabaglio e Coaloa 2002b, Chiarabaglio e Coaloa 2004, Coaloa et al. 1994) rispetto a quelli integri (Tabella 8.1).

Tabella 8.1. Classificazione dei danni in pioppeti specializzati e deprezzamento commerciale rispetto ad alberi di pioppo integri.

<i>classe di danno</i>	<i>tipo di danno</i>	<i>deprezzamento %</i>
0	nessun danno	0
1	leggera curvatura del cimale	0
2	curvatura del fusto < 45°	65
3	curvatura del fusto > 45°	70
4	piante stroncate al di sopra di 2/3 dell'altezza dendrometrica	70
5	piante stroncate al di sotto di 2/3 dell'altezza dendrometrica	70
6	piante piegate fino a terra e/o parzialmente sradicate	70

8.2. GRANDINE

La grandine, soprattutto quando accompagnata da forti venti, oltre a determinare sfrangiature e distacco delle foglie, morte di gemme e germogli, rotture di cimale e di rami, provoca sulla corteccia lesioni più o meno grandi, in genere disposte unilateralmente e che, a seguito di processi di cicatrizzazione, diventano più vistose. Precipitazioni grandinose di un certo rilievo possono risultare molto dannose in piantagione provocando danni diretti, quali le alterazioni più o meno gravi del prodotto legnoso, e indiretti, quali un rallentamento dell'accrescimento.

8.3. GELO/BRINA

Durante l'inverno, in concomitanza con abbassamenti termici o repentine e forti variazioni di temperatura (inferiore a $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$) che provocano contrazioni differenziate in zone del fusto aventi esposizione o profondità diverse, i tronchi di pioppo possono andare incontro a spaccature più o meno estese e profonde note come **cretti da gelo**. Dal punto di vista tecnologico, la spaccatura è un fenomeno gravissimo, perché impedisce un uso industriale del legno, ivi incluso quello per la produzione di paste di cellulosa.

Nella parte occidentale della pianura padana, dove il clima è più continentale e le escursioni termiche sono più elevate, si hanno le condizioni più favorevoli al verificarsi di questi gravi inconvenienti. Questo fenomeno interessa **il 35% dei pioppeti dove, in media, risultano colpite il 13% delle piante** (Coalò 1999).

8.4. NEVE

I danni provocati dalla neve sono generalmente diretti e di natura traumatica, ma abbastanza rari. Gli effetti sono più gravi quando le neviccate sono precoci o molto tardive, e cioè in presenza di foglie (foto 8.3). Tali danni consistono in spaccature di rami e di cimale con conseguenti riduzione della chioma e perdite, anche rilevanti, di massa legnosa. Generalmente tali rotture sono difficilmente riparabili e costituiscono la via d'ingresso di microrganismi agenti di carie del legno o di altre infezioni. Danni analoghi possono essere provocati, per lo più in piantagioni giovani, da uno strato di ghiaccio che, per effetto di persistenti condizioni di freddo e di umidità, aderisce agli organi aerei della pianta (galaverna). Il rilevante carico che ne consegue supera, a volte, la resistenza dei rami e/o del fusto, che possono venire stroncati anche in concomitanza dell'azione esercitata dal vento.

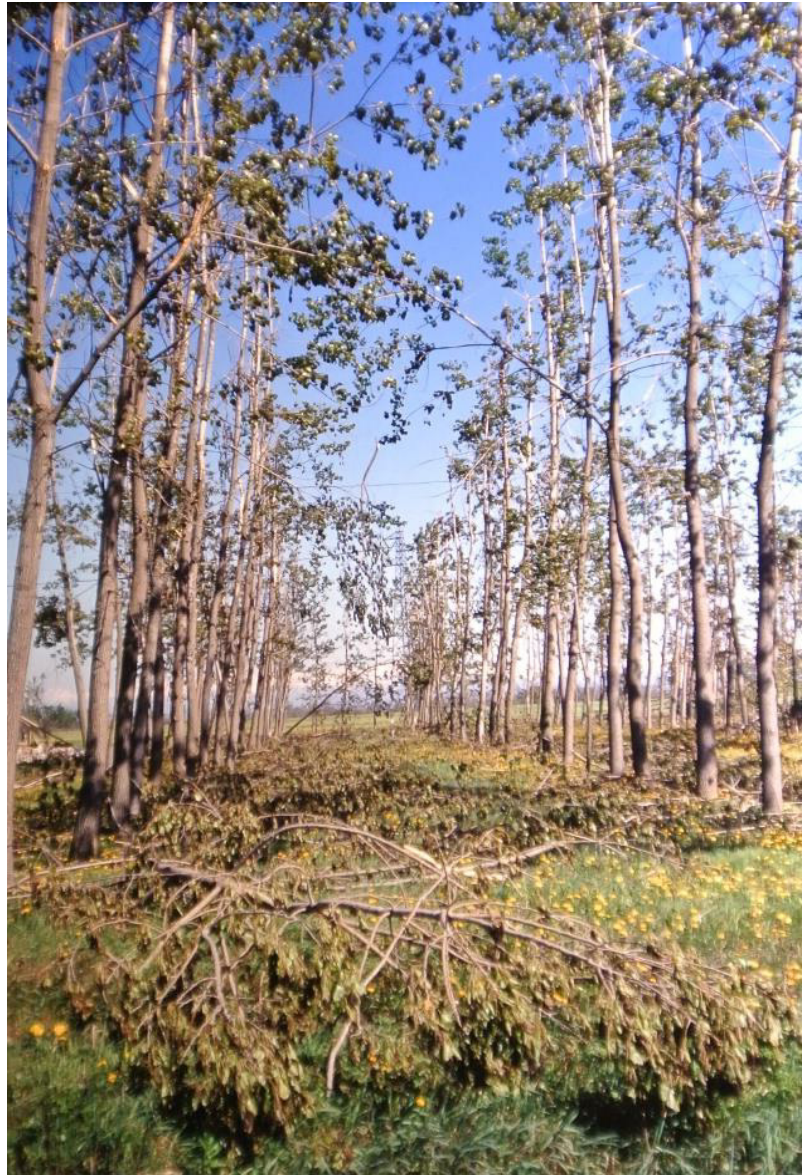


Foto 8.3. Piante mature di pioppo con danni alle chiome provocati da nevicata tardiva.

8.5. POLIZZE DI ASSICURAZIONE

Le garanzie delle polizze assicurative applicate al settore pioppicolo riguardano le sole perdite di quantità, cioè di piante di pioppo a dimora dal primo anno di impianto fino a 12 anni, allevate con sesti regolari in pioppeti specializzati (Coaloe et al. 2021).

I danni assicurati riguardano **vento forte, grandine, gelo, eccesso di neve, eccesso di pioggia**. I valori assicurati devono corrispondere al prodotto delle “somme convenzionalmente concordate” riguardo all’età di impianto per il numero delle piante di proprietà dell’assicurato nel singolo lotto. La somma convenzionalmente concordata è determinata dal valore minimo e massimo da attribuire a una pianta per ogni fascia di età del pioppeto intesa come numero degli anni trascorsi dal momento di messa a dimora delle pioppelle (Tabella 8.2). I valori riportati, elaborati dalle compagnie assicuratrici che hanno fornito i dati, dovrebbero derivare dal costo del materiale di impianto (pioppelle), dalle operazioni di impianto e dal costo di coltivazione per anno del turno, anche se non sempre corrispondono a quelli realisticamente sostenuti dalle imprese (Coaloe et al. 2021).

Tabella 8.2. Valori convenzionali per pianta viva di pioppo in funzione dell’età (allegato a polizza Generali Assicurazioni - Agenzia Trino-Santhià 490).

<i>Età pioppeto</i>	<i>Valore minimo (€/pianta)</i>	<i>Valore massimo (€/pianta)</i>
fino ad 1 anno	5	8
da 1 a 2 anni	6	12
da 2 a 3 anni	8	15
da 3 a 4 anni	12	21
da 4 a 5 anni	14	27
da 5 a 6 anni	17	30
da 6 a 7 anni	20	36
da 7 a 8 anni	23	42
da 8 a 9 anni	26	45
da 9 a 10 anni	29	51
da 10 a 11 anni	32	58

L’**ammontare del danno** viene calcolato, con riferimento al valore stipulato nella polizza di assicurazione, determinando:

- il valore delle piante danneggiate e di quelle che non possono essere raddrizzate;
- le spese di raddrizzamento, effettivamente sostenute e documentate;
- il valore del prodotto che può essere recuperato.

L’ammontare del danno relativo ad ogni pianta non comprende quindi l’eventuale prodotto recuperato e non può essere superiore alla cifra indicata nella polizza di assicurazione.

Ogni sinistro risarcibile è indennizzato previa detrazione della percentuale di franchigia indicata nella scheda di polizza, con il minimo riportato nella tabella 8.2, e che, di norma, **varia dal 10% al 30%** in base alla tipologia della garanzia o danno assicurato.

La somma a carico del contraente dovuta alla compagnia assicuratrice rappresenta un rilevante onere per il pioppicoltore. **Il tasso imponibile per ogni avversità va da un minimo di 0,50% del valore assicurato a oltre il 2,50% in base alla tipologia di avversità**, ma generalmente la sottoscrizione del rischio è attivata se sono comprese tre avversità come nel caso di polizze multirischio; in questo caso il tasso imponibile può raggiungere e superare il 4%. Dai dati forniti dal Consorzio Difesa di Casale Monferrato nel 2020 nella polizza a due rischi (grandine e vento forte) è stato applicato un tasso imponibile del 2,10% a carico dell'azienda agricola.

Premesso che l'esposizione al rischio per il pioppeto è costante in tutti gli anni del turno e considerato che la frequenza dei danni di origine meteorica sulle produzioni non è prevedibile, **sarebbe consigliabile mantenere costante la copertura assicurativa per tutta la durata del turno di coltivazione**. Ovviamente tali garanzie incidono sui ricavi dell'imprenditore in modo piuttosto oneroso quando cumulate per tutto il ciclo produttivo pluriennale. Esse possono valere dal 10 al 20% dei ricavi e in molti casi rendere negativo il bilancio tra costi e ricavi attualizzati (Valore Attuale Netto negativo).

Secondo Coaloa et al. (2021), **meno della metà delle aziende pioppicole fa ricorso alle polizze assicurative contro le avversità atmosferiche e di queste meno di un terzo ha attivato polizze agevolate**. Nella maggior parte dei casi **le polizze multirischio sono estese a tutta la superficie pioppicola aziendale** e solamente in casi sporadici si riserva la copertura assicurativa unicamente alle piantagioni prossime alla maturità.

Le assicurazioni agevolate (riduzione del 50% del premio) rappresentano strumenti vantaggiosi a favore dell'imprenditore pioppicolo rispetto alle polizze ordinarie, ma possono comportare notevoli vincoli tra cui, in particolare:

- **con le assicurazioni agevolate la copertura assicurativa è garantita per un periodo definito e non completo per tutto l'anno;**
- **è richiesto inoltre l'obbligo di assicurare almeno tre avversità e di estendere la copertura a tutte le superfici piantate dell'azienda.**

Dalle agevolazioni sono esclusi i pioppeti in aree golenali (Coaloa et al. 2021).

Conclusioni

Le strategie di mitigazione del rischio in ambito forestale possono essere di due tipi: i) **pratiche gestionali/selvicolturali atte a prevenire gli effetti negativi di eventi avversi**; ii) **misure di natura finanziaria**. Con riferimento a questo secondo ambito, la strategia più diffusa in Italia – e in generale nei Paesi dell'Europa mediterranea – è limitata agli **indennizzi pubblici post-evento**, finalizzati principalmente a coprire le spese di ripristino.

Il finanziamento pubblico ex post fornisce ai proprietari forestali solamente in caso di emergenza, con esborsi finanziari fino a diversi milioni di euro per evento: ciò crea un temporaneo sovraccarico economico per gli enti finanziatori e l'aumento negli ultimi decenni di fenomeni estremi, sia tempeste di vento, sia grandi incendi forestali, rende sempre più insostenibile economicamente una assistenza completa di questo tipo.

Una misura alternativa di gestione del rischio, più efficiente e che non provoca sovraccarico alle finanze pubbliche, è la **polizza assicurativa**: assicurare il valore del soprassuolo può consentire di fronteggiare l'incertezza del rischio, proteggere i proprietari forestali dai danni economici e contribuire a stabilizzarne il reddito.

Anche in Italia l'esposizione al rischio di catastrofi naturali e calamità antropogeniche è cresciuta negli ultimi decenni. In questo contesto la gestione assicurativa del rischio può essere uno dei principali strumenti per la **tutela della redditività delle aziende forestali** colpite da tali avversità. Al contempo, potrebbe assumere anche una funzione di contrasto rispetto ai fenomeni della volatilità dei prezzi e di instabilità dei mercati. In tal senso, sarebbe utile stimolare la **responsabilizzazione dei proprietari e gestori di boschi e piantagioni da legno**, premiando chi sceglie consapevolmente di fronteggiare i rischi produttivi della propria azienda sottoscrivendo contratti assicurativi, senza limitarsi a confidare esclusivamente in eventuali interventi compensativi in caso di calamità naturali.

Peraltro, si registra una estremamente modesta propensione all'assunzione di questi rischi da parte delle compagnie assicurative per quanto riguarda la gestione boschiva, se non a fronte di costi molto elevati e di condizioni contrattuali restrittive che possono rendere la copertura incompatibile con la capacità di spesa delle aziende, nonostante il sostegno pubblico (**misure PSR**). A differenza dell'arboricoltura da legno, che presenta cicli di coltivazione medio-brevi, le compagnie operanti in Italia non sembrano ancora pronte a sostenere il settore selvicolturale, in considerazione dei lunghi tempi di esposizione al rischio e dell'elevata vulnerabilità del patrimonio da assicurare.

Per stimolare la diffusione di strumenti per la gestione dei rischi in selvicoltura e arboricoltura da legno è, pertanto, opportuno fare leva su una serie di elementi quali: il **sostegno pubblico**, sia mediante cofinanziamenti diretti alla stipula delle polizze sia tramite l'emanazione di regolamentazioni mirate; la **raccolta e disponibilità di adeguate serie statistiche di interesse**; **competenze tecnico-scientifiche** in grado di sistematizzare il valore dei dati e delle informazioni disponibili, in particolare per la messa a punto di modelli attuariali adeguati.

Nella prospettiva delineata, questa monografia ha cercato di sintetizzare, in un quadro propositivo omogeneo, sia le **modalità** e le **interazioni** dei principali elementi relativi al **risk management** nel settore forestale italiano, sia i connessi aspetti di criticità. L'auspicio è che quanto prodotto possa rappresentare un riferimento utile per gli **imprenditori e proprietari forestali, i tecnici professionisti, i funzionari delle amministrazioni pubbliche** con competenze nel settore forestale (in primo

luogo quelle regionali) e le **compagnie assicuratrici**. Si auspica, inoltre, che l'organizzazione concettuale e contenutistica di quanto esposto possa essere di supporto alla **sensibilizzazione** dei portatori di interesse, nonché di stimolo per ulteriori **avanzamenti tecnico-scientifici** in questo settore.

Bibliografia

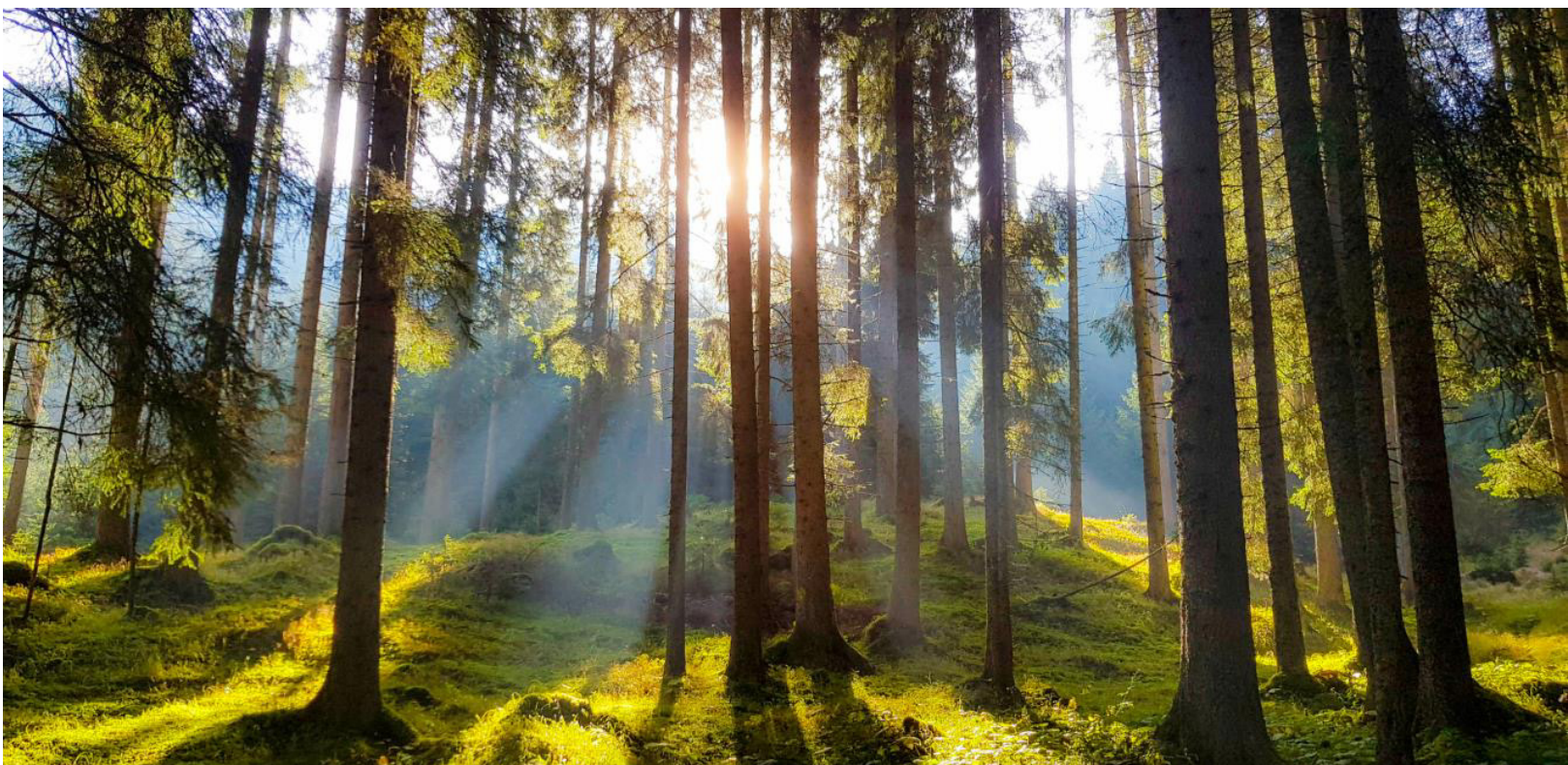
- AA.VV. 2017. **Climate change adaption and disaster risk reduction in Europe - enhancing, coherence of knowledge base, policy and practices**. Copenhagen (Denmark): European Environmental Agency.
- AA.VV. 2020a. **Forest Insurance. Pohjola Insurance**. 16 pp.
- AA.VV. 2020b. **Piano d'azione Vaia in Trentino. L'evento, gli interventi, i risultati**. Sherwood 248(2): 72.
- AGROSEGURO 2011. **Spain: The Multiperil Crop Insurance in Figures 2010**. Agroseguro, Madrid.
- ALLEGRO G. 2017. **Effetti a breve e medio termine di defogliazioni artificiali sull'accrescimento del pioppo euramericano (*Populus × canadensis* clone 'I-214') in piantagione in relazione all'intensità e all'epoca di defogliazione**. Forest@ 14: 206-217 [online 2017-08-01]
URL: <http://www.sisef.it/forest@/contents/?id=efor2417-014>
- APOLLONIO M. 2004. **Gli Ungulati in Italia: status, gestione e ricerca scientifica**. Hystrix 15(1).
- APOLLONIO M. 2017. **L'evoluzione della distribuzione e consistenza degli ungulati in Europa**. In: "La gestione della fauna selvatica ungulata tra insostenibilità dei danni in agricoltura, tutele e opportunità", Firenze 19 Ottobre 2017, Quaderni dei Georgofili 174 pp
- ASCOLI D., VALSECCHI C., BOVIO G., CONEDERA M. 2003. **Wildfires and beech forests of Southern Alps during the summer 2003 climate anomaly: fire effects and post-fire management**. The 5th International Wildland Fire Conference Sun City, South Africa, 9–13 May 2011.
- AUKEMA J.E., MCCULLOUGH D.G., VON HOLLE B., LIEBHOLD A.M., BRITTON K., FRANKEL S.J. 2010. **Historical Accumulation of Nonindigenous Forest Pests in the Continental United States**. BioScience, December 60: 886-897.
- BARATI A., ARIANOUTSOU M., CORONA P., DE LAS HERAS J., FERNANDES P., MOREIRA F., PAPAGEORGIOU K., VALLEJO R., XANTHOPOULOS G. 2010. **Post-fire forest management in southern Europe: a COST action for gathering and disseminating scientific knowledge**. iForest 3: 5-7
- BARREAL J., LOUREIRO M.L., PICOS J. 2014. **On insurance as a tool for securing forest restoration after wildfires**. Forest Policy and Economics 42: 15-23.
- BARRERE J., BOULANGER V., COLLET C., WALKER E., SIAT V., HENRY L., SAÏD S. 2020. **How does oak mast seeding affect the feeding behavior of sympatric red and roe deer?** Basic and Applied Ecology, 47: 83-94.
- BATTISTI A., MASUTTI L., PAOLETTI E., RAGAZZI A. 2010. **Selvicoltura: protezione delle foreste**. L'Italia Forestale e Montana, 65(2): 141-148.
- BERNETTI L., CIAMPI C., FAGARAZZI C., SACCHELLI S. 2011. **The evaluation of forest crop damages due to climate change. An application of Dempster-Shafer method**. Journal of Forest Economics 17(3): 285-297.
- BIANCHI L., PACI M. 2008. **Dinamica evolutiva e gestione delle abetine toscane: sintesi di quarant'anni di ricerche**. Forest@ 5: 122-130.
- BIROT Y., GOLLIER C. 2001. **Risk assessment, management and sharing in forestry, with special emphasis on windstorms**. Paper presented to an International Congress on "The economics of natural hazards in forestry", Solsona, Spain.
- 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 & Partner, Roma.
- BOVIO G., CAMIA A. 2004. **Pericolosità, gravità e rischio**. In: 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 & Partner, Roma.
- BOVIO G., CORONA P., LEONE V. (a cura di) 2014. **Gestione selvicolturale dei combustibili forestali per la prevenzione degli incendi boschivi**. Compagnia delle Foreste, Arezzo, pp. 208.
- BROWN W.R. 1928. **Forest Fire Actuary**. Journal of Forestry 26(1): 88-90.
- BRUNETTE M., COUTURE S., GARCIA S. 2014. **Determinants of insurance against forest fire risk: evidence from French experimental data**. Disponibile al link: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01072274>
- BRUNETTE M. 2015. **Prise en compte du risque et de l'incertitude dans la gestion des ressources naturelles renouvelables**. Applications aux ressources forestières: 20-55.
- BRUNETTE M., COUTURE S. 2008. **Public compensation for windstorm damage reduces incentives for risk management investments**. Forest Policy and Economics 10: 491-499.
- BRUNETTE M., HOLECY J., SEDLIAK M., TUCEK J., HANEWINKEL M. 2015. **An actuarial model of forest insurance against multiple natural hazards in fir (*Abies Alba* Mill.) stands in Slovakia**. Forest Policy and Economics 55: 46-57.
- CACCIATORE I., CALVANI G., DELOGU G., GOTTERO F., ROMANO R. 2020. **Pianificazione della prevenzione degli incendi boschivi. L'approccio a differenti scale**. Sherwood 347: 18-21.
- CARBONE F. 2020. **Contenimento dei danni da cambiamenti climatici sulle proprietà forestali. Un approfondimento sul caso Vaia**. Quaderno de "I tempi della Terra", pag. 49-57. Atti del convegno "Estimo: Scienza del Metodo".
- CARBONE F. 2021. **Ordinarietà: applicazione, implicazioni ed integrazioni**. Aestimum 77: 195-221.
- CASTELLINI A., DEVENUTO L. 2014. **Il danno. Elementi giuridici, urbanistici e economico-estimativi**. Atti del XLIV Incontro di Studi Ce.S.E.T., 27.
- CAVALLINI P., BANTI P. 1999. **Danni causati dal cinghiale e dagli altri ungulati alle colture agricole: stima e prevenzione**. ARSIA, Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel settore Agricolo-forestale, Firenze, Quaderno 5/99.
- CEPF 2010. **Summary of the CEPF Insurance day**. <http://www.cepf-eu.org/vedl/CEPF%20Insurance%20Day%20Summary.pdf>.
- CHEN X., GOODWIN B.K., PRESTEMON J.P. 2014. **Is timber insurable? A study of wildfire risks in the U.S. forest sector using spatio-temporal models**. American Journal of Agricultural Economics 96(1): 213-231.
- CHIANUCCI F. 2009. **Impatto degli ungulati selvatici in boschi cedui dell'Alpe di Catenaia e considerazioni generali sul ruolo della fauna in ambiente appenninico**. Università degli Studi di Firenze, Tesi di Laurea Specialistica, 99 pp.
- CHIANUCCI F., MATTIOLI L., AMORINI E., GIANNINI T., MARCON A., CHIRICHELLA R., APOLLONIO M., CUTINI A. 2015. **Early and long-term impacts of browsing by roe deer in oak coppiced woods along a gradient of population density**. Annals of Silvicultural Research 39: 32-36.
- CHIARABAGLIO P.M., COALOA D. 2002a. **Stima del Pioppeto. Criteri oggettivi per la valutazione del pioppeto maturo**.

- Supplemento ai Quaderni di ricerca della Regione Piemonte - Agricoltura.35, 47 pp. + CD [It]
- CHIARABAGLIO P.M., COALOA D. 2002b. **Valutazione qualitativa e quantitativa del pioppeto maturo in piedi**. L'Informatore Agrario, (LVIII): 41, pp. 25-27.
- CHIARABAGLIO P.M., COALOA D. 2004. **Software per la stima del pioppeto maturo**. Sherwood - Foreste ed alberi oggi 10: (6) 17-20 [It].
- CHIRICI G., GIANNETTI F., TRAVAGLINI D., NOCENTINI S., FRANCINI S., D'AMICO G., ZOANETTI R. 2019. **Stima dei danni della tempesta "Vaia" alle foreste in Italia**. Forest@, 3-9.
- CHIRICI G., BOTTALICO F., GIANNETTI F., ROSSI P., DEL P.B., TRAVAGLINI D., GOZZINI B. 2016. **Assessing forest windthrow damage using single-date, post-event airborne laser scanning data**. Forestry 91(1): 27-37.
- CIANCIO O., CORONA P., MARINELLI M., PETTENELA D. (a cura di) 2007. **Valutazione dei danni da incendi boschivi**. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Corpo Forestale dello Stato, Firenze, 2007.
- CIPOLLARO M., SACCHELLI S. 2019. **Domanda potenziale e classi di premio per il mercato assicurativo forestale italiano**. Agriregionieuropa 56: 1-6.
- COALOA D. 1999. **Condizioni favorevoli all'espansione della pioppicoltura**. L'Informatore Agrario (LV) 36: 79-82.
- COALOA D. 2019. **Quotazioni del pioppo in rialzo più interesse per gli agricoltori. Bioenergie-La tenuta dei prezzi per soddisfare la domanda dell'industria**. Terra e Vita 15: 56-58.
- COALOA D., CHIARABAGLIO P.M., GIORCELLI A., PELLERI F., PLUTINO M., ROSSO L., CORONA P. 2020. **Redditività di pioppeti ad alto fusto e di piantagioni di latifoglie a legname pregiato in Italia**. Forest@ 17: 101-108.
- COALOA D., GIORCELLI A., SCOTTI A. 1994. **La pioppicoltura in Italia**. In: "Il Ponte - Consorzio italiano assicuratori grandine" Nuova serie - n. 5, 1994 (54, 59).
- COALOA D., CHIARABAGLIO P.M., BERGANTE S., ROSSO L. 2021 - **Gestione assicurativa dei rischi in pioppicoltura**. L'Italia Forestale e Montana 76 (3): 109-120.
- COMMISSIONE EUROPEA 2013. **Green Paper on the insurance of natural and man-made disasters Strasbourg, 16.4.2013 COM(2013) 213 final**. <http://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2013/EN/1-2013-213-EN-F1-1.Pdf>
- CORONA P. 2004. **Interventi selvicolturali**. In: Blasi C., Bovio G., Corona P.M., 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. S.B.I. Roma.
- CORONA P., ASCOLI D., BARBATI A., BOVIO G., COLANGELO G., ELIA M., GARFÌ V., IOVINO F., LAFORTEZZA R., LEONE V., LOVREGGIO R., MARCHETTI M., MARCHI E., MENGUZZATO G., NOCENTINI S., PICCHIO R., PORTOGHESI L., PULETTI N., SANESI G., CHIANUCCI F. 2015. **Integrated forest management to prevent wildfires under Mediterranean environments**. Annals of Silvicultural Research 39: 1-22.
- CORONA P., CHIRICI G., ROMANO R., CESARO L. 2019. **Danni da vento: strategie di monitoraggio e gestione forestale**: in "I Georgofili. Quaderni 2019-II, Rischi ambientali e cambiamenti climatici: il vento e il fuoco in rapporto alla gestione forestale e del verde urbano", Firenze, 8 maggio 2019.
- CORONA P., MOTTA R. 2018. **I danni forestali possono diventare un'opportunità per la selvicoltura**. Terra e Vita 36 : 80-81.
- DE CHAMPS J. 1985. **Leçons à tirer de la tempête de novembre 1982 dans le Massif Central français**. Bulletin de la Société Royale Forestière de Belgique 92: 288-294.
- DEGANUTTI L., FACCOLI M., 2022. **Scolitidi e cambiamenti climatici. Una sfida globale per la gestione dei boschi di conifere**. Sherwood 257: 30-32.
- DENG Y., MUNN I.A., COBLE K., YAO H. 2015. **Willingness to pay for potential standing timber insurance**. Journal of Agricultural and Applied Economics 47(4): 510-538.
- DROUINEAU S., LAROUSSINIE O., BIROT Y., TERRASSON D., FORMERY T., ROMAN-AMAT B. 2001. **Joint evaluation of storms, forests vulnerability and their restoration**. EFI Discussion Paper 9. European Forest Institute. 39 p.
- EFI 2013. **Living with Storm Damage to Forests**. In: "Gardiner B., Schuck A., Schelhaas M.J., Orazio C., Blennow K., Nicoll B. (editors). What Science Can Tell Us No. 3. European Forest Institute. 129p.
- ELIA M., D'EESTE M., ASCOLI D., GIANNICO V., SPANO G., GANGA A., COLANGELO G., LAFORTEZZA R., SANESI G. 2020. **Estimating the probability of wildfire occurrence in Mediterranean landscapes using Artificial Neural Networks**. Environmental Impact Assessment Review 85: 106474.
- ESCHEN R., ROQUES A., SANTINI A. 2015. **Taxonomic dissimilarity in patterns of interception and establishment of alien arthropods, nematodes and pathogens affecting woody plants in Europe**. Diversity and Distribution 21: 36-45.
- ESCHEN R., O'HANLON R., SANTINI A., VANNINI A., ROQUES A., KIRICHENKO N., KENIS M. 2019. **Safeguarding global plant health: the rise of sentinels**. Journal of Pest Science 92:29-36.
- FAUSTMANN M. 1849. **Calcolo del valore dei suoli e dei soprassuoli impiegati nella produzione forestale**. In: Merlo M. 1991. Elementi di economia ed estimo forestale-ambientale. Patron Editore. Bologna.
- FODERI C., MARCHI E. 2016. **Stima dei costi di utilizzazione del materiale legnoso danneggiato dal vento in regione Toscana a seguito dell'evento del 5 marzo 2015**. L'Italia Forestale e Montana 71(4): 215-226.
- FRATINI R., MARONE E. 2009. **Metodologie economiche estimative per la determinazione del danno da selvatici in agricoltura**. Quaderni dei Georgofili.
- FRATINI R., MARONE E., POLIDORI R., RICCIOLI F., ZAMMARCHI L. 2015. **Ungulati selvatici e valutazione del danno economico ai soprassuoli forestali: applicazione a un caso di studio in Toscana e possibili strategie di intervento**. L'Italia Forestale e Montana 70(3): 203-221.
- FRASCARELLI A. 2016. **Evoluzione della politica di gestione del rischio in agricoltura**, Agriregionieuropa anno 12 n°47, Dic 2016.
- FUTAI K. 2013. **Pinewood nematode, Bursaphelenchus xylophilus**. Annual Review of Phytopathology 51: 61-83.
- GALLERANI V. 2011. **Manuale di Estimo**. Milano: McGraw-Hill.
- GARDINIER B., SCHUCK A., SHELHAAS M.J., ORAZIO C., BLENNOW K., NICOLI B. 2013. **Living with storm damage to forest: what science can tell us (Vol. 133)**. Joensuu (Finland): European Forest Institute.
- GASPARINI P., TABACCHI G. 2011. **Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio**. Bologna: Edagricole.
- GORRERI L., MOSCARDINI L. 2000. **I danni provocati dalla fauna selvatica e i mezzi per contenerli**. Edagricole 110 pp.
- GRAZIOSI I., SANTI F., 2008. **Chestnut gall wasp (Dryocosmus kuriphilus): spreading in Italy and new records in Bologna province**. Bulletin of Insectology 61: 343-348.
- GUGLIETTA D. 2014. **Il rischio di incendio: i casi studio del parco nazionale del Cilento e Vallo di Diano e della Sardegna**. Tesi di dottorato, Scienze agrarie e agro-alimentari. Università degli Studi di Napoli Federico II.
- GUILLAUME B., PORTERIE B., BATISTA A., COTTLE P., ALBERGEL A. 2019. **Improving the uncertainty assessment of economic losses from large destructive wildfires**. International Journal of Wildland Fire 28(6): 420-430.
- GUTTENBERG A. 1915. **Wachstum und ertrag der fichte im hochgebirge (Tavola alsometrica dell'abete rosso di Paneveggio)**.

- HAMEWINKEL M., HUMMEL S., ALBRECHT A. 2011. **Assessing natural hazards in forestry for risk management: a review.** European Journal of Forest Research 130(3): 329–351.
- HARRIS S., ELLIOTT C., WOOLNOUGH A., BARCLAY C., 2018. **A heuristic framework for invasive species research planning and measurement. Developing an invasive species research strategy in Tasmania.** Record of the Queen Victoria Museum and Art Gallery No. 117.
- HOLECY J., HANEWINKEL M., 2006. **A forest management risk insurance model and its application to coniferous stands in southwest Germany.** Forest Policy and Economics 8: 161–174.
- IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE) 2012. **Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation.** Edited by: Field C.B., Barros V., Stocker T.F., Qin D., Dokken D.J., Ebi K.L., Mastrandrea M.D., Mach K.J., Plattner G.K., Allen S.K., Tignor M., Midgley P.M., Cambridge University Press, Cambridge and New York.
- IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE) 2014. **Summary for policymakers.** In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.].
- HARRIS S., ELLIOTT C., WOOLNOUGH A., BARCLAY C., 2018. **A heuristic framework for invasive species research planning and measurement. Developing an invasive species research strategy in Tasmania.** Record of the Queen Victoria Museum and Art Gallery No. 117.
- HOLECY J., HANEWINKEL M., 2006. **A forest management risk insurance model and its application to coniferous stands in southwest Germany.** Forest Policy and Economics 8: 161–174.
- IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE) 2012. **Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation.** Edited by: Field C.B., Barros V., Stocker T.F., Qin D., Dokken D.J., Ebi K.L., Mastrandrea M.D., Mach K.J., Plattner G.K., Allen S.K., Tignor M., Midgley P.M., Cambridge University Press, Cambridge and New York.
- IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE) 2014. **Summary for policymakers.** In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.].
- ISMEA 2019. **Rapporto sulla gestione del rischio in agricoltura.** Documento realizzato nell'ambito del Programma Nazionale di Sviluppo Rurale 2014-2020 Misura 20, azione 1.2.
- JACTEL H., BROCKERHOFF E. 2007. **Tree diversity reduces herbivory by forest insects.** Ecology Letters 10: 835–848.
- JAVAL M., ROQUES A., HARAN J., HÉRARD F., KEENA M., ROUX G. 2019. **Complex invasion history of the Asian long-horned beetle: fifteen years after first detection in Europe.** Journal of Pest Science 92: 173–187.
- KEIGLEY R.B., FRISINA M.R. 2011. **Process to monitor and manage ungulate browsing pressure.** Natural Resources and Environmental Issues 16(1): 29.
- LANDOLT J., GROSS A., HOLDENRIEDER O., PAUTASSO M. 2016. **Ash dieback due to *Hymenoscyphus fraxineus*: what can be learnt from evolutionary ecology?** Plant Pathology 65: 1056–1070.
- LEVARATO G., PRA A., PETTENELLA D. 2018. **Quale futuro per la pioppicoltura? Indagine sul quadro attuale e le prospettive d'impiego industriale del legname di pioppo.** ETIFOR Srl – Spin-off dell'Università di Padova. Padova, Italia.
- LI J., ZHANG C., LIU J., LI Z., YANG X. 2018. **An application of Mean Escape Time and metapopulation on forestry catastrophe insurance.** Physica A 495: 312–323.
- LIEBHOLD A.M., BROCKERHOFF E. G., GARRETT L.J., PARKE J.L., BRITTON K.O. 2012. **Live plant imports: the major pathway for forest insect and pathogen invasions of the US.** Frontiers in Ecology and the Environment 10: 135–143.
- MA N., ZUO Y., LIU K., QI Y. 2015. **Forest Insurance Market Participants' Game Behavior in China: An Analysis Based on Tripartite Dynamic Game Model.** Journal of Industrial Engineering and Management 8(5): 1533–1546.
- MANLEY B., WATT R. 2009. **Forestry insurance, risk pooling and risk minimisation options.** Final report. MAF Project CM-09 under MAF POL 0809-11194. University of Canterbury, UK. 19 June 2009.
- MARCHETTI M., BERTANI R., SCATARZI I. 2004. **Zonizzazione del territorio italiano in funzione del rischio di incendi.** In: Blasi C., Bovio G., Corona P., Marchetti M., Maturani A., (Eds.), Incendi e complessità ecosistemica, dalla pianificazione forestale al recupero ambientale, Roma.
- MARGARIDA L.R., LIBERATO, PAOLETTI E., DA CAMARA C.C. 2011. **Climate Changes and Forests.** Forest Ecology and Management 262 (10): 7–9.
- MARINI L., AYRES M.P., BATTISTI A. et al. 2012. **Climate affects severity and altitudinal distribution of outbreaks in an eruptive bark beetle.** Climatic Change 115: 327–341.
- MATTIOLI L. 2010. **La fauna come fattore di disturbo del bosco.** In: Mercurio R. "Restauro della foresta mediterranea." Clueb Ed., 368 pp.
- MATTIOLI W., PULETTI N., COALOA D., ROSSO L., CHIANUCCI F., GROTTI M., CORONA P. 2019. **INARBO.IT Inventario degli impianti di arboricoltura da legno in Italia.** Sherwood-Foreste ed Alberi Oggi 239: 7–10.
- MERLO M. 1991. **Elementi di economia ed estimo forestale – ambientale.** Patron Editore, Bologna. pp. 545.
- MINISTRY OF ENVIRONMENT 1999. **Spanish Forestry Strategy.** Gobierno de España.
- MOREIRA F., VIEDMA, O., ARIANOUTSOU M., CURT T., KOUTSIAS N., RIGOLOTTI E., BILGILI E. 2011. **Landscape–wildfire interactions in southern Europe: implications for landscape management.** Journal of Environmental Management 92(10): 2389–2402.
- MOTTA R. 2003. **Ungulate impact on rowan (*Sorbus aucuparia* L.) and Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) height structure in mountain forests in the eastern Italian Alps.** Forest Ecology and Management 181: 139–150.
- MOTTA R., ASCOLI D., CORONA P., MARCHETTI M., VACCHIANO G. 2018. **Selvicoltura e schianti da vento. Il caso della "tempesta Vaia".** Forest@ 15: 94–98.
- NETELER M., BOWMAN M.H., LANDA M., METZ M. 2012. **GRASS GIS: A multi-purpose open source GIS.** Environmental Modelling and Software 31: 124–130.
- NOCENTINI S., BUTTOUD G., CIANCIO O., CORONA P. 2017. **Managing forests in a changing world: the need for a systemic approach. A review.** Forest Systems 26 (1): eR01.
- PAAP T., WINGFIELD M.J., BURGESS T.I., HULBERT J.M., SANTINI A., 2020. **Harmonising the fields of invasion science and forest pathology.** In: Wilson J.R., Bacher S., Daehler C.C., Grom Q.J., Kumschick S., Lockwood J.L., Robinson T.B., Zengeya T.A., Richardson D.M. NeoBiota 62: 301–332.
- PETTENELLA D., MARCHETTI M., MOTTA R., VACCHIANO G. 2021. **Neanche VAIA resiste all'insostenibile leggerezza delle statistiche forestali.** Forest@ 18: 1–4.
- PIANETA PSR 2020. **PAC post-2020, verso un nuovo Sistema di Gestione del Rischio in agricoltura (SGR+).** Online: <http://www.pianetapsr.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/2426>.
- PIATTONI F., ORI F., AMICUCCI A., SALERNI E., ZAMBONELLI A. 2016. **Interrelationships between wild boars (*Sus scrofa*) and truffles.** In: True Truffle (Tuber spp.) in the World (pp. 375–389). Springer, Cham.

- PINHEIRO A.P., DE ALMEIDA RIBEIRO N. 2013. **Forest property insurance: an application to Portuguese woodlands.** International Journal of Sustainable Society 5(3): 284-295.
- POLELLI M. 2006. **Nuovo Trattato di Estimo.** Milano: Maggioli Editore.
- POLELLI M., Corsi S. 2008. **Nuovi modelli interpretativi delle dinamiche del mercato fondiario.** Atti del XXXVII Incontro di studio del Ce.S.E.T.: 51-66.
- QIN T., GU X., TIAN Z., PAN H., WAN L. 2016. **An empirical analysis of the factors influencing farmer demand for forest insurance: Based on surveys from Lin'an County in Zhejiang Province of China.** Journal of Forest Economics 24: 37-51.
- RAMPAZZO D. 2018. **I sistemi assicurativi contro il rischio da alluvione nel panorama internazionale: analisi critica per un loro adattamento al contesto italiano.** Università degli Studi di Padova Dip. Territorio e Sistemi Agroforestali. Corso di laurea magistrale in Scienze Forestali e Ambientali. 2017/2018. 127pp.
- ROGERS P. 1996. **Disturbance ecology and forest management: a review.** USDA Forest Service, General Technical Report INT-GTR-336.
- ROMANO R., DI PIETRO F. 2011. **I boschi italiani: strategie di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici.** Approfondimento per il settore forestale a supporto del Libro bianco "Sfide ed opportunità dello sviluppo rurale per la mitigazione e l'adattamento ai cambiamenti climatici" realizzato nell'ambito della Rete Rurale Nazionale.
- SACCHELLI S., CIPOLLARO M., FABRIZZI S. 2018. **A GIS-based model for multiscale forest insurance analysis: the Italian case study.** Forest Policy and Economics 92: 106-118.
- SALERNI E., GARDIN L., BAGLIONI F., PERINI C. 2013. **Effects of wild boar grazing on the yield of summer truffle (Tuscany, Italy).** Acta Mycologica 48 (1).
- SALVADORI C., TOLOTTI G., CONFALONIERI M. 2020. **Bostrico tipografo.** Terra Trentina (1).
- SANTINI A., GHELARDINI L., DE PACE, C., DESPREZ-LOUSTAU M.-L., CAPRETTI P., CHANDELIER A. et al. 2013. **Biogeographical patterns and determinants of invasion by forest pathogens in Europe.** New Phytologist Foundation 197: 238-250.
- SAUTER P.A., MÖLLMANN T.B., ANASTASSIADIS F., MUBHOFF O., MÖHRING B. 2016. **To insure or not to insure? Analysis of foresters' willingness-to-pay for fire and storm insurance.** Forest Policy and Economics 73: 78-89.
- SCHINDLES D., BAUHUS J., MAYER H. 2012. **Wind effects on trees.** European Journal of Forest Research 131 (1): 159-163.
- SEEBENS H. et al. 2017. **No saturation in the accumulation of alien species worldwide.** Nature Communication 8: 14435.
- SHEPARD H.B. 1937. **Forest fire insurance in the Pacific coast states.** Technical Bulletin No. 551, U.S. Department of Agriculture, p. 137.
- SHEPARD H.B. 1937. **Forest fire insurance in the Pacific coast states.** Technical Bulletin No. 551, U.S. Department of Agriculture, p. 137.
- SHEPARD H.B. 1950. **Comment on Forest Fire Insurance.** Journal of Forestry 48(8): 348-350.
- SIMONOTTI M. 1997. **La stima immobiliare: con principi di economia e applicazioni estimative.** UTET libreria.
- SIMONOTTI M. 2006. **Metodi di stima immobiliare. Applicazione degli standard internazionali.** pp. 1-423. Dario Flaccovio.
- SKOGBRAND 2009. **Annual Report.** Available from: www.skogbrand.no/dokumenter/Rapport_09.pdf.
- VETTRAINO A.M., SANTINI A. 2021. **Forest Health in Italy: Learning from the Xylella Incursion.** Frontiers in Forests and Global Change 4: 699393.
- VETTRAINO A.M., POTTING R., RAPOSO R. 2018. **EU legislation on forest plant health: an overview with a focus on *Fusarium circinatum*.** Forests 9: 568.
- VIROT E., PONOMARENKO A., DEHANDSCHOEWERCKER É., QUÉRÉ D., CLANET C. 2016. **Critical wind speed at which trees break.** Physical Review E 93: 023001.
- VLAD R., SIDOR, C. 2014. **Assessment of the wood volume with stem decay in Norway spruce stands damaged by red deer.** In: Proceedings of the Biennial International Symposium. Forest and sustainable development. Transilvania University Press, Braşov, Romania (pp. 381-386).
- WARD A.I., WHITE P.C., SMITH A., CRITCHLEY C.H. 2004. **Modelling the cost of roe deer browsing damage to forestry.** Forest Ecology and Management 191 (1-3): 301-310.
- WRIGHT W.G. 1950. **Forest Fire Insurance.** Journal of Forestry 48(8): 345-348.
- XU H., DING H., LI M., QIANG S., GUO J., HAN Z., HUANG Z., SUN H., HE S., WU H., WAN F. 2006. **The distribution and economic losses of alien species invasion to China.** Biological Invasions 8: 1495-1500.
- YOUSEFPUR R., JACOBSEN J.B., THORSEN B.J., MEILBY H., HANNEWINKEL M., OEHLER K. 2012. **A review of decision-making approaches to handle uncertainty and risk in adaptive forest management under climate change.** Annals of Forest Science 69: 1-15.
- ZACCARINI BONELLI C., LASORSA N. 2020. **PAC post-2020, verso un nuovo Sistema di Gestione del Rischio in agricoltura (SGR+).** PianetaPSR n. 94, settembre 2020.
- ZHANG D., STENGER A. 2014. **Timber insurance: perspectives from a legal case and a preliminary review of practices throughout the world.** New Zealand Journal of Forestry Science 44(S9): 1-7.

Appendici



Appendice 1 - Esempio di *valutazione economica dei danni da incendi boschivi*

Il danno da incendi boschivi può essere suddiviso in tre diverse componenti (Tabella A1.1): i costi di spegnimento, il danno ambientale e i danni esterni straordinari (Ciancio et al. 2007).

Tabella A1.1. Componenti che concorrono a determinare il danno totale da incendi boschivi.

<i>Categorie di costi</i>	<i>Tipologie di costo e/o perdite</i>	<i>Dettagli</i>
Costi dell'attività di lotta attiva	Costi per l'attività preventiva e di spegnimento	Costi generali di prevenzione
		Costi specifici di intervento
Danno ambientale	Riduzione del livello di benessere collettivo	Riduzione nell'erogazione dei servizi ecosistemici e produzione di disservizi
	Mancati redditi (lucro cessante)	Perdita/danneggiamento del soprassuolo
		Frutti pendenti
	Perdita valore patrimoniale (danno emergente)	Danni alle infrastrutture, strutture, capitali di esercizio, etc. in azienda
	Costi post-intervento	Manutenzione del soprassuolo residuo
Reimpianto		
		Manutenzione soprassuolo post-intervento
Danni esterni straordinari	Costi sostenuti dalle comunità locali	Decessi, feriti, ammalati
		Danni a beni ed infrastrutture non forestali

I costi di spegnimento, che riguardano macchine, attrezzature e personale impiegato nell'azione di lotta attiva agli incendi, possono essere suddivisi in due categorie: costi generali di prevenzione; costi specifici di intervento. I costi generali di prevenzione riguardano la realizzazione e manutenzione delle infrastrutture, la gestione delle sale operative unificate permanenti e delle sale operative decentrate, la gestione del centro operativo aereo unificato, la formazione del personale addetto e le visite mediche di idoneità, l'acquisto dei dispositivi di protezione individuale, le strutture che ospitano basi operative per mezzi terrestri o aerei, i mezzi utilizzati in attività di avvistamento o pattugliamento mobile.

Per quanto riguarda la stima dei costi specifici incorsi nell'estinzione dell'incendio, si possono utilizzare tre procedimenti (Ciancio et al. 2007):

1. approccio sintetico: per incendi di limitate dimensioni si procede con stime basate sull'impiego di costi standard;
2. approccio intermedio: per interventi di una certa rilevanza e complessità, si può fare riferimento a una stima dei costi unitari di impiego di diversi mezzi e personale negli interventi di lotta agli incendi derivante da prezzari predefiniti;
3. approccio analitico: per incendi di notevole gravità e onerosi interventi di lotta, la stima si basa sulla raccolta e rielaborazione dei dati dei costi effettivi contabilizzati per l'impiego di strumenti e personale, relativi all'evento specifico.

Per quanto riguarda la stima dei danni ambientali, relativi al venir meno di una serie di prodotti e servizi, con mercato e senza mercato, possono essere proposti tre differenti procedimenti, differenziati in base al livello di complessità:

1. approccio sintetico: si tratta di un procedimento speditivo che si basa sull'impiego dei valori agricoli medi (VAM) ad ettaro, definiti e periodicamente aggiornati per ogni Provincia e regione agraria, relativi ai terreni forestali;
2. approccio intermedio: si tratta di un metodo che fa riferimento al costo di ricostruzione o di ripristino, distinto per macrotipologie di servizi, caratterizzate da due diverse serie di costi di ricostruzione, come i) formazioni a prevalenti funzioni turistico-ricreative e ii) altre tipologie forestali. In situazioni particolari, come per gli ambiti di pregio naturalistico, si prevedono anche modalità di ripristino e costi basati su forme miste di intervento rispetto ai due casi precedenti;

1. approccio sintetico: si tratta di un procedimento speditivo che si basa sull'impiego dei valori agricoli medi (VAM) ad ettaro, definiti e periodicamente aggiornati per ogni Provincia e regione agraria, relativi ai terreni forestali;

2. approccio intermedio: si tratta di un metodo che fa riferimento al costo di ricostruzione o di ripristino, distinto per macrotipologie di servizi, caratterizzate da due diverse serie di costi di ricostruzione, come i) formazioni a prevalenti funzioni turistico-ricreative e ii) altre tipologie forestali. In situazioni particolari, come per gli ambiti di pregio naturalistico, si prevedono anche modalità di ripristino e costi basati su forme miste di intervento rispetto ai due casi precedenti;

3. approccio analitico: si tratta di un procedimento articolato e complesso che si basa sulla valutazione economica distinta per ogni singola funzione svolta da un soprassuolo forestale. Il valore totale del danno ambientale è pari alla sommatoria delle funzioni considerate, ove presenti e individuabili: 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.

Per la stima dei danni esterni straordinari, relativi ai danni al capitale umano, ai beni materiali, alle infrastrutture direttamente e indirettamente coinvolte negli interventi di lotta agli incendi e di ripristino a seguito dell'incendio boschivo, si fa ricorso ad un approccio analitico che considera i costi specifici per ognuna delle categorie di danno (Ciancio et al. 2007).

Appendice 2 - Danni da *vento*: esempio di approfondimento stimato sulla tempesta “*Vaia*” in Trentino

Nell'ottobre 2018 la tempesta di vento Vaia ha percorso una vasta superficie forestale delle Regioni del Nord-Est e ha lambito anche alcune delle nazioni ad esse confinanti. Sono state coinvolte numerose aziende forestali, di proprietà pubblica e privata, dove il passaggio della tempesta ha determinato l'atterramento (schianti) di consistenti volumi di massa legnosa (Motta et al. 2019). Per le realtà coinvolte, prevalentemente aziende forestali di proprietà pubblica, è opportuno richiamare che la gestione forestale garantisce introiti importanti per il funzionamento dei sistemi economico-sociali e culturali locali, garantendo continuità nell'erogazione di servizi assicurati ai cittadini.

L'analisi riguarda l'area percorsa dalla tempesta nella Provincia di Trento. Lo studio si basa sui Distretti Forestali (DF) quale unità territoriale di riferimento intermedia (meso-scala) tra quella aziendale (micro-scala) e quella provinciale (macro-scala). La stima ha per oggetto la quantificazione sia del danno materiale che di quello monetario.

Come gran parte delle tematiche proprie dell'estimo legale, il danno in questione è quantificato con riferimento allo stato di fatto, di diritto e delle modalità di gestione vigenti immediatamente prima della manifestazione dell'evento, i cui dati tecnico-economici sono quelli più prossimi alle realtà aziendali (principio di specificità) (Carbone, 2021). Il criterio estimativo adottato per la valutazione dei danni è il più probabile valore complementare (Gallerani 2011, Polelli 2006), mentre il procedimento è quello razionale-analitico. Dato l'orizzonte temporale pluriennale, che va dalla data dell'evento avverso a quella della ricostituzione della provvigione legnosa preesistente allo stesso, la quantificazione del danno si sviluppa assumendo il principio della permanenza delle condizioni. Ciò riguarda distintamente l'ipotesi $[H_0]$ relativa allo scenario atteso allorché il soprassuolo non fosse stato interessato dalla tempesta, nonché quello $[H_1]$ che invece rappresenta lo scenario determinatosi a seguito dell'evento avverso. Quest'ultimo assume i caratteri determinatisi sul mercato a seguito del sinistro, rispetto all'orizzonte temporale necessario affinché sia raggiunta la situazione pregressa.

INQUADRAMENTO DELLA TEMPESTA VAIA

Le tempeste di vento nelle foreste sono una problematica relativamente nuova in ambito internazionale. Il loro interesse si è accresciuto unitamente al consolidarsi del fenomeno globale dei cambiamenti climatici. Su scala nazionale gli eventi succedutisi in passato, pur essendo stati classificati come eccezionali, sono stati nettamente inferiori a quelli registrati con la tempesta Vaia, sia in termini di danni che di rilevanza economica e socioculturale. Si cita l'evento del Trentino del 1966: benché vicino come caratteristiche alla tempesta Vaia si differenzia per i minori danni cagionati (circa 700.000 m³) e per il modesto impatto socioeconomico e culturale. Dal 2015, a seguito di una tromba d'aria che interessò il litorale della regione Toscana (Foderi e Marchi 2016, Chirici et al. 2016), sono partiti i primi studi più articolati in argomento. Oltre che per la magnitudo del vento (165 km/h), l'evento si distinse per l'estensione (circa 1.100 ettari) e per il volume complessivamente atterrato (circa 332.000 m³) coinvolgendo formazioni e alberature dei centri urbani, nonché aree forestali interne a sistemi ecologici particolarmente delicati. Nel corso di questi ultimi anni, vari altri episodi di tempeste di vento (trombe d'aria) sono stati registrati a partire da perturbazioni marine (mare Tirreno) che successivamente hanno scaricato la loro energia lungo le coste centro-meridionali atterrando prevalentemente singoli alberi.

La tempesta Vaia è stata la conseguenza di una perturbazione di origine atlantica, manifestatasi nel periodo 26-30 ottobre 2018 nelle Regioni del Nord-Est (Chirici et al. 2019), dalla Lombardia al Friuli-Venezia Giulia, interessando marginalmente Svizzera, Austria e Slovenia. In quei giorni, le piogge intense riversarono dai 700 ad oltre 850 mm di pioggia, mentre il vento raggiunse velocità comprese tra 150 e 200 km/h. In Italia la superficie complessivamente interessata è stata di 42.638 ettari con l'atterramento di oltre 9 milioni di m³ di legname.

Nella Provincia Autonoma di Trento è stata coinvolta una superficie poco inferiore ai 20.000 ettari, interessando 9 DF, con un volume atterrato di circa 2.800.000 m³ effettivi, soprattutto di abete bianco e rosso (Figura A2.1). Per magnitudo, durata, estensione, volume atterrato, la tempesta Vaia ha avuto una valenza inferiore rispetto ai principali eventi registrati in Europa, tuttavia, ha assunto un rilievo internazionale in quanto buona parte del territorio coinvolto è tutelata dall'UNESCO come “Patrimonio dell'Umanità”.

Tabella A2.1. Estensione e volume legnoso abbattuto nell'area investita dalla tempesta Vaia.

Regione/Provincia Autonoma	Superficie ⁽²⁾ (ha)	Volume abbattuto ⁽³⁾ (1.000 m ³)
P.A. Trento ⁽¹⁾	19.524	2.800
Veneto	12.227	3.300
P.A. di Bolzano	4.140	1.500
FriuliVenezia Giulia	3.340	0.950
Lombardia	4.604	0.400
Valle d'Aosta	162	n.d.
Piemonte	11	n.d.
Totale	44.008	8.950

(1) Dato quantificato sulla base dei rilievi della Provincia Autonoma di Trento. Volume espresso in metri cubi effettivi. (2) Chirici et al. 2019; (3) Pettenella et al. 2019.

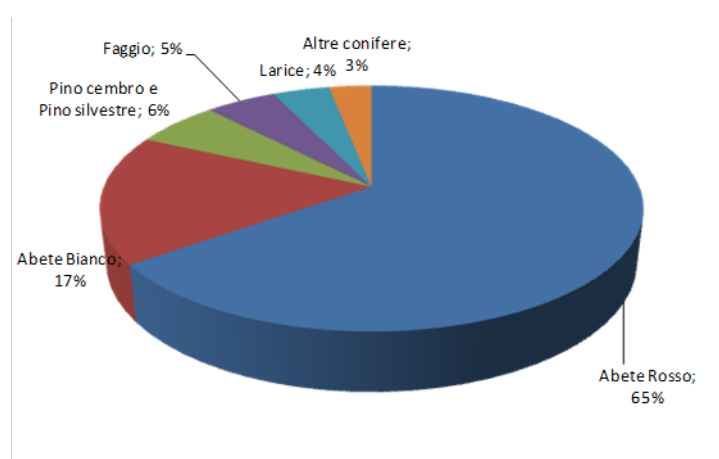


Figura A2.1. Ripartizione del volume atterrato per specie forestale

Materiali

Le principali fonti dei dati utili per lo sviluppo della stima sono state acquisite da:

- il Piano d'Azione Vaia in Trentino (AA.VV. 2020b);
- il Portale del Legno Trentino, gestito dalla Camera del Commercio Industria Artigianato ed Agricoltura e i relativi report periodici;
- l'Inventario forestale nazionale (Gasparini e Tabacchi 2011), relativamente ai boschi del Trentino;
- la ripresa da remoto dell'area percorsa dalla Tempesta a cura della Provincia Autonoma di Trento.

I dati rilevanti ai fini del calcolo del danno sono:

- l'area forestale percorsa dalla tempesta Vaia;
- il volume tariffario dei soprassuoli;
- le specie e le categorie di assortimenti commercializzati precedentemente e successivamente il passaggio della tempesta;
- i prezzi di mercato del legno, precedentemente e successivamente il passaggio della tempesta.

Modalità del danno

Il più probabile valore complementare è il criterio adottato per la quantificazione del danno. Data la relazione fondamentale

$$[H_0 = H_1 + D]$$

in cui [H0] descrive il soprassuolo antecedentemente l'evento, mentre [H1] descrive quello rimasto integro nel sinistro. Ne consegue che [D] è la frazione del volume atterrato come conseguenza immediata e diretta del sinistro, il cui valore esprime l'entità del danno, al netto delle altre componenti del danno. Il danno è determinato risolvendo la relazione a favore di [D], per cui si ha

$$[D = (H_0 - H_1)]$$

che adattandola ai fini del calcolo del danno materiale diviene

$$[D = (VLM_0 - VLM_1)],$$

laddove [VLM0] e [VLM1] esprimono il volume in piedi prima e dopo l'evento. Il volume atterrato, tuttavia, è in genere materiale recuperabile seppur per impieghi a minor valore aggiunto. Ne consegue che il materiale recuperato [MR] deve essere portato a deconto del danno materiale. La relazione diviene

$$[D = (VLM_0 - VLM_1) - MRT].$$

Procedendo nel calcolo monetario del danno rispetto ad una singola particella forestale, la generica relazione sopra citata può formalizzarsi nelle seguenti relazioni

$$H_0 = [VSS_0(P_0)] + \left[\left(RP * \frac{q^{t*m} - 1}{q^t - 1} \right) \right]$$

$$H_1 = VSS_1(P_0)$$

a cui si aggiunge il valore del materiale recuperato

$$MRT = \left[\sum_{\bar{t}=0}^{\bar{t}} \left(\frac{VSS_0 - VSS_1}{\bar{t}} * P_1 \right) * \frac{1}{q^{\bar{t}}} \right]$$

dove [VSS₀] e [VSS₁] sono rispettivamente la provvigione esistente immediatamente prima e dopo il sinistro, [P₀] e [P₁] sono i prezzi degli assortimenti rispettivamente prima e dopo, nonché [RP] è la ripresa media periodica. Ancora, [t] indica il numero degli anni che intercorrono tra due successivi interventi di manutenzione ed [m] la numerosità delle riprese, mentre [\bar{t}] indica un generico anno del periodo durante il quale verrà venduta l'intera massa legnosa atterrata il cui ultimo anno è [\bar{t}].

$$D = \left[\underbrace{\frac{VSS_0(P_0)}{\text{Valore della provvigione ante evento}} + \left(\frac{RP * \frac{q^{t*m} - 1}{q^t - 1}}{\text{Accumulazione della ripresa media periodica}} \right)}_{\text{Danno emergente}} - \underbrace{\frac{VSS_1(P_0)}{\text{Valore della provvigione dopo il sinistro}}}_{\text{Danno emergente}} - \underbrace{\sum_{\bar{t}=0}^{\bar{t}} \left[\left(\frac{VSS_0 - VSS_1}{\bar{t}} \right) * P_1 \right] * \frac{1}{q^{\bar{t}}}}_{\text{Materiale legnoso recuperato al prezzo di mercato post evento}} \right]$$

$$D = \left[\underbrace{[VSS_0(P_0) - VSS_1(P_0)]}_{\text{Danno emergente}} + \underbrace{\left(\frac{RP_i * \frac{q^{t*n} - 1}{q^n - 1}}{\text{Lucro cessante}} \right)}_{\text{Lucro cessante}} - \underbrace{[(VSS_0 - VSS_1)(P_1)]}_{\text{Materiale recuperato}} \right]$$

Generalizzando il calcolo ai 9 DF, dati i volumi atterrati e il numero delle riprese annue, è possibile quantificare la ripresa media annua. Con questo dato medio annuo è possibile addivenire alla quantificazione del danno su meso-scala come indicato di seguito:

$$D = \sum_{j=1}^9 \left[\underbrace{(VSS_0(P_0) - VSS_1(P_0))_j}_{\text{Danno emergente}} - \underbrace{\sum_{\bar{t}=0}^{\bar{t}} \left[\left(\frac{VSS_0 - VSS_1}{\bar{t}} \right) * P_1 \right] * \frac{1}{q^{\bar{t}}}}_{\text{Materiale recuperato}} \right] + \left[\underbrace{\left(\frac{RA_i * \frac{q^t - 1}{r * q^t}}{j} \right)}_{\text{Lucro cessante}} \right]$$

Il danno emergente è determinabile come differenza del valore del soprassuolo presente immediatamente prima [VSS₀(P₀)] dell'evento con quello residuale che insiste sull'area dopo l'evento [VSS₁(P₀)] ai prezzi del mercato antecedenti il passaggio della tempesta. In termini materiali la massa legnosa atterrata è pari allo scarto tra il volume del soprassuolo prima [VSS₀] e dopo [VSS₁] che diviene materiale di recupero. Il suo valore, tuttavia, non è quello antecedente l'evento, bensì quello stabilito successivamente dal mercato. Esso, infatti, sconta l'evidenza che questa massa ricomprende legname di varie dimensioni, ivi comprese piante che in condizioni normali sarebbero state abbattute nei decenni a seguire, nonché piante danneggiate per urti e fratture. Gli assortimenti a maggior valore aggiunto sono percentualmente inferiori, mentre è cresciuta la percentuale degli assortimenti a minor valore aggiunto; ne consegue che il valore del materiale recuperato non compensa il valore ottenuto come differenza tra i valori della provvigione prima e dopo il passaggio della tempesta, bensì ne attenua l'entità.

Per alcuni decenni le aziende non potranno contare sulle produzioni legnose dalle aree interessate dal sinistro. Essendo noti i prelievi mediamente effettuati dalle aziende per DF, riportati nel Piano d'Azione, è possibile determinare il tempo [t] necessario per la ricostituzione della provvigione attraverso la seguente relazione:

$$t = \left[\frac{(VSS_0 - VSS_1)}{Sup} * \frac{1}{IM} \right]$$

dove al numeratore è riportato il volume della provvigione che dovrà ricostituirsi, mentre al denominatore vi è il prodotto tra la superficie [Sup] percorsa dalla tempesta e l'incremento medio [IM]. L'approccio trentino di determinare il volume legnoso del soprassuolo attraverso le tariffe non fornisce l'incremento medio. L'unica tavola alsometrica disponibile è quella di Guttenberg (1915) per l'abete rosso di Paneveggio (TN) per tre diverse classi di fertilità. Con riferimento alla tavola di fertilità media (Classe II), un soprassuolo di Abete rosso a 100 anni ha un incremento medio di 4,38 m³/ha/anno. Avvalendosi dell'incremento corrente riportato dall'INFC (2005) per i boschi del Trentino, è stato determinato l'incremento medio ponderato delle specie coinvolte Tab. A2.2. Quindi lo si è ponderato per la percentuale di legname abbattuto delle diverse specie determinando l'incremento medio ponderato [IMP], ovvero

$$IM_p = \left[\frac{\sum_{j \rightarrow a}^m (IM_j * VLM(\%)_j)}{\sum_{j \rightarrow a}^m VLM(\%)_j} \right]$$

dove

J specie legnose atterrata;

IM incremento medio;

VLM(%) percentuale del volume per specie legnose sul totale del volume atterrato

Tabella A2.2. Incremento medio ponderato delle specie

	Composizione soprassuolo						Incremento medio
	Abete rosso	Abete bianco	Pino cembro e silvestre	Faggete	Larice	Specie minori	
Incremento corrente	9,30	8,20	6,00	4,90	3,60		8,19
Incremento medio per specie	4,38	3,86	2,83	2,31	1,70		
Volume della specie sul totale del volume atterrato	65%	17%	6%	5%	4%	3%	100%
Incremento medio ponderato	2,85	0,66	0,17	0,12	0,07	-	3,86

Il materiale atterrato è stato e sarà progressivamente compravenduto. Al fine di determinare la tempistica di liquidazione si è proceduto a determinare il volume medio venduto mensilmente nel periodo 1/11/2018 al 31/12/2020. Conoscendo il volume da vendere a partire dal 01/01/2021 e rapportandolo per il volume medio venduto, sono state determinate le mensilità necessarie per vendere l'intera massa atterrata.

Prezzi di mercato

Il Portale del legno del Trentino registra i prezzi di vendita del legname. I dati sono distinti per periodo temporale, modalità di vendita (in piedi e fronte strada) nonché per specie.

Per il periodo antecedente l'evento Vaia il prezzo di riferimento è stato determinato come media dei prezzi nel triennio 01/01/2015 al 30/09/2018 (Tabella A2.2). L'aggregato abete rosso e bianco (abete misto), complessivamente pari all'82% del totale, di cui 1/3 venduto come legname in piedi e 2/3 come tondo a strada, nel corso del triennio hanno registrato prezzi ricompresi rispettivamente nel range tra €/m³ 62,62 e €/m³ 52,86 per i primi e nel range tra €/m³ 95,88 e €/m³ 72,90 per la vendita fronte strada. Il valore medio ponderato rispetto al volume è, rispettivamente, di €/m³ 54,40 e €/m³ 79,19. Per le altre specie, il cui volume è pari al 18%, la disponibilità di dati è inferiore. Il larice venduto come tondo a fronte strada ha registrato un prezzo di 105,41 €/m³, mentre non si hanno prezzi relativi al legname in piedi. Esso è stato determinato indirettamente ed ammonta a 83,09 €/m³. Il Pino cembro e silvestre sono stati venduti come piante in piedi al prezzo di 303,03 €/m³. Antecedentemente il sinistro, il prezzo delle altre conifere e latifoglie (faggio) non è stato rilevato. Al fine di attribuire un valore di mercato, si è partiti dal prezzo di mercato post Vaia, ponderato per i relativi volumi degli assortimenti, successivamente accrescendoli del coefficiente di deprezzamento medio registrato dai vari assortimenti venduti. Scaturisce che il prezzo di mercato come legname in piedi è stato stimato in 21,13 €/m³ per le altre conifere 29,55 €/m³ per le latifoglie.

Tabella A2.3 Prezzi del legname antecedenti e successivi alla tempesta Vaia.

Specie	Modalità di vendita	Prezzo medio			
		Antecedentemente		Successivamente	
		Dal 01/01/2015 al 26/10/2018	dal 01/11/2018 al 30/11/2019	Dal 01/01/2020 al 31/12/2020	Al 30/04/2023
		€/m ³	€/m ³	€/m ³	€/m ³
Abete misto	LP	54,40	20,84	18,78	17,66
	TS	79,19	54,24	49,28	46,58
Larice	LP	83,09 ⁽¹⁾	27,95	47,44	58,08
	TS	105,41	88,38	93,61	96,46
Pino cembro e silvestre	LP	333,03	100,28	167,53	250,62
	TS		299,90	221,76	179,11
Altre conifere	LP	21,13 ⁽¹⁾	11,95	7,50	5,07
	TS		22,00	10,39	4,22
Latifoglie (Faggio)	LP	29,55 ⁽¹⁾	17,12	9,00	4,57
	TS		32,50	0,00	0,00

Legenda: LP: Legno in piedi; TS: Tondo a strada

⁽¹⁾ Valori di mercato sono stati calcolati con le modalità sopra descritte

Nel periodo immediatamente successivo la tempesta Vaia (dal 26/10/2018 al 31/12/2020), i prezzi del legname sono calati drasticamente. Ciò è dovuto ad una serie di concause (Carbone 2021), quali:

- l'elevato aumento dell'offerta sul mercato di legname;
- la natura biologica del legno, materiale soggetto a degrado naturale;
- l'elevata suscettività di questo materiale agli attacchi di bostrico (*Ips typographus*);
- l'aumento della domanda di mercato per il materiale a minor valore aggiunto.

Nel primo anno post Vaia (Tabella A2.2) l'abete misto venduto in piedi era quotato €/m³ 20,84 (-62%) mentre quello a fronte strada €/m³ 54,24 (-32%). Dinamica regressiva che è continuata anche nell'anno successivo (periodo 01/01/2020-31/12/2020), dove ha raggiunto rispettivamente €/m³ 18,78 (-66%) e €/m³ 49,28 (-38%). La dinamica del prezzo del larice venduto fronte strada ha registrato una contrazione a €/m³ 88,38 (-16%), riprendendosi nel 2020 con un prezzo di €/m³ 93,61 (-11%). Il pino cembro e silvestre nel mercato del legno in piedi hanno registrato una riduzione ancor più rilevante essendo stati quotati €/m³ 100,28 (-70%) tuttavia l'anno successivo ha registrato un aumento passando al €/m³ 197,53 (-41%). Per le altre specie minori, latifoglie (faggio) e altre conifere non si hanno indicazioni dei prezzi ante Vaia. Essi sono stati determinati indirettamente a partire dai prezzi post Vaia ed utilizzando il valore medio della riduzione come importo monetario da aggiungere al prezzo registrato (Tabella A2.3).

Negli anni immediatamente successivi, ovvero nel periodo a partire dal 01/01/2021, risultavano ancora invenduti 1.422.280,22 m³ effettivi. Date le concause sopra esposte, nel periodo tra il 01/11/2018 e il 31/12/2020 (28 mesi) il prezzo medio ha registrato una tendenza calante e si è assunto che tale trend possa continuare anche in futuro, fino al momento in cui tutta la massa legnosa sarà venduta. Si è quindi proceduto al calcolo del relativo saggio mensile di decrescita del prezzo. Partendo dal prezzo registrato al 31/12/2020, assumendo che questo diminuisse in ragione dello stesso saggio per tutti i mesi successivi, fino alla completa vendita della massa legnosa atterrata stimato che avvenga al 2023 (Tabella A2.3).

Prezzi di stima

Il mercato del legno in Trentino da diversi anni si caratterizza per la coesistenza di due differenti modalità di vendita del legno: quella del soprassuolo in piedi e quella del legname allestito fronte strada. In entrambi i casi, ai fini della valutazione del danno si fa riferimento al prezzo di macchiatico (PdM), determinato come differenza tra i ricavi (prezzo di vendita degli assortimenti, PdV) ed i costi (costi operativi e costi di cantiere, K). Formalmente:

$$PdM = PdV - K.$$

I prezzi di macchiatico sono stati sottoposti a una ulteriore detrazione pari al 10% stimata quale importo forfettario dovuto ai costi aziendali di gestione (guardiania, canoni, tasse, piccole manutenzioni, amministrazione, ammortamenti, etc.)

Danno materiale

La superficie percorsa dalla tempesta Vaia ammonta a 19.523,77 ettari (5,64% della superficie forestale provinciale), coinvolgendo 134 (81%) del totale dei comuni della Provincia, ovvero 9 DF (Tabella A2.4). Il DF di Cavalese, che ricomprende il patrimonio della Magnifica Comunità di Val di Fiemme, è la realtà che ha registrato la più ampia superficie coinvolta, poco meno di 6.000 ha (30,30%), a cui seguono i DDF di Pergine Valsugana (16,20%) e quello Borgo Valsugana (15,37%) i cui patrimoni sono poco superiori ai 3.000 ha. Il DF di Primiero è stato interessato per il 12,56%, Rovereto e Riva del Garda l'11,07%, quindi Tione di Trento 7,17%. Le realtà con minori superfici coinvolte sono Malè (2,82%), Trento (2,28%) e Cles (2,25%).

Tabella A2.4. Superficie forestale interessata dalla Tempesta Vaia, ripartita per Distretti Forestali.

Distretto forestale	Superficie	
	ha	%
Borgo Valsugana	3.002	15,37%
Cavalese	5.915	30,30%
Cles	439	2,25%
Malè	545	2,80%
Pergine Valsugana	3.163	16,20%
Primiero	2.452	12,56%
Rovereto e Riva del Garda	2.161	11,07%
Tione di Trento	1.401	7,18%
Trento	444	2,28%
Totale	19.524	100%

La quantificazione del volume di massa legnosa nella Provincia Autonoma di Trento viene fatta attraverso il sistema tariffario, determinando il volume tariffario. Al fine di determinare il volume effettivo (o netto), si è proceduto alla determinazione del coefficiente di correzione quale rapporto tra il volume tariffario e quello effettivo relativo alla massa legnosa commercializzata nel periodo compreso tra il 1° novembre 2018 ed il 31 dicembre 2020 e registrata sul Portale del legno Trentino. In Tabella A2.5 sono riportati i coefficienti di correzione per specie e quello relativo alla massa legnosa atterrata globalmente. Le successive elaborazioni faranno riferimento unicamente al volume effettivo.

Tabella A2.5. Volume tariffario e volume effettivo (espressi in metri cubi) e coefficiente di adeguamento.

<i>Specie forestali</i>	<i>Dati relativi al periodo dal 01/11/2018 al 31/12/2020</i>		<i>Coefficiente di adeguamento</i>
	<i>Volume tariffario</i>	<i>Volume effettivo</i>	
Abete (misto)	1.727.280	1.201.526	69,56%
Larice	35.484	25.338	71,41%
Pino cembro e Silvestre	10.129	6.837	67,50%
Altre conifere	71.127	27.272	38,34%
Latifoglie	768	586	76,32%
Totale	1.844.788	1.261.559	68,39%

Il volume effettivo unitario varia da un massimo di 224 m³/ha per il DF di Cavalese ai 177 m³/ha del DF di Rovereto e Riva del Garda, con 4 DDFD che hanno valori superiori a 200 m³/ha e 5 DDFD che hanno volumi inferiori alla soglia indicata (Tabella A2.6).

Tabella A2.6. Volumi tariffari ed effettivi per Distretto forestale (coefficiente di adeguamento = 68,39%).

<i>Distretto forestale</i>	<i>Valori tariffari</i>	<i>Volume effettivo</i>
	<i>m³/ha</i>	<i>m³/ha</i>
Borgo Valsugana	316,72	205,87
Cavalese	344,05	223,64
Cles	294,44	191,38
Malè	272,67	177,23
Pergine Valsugana	321,83	209,19
Primiero	311,89	202,73
Rovereto e Riva del Garda	272,07	176,84
Tione di Trento	281,16	182,75
Trento	297,16	193,15

Antecedentemente alla Tempesta Vaia, nei 19,524 ettari insisteva un volume legnoso effettivo (provvigione) stimato in circa 4,3 milioni di m³ (Tabella A2.7). A seguito del sinistro, la massa legnosa rimasta in piedi (provvigione residua) è stata stimata pari a 1,5 milioni di m³ (2,8 milioni di m³ sono stati atterrati, circa i 2/3 di quella che insisteva al momento del sinistro). Il DF di Cavalese è quello che ha registrato il maggiore volume atterrato 35,35% a cui segue Pergine Valsugana con 19,25%. Borgo Valsugana e Primiero hanno percentuali maggiori del 10%, mentre gli altri DD.FF. registrano percentuali inferiori.

Tabella A2.7. Provvigione antecedente la tempesta Vaia, volume residuo in piedi e atterrato. Dati volumetrici tariffari ed effettivi. Coefficiente di correzione 68,39%.

<i>Distretti Forestali</i>	<i>Volume tariffario</i>		
	<i>Provvigione ante Vaia [VLM₀] m³</i>	<i>Provvigione residua in piedi [VLM₁] m³</i>	<i>Provvigione Atterrata [D] m³</i>
Borgo Valsugana	1.045.016	383.393	661.623
Cavalese	2.053.953	620.585	1.433.369
Cles	135.163	100.310	34.853
Malè	151.954	91.141	60.813
Pergine Valsugana	1.022.821	242.433	780.388
Primiero	781.080	253.665	527.415
Rovereto e Riva del Garda	560.531	263.344	297.187
Tione di Trento	410.459	215.387	195.072
Trento	132.180	68.008	64.172
Totale	6.293.157	2.238.266	4.054.891
	<i>Volume effettivo</i>		
Borgo Valsugana	714.687	262.203	452.484
Cavalese	1.404.699	424.418	980.281
Cles	92.438	68.602	23.836
Malè	103.921	62.331	41.590
Pergine Valsugana	699.507	165.800	533.707
Primiero	534.181	173.482	360.699
Rovereto e Riva del Garda	383.347	180.101	203.246
Tione di Trento	280.713	147.303	133.500
Trento	90.394	46.510	43.887
Totale	4.303.890	1.530.750	2.773.140

La ripartizione della provvigione ante-Vaia, di quella residua e abbattuta ripartita per specie forestale evidenzia una netta prevalenza del legno di abete misto che costituisce l'82% circa, mentre le altre specie sono presenti con percentuali inferiori (Pino cembro e silvestre 6%, faggio 5%, larice 4%, altre specie (3%) (Tabella A2.8).

Tabella A2.8 - Provvigione ante tempesta Vaia, provvigione residua in piedi ed atterrata. Dati volumetrici effettivi

Distretto forestale		Abete misto	Pino cembro e silvestre	Faggio	Larice	Altre conifere	Totale
		82%	6%	5%	4%	3%	
Provvigione ante-Vaia	BorgoValsugana	586.043	42.881	35.734	28.587	21.440	714.687
	Cavalese	1.151.853	84.282	70.235	56.188	42.141	1.404.699
	Cles	75.799	5.546	4.622	3.697	2.773	92.438
	Malè	85.215,39	6.235,27	5.197	4.157	3.118	103.921
	Pergine Valsugana	573.596	41.970,44	34.976	27.980	20.985	699.507
	Primiero	438.029	32.051	26.709	21.367	16.025	534.181
	Rovereto e Riva del Garda	314.345	23.001	19.168	15.334	11.500	383.347
	Tione di Trento	230.184	16.843	14.036	11.228	8.421	280.713
	Trento	74.126	5.424	4.511	3.616	2.712	90.398
	Totale	3.529.190	258.233	215.195	172.156	129.117	4.303.890
Provvigione residua	Borgo Valsugana	215.006	15.732	13.110	10.488	7.866	262.203
	Cavalese	348.023	25.465	21.221	16.977	12.733	424.418
	Cles	56.253,80	4.116,13	3.430	2.744	2.058	68.602,20
	Malè	51.112	3.740	3.117	2.493	1.870	62.331
	Pergine Valsugana	135.956	9.948	8.290	6.632	4.974	165.800
	Primiero	142.255	10.409	8.674	6.939	5.204	173.482
	Rovereto e Riva del Garda	147.683	10.806	9.005	7.204	5.403	180.101
	Tione di Trento	120.788	8.838	7.365	5.892	4.419	147.303
	Trento	38.139	2.791	2.326	1.860	1.395	46.510
	Totale	1.255.215	91.845	76.538	61.230	45.923	1.530.750
Provvigione atterrata	Borgo Valsugana	371.037	27.149	22.624	18.099	13.575	452.484
	Cavalese	803.830	58.817	49.014	39.211	29.408	980.281
	Cles	19.545	1.430	1.192	953	715	23.836
	Malè	34.104	2.495	2.080	1.664	1.248	41.590
	Pergine Valsugana	437.640	32.022	26.686	21.348	16.011	533.707
	Primiero	295.773	21.642	18.035	14.428	10.821	360.699
	Rovereto e Riva del Garda	166.662	12.195	10.162	8.130	6.097	203.246
	Tione di Trento	109.396	8.005	6.670	5.336	4.002	133.410
	Trento	35.988	2.633	2.194	1.756	1.317	43.887
Totale	2.273.975	166.388	138.657	110.926	83.194	2.773.140	

Danno monetario

Assumendo che la ripartizione per specie sia quella registrata dal legname atterrato, nonché adottando i prezzi medi ponderati determinati per il triennio precedente l'evento, in Tabella A2.9 è riportato il valore della provvigione antecedentemente il passaggio della tempesta che ammonta ad oltre € 360.624.850. A seguito del passaggio della tempesta, la provvigione rimasta in piedi ha un valore pari a € 128.262.210 (Tabella A.9). Dati i valori di mercato sopra citati, la provvigione atterrata ha un valore di mercato pari a € 232.362.639.

Tabella A2.9. Determinazione del valore della provvigione.

	Specie	Modalità di vendita	Prezzi medi 1/01/2015-26/10/2018		Volume effettivo m ³	Valore di mercato €
			%	€		
Prov.ne antecedente	Abete misto	LP	36,68%	54,40	1.294.557	70.424.533
		TS	63,32%	79,19	2.234.633	176.968.021
	Larice	LP	100,00%	105,41	172.156	18.146.291
		TS	-	-	-	-
	Pino cembro e silvestre	LP	100,00%	333,03	258.233	85.999.327
		TS	-	-	-	-
	Altre conifere	LP	100,00%	21,13	129.117	2.728.715
		TS	-	-	-	-
	Latifoglie (Faggio)	LP	100,00%	29,55	215.195	6.357.962
		TS	-	-	-	-
	Totale			4.303.890	360.624.850	
Prov.ne in piedi	Abete misto	LP	36,68%	54,40	460.431	25.047.653
		TS	63,32%	79,19	794.784	62.941.612
	Larice	LP	100,00%	105,41	61.230	6.454.030
		TS	-	-	-	-
	Pino cembro e silvestre	LP	100,00%	333,03	91.845	30.587.087
		TS	-	-	-	-
	Altre conifere	LP	100,00%	21,13	45.922	970.513
		TS	-	-	-	-
	Latifoglie (Faggio)	LP	100,00%	29,55	76.537	2.261.315
		TS	-	-	-	-
	Totale			1.530.750	128.262.210	
Prov.ne abbattuta	Abete misto	LP	36,68%	54,40	834.126	45.376.879
		TS	63,32%	79,19	1.439.849	114.026.409
	Larice	LP	100,00%	105,41	110.926	11.692.262
		TS	0,00%	0,00	-	-
	Pino cembro e silvestre	LP	100,00%	333,03	166.388	55.412.240
		TS	0,00%	0,00	-	-
	Altre conifere	LP	100,00%	21,13	83.194	1.758.202
		TS	0,00%	0,00	-	-
	Latifoglie (Faggio)	LP	100,00%	29,55	138.657	4.096.648
		TS	0,00%	0,00	-	-
	Totale			2.773.140	232.362.639	

Legenda: LP: legname in piedi; TS: Tondo su strada.

Materiale recuperato

La massa legnosa atterrata è stata comunque commercializzata sul mercato, seppur a prezzi inferiori. Ciò è il frutto di concause quali: a) i caratteri qualitativi inferiori del legname in generale, b) l'aumento rilevante dell'offerta (sul mercato è immessa una massa legnosa di circa 9 volte quella media annua) e c) la necessità di allontanare rapidamente il materiale atterrato di conifere per non favorire la formazione di focolai di bostrico che genererebbe problematiche aggiuntive sul soprassuolo in piedi e su quello futuro. Rispetto al valore del legname che in condizioni normali avrebbe avuto € 108.557.269 quello atterrato e recuperato sul mercato spunta un valore di € 66.929.707 (Tabella A2.10).

Tabella A2.10. Massa legnosa atterrata e venduta nel periodo 1/1/2018 al 30/04/2023.

Specie	Modalità di vendita	Prezzo medio	Periodo dal 1/11/2018 al 30/04/2023	
		€/mc	Volume mc	Valore €
Abete misto	LP	19,12	2.356.576	45.057.164
	TS	49,48	281.836	13.944.557
Larice	LP	44,31	48.969	2.169.708
	TS	93,67	4.606	431.419
Pino cembro e silvestre	LP	177,39	14.035	2.489.685
	TS	207,46	8.153	1.691.460
Altre conifere	LP	8,40	55.726	468.206
	TS	11,41	1.024	11.687
Latifoglie (faggio)	LP	10,43	1.285	13.403
	TS	16,59	929	15.418
Prezzo medio		23,90	2.773.140	66.929.707

Lucro cessante

L'attività di gestione nell'ambito dei 9 DDFF, si articola su poco meno di 80 interventi medi annui con prelievi di poco inferiori a 3.900 m³/cad per una ripresa annua totale di 306.284 m³ (Tabella A2.11). Il DF Cavalese è quello che registra i maggiori prelievi circa 64.000 m³, a cui segue Tione con 44.000 m³ e quindi Malè con 36.500 m³; Cles e Primiero prelevano poco oltre 30.000 m³. Gli altri DDFF registrano prelievi medi annui inferiori. Assumendo i prezzi antecedenti l'evento Vaia per singola specie, si giunge alla quantificazione dell'annualità media che oscilla tra 5.400.000 e 2.100.000 €/anno. L'annualità complessiva dei DDFF ammonta a 25.700.000 €.

Tabella A2.11. Volume e valore delle annualità.

Distretti forestali	Interventi medi annui di gestione	Specie					Ripresa annua effettiva (m ³)
		Abete rosso	Larice	Pino cembro e silvestre	Altre conifere	Faggio	
	numero	82,00%	4,00%	6,00%	3,00%	5,00%	
BORG VALSUGANA	16,50	22.185	1.082	1.623	812	1.353	27.055
CAVALESE	14,00	52.503	2.561	3.842	1.921	3.201	64.028
CLES	0,70	26.431	1.289	1.934	967	1.612	32.233
MALÈ	1,10	29.869	1.457	2.186	1.093	1.821	36.426
PERGINE VALSUGANA	23,30	20.733	1.011	1.517	759	1.264	25.284
PRIMIERO	10,10	26.068	1.272	1.907	954	1.590	31.790
ROVERETO E RIVA DEL GARDA	7,70	15.544	758	1.137	569	948	18.956
TIONE DI TRENTO	3,00	36.066	1.759	2.639	1.319	2.199	43.983
TRENTO	2,70	21.755	1.061	1.592	796	1.326	26.530
Totale	78,80	251.153	12.251	18.377	9.189	15.314	306.284
		<i>Prezzo medio ponderato</i>					
		€/m ³	€/m ³	€/m ³	€/m ³	€/m ³	€/m ³
		70,10	105,41	333,03	21,13	29,55	83,79
		<i>Valore di mercato</i>					
		€/anno	€/anno	€/anno	€/anno	€/anno	€/anno
BORG VALSUGANA		1.555.162	114.071	540.610	17.153	39.968	2.266.965
CAVALESE		3.680.376	269.956	1.279.383	40.594	94.585	5.364.896
CLES		1.852.767	135.901	644.064	20.436	47.616	2.700.784
MALÈ		2.093.807	153.581	727.855	23.094	53.811	3.052.148
PERGINE VALSUGANA		1.453.353	106.604	505.219	16.030	37.351	2.118.557
PRIMIERO		1.827.334	134.035	635.223	20.155	46.962	2.663.711
ROVERETO E RIVA DEL GARDA		1.089.632	79.925	378.781	12.019	28.003	1.588.359
TIONE DI TRENTO		2.528.166	185.441	878.848	27.885	64.974	3.685.314
TRENTO		1.524.973	111.857	530.116	16.820	39.192	2.222.958
Totale		17.605.571	1.291.372	6.120.100	194.188	452.461	25.663.692

L'atterramento del soprassuolo nei 20.000 ettari di boschi determina l'interruzione temporanea del flusso di annualità. I mancati introiti perdureranno per tutto il tempo necessario affinché sia ripristinata la provvigione antecedentemente il sinistro. Avvalendosi dell'incremento medio indicato dalle tavole alsometriche dell'abete rosso di Paneveggio, nonché dall'incremento corrente indicato dall'INFC (2005) per i boschi del Trentino, è stato stimato un periodo temporale compreso tra 14 e 45 anni, per un valore riferito ai 9 DF di 37 anni.

Dati i valori medi delle annualità nei singoli DF (Tabella A2.11), di cui quella complessiva ammonta ad € 25.700.000, si è proceduto alla relativa capitalizzazione (saggio di interesse 1,5%), ottenendo una stima dei mancati redditi pari a € 722.216.134 (Tabella A2.12).

Tabella A2.12 - Tempo di ripristino, annualità media e mancati redditi.

Distretto Forestali	Superficie forestale	Volume da ripristinare	Incremento medio ponderato	Anni stimati per ripristino	Saggio di capitalizzazione annuale	Annualità media del Distretto Forestale	Mancati redditi
	ha	m ³	m ³ /ha *anno	n.	%	€/anno	€
Borgo Valsugana	3.001	452.484	3,86	39,09	1,50%	2.266.965	66.683.111
Cavalese	5.916	980.281		42,97		5.364.896	169.026.999
Cles	439	23.836		14,06		2.700.784	34.016.848
Malè	545	41.590		19,76		3.052.148	51.868.552
Pergine Valsugana	3.163	533.707		43,76		2.118.557	67.619.067
Primiero	2.452	360.699		38,15		2.663.711	76.946.842
Rovereto e Riva del Garda	2.161	203.246		24,39		1.588.359	32.242.630
Tione di Trento	1.401	133.410		24,69		3.685.314	75.574.191
Trento	444	43.887		25,61		2.222.958	46.983.472
Totale	19.524	2.773.140		36,83		25.663.692	722.216.134

Sintesi

La Provincia Autonoma di Trento è stata quella maggiormente interessata dalla tempesta Vaia, su circa 20.000 ettari, ovvero il 46% dell'intera superficie nazionale coinvolta.

Dato un volume di 4,3 milioni di m3 di legname coinvolto, circa il 63% è stato atterrato, mentre il 37% è la provvigione rimasta in piedi. Le specie forestali prevalentemente interessate sono state l'abete bianco e rosso (82%), in misura nettamente inferiore le altre specie.

Il quadro economico-finanziario è definito in Tabella A2.13. Per quel che riguarda la componente danno specifico e diretto questo ammonta complessivamente a € 954.578.774, di cui il danno emergente è € 232.362.639 mentre il lucro cessante è pari a € 722.216.134. La tempesta Vaia ha pertanto determinato un danno totale diretto e specifico che per il 24,34% pesa sulle componenti patrimoniali (danno emergente), mentre il 75,65% è dovuto ai mancati redditi derivanti dalla perdita della provvigione (lucro cessante). A questi importi debbono sommarsi le "altre componenti aggiuntive" che nel caso specifico ammontano ad € 66.929.707; esse sono dovute al recupero del materiale abbattuto da portarsi a deconto del danno totale, per cui il danno globale ammonta ad € 887.649.067.

Tabella A2.13. Danno globale prodotto dalla tempesta Vaia in Trentino.

Componenti del danno		Calcolo del danno monetario		
		A sommare	A sottrarre	Saldo
Danno emergente	Valore di mercato della provvigione legnosa ante-Vaia	€	360.624.850	
	Valore della provvigione legnosa in piedi post-Vaia	€		128.262.210-
	Valore del legname atterrato	€		232.362.639
Lucro cessante	Mancati redditi		722.216.134	
	Totale danno	€		954.578.774
Componenti aggiuntive	Valore di recupero del legname atterrato	€		66.929.707
	Danno globale	€		887.649.067

Il danno generato dalla tempesta Vaia può essere analizzato da diversi punti di vista e valutato secondo metriche differenti. Nel caso specifico, questo contributo si è soffermato sui profili del danno materiale e di quello monetario, a livello di Distretti Forestali (meso-scala). Il suo sviluppo è stato reso possibile dalla tempestiva digitalizzazione dell'area coinvolta da parte dell'Amministrazione Provinciale di Trento, nonché dal monitoraggio del mercato del legno svolto dalla locale CCIAA che da alcuni anni cura il Portale del legno Trentino. Quest'ultimo si è distinto per la flessibilità con cui si è adattato all'evoluzione delle situazioni, introducendo innovazioni che facilitassero il funzionamento del mercato e monitorassero efficacemente le relative dinamiche. Si cita l'ampliamento dell'elenco delle specie monitorate nonché l'adattamento della reportistica del mercato alla situazione contingente, mentre sorprende l'assenza di informazioni inerenti il mercato delle biomasse in cui, probabilmente, è confluita una cospicua frazione del legname minore.

L'entità del danno registrato nel Trentino è stata stimata per 1/4 dovuta all'atterramento dei soprassuoli e per 3/4 ai mancati redditi. Quest'ultimo ammontare è comunque, probabilmente, una sottostima. Dati gli indici di accrescimento utilizzati, verso i quaranta anni di età del soprassuolo si avrà, probabilmente, una giovane pericaia coetanea il cui volume globale è quello antecedente il sinistro. Le foreste Trentine, tuttavia, sono gestite secondo i dettami della selvicoltura naturalistica che ha determinato la formazione di foreste pluristratificate. Sulla tempistica necessaria affinché questi nuovi soprassuoli passino dalla struttura mono-plana coetanea a quella pluristratificata non si hanno informazioni. Sul piano estimativo certamente si può affermare che per alcuni decenni i redditi forestali di queste aree saranno irregolari e certamente inferiori a quelli antecedenti il danno.

Ulteriori precisazioni devono essere introdotte ai fini della corretta interpretazione del danno stimato. In particolare, il processo estimativo non ha incluso:

- i mancati introiti della vendita dei lotti non interessati direttamente dall'evento, ma di cui era stata programmata la manutenzione. L'aumento abnorme dell'offerta e il drammatico calo dei prezzi hanno indotto le aziende a posticipare la manutenzione prevista. In linea di massima questo danno secondario è quantificabile in termini di interessi negativi per i mancati introiti assumendo che la massa legnosa possa essere comunque convenientemente venduta (orientativamente quando la frazione atterrata e ancora invenduta risulta essere esigua);
- i danni sui capitali investiti in ambito forestale, in particolare il capitale di esercizio presente nelle aree forestali per l'ordinaria manutenzione annuale dei soprassuoli, nonché il danneggiamento delle infrastrutture e strutture pubbliche e private determinatisi nelle aree forestali per la forza del vento oppure per effetto della caduta degli alberi;
- il deprezzamento della massa legnosa per effetto del bostrico che trova nel materiale atterrato un habitat particolarmente favorevole per la riproduzione; inoltre, la crescita di queste popolazioni e la loro mobilità potrebbero infestare i soprassuoli limitrofi ancora in piedi;
- la mancata erogazione dei numerosi servizi ecosistemici forestali che il volume atterrato erogava, come ad esempio la mancata fissazione dell'anidride carbonica, la produzione di ossigeno, la prevenzione del dissesto idrogeologico, la valenza paesaggistica e la fruizione turistico-ricreativa).

Appendice 3 - Elementi per la stima del danno della fauna alle colture forestali

La valutazione del rischio e la conseguente determinazione del capitale da assicurare non possono prescindere dall'esatta determinazione del valore del soprassuolo e dell'entità del danno potenziale. Fratini e Marone (2009), hanno proposto una metodologia economica estimativa per la determinazione del danno provocato dalla fauna selvatica a cui fare riferimento.

Questa procedura prevede la valutazione dello stato della risorsa forestale antecedente al danno con determinazione dei prelievi legnosi e determinazione del valore di macchiatico. In una fase successiva si determina la riduzione della quantità di produzione e la sua minore qualità degli assortimenti (per la minor percentuale di quelli di maggior pregio), elementi che concorrono entrambi a ridurre il valore della produzione legnosa. Il danno economico, pertanto considera il minor valore della produzione (minori quantità e/o minor prezzo medio) ma anche, quale alternativa, un allungamento del turno per avere la stessa produzione della situazione antecedente il verificarsi del danno.

Le variabili previste per l'implementazione della metodologia di stima (oltre a quelle di tipo economico) sono:

- il tipo bosco, caratterizzato da forma di governo, turno e composizione specifica;
- la classe di fertilità, dalla quale dipende la produzione normale stimabile;
- le specie di fauna prevalente, dalla quale dipende l'altezza di brucatura e l'intensità del danno.

I calcoli di indennizzo, inoltre, oltre a dover definire la serie normale dei redditi, devono anche considerare le necessarie procedure da attuare per la reintegrazione del materiale del fondo danneggiato, e calcolarne l'onere. Esempi applicativi di stima razionale analitica in soprassuoli forestali sono riportati da Fratini et al. (2015).

ISBN: 9788833851891