

ROBERTO FRATINI (*) - ENRICO MARONE (*) (°) - ROBERTO POLIDORI (*)
FRANCESCO RICCIOLI (*) - LUCA ZAMMARCHI (*)

UN MODELLO INTEGRATO PER IL CALCOLO STANDARDIZZATO DEL DANNO ECONOMICO DA UNGULATI SELVATICI NEI SOPRASSUOLI FORESTALI (1)

(*) Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali, Università degli Studi di Firenze.

(°) Autore corrispondente; enrico.marone@unifi.it

In un precedente contributo sono state espone le basi teoriche per la stima del danno in ambito forestale da ungulati selvatici e descritto quanto rilevato nell'ambito del progetto di ricerca GEFORUS. In questo contributo saranno descritti nel dettaglio il modello elaborato ed il software di calcolo (Si.D.E.For. - Simulazione Danno Economico Forestale) che ne costituisce l'implementazione. Il modello di calcolo elaborato persegue l'obiettivo di fornire in modo speditivo la valutazione del danno occorso a boschi di vario tipo (ceduo, fustaia e castagneto da frutto) a seguito dell'azione della fauna selvatica ungulata. Vista la versatilità del programma di calcolo ed il rigore teorico del modello su cui si basa lo scopo è quello di consentire l'adozione di un protocollo di stima dei danni forestali da ungulati selvatici da diffondere tra i soggetti interessati, sia pubblici che privati.

Parole chiave: danni da fauna; valore economico; programma di calcolo; foreste.

Key words: wild ungulate damage; economic value; computational software; forest.

Citazione: Fratini R., Marone E., Polidori R., Riccioli F., Zammarchi L., 2015 - *Un modello integrato per il calcolo standardizzato del danno forestale da ungulati selvatici nei soprassuoli forestali*. *L'Italia Forestale e Montana*, 70 (2): 125-147. <http://dx.doi.org/10.4129/ifm.2015.2.04>

1. INTRODUZIONE

In un precedente contributo sono state espone le basi teoriche per la stima del danno in ambito forestale da ungulati selvatici e descritto quanto rilevato nell'ambito del progetto di ricerca GEFORUS per la messa a punto di un modello speditivo per la rilevazione e la valutazione economica di questo tipo di danni (Fratini *et al.*, 2015). In questo contributo saranno descritti nel dettaglio il modello elaborato ed il software di calcolo (*Si.D.E.For. - Simulazione Danno Economico Forestale*) che ne costituisce l'implementazione.

¹ Lavoro svolto nell'ambito del progetto "Gestione forestale sostenibile e ungulati selvatici - GEFORUS" promosso e finanziato dalla Regione Toscana tramite bando pubblico e coordinato dall'Accademia Italiana di Scienze Forestali.

I risultati ottenuti dall'applicazione del modello ad alcuni casi di studio saranno oggetto degli ulteriori contributi che seguiranno.

2. LA STRUTTURA DEL MODELLO

Il modello di calcolo elaborato persegue l'obiettivo di fornire in modo sintetico la valutazione del danno occorso a boschi di vario tipo (ceduo, fustaia e castagneto da frutto) a seguito dell'azione della fauna selvatica ungulata, tema discusso in letteratura (ISPRA, 2011 e 2013; Marone e Fabbri, 2005). Tale modello lavora con dati presenti in due tipologie di archivi:

- *archivio esterno* archivio dedicato dove sono presenti dati descrittivi dell'entità fisica del danno determinati in base alle caratteristiche del bosco e della fauna presente;
- *archivio interno* archivio dove risiedono dati di tipo tecnico ed economico.

Attraverso uno specifico software (il programma di calcolo vero e proprio) i dati presenti negli archivi ora citati e dati definiti dall'utente, vengono elaborati arrivando alla stima del valore economico del danno (Figura 1).

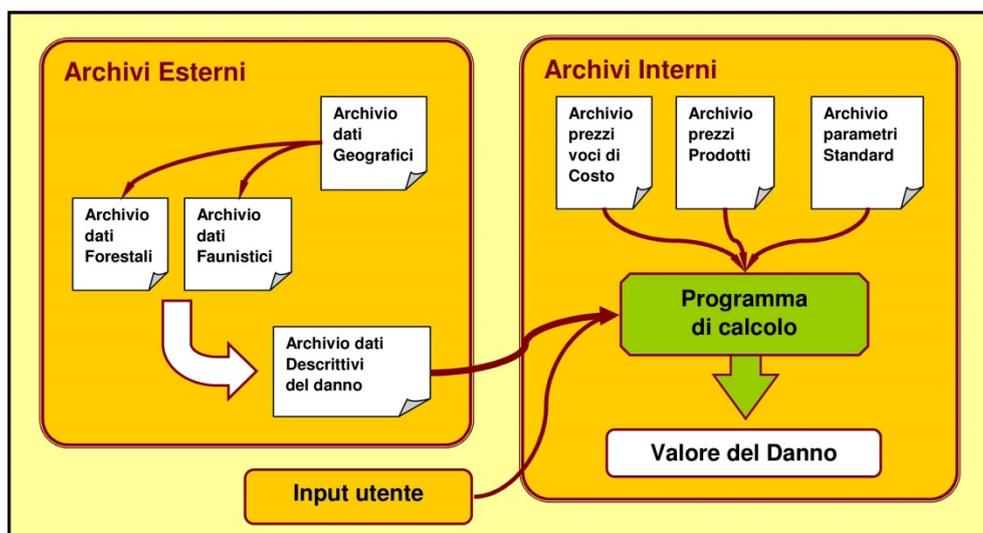


Figura 1 - Struttura del modello integrato di calcolo del danno.

Gli Archivi esterni contengono i dati geografici che riguardano l'anagrafica del bosco in generale e ne permettono la sua identificazione. Ne rilevano tra l'altro anche l'appartenenza ad una determinata zona faunistica alla quale, in altri archivi, sono associati il carico di fauna e l'intensità del suo effetto danneggiante (Tabella 1). Tale intensità per il ceduo è espressa dai valori dei parametri descrittivi del danno fisico (imHr², % di ceppaie morte e % di scarto degli assortimenti,

² imHr : Incremento medio di altezza nel periodo di brucatura, descritto nel paragrafo successivo.

come descritti nel seguito) mentre per il castagneto da frutto è espressa dalla percentuale di prodotto perduto.

Gli Archivi interni (Tabella 2) contengono i dati utili a determinare le produzioni normali del bosco e quelli economici per il calcolo dei ricavi e dei costi la cui definizione si è basata sulla letteratura esistente (Bernetti e Romano, 2007; Bresciani *et al.*, 2007; Serpieri, 1950; Regione Toscana, 2008).

Tabella 1 - Dati assunti dagli Archivi esterni.

<i>Dati geografici</i>	<i>Dati selvicolturali</i>
Anagrafica del bosco (dati castali)	Tipo di Bosco
Comune	Specie forestale prevalente o di riferimento
Località	Classe di fertilità
Distanza dalla strada	Anno ultimo taglio o impianto
Pendenza media	<i>Dati faunistico-forestali</i>
Zona faunistica	Carico di fauna
	Parametri descrittivi danno (imHr, % ceppaie morte; % scarto assortimenti)

Tabella 2 - Dati presenti negli Archivi interni.

<i>Dati produttivi normali del bosco</i>	<i>Costi normali</i>
<u>Ceduo</u>	<u>Ceduo</u>
assortimenti previsti	taglio
quantità di ciascun assortimento	esbosco
coefficienti delle funzioni di produzione, totale e per assortimento	altri costi
<u>Castagneto da Frutto</u>	<u>Fustaie</u>
produzione castagne/marroni	sostituzione fallanze
	sistemi preventivi
<i>Prezzi produzioni</i>	<u>Castagneto da Frutto</u>
<u>Ceduo</u>	costi raccolta
vari assortimenti	
	<i>Funzioni di produzione</i>
<u>Castagneto da Frutto</u>	<u>Ceduo</u>
castagne	ripresa totale
	assortimenti

Pur facendo riferimento a lavori già discussi (Giannini, 2012; Racanelli, 2012; Santilli, 2002; Sorbetti Guerri, 2009), l'ambito attuale del modello di calcolo si limita ai casi di studio previsti dal Progetto, sia rispetto alle tipologie di bosco che alle specie faunistiche danneggianti (Cervo, Daino e Capriolo per quanto riguarda il ceduo e la fustaia, il Cinghiale per il castagneto da frutto).

In particolare le zone faunistiche previste nel modello sono: Pistoia, Pescia, ATC Fi5, Casentino e Amiata. Le tipologie di bosco sono: Ceduo di Castagno e Ceduo di Quercia, Fustaia di Abete, Castagneto da frutto.

È stata considerata anche la fertilità del ceduo distinguendo tre classi (alta, media e bassa) per valutare le diverse produttività attese nelle condizioni normali e le relative risposte a seguito del danno (Tabella 3).

Non tutte le combinazioni sono pertinenti alle aree indagate ed attualmente non tutti i dati sono disponibili. Il modello prevede però di colmare queste lacune dando la possibilità all'amministratore del sistema di inserire i dati mancanti, così com'è previsto un periodico aggiornamento dei prezzi dei prodotti e dei fattori produttivi.

Tabella 3 - Casistica dei dati attualmente disponibili.

Area / zona faunistica	Ceduo di Quercia assimilabili	Ceduo di Castagno	Fustaia di Abete bianco	Castagneto da frutto
Pistoia	Fert.1,2	Fert.1,2,3	-	-
Pescia	-	Fert.1	-	-
ATC Fi.5	Fert.1	-	-	-
Casentino	-	-	x	-
Amiata	-	-	-	x

3. IL MODELLO ECONOMICO DI DETERMINAZIONE DEL DANNO

Dal punto di vista economico, il danno è determinato dalla differenza dei redditi del bosco nelle due situazioni prima e dopo il danno. Si identifica cioè con la somma dei mancati redditi prodotti dall'evento dannoso.

$$\mathbf{Danno} = \mathbf{Redditi\ senza\ danno} - \mathbf{Redditi\ con\ danno} = \mathbf{Mancati\ redditi} \quad [1]$$

Nella produzione forestale il reddito si realizza con il taglio del soprassuolo che si ripete periodicamente e indefinitamente a distanza di un certo numero di anni (n). I redditi del bosco costituiscono cioè delle periodicità posticipate (R) che, per essere confrontate, devono essere riferite allo stesso momento secondo i noti principi economico-finanziari (accumulazione all'attualità).

$$\mathbf{R_0} = \mathbf{R_n} \times \frac{1}{(q^n - 1)} \quad [2]$$

dove:

- R_0 = reddito attualizzato;
- R_n = reddito periodico;
- $q = (1 + r)$;
- r = saggio di interesse;
- n = periodicità.

Una volta calcolato il reddito (comune alle tre tipologie di bosco considerate), il successivo procedimento teorico di calcolo del danno è diverso per il ceduo, le fustaie di conifere e i castagneti da frutto che saranno quindi trattati separatamente rispettivamente nei paragrafi 3.1, 3.2 e 3.3.

3.1. Ceduo

Nel ceduo, in generale, il danno da fauna selvatica si concretizza principalmente in un ritardo di accrescimento e in una diminuzione delle ceppaie produttive che causano una riduzione della ripresa alla fine del turno normale. Nel ceduo di Castagno a questi fattori si aggiunge anche una diminuzione della qualità degli assortimenti ritraibili, con effetti anche molto rilevanti sull'entità del ricavo complessivo dato che il danno interessa soprattutto gli assortimenti di maggior pregio.

La determinazione del minor accrescimento a fine turno si basa sulla rilevazione dell'accrescimento medio dei polloni durante il periodo di brucatura (indice $imHr$). Il periodo di brucatura è il tempo che la vegetazione impiega per superare l'altezza limite oltre la quale la fauna non riesce più a raggiungere l'apice dei nuovi polloni, altezza che varia a sua volta con la specie faunistica. Dopo tale periodo l'accrescimento riprende a ritmi normali.

In pratica, la curva di accrescimento risulta traslata in avanti nel tempo tanto più quanto minore è l'indice $imHr$. La differenza degli accrescimenti cumulati fino alla fine del turno (stimabili tramite le curve alsometriche) nelle situazioni senza e con danno determina una minore altezza del bosco cui corrisponde una minor produzione legnosa, stimabile anch'essa con le tavole alsometriche (Figura 2).

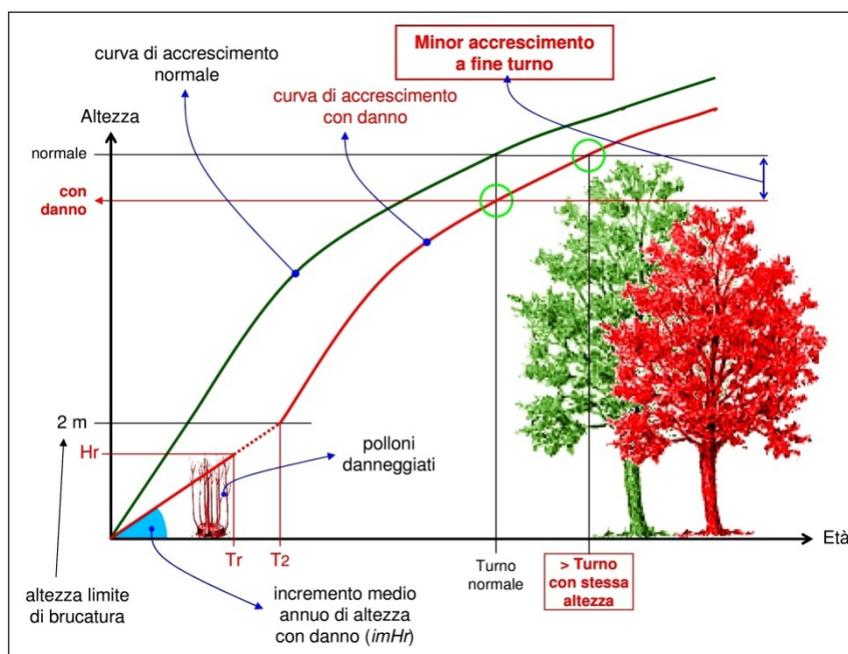


Figura 2 - Parametro $imHr$ e stima del minor accrescimento.

Invero la stessa ripresa, perlomeno in termini assoluti, può essere ancora ottenuta allungando il turno fino a raggiungere il normale accrescimento complessivo, ma ciò comporta un aumento dei costi finanziari che riducono comunque i redditi accumulati all'attualità. Nonostante questa sia una scelta che spetta

all'imprenditore, il modello è in grado di considerare entrambe le ipotesi. Questo sia per indagarne gli effetti economici, sia per fornire gli elementi temporali utili alla definizione delle strategie per una gestione del bosco economicamente sostenibile in presenza di vari livelli di pressione della fauna danneggiante e della loro variabilità.

È stato ipotizzato anche che il carico di fauna sia costante nel tempo o che viceversa diminuisca a seguito di qualche azione di contenimento. Nel primo caso gli effetti del danno possono essere considerati permanenti ed il bosco evolve verso una situazione di nuovo equilibrio, mentre nel secondo caso tali danni sono solo temporanei e il bosco torna alla situazione iniziale. Inoltre, in entrambi i casi, nella situazione post danno si possono avere una o più fasi transitorie in cui gli effetti della fauna danneggiante, e quindi i redditi, sono diversi.

In tutti i casi i redditi (o i minori redditi) di ciascun taglio devono essere accumulati all'attualità e confrontati con i corrispondenti ottenibili nella situazione senza danno.

$$R_0 = Ra_n + Ra_n + \dots + Ra_n \quad [3]$$

$$Ra_1 = \frac{R_1}{q^n}$$

$$Ra_2 = \frac{R_2}{q^n} \times \frac{1}{q^{n_1}}$$

.....

$$Ra_R = \frac{R_R}{q^n - 1} \times \frac{1}{q^{n_3}}$$

dove:

- R_0 = reddito complessivo attualizzato;
- Ra = reddito attualizzato fasi transitorie;
- R_R = reddito a regime attualizzato;
- n = periodicità (costante).

È da rilevare che nel caso di danno permanente, in quanto capace di causare una riduzione permanente del reddito, il suo valore coincide con quello della svalutazione del fondo.

Infatti il valore di un fondo è dato dalla capitalizzazione dei suoi redditi illimitati attualizzati (Ra) secondo la nota formula di capitalizzazione:

$$R_0 = \frac{Ra}{r} \quad [4]$$

Quindi in questo caso il danno è calcolato come differenza tra il valore del fondo nella situazione senza e con danno, ottenuto quest'ultimo capitalizzando la somma dei redditi futuri attualizzati di tutte le fasi post danno (a regime e transitorie se presenti).

Per valutare l'effetto sulle produzioni legnose in queste diverse situazioni, il modello presuppone che nel caso del danno permanente il ritardo di accrescimento resti costante ma che diminuisca progressivamente il numero complessivo delle ceppaie produttive, anche se per ogni turno se ne perdono la stessa percentuale. Nel caso di danno temporaneo, invece, sia il ritardo di accrescimento che le ceppaie morte in ciascun turno diminuiscono costantemente in ogni fase successiva, con un progressivo recupero della produttività iniziale (Figure 3 e 4).

Il modello è in grado di considerare tutte le combinazioni possibili (ne risultano ben 14). In questo modo, in base alle scelte dell'utente, il programma implementato può eseguire il calcolo del danno sia con il mantenimento di un turno normale (*scenario a turno costante*) che con l'allungamento dello stesso per ottenere gli stessi livelli produttivi (*scenario a ripresa costante*), sia con danno temporaneo che permanente, con nessuna (solo per il danno permanente) o con più fasi transitorie (fino a tre).

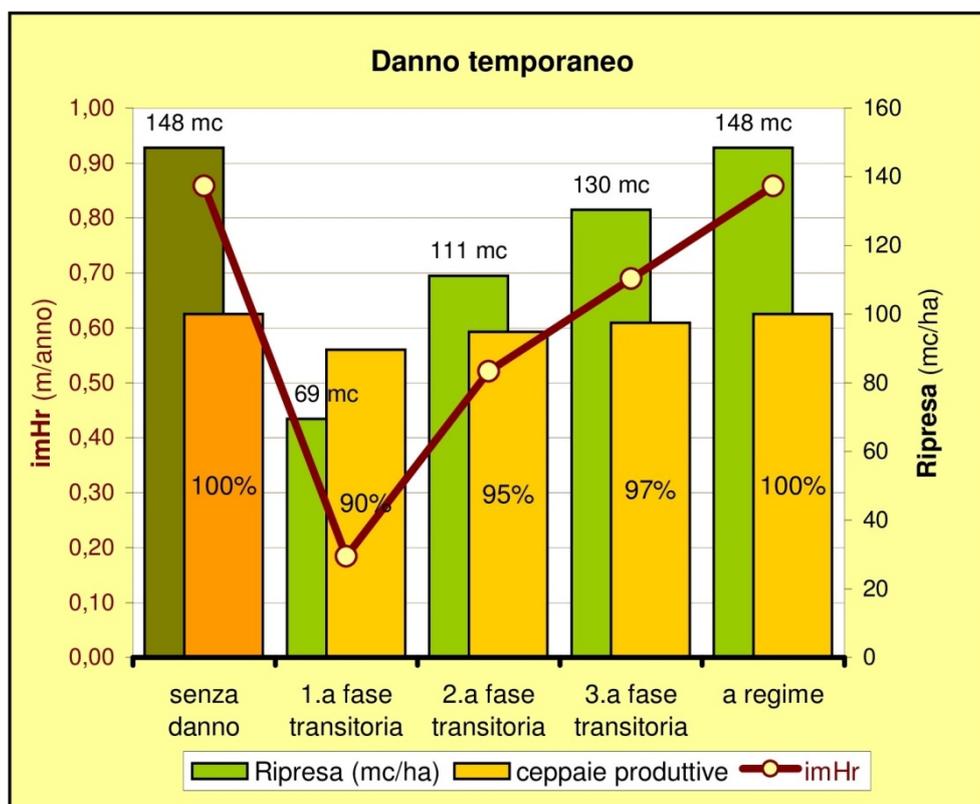


Figura 3 - Esempio di variazione della ripresa e dei parametri descrittivi del danno temporaneo.

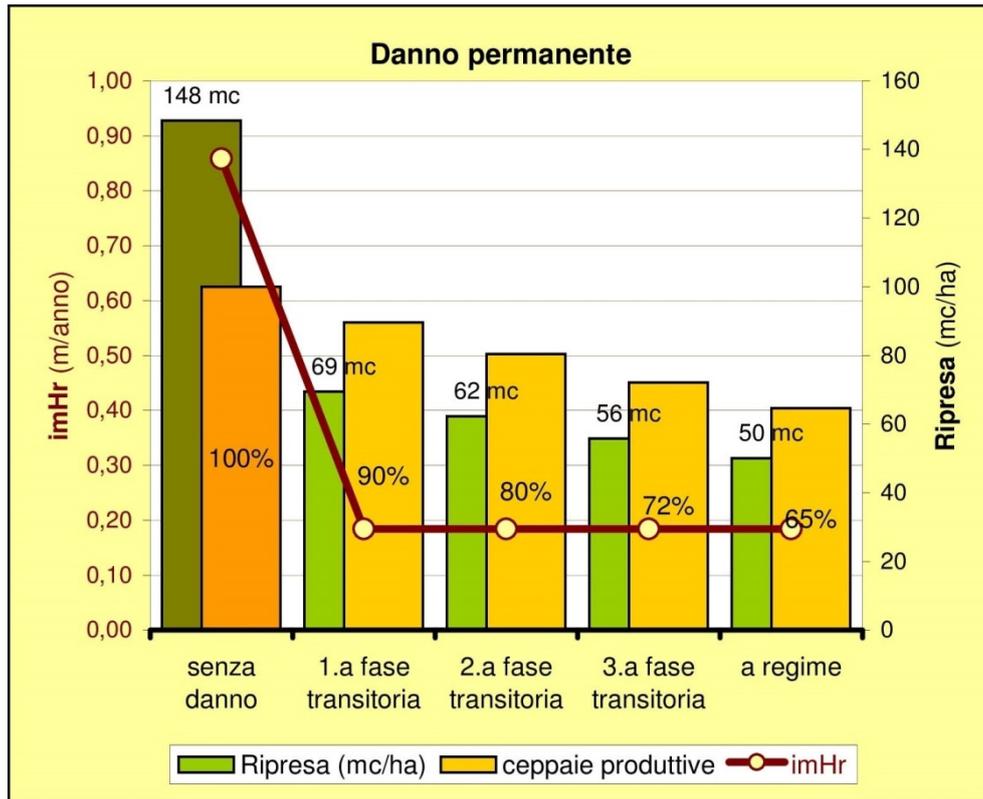


Figura 4 - Esempio di variazione della ripresa e dei parametri descrittivi del danno permanente.

Nel ceduo di Castagno, come accennato in precedenza, il danno può manifestarsi anche con il decremento delle qualità mercantili degli assortimenti (a causa di scortecciature, biforcazioni, ecc.) che in tal caso possono essere venduti solo come legna da ardere con un prezzo ovviamente minore. Si ha cioè un danno di tipo qualitativo (Figura 5) che si aggiunge a quello dato dalla minor produzione complessiva, riducendo ulteriormente i redditi. Anche per questo tipo di danno (espresso in % della quantità normale degli assortimenti) è stata prevista una variazione durante le tre fasi transitorie, anch'essa diversa nei due casi di danno temporaneo e permanente.

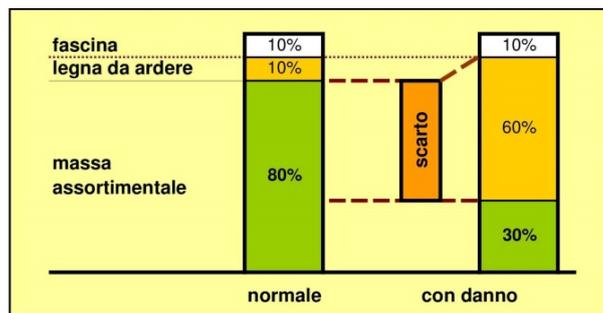


Figura 5 - Schema dell'effetto del danno qualitativo sulla composizione della ripresa nel ceduo di Castagno.

3.2. *Fustaia*

Considerando le fustaie di conifere, il modello esamina solo il taglio a raso con rinnovazione artificiale, ritenendo questa la situazione di danno più significativa per tale tipologia di bosco. In questo caso il danno arrecato dagli ungulati selvatici si concretizza nel ripristino dell'impianto danneggiato o nella necessità di porre in atto misure preventive che non sarebbero state necessarie in assenza di fauna danneggiante. È ovvio che nelle zone dove la pressione della fauna sia apprezzabile, l'azione preventiva debba essere privilegiata e pertanto il modello la considera prioritariamente per il calcolo del danno, prevedendo altresì anche il ripristino delle giovani piante danneggiate da applicarsi solo ai casi meno gravi. Da sottolineare come in entrambi i casi il danno economico sia dato dal costo di questi interventi.

$$\mathbf{Danno} = \mathbf{Costi\ diretti} \quad [5]$$

La sostanziale coincidenza dei tempi tra il verificarsi del danno (brucatura) e il suo effetto economico (necessità di reimpianto) non rendono percorribile nessuna proiezione temporale, sia in termini di danno permanente che di fasi di transizione, e non sono state pertanto esaminate nel modello.

3.3. *Castagneto da frutto*

Nel castagneto da frutto il danno arrecato dalla fauna analizzata per questo tipo di bosco, il cinghiale, si manifesta annualmente con la riduzione della quantità della produzione vendibile. Anche in questo caso il danno è determinato dai mancati redditi che, riguardando i frutti già pronti per la raccolta, può essere più semplicemente stimato come valore dei frutti pendenti e riferito al solo anno in cui si manifesta.

$$\mathbf{Danno} = \mathbf{Frutti\ pendenti} = \mathbf{mancati\ Ricavi} - \mathbf{mancati\ Costi\ raccolta} \quad [6]$$

Il riferimento annuale del danno e la sua ampia variabilità da caso a caso rendono aleatoria ogni ipotesi di previsione temporale che pertanto non è stata considerata nel modello.

4. IL PROGRAMMA E GLI ALGORITMI DI CALCOLO

Alla definizione del modello economico della determinazione del danno è seguita la strutturazione e compilazione degli archivi necessari, l'identificazione dei possibili dati input utente ed infine l'esplicitazione degli algoritmi di calcolo. Il tutto sviluppando un "programma" di calcolo denominato *Si.D.E.For.* e realizzato come applicazione personalizzata di Microsoft® Excel. La scelta di questa soluzione ha avuto un plurimo scopo. Da un lato quello di definire più agevolmente gli archivi e le maschere di input, di verificare la correttezza degli algoritmi e di fornire agevolmente le simulazioni dei risultati necessarie ai fini della discussione nell'ambito complessivo del progetto nel quale esso ha avuto lo sviluppo.

Dall'altro, vista la semplicità d'uso e la diffusione del programma Excel, quello di facilitare una eventuale utilizzazione diretta da parte di chiunque sia interessato alla quantificazione economica dei danni, sia che si tratti di soggetto pubblico che privato.

Nella realizzazione del programma è risultata particolarmente complessa la definizione degli algoritmi per il calcolo degli accrescimenti e delle produzioni del ceduo. Queste sono normalmente determinabili (per ciascuna specie e classe di fertilità) tramite l'uso della tavole alsometriche che però forniscono valori per intervalli discreti di età ed altezza, mentre l'applicazione del parametro imHr richiede di poter variare in modo continuo sia l'altezza che l'età. Ciò risulta necessario per poter calcolare sia la ripresa (normale e con danno) per un certo turno dato come input, sia il turno equivalente alla ripresa normale nel caso dello scenario a ripresa costante.

È stata quindi necessaria la formalizzazione delle funzioni di accrescimento (età-altezza) e di produzione (altezza-volume), nonché quelle derivate (età-produzione) e quelle inverse, sia riguardo alla produzione legnosa complessiva che alla sua composizione in assortimenti. Come base di calcolo per gli accrescimenti e la produzione complessiva sono state utilizzate le funzioni alsometriche presenti nel sistema SIGAF (Marone et. al, 2012), mentre per la composizione degli assortimenti le funzioni sono state estrapolate dalle tavole alsometriche disponibili in letteratura per il Castagno (Benassi, 1950), per la Quercia (Bernetti, 1983). Si tratta comunque di funzioni di 5° grado i cui coefficienti sono stati tabulati in uno specifico archivio collegato al programma stesso, distinti per ciascuna specie forestale a loro volta suddivisi per classe di fertilità.

$$y = ax^5 + bx^4 + cx^3 + dx^2 + ex + f \quad [7]$$

dove:

- y = Altezza media o Volume medio o Quantità assortimenti;
- x = Età oppure Altezza media;
- a, b, c, d, e, f = coefficienti da tabella.

La natura pratica delle tavole alsometriche di origine e la conseguente limitata ampiezza dell'arco temporale considerato in esse, causano per i valori estremi di età ed altezza una non soddisfacente rispondenza delle funzioni derivate. Ciò ha reso necessario inserire negli algoritmi dei limiti ai dati di input oltre i quali il programma è in grado di segnalare un difetto di attendibilità del risultato.

Gli algoritmi di calcolo per queste funzioni contenuti nel programma (compilati come "macro-funzioni" di Excel) consentono di ottenere i seguenti valori:

- a) altezza media in funzione della età (funzione base);
- b) volume in funzione dell'altezza (funzione base);
- c) altezza media in funzione della età (combinazione delle precedenti);
- d) età per altezza data (funzione inversa con calcolo iterativo);
- e) altezza con danno a fine turno normale;
- f) turno con danno per altezza data;
- g) altezza a fine turno dato il volume con danno;

- h) turno con danno data l'altezza (funzione inversa con calcolo iterativo);
- i) composizione della ripresa data l'altezza per tipo di assortimento.

Gli assortimenti considerati attualmente sono la fascina e legna da ardere per la Quercia e per il Castagno e, solo per quest'ultimo, anche la massa assortimentale complessiva suddivisa a sua volta in paloni 4 m, paloni 3 m, pali 1.a e pali 2.a-3.a. Il programma prevede la possibilità di considerare fino a 7 tipi diversi di assortimenti per ciascuna specie forestale con le relative classi di fertilità.

Una volta definite le produzioni, il programma calcola i ricavi applicando alle stesse i relativi prezzi attingendoli da uno specifico archivio interno. Circa i costi, nel ceduo sono state distinte le operazioni di taglio da quelle di esbosco che variano con la pendenza e la distanza dalla strada. E' stata considerata anche una quota di costi fissi calcolata sulla base dell'estensione della particella sottoposta a taglio, in quanto la dimensione della particella può generare economie o diseconomie di scala.

Nelle fustaie invece i costi si limitano a quelli necessari per il reimpianto delle fallanze e a quelli della realizzazione, gestione e smaltimento delle opere a fini preventivi. Questi ultimi possono essere di tipo puntuale (*shelter*) o esteso come le recinzioni metalliche e i dissuasori a ultrasuoni già sperimentate in altri lavori (Obrist *et al.*, 2010; Racanelli, 2012)³.

Nel castagneto da frutto i costi considerati nel programma sono solo quelli della raccolta non eseguita.

In generale il programma, come accennato in precedenza, permette un notevole adattamento alle specifiche condizioni del caso in esame tramite la scelta da parte dell'utente di diversi parametri, sia di input diretto (classe di fertilità, pendenza, distanza dalla strada per i cedui, coefficienti di forma per le fustaie) che tramite la scelta tra opzioni diverse che permettono di modulare i dati standard presenti nei relativi archivi interni (Tabella 4). Queste scelte riguardano sia le produzioni, che possono variare (seppure entro un range prestabilito) rispetto a quelle ottenibili dalle funzioni alometriche o comunque definite normali, sia i ricavi e le diverse voci di costo tramite la scelta fra tre livelli di prezzi (alto, medio, basso) e di difficoltà delle condizioni di lavoro (facili, medie, difficili).

Non si tratta dunque della semplice utilizzazione di una serie di valori di danno stabiliti a priori né di uno strumento per agevolare stime particolari dei danni, bensì di un sistema integrato di informazioni di origine diversa che riesce a coniugare le opposte esigenze di standardizzazione e personalizzazione, pur mantenendo la speditezza richiesta.

³ Tra i numerosi sistemi preventivi noti, nel programma di calcolo sono stati considerati solo questi ritenendo gli altri non sufficientemente efficaci in ambito forestale.

I dissuasori ad ultrasuoni sono di recente introduzione e sono stati testati soprattutto sulle colture agrarie, ma presentano caratteristiche di efficacia, selettività ed economicità che li rendono sicuramente interessanti anche in campo forestale. Nonostante la loro ancora scarsa diffusione sono stati inclusi nel modello quale plausibile alternativa alle recinzioni e quale esempio di metodo preventivo di tipo esteso e con durata economica maggiore del periodo di necessità della protezione.

Un'ampia disamina dei metodi preventivi sarà contenuta nel contributo che seguirà il presente.

Tabella 4 - Elenco delle scelte utente permesse dal Programma.

Variabile	Incide su ...	Casi considerati	Tipo di scelta
<i>Ceduo</i>			
Specie forestale	entità danno	n.2: Castagno / Quercia spp.	da elenco
Zona faunistica	specie faunistica	n.3: Cervo / Capriolo / Daino	da elenco
Specie faunistica	entità danno	n.4: da Zona faunist. / Cervo / Capriolo / Daino	da elenco
Distanza media dalla strada	costi esbosco	variabile	libera
Pendenza media	classe costi taglio ed esbosco	n.3: basso / medio / alto	da elenco
Difficoltà condizioni di lavoro	classe costi taglio ed esbosco	n.3: bassa / media / alta	da elenco
Superficie del bosco	incidenza costi fissi	n.3: <1ha / 2-10ha / >10ha	da elenco
Superficie danneggiata	entità danno	variabile	da elenco
Classe fertilità	volume ripresa --> ricavi	n.3: bassa / media / alta	da elenco
Turno normale	volume ripresa --> ricavi	variabile	libera
Livello prezzi	ricavi	n.3: basso / medio / alto	da elenco
Livello danno	entità danno	n.3: basso / medio / alto	da elenco
Tipo danno: durata	entità danno	n.2: permanente / transitorio	alternativa
Tipo danno: fasi transitorie	entità danno	n.4: 0 - 3 fasi	da elenco
Strategia	valore danno	n.2: stesso turno / stessa ripresa	alternativa
<i>Fustaia</i>			
Specie forestale	rapidità accrescimento	n.2: Abete bianco / altre spp.	da elenco
Zona faunistica	specie faun. --> durata protez.	n.3: Cervo / Capriolo / Daino	da elenco
Specie faunistica	durata protezione	n.4: da zona faunist. / Cervo / Capriolo / Daino	da elenco
Superficie tagliata	costo protezione	variabile	libera
Forma appezzamento	costo protezione	n.6: circolare / ... / molto irregolare	da elenco
Densità nuovo impianto	entità danno	variabile	libera
Condizioni operative	costi	n.3: facili / medie / difficili	da elenco
% Piantine danneggiate	entità danno	variabile	libera, con limiti
Tipo di danno	costi	n.2: ripristino fallanze / intervento preventivo	alternativa
Tipo intervento preventivo	costi	n.3: shelter / recinzione / dissuasori	da elenco
<i>Castagneto da frutto</i>			
Tipo castagneto	ricavi	n.2: da marroni / da castagne	alternativa
Classe fertilità	specie faunistica	n.3: bassa / media / alta	da elenco
Condizioni di raccolta	entità danno	n.3: facili / medie / difficili	da elenco
Produzione attesa	ricavi	variabile	libera, con limiti
% Produzione persa	entità danno	variabile	libera, con limiti
Livello prezzi prodotto	ricavi	n.3: basso / medio / alto	da elenco

5. LE "SCHEDE" DEL PROGRAMMA

L'uso di Excel per realizzare il software di calcolo ha permesso di organizzare il programma in altrettante "Schede" disposte secondo una sequenza logica e corrispondenti ad altrettante schermate di un qualsiasi altro applicativo dedicato.

5.1. Scheda "Start"

Questa scheda permette, oltre che di intestare il caso di danno che si sta per calcolare, di inserire tutte le principali informazioni sul bosco e sulla fauna danneggiante (Figura 6).

Si.D.E.For. Simulazione Danno Economico Forestale da ungulati selvatici			
Dati Simulazione		u.m.	Valori
Simulazione	id Simulazione	n.	123
	Titolo simulazione	descr.	Presentazione del Modello
	Descrizione simulazione	descr.	varie prove di calcolo
	Data simulazione	data	27/02/15
Localizzazione e tipo del Bosco		u.m.	Valori
Anagrafica del Bosco	id Bosco (da "Archivio Boschi")	cod	id.10.0.1 (Cast.PT)
	Comune	descr.	Pistoia
	Località	descr.	Borro dei Cervi
	Superficie del bosco sottoposto a taglio	ha	3,00
	Superficie appezzamento danneggiato	ha	1,00
	controllo superficie	mq	10.000 ok
Dati faunistici	Zona faunistica	▼	Pistoia
	Fauna danneggiante (prevalente) rilevata	▼	da Zona Faunistica
	specie prevalente	descr.	Cervo
	limite brucatura	m	2
	contollo Zona / Specie faunistica	-	ok
	altezza limite per danno	m	2,00 m (Cervo)
Carico fauna danneggiante	capi/kmq	5,1	
Tipologia del Bosco	Tipo di Bosco	▼	Ceduo
	Specie forestale	▼	Castagno
Riepilogo controlli	contollo disponibilità dati Zona	-	ok
	contollo congruenza Bosco/Fauna	-	ok
	Fustaia: contollo superficie tagliata	-	ok
	contollo disponibilità dati	-	ok

Figura 6 - Scheda Start.

Alcuni dati di input devono essere inseriti direttamente dall'utente (superficie sottoposta a taglio, superficie danneggiata) e altri possono essere scelti tra quelli disponibili negli archivi. Tra queste scelte c'è anche quella della specie faunistica danneggiante, con la possibilità di considerare quella di riferimento della zona faunistica in esame oppure da indicare in base agli accertamenti eseguiti sul luogo.

Le scelte possibili sono sensibili al contesto, ovvero le opzioni sono determinate dalle scelte precedenti. Un insieme di controlli interni garantisce la coerenza

tra le scelte fatte. Il programma recepisce anche il superamento dei limiti di validità delle funzioni alometriche e l'eventuale indisponibilità di dati negli archivi, dandone specifico avviso.

In base al tipo di bosco scelto il programma indirizza automaticamente alle corrispondenti schede successive (Scheda Ceduo, Scheda Fustaia, Scheda Castagno da frutto) che consentono diverse altre specifiche opzioni di scelta.

Una volta inseriti tutti dati necessari, il programma esegue automaticamente i calcoli e ne mostra i risultati indicando il valore del danno. Permette inoltre di stampare le schede compilate e di esportare tutti i dati salienti in un nuovo foglio *Excel* per eventuali successive elaborazioni.

5.2. Scheda Ceduo

La “Scheda” del ceduo risulta più complessa e articolata in più parti. Nella prima parte (Figura 7) viene integrata la descrizione del bosco (Castagno, Quercia, ecc.) e viene definito il tipo di danno. I dati di input sono:

- pendenza media, dalla quale dipendono le modalità di esbosco (con gabbie o con canalette);
- distanza media del bosco dalla strada, utilizzata per la determinazione dei costi di esbosco;
- l'anno dell'ultimo taglio e il turno normale;
- il livello del danno, che permette di calibrare il valori dei parametri descrittivi presenti nei relativi archivi.

Ceduo di Castagno			Valori
Descrizione del Bosco e del Danno			
		u.m.	
Descrizione del Bosco	<i>Pendenza media</i>		media (con gabbie)
	Tipo esbosco	-	gabbie
	<i>Distanza media dalla strada</i>	m	150
	Superficie	ha	3,00
	classe superficie	-	oltre 2 fino a 10 ha
	<i>Classe fertilità</i>		Alta
	Difficoltà condizioni di lavoro		Medie (livello costi medio)
	<i>Anno dell'ultimo taglio</i>	anno	2012
	Turno normale	anni	25
	controllo vincoli Reg. Forestale	-	ok
controllo limiti modello	-	ok	
Descrizione del Danno	Fauna danneggiante prevalente	-	Cervo
	altezza limite per danno	m	2,00 m (Cervo)
	Livello danno		Standard
	Parametri descrittivi del danno (pimo evento)		
	accrescimento medio durante brucatura	m/anno	0,694
	durata brucatura	anni	2,9
	riduzione densità	%	1,92%
riduzione assortimenti mercantili	%	57,38%	
Durata del danno		Permanente senza fasi transitorie	
Prezzi	Livello dei prezzi dei prodotti		Medio

Figura 7 - Scheda Ceduo, prima parte: Descrizione del bosco e del danno.

Tra le opzioni consentite c'è anche la scelta della durata del danno. Questa risulta particolarmente importante perché permette di formulare diversi scenari di variazione della pressione sul bosco da parte della fauna selvatica secondo lo schema esposto in precedenza: danno temporaneo o permanente; nessuna, una o più fasi transitorie.

La seconda parte (Figura 8) consente di scegliere l'effettiva ripresa normale del bosco (quella attesa in assenza di danno) che però deve essere compresa entro un certo *range* prestabilito rispetto a quella standard calcolata in base alle funzioni alometriche e alla classe di fertilità.

Ceduo di Castagno Turno e Produzione			Valori scenario a		
			Turno costante	Ripresa costante	
Situazione senza danno		u.m.			
	Anno ultimo taglio	anno	2012		
	Turno normale	anni	25		
	Accrescimento medio durante brucatura	m/anno	0,694		
	Ripresa normale calcolata	mc/ha	189,71		
	Ripresa normale adottata	mc/ha	189,71		
Situazione con danno Permanente	Fase a regime	Anno taglio		2037	2038
		Turno		25	
		Ripresa con stesso turno	mc/ha	182,57	
		<i>differenza con ripresa senza danno</i>	mc/ha	-7,14	
			%	-4%	
		Turno minimo per stessa ripresa	anni		26
		<i>differenza con turno normale</i>	anni		1,0
		Ripresa per turno minimo	mc/ha		193,02
		<i>differenza ripresa</i>	mc/ha		3,31
			%		2%
	controllo limiti modello	-		ok	
	controllo vincoli Reg. Forestale	-		ok	

Figura 8 - Scheda Ceduo, seconda parte: Turno e produzioni (omesse per semplicità le fasi transitorie).

A questo punto del processo logico del modello di calcolo viene introdotta la differenza tra le due strategie imprenditoriali del turno o ripresa costanti descritte in precedenza. Sarà poi l'utente a scegliere quale valore del danno fornito dal programma sia più pertinente alle motivazioni della simulazione eseguita.

Per ciascuna delle fasi previste, a regime ed eventuali transitorie, viene calcolata la ripresa in presenza di danno e successivamente viene evidenziata la differenza con la situazione normale. Nello scenario a ripresa costante il programma calcola il turno equivalente (turno minimo per ottenere la stessa ripresa della situazione ante danno) e lo confronta con i limiti imposti dal Regolamento Forestale, dando avviso del loro eventuale superamento.

Le parti successive non richiedono ulteriori input di dati ma si limitano a mostrare il procedere logico dei calcoli per la determinazione del valore danno, per ciascuna delle fasi previste e per i due scenari:

- suddivisione della ripresa nei diversi assortimenti pertinenti al tipo di bosco in essere (Figura 9);
- esplicitazione dei prezzi delle diverse categorie merceologiche, calcolo dei ricavi, dei costi e dei redditi per ciascun turno (Figura 10);
- attualizzazione e capitalizzazione dei redditi (Figura 11);

- calcolo finale del valore del danno, distinguendo tra danno temporaneo (Figura 12) e danno permanente (Figura 13) in base alla scelta fatta in precedenza.

Ceduo di Castagno			Valori scenario a			
Produzione degli assortimenti			Turno costante	Ripresa costante		
			2012			
Situazione senza danno	Quantità assortimenti	Anno taglio	anni	2012		
		Turno normale	anni	25		
		Produzione totale	mc	189,71		
		Legna da ardere	mc	8,43		
		Massa assortimentale	mc	145,71		
		Fascina	mc	35,57		
		Paloni 4 m	pz.	849		
		Paloni 3 m	pz.	2.977		
		Pali 1.a	pz.	5.707		
		Pali 2.a e 3.a	pz.	11.828		
Ripresa considerata per il calcolo dei costi		mc	154,14			
Situazione con danno Permanente	Fase a regime	Assortimento calcolato	Anno taglio	anno	2037	2038
			Turno	anni	25	26
			Produzione totale	mc	182,57	193,02
			Scarto assortimenti mercantili (danno qualitativo)	%	57,38%	
				mc	80,46	85,07
			Legna da ardere	mc	88,57	93,65
			Massa assortimentale	mc	140,22	148,25
			Fascina	mc	-46,22	-48,88
			Paloni 4 m	pz.	817	863
			Paloni 3 m	pz.	2.864	3.028
Pali 1.a	pz.	5.492	5.806			
Pali 2.a e 3.a	pz.	11.383	12.035			
Ripresa considerata per il calcolo dei costi		mc	228,79	241,90		

Figura 9 - Scheda Ceduo, terza parte: Assortimenti (omesse per semplicità le fasi transitorie).

Ceduo di Castagno			Valori scenario a			
Ricavi, Costi e Redditi			Turno costante	Ripresa costante		
			2012	2012		
Situazione con danno Permanente	Fase a regime	Anno taglio	anni	2012	2012	
		Turno	anni	25	26	
		Ripresa considerata per i costi	mc/ha	228,79	241,90	
		Ricavi	Legna da ardere	Euro/ha	2.391,39	2.528,55
			Massa assortimentale	Euro/ha	-	-
			Fascina	Euro/ha	-	-
			Paloni 4 m	Euro/ha	2.385,64	2.519,96
			Paloni 3 m	Euro/ha	5.670,72	5.995,44
			Pali 1.a	Euro/ha	5.437,08	5.747,94
			Pali 2.a e 3.a	Euro/ha	3.414,90	3.610,50
Totale ricavi		Euro/ha	19.299,73	20.402,39		
Costi di utilizzazione adottati normali	Costo taglio	Euro/ha	6.391,82	6.758,08		
	Costo esbosco	Euro/ha	2.996,86	3.168,59		
	Totale costi di utilizzazione nor		Euro/ha	9.388,68	9.926,67	
	Costi variabili	Euro/ha	8.168,15	8.636,20		
	Costi fissi	Euro/ha	822,29	1.290,47		
	Totale costi di utilizzazione adottati		Euro/ha	8.990,44	9.926,67	
	Altre voci passive		Euro/ha	889,97	925,60	
Totale costi		Euro/ha	9.880,41	10.852,27		
Reddito periodico situazione finale (a regi		Euro/ha	9.419,32	9.550,12		
Differenza con reddito senza danno		%	-11,0%	-9,8%		
Mancato reddito		Euro/ha	1.164,86	1.034,06		

Figura 10 - Scheda Ceduo, terza parte: Ricavi, costi e redditi (visualizzata per semplicità solo la fase a regime con danno permanente).

Ceduo di Castagno Attualizzazione e capitalizzazione dei Redditi			Valori scenario a		
			Turno costante	Ripresa costante	
			u.m.		
Situazione senza danno	Inizio fase	anno	2012		
	Turno normale	anni	25		
	Fine fase (anno del taglio)	anno	2037		
	Reddito a fine fase	Euro/ha	10.584,18		
	attualizzato al 2010	Euro/ha	6.451,38		
	Capitalizzazione a inizio fase del reddito periodico illimitato	Euro/ha	16.522,14		
Situazione con danno Perm.	Situazione a regime	Inizio fase	anno	2012	2012
		Durata fase (turno)	anni	25	26
		Fine fase	anno	2037	2038
	Reddito a fine fase		9.419,32	9.550,12	
	attualizzato al 2010		9.419,32	9.550,12	
	Capitalizzazione a inizio fase del reddito periodico illimitato	Euro/ha	14.703,76	14.181,56	
	attualizzato al 2012	Euro/ha	14.703,76	14.181,56	

Figura 11 - Scheda Ceduo, terza parte: Attualizzazione e capitalizzazione dei redditi (omesse per semplicità le fasi transitorie).

Ceduo di Castagno Calcolo del Danno			Valori scenario a		
			Turno costante	Ripresa costante	
			u.m.		
Danno Temporaneo	Danno = Mancati redditi attualizzati al 2012				
	Mancato reddito Fase 1	Euro/ha	4.872,61	4.659,48	
	Mancato reddito Fase 2	Euro/ha	1.543,10	1.335,87	
	Mancato reddito Fase 3	Euro/ha	500,06	358,79	
	Totale mancati redditi	Euro/ha	6.915,77	6.354,14	
Danno Permanente					
Danno	Tipo danno considerato			Temporaneo	Temporaneo
	Danno calcolato all'anno dell'ultimo taglio (2012)	Euro/ha	6.915,77	6.354,14	
	Anno di riferimento del danno (anno medio durata brucatura)	anno	2015		
	Danno attualizzato all'anno di riferimento (2015)	Euro/ha	7.339,07	6.743,06	
	Danno complessivo per l'appezzamento (1 ha)	Euro	7.339,07	6.743,06	

Figura 12 - Scheda Ceduo, terza parte: Calcolo del danno con danno temporaneo.

Ceduo di Castagno Calcolo del Danno			Valori scenario a		
			Turno costante	Ripresa costante	
			u.m.		
Danno Temporaneo					
Danno Permanente	Danno = Minor valore del fondo (al 2012)				
	Valore del fondo senza danno = reddito normale capitalizzato al 2012	Euro/ha	16.522,14	16.522,14	
	Valore del fondo con danno = somma dei redditi futuri attualizzati al 2012	Euro/ha			
	Reddito fase 1 attualizzato al 2012	Euro/ha	-	-	
	Reddito fase 2 attualizzato al 2012	Euro/ha	-	-	
	Reddito fase 3 attualizzato al 2012	Euro/ha	-	-	
	Reddito capitalizzato fase a regime attualizzato al 2012	Euro/ha	14.703,76	14.181,56	
	Totale redditi attualizzati al 2012 = Valore del fondo con danno	Euro/ha	14.703,76	14.181,56	
Minor valore del fondo	Euro/ha	1.818,38	2.340,58		
Danno	Tipo danno considerato			Permanente	Permanente
	Danno calcolato all'anno dell'ultimo taglio (2012)	Euro/ha	1.818,38	2.340,58	
	Anno di riferimento del danno (anno medio durata brucatura)	anno	2015		
	Danno attualizzato all'anno di riferimento (2015)	Euro/ha	1.929,68	2.483,84	
	Danno complessivo per l'appezzamento (1 ha)	Euro	1.929,68	2.483,84	

Figura 13 - Scheda Ceduo, terza parte: Calcolo del danno con danno permanente.

5.3. Scheda Fustaia

La scheda si compone di due sezioni: la prima (Figura 14) per l'input dei dati specifici del bosco a completamento di quanto contenuto nella scheda di partenza; la seconda con la descrizione del danno ed il calcolo del suo valore.

Fustaia di conifere		u.m.	Valori
Descrizione del Bosco	Specie forestale	▼	Abete bianco
	Durata necessità protezione (con Cervo)		4
	Anno dell'impianto	anno	2012
	Superficie tagliata	ha	1,00
	Forma appezzamento	▼	Irregolare (rettangolo 4:1)
	perimetro normalizzato calcolato	m	500
	Densità nuovo impianto	p./ha	1600
	Condizioni operative	▼	Medie (livello costi medio)

Figura 14 - Scheda Fustaia, prima sezione.

Per la quantificazione dei sistemi di prevenzione estesi il programma tiene conto, oltre che della superficie complessiva, anche della forma dell'appezzamento interessato tramite una serie di coefficienti di forma tra i quali l'utente può qui scegliere quello più idoneo al caso in esame. Il programma determina di conseguenza il perimetro dell'appezzamento per le recinzioni o, con un algoritmo specifico, la quantità delle unità di dissuasori necessari sulla base delle loro specifiche tecniche e delle raccomandazioni per la loro disposizione.

La seconda sezione è diversa in base al tipo di danno considerato, se riferito cioè al ripristino delle piante danneggiate (Figura 15) o alla predisposizione di sistemi di prevenzione (Figura 16).

Fustaia di conifere		u.m.	Valori
Definizione del Danno	Tipo di danno considerato	▼	Ripristino fallanze
	Anno del danno	anno	2013
	controllo corenza anno	-	ok
	Piantine danneggiate da sostituire	%	10%
		n. piante	160
	Quantità shelter	n.	160
Calcolo del Danno	Costo ripristino fallanze (intero appezzamento)		
	materiali e posa in opera	€	2.691,20
	gestione e manutenzione (per 4 anni)	€/anno	26,91
	rimozione e smaltimento (alla fine del 4° anno)	€	134,56
	Danno = costo ripristino fallanze attualizzato al 2013	€	2.809,03
	€/ha	2.809,03	

Figura 15 - Scheda Fustaia, seconda sezione con ripristino fallanze.

Fustaia di conifere		u.m.	Valori
Definizione del Danno	Tipo di danno considerato	▼	Intervento preventivo
Calcolo del Danno	Scelta tipo intervento preventivo	▼	recinzione metallica
	Quantità recinzione metallica	m	500
	Costo interventi preventivi (intero appezzamento)		
	materiali e posa in opera	€	7.855,00
	ammortamento annuale impianto (per 4 anni)	€	-
	gestione e manutenzione (per 4 anni)	€/anno	78,55
	rimozione e smaltimento (alla fine del 4° anno)	€	392,75
	Danno = costo interventi preventivi accumulato al 2012	€	8.362,92
		€/ha	8.362,92

Figura 16 - Scheda Fustaia, seconda sezione con interventi preventivi.

I costi sono in entrambi i casi suddivisi in:

- costo di impianto (messa in opera degli *shelter*, della recinzione, ecc.);
- costi di gestione e manutenzione per il periodo di tempo in cui è necessaria la protezione, che varia con la specie faunistica danneggiante;
- costi di rimozione e smaltimento al termine del periodo di protezione.

Gli *shelter* e le recinzioni sono utilizzabili solo sull'appezzamento in esame e solo per una volta, anche se le seconde hanno una durata tecnica ben superiore al periodo in cui necessita la protezione. I loro costi quindi devono essere computati per l'intero.

Viceversa i dissuasori del tipo di quelli considerati hanno una durata tecnica maggiore di quella necessaria per la protezione e, alla fine di questo periodo, possono essere utilmente impiegati altrove. Per questi è stata quindi considerata solo una quota annuale di ammortamento stabilita in base alla loro durata economica.

5.4. Scheda Castagneto da frutto

Questa scheda è la più semplice (Figura 17) ma consente comunque di personalizzare alcuni dati rispetto a quelli standard ricavati dagli archivi. Le scelte riguardano le condizioni di lavoro (e quindi il livello dei costi di raccolta), la produzione normale stimata per quell'appezzamento e il livello dei prezzi rispetto a quelli standard.

I costi sono calcolati come mancati redditi secondo lo schema descritto in precedenza.

Castagneto da Frutto		u.m.	Valori
Descrizione del Bosco	Tipo Castagneto da frutto	<input type="text"/> ▼	da marroni
	Classe fertilità	<input type="text"/> ▼	Alta
	Condizioni di raccolta	<input type="text"/> ▼	Medie (livello costi medio)
Descrizione del Danno	Produzione normale		
	standard da zona faunistica	q.li/ha	35,0
	stimata per l'appezzamento	q.li/ha	45,0
	controllo limiti ammissibili	-	ok
	Prodotto perso		
	standard da zona faunistica	%	20,0%
	stimata per l'appezzamento	%	15,0%
Calcolo del Danno		q.li/ha	6,75
	controllo limiti ammissibili	-	ok
	Livello prezzi prodotto	<input type="text"/> ▼	Medio
	Calcolo mancati redditi		
	prezzo prodotto	€/q.le	214,00
	mancati Ricavi	€/ha	1.444,50
	costo raccolta	€/q.le	120,00
mancati Costi	€/ha	810,00	
Danno = Mancati redditi	€/ha	634,50	
intero appezzamento (1 ha)	€	634,50	

Figura 17 - Scheda Castagneto da frutto.

6. VERSATILITÀ DEL MODELLO DI CALCOLO E POSSIBILI SVILUPPI DEL PROGRAMMA

La struttura del modello come fin qui descritta prevede l'uso di dati standard contenuti nei diversi archivi e la possibilità di modularne l'effetto sui risultati sia tramite la scelta fra le numerose opzioni proposte sia con l'input diretto di altri parametri specifici del sito oggetto del danno.

La compilazione e la gestione degli archivi, per la complessità di determinazione dei dati contenuti e soprattutto per la valenza generale su ambiti estesi dovuta alla rispondenza con gli scopi che hanno originato la realizzazione del modello (macroaree faunistiche), spetta chiaramente ad un soggetto pubblico di competenza più o meno ampia (Regione, ATC, Parchi o altre entità territoriali collegate agli aspetti faunistici).

Il modello proposto, sulla base del contenuto degli archivi e con pochi dati di input diretti, rende possibile giungere a una stima standardizzata del danno fisico ed economico, certamente non precisa ma rispondente con buona approssimazione a quanto effettivamente realizzatosi. Questo soprattutto tenendo conto che i cicli delle attività forestali richiedono comunque di stimare il valore di un danno economico che si concretizzerà a una distanza di tempo notevole rispetto al momento della stima (che coincide con quello dell'evento danneggiante) e quindi con tutte le incertezze e i margini di errori che ne conseguono.

Il modello ed il programma di calcolo realizzati offrono una stima speditiva, seppure necessariamente standardizzata.

In proposito è doveroso ricordare che il modello fornisce solo una simulazione del danno e non può sostituire una stima eseguita direttamente su una singola parcella da un tecnico competente, quale unico metodo capace di apprezzare e valutare compiutamente le specifiche caratteristiche di quel bosco e gli effetti della fauna ivi insistente.

Ovviamente la precisione della stima ottenibile dal modello risulterà tanto maggiore quanto saranno numerosi ed attendibili i dati archiviati. Similmente l'utilizzabilità del programma sarà tanto maggiore quanto sarà estesa ed esaustiva la casistica prevista dagli stessi archivi.

Al momento il contenuto degli archivi è assai modesto ma ha consentito non solo la messa a punto del modello stesso, ma anche di trarre una serie di interessanti informazioni che saranno argomento di un contributo successivo.

Inoltre, nonostante i pochi dati disponibili che riguardano comunque tipologie di bosco molto diffuse, l'ampia personalizzazione consentita dalle opzioni previste rende il programma idoneo ad un utilizzo anche immediato, seppure non molto esteso.

In proposito si osserva come i parametri descrittivi del danno potrebbero essere determinati caso per caso anziché essere assunti automaticamente dagli archivi in base alla localizzazione del bosco danneggiato. Con ciò la determinazione dell'indennizzo sarebbe possibile anche senza la formalizzazione della relazione tra carico di fauna ed entità del danno fisico, aspetto che attualmente sembra presentare ancora notevoli incertezze.

Tale possibilità potrebbe consentire (previa solo un'opportuna messa a punto dell'interfaccia utente del programma) l'immediata utilizzazione pratica del modello per tutti coloro che hanno interesse alla stima di questo tipo di danni, siano essi operatori pubblici con compiti di programmazione o con responsabilità di erogazione degli indennizzi, siano essi privati o professionisti del settore interessati alla quantificazione del danno subito.

Oltre l'utilità pratica di tale evenienza per i soggetti in qualsiasi modo coinvolti, l'adozione e la diffusione di un protocollo di rilevazione dei dati e di calcolo del danno basate su questo modello (e sul rigore della metodologia estimativa insita in esso) potrebbe consentire al soggetto pubblico un prezioso ed economico approvvigionamento di dati per una rapida integrazione e validazione del contenuto degli archivi stessi, senza contare l'importanza a fini conoscitivi generali della disponibilità di questi dati rilevati ed organizzati in modo univoco.

Ciò permetterebbe un miglioramento e una estensione dell'attendibilità delle simulazioni ottenibili dal modello permettendone un più efficace uso a fini pianificatori e di scelta sulla allocazione delle risorse oltre che, ovviamente, una maggior precisione nella stima del giusto indennizzo per i danneggiati.

Il modello di calcolo del danno proposto costituisce quindi un utile strumento per la realizzazione di un sistema integrato cui partecipano soggetti portatori di interessi diversi, opposti per quanto riguarda la determinazione degli indennizzi, di livello superiore per chi persegue, in generale, la realizzazione di un equilibrio sostenibile tra fauna e bosco.

7. CONCLUSIONI

Il modello di calcolo descritto è stato elaborato allo scopo di giungere a una stima speditiva e standardizzata del danno in ambito forestale causato dagli ungulati selvatici. Esso si basa su una serie di dati d'archivio (attualmente limitati ai casi di studio esaminati nell'ambito del progetto GEFORUS). Questi archivi dovranno essere arricchiti nel tempo per estenderne e consolidarne la validità e periodicamente aggiornati circa i prezzi delle produzioni e degli impieghi per garantirne l'attualità.

Pur con questi limiti, le simulazioni di danno eseguite con questo modello hanno consentito di ottenere interessanti informazioni generali sui danni economici della fauna ungulata sul bosco (esposte in successivo contributo), ma soprattutto hanno permesso di validare l'adeguatezza del modello, e del programma da esso implementato, rispetto agli obiettivi fissati.

La rigidità imposta dalle esigenze di standardizzazione e speditezza è in gran parte mitigata dalle numerose scelte che il programma mette a disposizione dell'utente, permettendo così di adeguare il calcolo ad una ampia casistica di situazioni reali, seppure solo nell'ambito dei tipi di bosco finora compresi negli archivi (ceduo di specie quercine, ceduo di castagno, fustaie di abetine e castagneto da frutto) che però coprono gran parte del territorio regionale interessato da questo tipo di danni. Si tratta dunque di un sistema che, integrando tra loro le due diverse categorie di informazioni, riesce a coniugare le opposte esigenze di standardizzazione e personalizzazione senza però rinunciare al requisito della speditezza.

La versatilità del programma di calcolo ed il rigore teorico del modello su cui si basa potrebbero consentire l'adozione di un protocollo di stima dei danni forestali da ungulati selvatici da diffondere tra i soggetti interessati, sia pubblici che privati. Ciò permetterebbe di fornire in modo coordinato e univoco una serie di informazioni capaci di completare e consolidare i dati contenuti negli archivi del sistema potenziandone gradualmente l'efficacia, con evidenti vantaggi sia per la precisione della standardizzazione della stima dei danni e della garanzia di equità degli indennizzi conseguenti, che per l'ampliamento delle conoscenze complessive dell'impatto fisico ed economico della fauna ungulata sui boschi del territorio.

SUMMARY

An integrated model for estimating the economic damage to forests caused by wild ungulates

Based on a previous work describing the economic assessment of damage to forest stands caused by wild ungulates, the aim of this paper is to build a dedicated software for quantifying the economic impact of this damage. The computational software, called Si.D.E.For (Simulation of Economic damage to forests), is based on a theoretical model and is applied to three different types of damaged forests (coppice, high forest and chestnut stands). The object is to provide a support tool for private or public stakeholders that allows a standard damage estimation.

BIBLIOGRAFIA

- Benassi L., 1950 - *Ricerche dendrometriche sui boschi cedui di castagno del Mugello*. Ricerche sperimentali di dendrometria e di auxometria, fasc. 1: 37-43.
- Bernetti G., 1983 - *I cedui di querce caducifoglie*. Cellulosa e carta, 34 (5): 6-12.
- Bernetti L., Romano S., 2007 - *Economia delle risorse forestali*, Liguori editore, Napoli.
- Bresciani A., Fratini R., Lorenzoni M., Piegai F., 2007 - *Tempi e costi nelle utilizzazioni boschive. Analisi tecnico-economica degli interventi selvicolturali di una comunità montana*. Sherwood, 13 (130): 5-11.
- Fratini R., Marone E., Polidori R., Riccioli F., Zammarchi L., 2015 - *Il danno economico da ungulati selvatici nei soprassuoli forestali in Toscana: metodi di rilevazione e raccolta dati*. L'Italia Forestale e Montana, 70 (1): 55-67. <http://dx.doi.org/10.4129/ifm.2015.1.04>
- Giannini N., 2012 - *Indagine sperimentale sulla difesa di vigneti mediante la dissuasione ottico-acustica: considerazioni in merito agli aspetti tecnologici, metodologici ed economici*. Tesi di laurea in Scienze e Gestione delle risorse faunistico ambientali. Anno Accademico 2011-2012.
- ISPRA, 2011 - *Impatto degli Ungulati sulle colture agricole e forestali: proposta per linee guida nazionali*. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale. Manuali e Linee Guida, 68/2011. Roma.
- ISPRA, 2013 - *Linee guida per la gestione degli Ungulati Cervidi e Bovidi*. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale - Manuali e Linee Guida, 91/2013. Roma.
- Marone E., Fabbri B., 2005 - *Stima dei danni da fauna selvatica alle coltivazioni agro-forestali in provincia di Firenze*. INFS, MIPAF, DEART.
- Marone E., Nocentini S., Travaglini D., Faraoni L., 2012 - *Progetto di validazione dati per aree campione inseriti nel Sistema Informativo per la Gestione delle Attività Forestali (SIGAF). Relazione finale*.
- Obrist M.K., Pavan G., Sueur J., Riede K., Llusia D., Márquez R., 2010 - *Bioacoustic approaches in biodiversity inventories*. In: *Manual on Field Recording Techniques and Protocols for All Taxa Biodiversity Inventories*. Abc Taxa, vol. 8: 68-99.
- Racanelli V., 2012 - *Sperimentazione di schemi progettuali e costruttivi per l'ottimizzazione funzionale di recinzioni elettrificate per la difesa dei vigneti*. Tesi di laurea in Scienze e Gestione delle risorse faunistico ambientali. Anno Accademico 2011-2012.
- Regione Toscana, 2008 - *Prezario delle opere forestali*. Bollettino ufficiale della Regione Toscana, n. 55.
- Santilli F., 2002 - *I danni da cervidi e bovini*. In: "La prevenzione dei danni alle colture da fauna selvatica" ARSIA, Firenze.
- Serpieri A., 1950 - *La stima dei beni fondiari*, Edizioni Agricole, Bologna, p. 109-204.
- Sorbetti Guerri F., 2009 - *Sistemi automatici per il monitoraggio della fauna selvatica e la prevenzione dei danni alle produzioni agricole e forestali*. Atti convegno Torino, "Fauna e Territorio", 3 aprile 2006.

