

Iacopo Bernetti
Augusto Marinelli
Francesco Riccioli

Dipartimento di Economia, Ingegneria, Scienze e Tecnologie Agrarie e Forestali, Università degli Studi di Firenze

*e-mail: ibernetti@unifi.it
augusto.marinelli@unifi.it
francesco.riccioli@unifi.it*

Parole chiave: logica soggettiva, risorse forestali, valore turistico-ricreativo

Keywords: subjective logic, forest resources, tourist-recreational function

JEL classification: Q15, Q26, Q51

L'allocazione spaziale del beneficio turistico-ricreativo del bosco

It is important to identify the monetary value of the different functions of a forest in order to estimate the environmental diseases or in order to plan and take decisions. The aim of this paper is to test a new methodology that focuses on the spatialization of the monetary values of benefits (services) that are offered by a forest. This methodology is based on the "Benefit transfer" approach and empirical indexes used in non-monetary evaluations. The result demonstrates the analysis of tourist-recreational function of the forest in the Tuscany Region.

Introduzione

In molte applicazioni pratiche è necessario conoscere i valori monetari di utilità sociale delle diverse funzioni del bosco riferiti a precise e specifiche localizzazioni, come per esempio, nel caso della valutazione del danno ambientale o dell'analisi costi benefici di progetti di miglioramento forestale. Il valore di utilità può essere infatti molto diversificato in relazione alle caratteristiche ecologiche, geomorfologiche e geografiche del soprassuolo. Tale fenomeno è accentuato nella funzione turistica ricreativa, in quanto soprattutto il valore d'uso è influenzato dalla accessibilità e dalla fruibilità della localizzazione.

I diversi metodi di valutazione del beneficio turistico – *hedonic price, travel cost method, contingent valuation* – sono generalmente riferiti, in modo non georeferenziato a grandi comprensori forestali e territoriali (per una rassegna delle diverse applicazioni si veda Romano e Bishop 1986; Signorello 2007). Inoltre l'elevato costo di applicazione di queste procedure ne ha spesso limitato l'applicazione solamente a pochi complessi forestali di riconosciuto ed elevato valore.

L'applicazione di procedure di *benefit transfer* è stato il primo tentativo di affrontare il problema di spazializzare con elevata risoluzione il valore turistico ricreativo. Seguendo la definizione di Smith (1993), il metodo del *benefit transfer* esistenti al fine di realizzare valutazioni di risorse che sono differenti per tipo o per localizzazione rispetto a quelle studiate. Eade e Moran (1996) e Lovett *et al.* (1997) e Bateman (1999) per primi hanno proposto e applicato procedure che impiegano i Sistemi Informativi Territoriali per modellizzare in modo spazialmente efficace

il trasferimento di valori ambientali. Le applicazioni più evolute si basano su approcci di meta analisi per incorporare nel modello anche variabili di tipo geografico (Nelson e Kennedy 2008; Zandersen e Tol 2009). La necessità di considerare variabili di tipo socioeconomico, in genere disponibili su scala spaziale minima di unità censuaria (il comune) ha però limitato la disaggregazione spaziale dei valori.

I metodi di valutazione non monetari (sistemi esperti, analisi costi benefici, sistemi di supporto alle decisioni, ecc.), nelle più recenti applicazioni (Gimona e van der Horst 2007; Hill e Courtney 2006) sono invece in grado di attribuire un indice cardinale di valutazione georeferenziato e diversificato con elevata risoluzione sulla base delle caratteristiche del bosco. Tale valutazione però non è utilizzabile laddove è necessaria l'unità di misura monetaria, come nel caso della valutazione del danno ambientale, oppure per molte decisioni di allocazione efficiente della spesa pubblica. Inoltre spesso tali metodi si basano su basi empirico-soggettive senza che sia esplicitata l'incertezza connessa a tali valutazioni.

La letteratura internazionale recentemente ha iniziato a dare crescente attenzione alla cosiddetta "spazializzazione" del valore di utilità sociale. Infatti la disaggregazione spaziale consente di apprezzare la distribuzione geografica dei valori ambientali e di sovrapporre tali valori con altre informazioni rilevanti a livello geografico, come per esempio elaborati progettuali, mappe di rischio, ecc. Van der Horst (2006) per primo ha proposto un lavoro di carattere solo teorico-metodologico nel quale si discutono le potenzialità applicative di tale approccio. Più recentemente Baerenklau *et al.* (2010) hanno realizzato una prima applicazione di allocazione spaziale di valori d'uso per l'escursionismo, anche se l'unica variabile considerata a livello territoriale è stata l'ampiezza della veduta panoramica.

Infine è possibile citare l'approccio dello "sconto spaziale" che trasferisce allo spazio geografico il tradizionale concetto di saggio di preferenza intertemporale, (Perrings e Hannon 2001; Heidkamp 2008; Brown *et al.* 2002); resta però largamente irrisolto il problema della determinazione del valore di tale tasso.

Scopo del presente lavoro è quello di tentare di impostare una nuova metodologia di spazializzazione e georeferenziazione del valore monetario di utilità sociale che consenta di impiegare tutte le conoscenze derivanti da indagini monetarie e non monetarie tramite analisi spaziali ad elevata risoluzione. Tale metodologia, applicabile su larga scala, è comunque basata su un approccio di *benefit transfer* integrato però con indicatori empirici propri dei metodi non monetari, considerando inoltre in modo esplicito l'incertezza connessa con le assunzioni empirico-soggettive necessarie per la costruzione del modello.

La metodologia è stata testata su un primo prototipo semplificato applicato alla valutazione della funzione turistico-ricreativa dei boschi della regione Toscana. Il modello è stato realizzato basandosi, oltre che sui risultati di studi pregressi, solamente su dati spaziali disponibili su tutto il territorio nazionale.

La metodologia

La spazializzazione del valore ricreativo del bosco

Seguendo Lovett *et al.* (1997), i benefici ricreativi di un determinato sito possono essere determinati tramite tre fonti di informazione: (a) il valore unitario della

visita, (b) il numero delle visite e (c) un modello che consenta di stimare le variazioni di (a) e (b) sulla base delle condizioni geografiche del sito. Applicando la metodologia in ambito di analisi spaziale, il valore monetario della funzione turistico-ricreativa, espressa in termini di euro per anno, di una localizzazione i - generalmente in analisi spaziale rappresentata dalla cella di una griglia quadrata che viene sovrapposta al territorio - può essere espressa come:

$$V_i = DAP_i \cdot CARICO_i \quad [1]$$

con V_i valore ricreativo per anno, DAP_i disponibilità a pagare per una singola visita riferita del visitatore medio rappresentativo della specifica localizzazione i , $CARICO_i$ carico turistico espresso in numero di visite per ettaro e per anno. Come dimostrato dalla quasi totalità delle applicazioni di metodi di valutazione contingente, la disponibilità a pagare può variare in funzione delle caratteristiche sociali dell'individuo e delle sue aspettative, esperienze e attese per il luogo in cui effettua la visita, mentre il carico turistico dipende dalla accessibilità e dalla amenità della specifica localizzazione forestale (Scrini *et al.* 1996). Ciò considerato la [1] può essere espressa come:

$$V_i = DAP(X_i) \cdot CARICO(Y_i) \quad [2]$$

con X_i vettore delle caratteristiche che influenzano il valore della DAP_i per la localizzazione i comprendente sia il profilo sociale del visitatore medio sia le caratteristiche che ne influenzano le attese per l'esperienza ricreativa; Y_i vettore delle caratteristiche geografiche che influenzano il carico turistico della localizzazione. Disponendo di un numero cospicuo ed opportuno di applicazioni di metodi di valutazione monetaria le relazioni $DAP=f(X)$ e $CARICO=g(Y)$ potrebbero essere calcolate tramite procedure di meta-analisi. Tale procedura, formalmente la più corretta, non è sempre applicabile in quanto la casistica disponibile è limitata e spesso distorta in quanto gli studi privilegiano localizzazione a più elevato valore (parchi nazionali, riserve naturali, ecc.).

La stima delle visite per anno e per le diverse localizzazioni è stata affrontata in letteratura tramite modelli predittivi (Parson e Kelly 1994; Loomis *et al.* 1995, Thiene e Tempesta 2000) e tramite modelli di costo di viaggio spaziale (Lowett *et al.* 1997). Queste soluzioni sono però applicabili solo per singoli siti ricreativi e/o per aree limitate con poche risorse di interesse per la ricreazione all'aperto. Inoltre la risoluzione spaziale è troppo scarsa e inadeguata per la stima del carico turistico su scala propria di analisi spaziale.

Il valore turistico ricreativo come valore di utilità sociale attesa.

Il maggior problema che è connesso alla spazializzazione del valore ricreativo risiede nella incertezza dell'effetto delle variazioni delle condizioni geografiche e ambientali, sulla disponibilità a pagare individuale e sul numero delle visite per

unità di superficie. Sulla base della classificazione di Milliken (1987) tale incertezza, dal punto di vista economico, ricade nella categoria della cosiddetta "incertezza percepita sullo stato dell'ambiente".

Sulla base della letteratura esistente è però possibile formulare le seguenti ipotesi.

- a) le superfici forestali hanno comunque un valore turistico-ricreativo, in relazione ai c.d. Valori di uso incidentali quali ad esempio quelli derivanti dal piacere di guardare un paesaggio guidando per scopi diversi dal semplice sightseeing (Romano 1990; Signorello *et al.* 2001, 2006; Marangon *et al.* 2002, 2004);
- b) i valori di disponibilità a pagare maggiori si hanno per boschi che presentano caratteristiche peculiari, tali da attrarre visitatori a più alto reddito e istruzione (Romano *et al.* 2000);
- c) le superfici con carico più basso sono meta di una ricreazione diffusa su sentiero (trekking e hiking) o addirittura fuori sentiero (attività venatoria, raccolta funghi, ecc., Tempesta 1996);
- d) le superfici con carico turistico più alto sono oggetto di ricreazione cosiddetta "concentrata" (Bernetti *et al.* 1992).

Esplicitando l'incertezza connessa alla probabilità che una certa superficie forestale abbia disponibilità a pagare alta o bassa e contemporaneamente elevato o trascurabile numero di visite è possibile impostare il problema in termini di utilità sociale attesa. In tali termini, per ogni localizzazione in esame, abbiamo la combinazione di due possibili coppie di esiti che influenzano il risultato della valutazione:

- a) il bosco ha una bassa (DAP^{bassa}) oppure alta (DAP^{alta}) disponibilità a pagare;
- b) il bosco ha un trascurabile ($CARICO^{basso}$) od un elevato ($CARICO^{alto}$) carico ricreativo.

Ragionando in termini probabilistici è poi possibile affermare che una specifica localizzazione i , sulla base delle sue caratteristiche definite dai vettori X_i e Y_i , avrà una probabilità più o meno elevata di posizionarsi vicino al valore massimo di DAP e di carico turistico. Assegnando le relative probabilità ai diversi eventi il valore ricreativo atteso diviene:

$$E(V) = E(DAP) \cdot E(CARICO)$$

$$E(V) = \left(p^{DAP} DAP^{alta} + (1 - p^{DAP}) DAP^{bassa} \right) \cdot \left(p^{CARICO} CARICO^{alto} + (1 - p^{CARICO}) CARICO^{basso} \right) \quad [3]$$

Valorizzando gli studi effettuati, è quindi possibile individuare una distribuzione di frequenza delle due variabili chiave che consente di individuare un range di variazione ($DAP^{alta} - DAP^{bassa}$, $CARICO^{alto} - CARICO^{basso}$) al netto di eventuali *outliers*.

L'impiego di un concetto, il valore atteso, proprio della teoria delle decisioni sembra coerente con i contesti applicativi a cui sono rivolte queste stime monetarie. Infatti nelle applicazioni di politica forestale il decisore (pubblico), nel valutare

se effettuare un intervento di salvaguardia di un bosco che si suppone abbia una utilità sociale turistico ricreativa, si trova a dover confrontare un valore di spesa pubblica, che determina una utilità sociale "certa", con il valore di utilità sociale "incerto" dato dal servizio ricreativo.

Diventa a questo punto rilevante disporre di una metodologia flessibile per utilizzare tali conoscenze per stimare, anche con i metodi soggettivi propri delle scelte in condizioni di "incertezza percepita" le funzioni di probabilità che determinano i valori attesi di disponibilità a pagare e di carico turistico; a questo riguardo le teorie più avanzate per tali stime sembrano essere la "logica probabilistica" e la "logica soggettiva".

La logica probabilistica e la logica soggettiva

La logica probabilistica (Nilson 1986) è stata formalizzata con lo scopo di combinare le capacità della logica di strutturare relazioni fra argomenti ed eventi con la capacità propria della teoria della probabilità di esprimere tali argomenti ed eventi in termini probabilistici. La logica probabilistica ha quindi permesso di formulare modelli di valutazione più aderenti alla realtà rispetto alla logica binaria e a quella sfocata.

Una estensione della logica probabilistica è la "logica soggettiva" (Josang 2001, 2008) che evita la necessità di individuare con precisione il valore di probabilità di tutti i possibili eventi considerando l'influenza dell'incertezza in termini di strutture di conoscenza incompleta. Il concetto di base della logica soggettiva è l'*opinione soggettiva* (o brevemente *opinione*). L'*opinione* deriva strettamente dal concetto di *credenza* (*belief*) formulato da Dempster e Shaffer (1976) ma con un più stretto collegamento con la teoria della probabilità. Una *opinione* nella sua forma più semplice di *opinione binomiale* può essere così definita.

Definizione 1: Opinione soggettiva binaria.

Sia $X = X = \{x, \bar{x}\}$ una struttura o partizione binaria composta dall'ipotesi x e dalla sua negazione \bar{x} . Una opinione binomiale è espressa dalla quadrupla ordinata $\omega_x = (b, d, u, a)$ dove:

$b = \text{belief}$: è la massa di credenza a supporto dell'ipotesi x ;

$d = \text{disbelief}$: è la massa di credenza a supporto dell'ipotesi \bar{x} ;

$u = \text{uncertainty}$: incertezza, è la massa di credenza non assegnata;

$a = \text{base rate}$: è la proprietà di base esistente a priori in assenza di massa di credenza assegnata a supporto; a rappresenta quindi la probabilità di base, senza che sia stata individuata alcuna evidenza (fenomeno individuato, parere esperto, ecc.) a supporto di x o di \bar{x} .

Esistono le seguenti relazioni: $b+d+u = 1$ e $b, d, u, a \in [0; 1]$.

Uno dei maggiori pregi della logica soggettiva è la sua stretta relazione con la teoria della probabilità. È infatti possibile esprimere una opinione anche in termini probabilistici.

Definizione 2. Notazione probabilistica di una opinione.

Sia $X = X = \{x, \bar{x}\}$ una struttura o partizione binaria composta dall'ipotesi x e dalla sua negazione \bar{x} . Sia $E(x)$ la probabilità attesa di x . Sia a la probabilità di base, a priori in assenza di ulteriori informazioni, a supporto di x . Sia $c=1-u$ il grado di certezza di $E(x)$. La notazione probabilistica di una opinione ω_x^m può essere espressa dalla tripla ordinata:

$$\omega_x^m = (E, c, a) \quad [4]$$

È possibile quindi individuare l'equivalenza fra notazione probabilistica e notazione classica, ed individuare il valore di aspettazione di x sulla base del concetto di opinione.

Teorema 1. Equivalenza della notazione probabilistica.

Sia $\omega_x^m = (b, d, u, a)$ una opinione e sia $\omega_x^m = (E, c, a)$ una opinione espressa in notazione probabilistica entrambe sullo stessa partizione binaria X . L'equivalenza fra le due dimostrazioni è così definita.

$$\begin{cases} E = b - a \cdot u \\ c = 1 - u \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} b = E - a \cdot (1 - c) \\ u = 1 - c \end{cases} \quad [5]$$

Una opinione soggettiva può essere inoltre espressa in termini di quantificatori sfocati. Sfruttando le relazioni del teorema 2 sulla base delle categorie sfocate di verosimiglianza e di certezza proposte da Kent (1986) è possibile definire una opinione in termini di quantificatori verbali di verosimiglianza e di certezza, come mostrato in tabella 1, calcolata per una opinione binomiale con *base rate* pari a 0,5.

Oltre che ai quantificatori a lattice la notazione basata sulla logica sfocata può applicarsi ad una opinione soggettiva anche tramite le funzioni di appartenenza. La figura 1 mostra le funzioni di appartenenza $b(x)$, $d(x)$ e $u(x)$ nonché il valore atteso $E(x)$ per la relazione binaria $X = \{\text{alto}, \text{non_alto}\}$.

Essendo la logica soggettiva una generalizzazione della logica oltre che del calcolo delle probabilità, le opinioni possono essere combinate in strutture di conoscenza anche complesse. Josang (Josang 2001, 2008; Josang *et al.* 2010) ha formulato un insieme di operatori logici soggettivi, alcuni corrispondenti a quelli della logica binaria, della logica sfocata e della teoria della probabilità, altri propri della logica soggettiva. L'operatore che nel presente lavoro sarà utilizzato per combinare le diverse evidenze a supporto delle probabilità di avere alta DAP e alto carico turistico rientra in quest'ultima categoria ed è chiamato *fusione cumulativa*.

La fusione cumulativa si applica quando è necessario combinare due opinioni soggettive indipendenti a supporto dello stessa partizione.

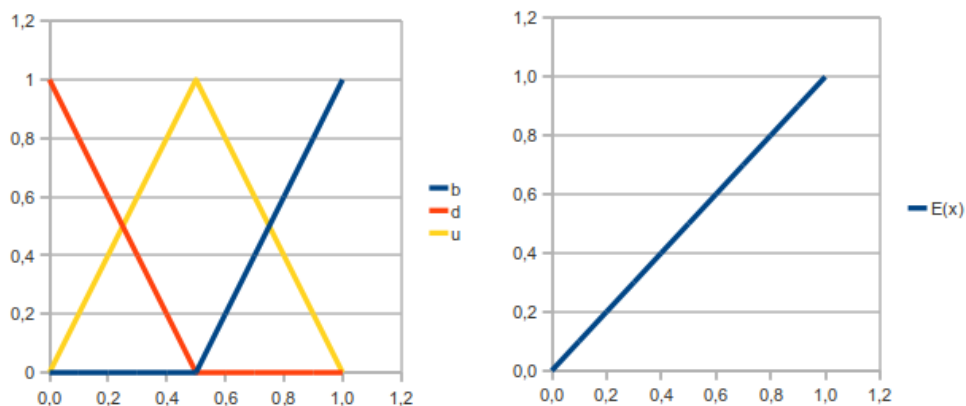
Teorema 2. La regola della fusione cumulativa (Josang *et al.* 2010).

Siano ω^A e ω^B due opinioni a supporto della stessa partizione binaria X si definisce la fusione cumulativa $\omega^{A \circ B}$ la seguente:

Tabella 1. Opinione in termini di quantificatori verbali di verosimiglianza e di certezza.

			Assolutamente falso (AF)	Molto inverosimile (MI)	Inverosimile (I)	Per certi versi inverosimile (PI)	Possibile (P)	Per certi versi verosimile (PV)	Verosimile (V)	Molto verosimile (MV)	Assolutamente vero (AV)
		a	0,010	0,125	0,250	0,375	0,500	0,625	0,750	0,875	0,990
Completamente incerto (CI)	0,01	b					0,005				
		d					0,005				
		u					0,99				
Molto incerto (MI)	0,25	b				0	0,125	0,25			
		d				0,25	0,125	0			
		u				0,75	0,75	0,75			
Incerto (I)	0,50	b			0	0,125	0,25	0,375	0,5		
		d			0,5	0,375	0,25	0,125	0		
		u			0,5	0,5	0,5	0,5	0,5		
Leggermente incerto (LI)	0,75	b		0	0,125	0,25	0,375	0,5	0,625	0,75	
		d		0,75	0,625	0,5	0,375	0,25	0,125	0	
		u		0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	
Completamente certo (CC)	0,99	b	0,005	0,12	0,245	0,37	0,495	0,62	0,745	0,87	0,985
		d	0,985	0,87	0,745	0,62	0,495	0,37	0,245	0,12	0,005
		u	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

Figura 1. Funzioni di appartenenza e valore atteso.



$$\omega^{A \diamond B} = \omega^A \text{fusion} \omega^B = \begin{cases} \left\{ \begin{array}{l} b^{A \diamond B} = \frac{b^A u^B + b^B u^A}{u^A + u^B - u^A u^B} \\ u^{A \diamond B} = \frac{u^A u^B}{u^A + u^A - u^B u^B} \end{array} \right. & \text{per } u^A \neq 0 \wedge u^B \neq 0 \\ \left\{ \begin{array}{l} b^{A \diamond B} = yb^A + yb^B \\ u^{A \diamond B} = 0 \end{array} \right. & \text{per } u^A = 0 \vee u^B = 0 \end{cases} \quad [6]$$

Un modello di logica soggettiva per la spazializzazione del valore ricreativo del bosco.

Applicando i principi della logica soggettiva alla [3] si ha che le due stime E^x ed E^y possono essere stimate tramite le seguenti opinioni soggettive:

$$\begin{aligned} \omega_i^x &= \omega_i^{x^1} \oplus \omega_i^{x^2} \oplus \dots \oplus \omega_i^{x^m} \\ \omega_i^y &= \omega_i^{y^1} \oplus \omega_i^{y^2} \oplus \dots \oplus \omega_i^{y^l} \end{aligned} \quad [7]$$

con X_i opinione soggettiva relativa alla partizione binomiale $X_i = \{x_i, \bar{x}_i\}$ relativa al fatto che l'unità di bosco i abbia/non abbia elevata DAP e Y_i opinione soggettiva relativa alla partizione binomiale $Y_i = \{y_i, \bar{y}_i\}$ relativa al fatto che l'unità di bosco i abbia/non abbia elevato carico turistico. Dati $\omega_i^{X_i} = (b_{i\nu}^{X_i}, d_{i\nu}^{X_i}, u_{i\nu}^{X_i}, a_{i\nu}^{X_i})$ e $\omega_i^{Y_i} = (b_{i\nu}^{Y_i}, d_{i\nu}^{Y_i}, u_{i\nu}^{Y_i}, a_{i\nu}^{Y_i})$ è possibile calcolare per ogni localizzazione i le seguenti:

$$\begin{aligned} E_i^X &= b_i^X + u_i^X a_i^X \\ E_i^Y &= b_i^Y + u_i^Y a_i^Y \end{aligned}$$

L'applicazione della metodologia

L'area di studio

La superficie boscata della Toscana si estende su 1.086.000 ettari, pari al 47% del territorio regionale. Le specie che compongono tali boschi sono in gran parte i querceti caducifogli (cerro, roverella), con 414.000 ettari, pari al 38% di tutta la superficie boscata, elementi costitutivi fondamentali del paesaggio forestale toscano. Da un punto di vista culturale si ha una netta prevalenza del governo ceduo rispetto all'altofusto, che è comunque presente con oltre 176.000 ettari nei boschi di montagna, e segnatamente nelle faggete di proprietà pubblica.

Circa il 10% del territorio regionale in Toscana, per una superficie totale di circa 230.000 ettari, è coperto da parchi e aree protette. Sono presenti 3 parchi nazionali, 3 parchi regionali, 3 parchi provinciali, 28 riserve naturali statali, 45 riserve naturali provinciali e 59 aree naturali protette di interesse locale.

I dati geografici impiegati per la costruzione del modello sono stati i seguenti:

- a) superfici forestali estratte dal geodatabase di uso del suolo *Corine Land Cover* 2006;
- b) geodatabase delle aree protette comunitarie, nazionali, regionali e locali;
- c) grafo stradale;
- d) modello digitale del terreno.

I geodatabases sono stati organizzati secondo un modello spaziale a griglia con lato di 75 metri, tale da consentire una elevata risoluzione spaziale.

La costruzione del modello

Tramite la letteratura esistente (Romano *et al.* 2000; Ciancio *et al.* 2006) sono state individuati i seguenti elementi che influenzano la probabilità di avere una elevata DAP:

- ω^{X1} = Scopo della visita: la DAP si suppone sia elevata se l'attività ricreativa è relativa ad una area di permanenza, bassa se invece è relativa ad un'area di attraversamento verso altro luogo.
- ω^{X2} = Caratteristiche socioeconomiche del visitatore medio: si ipotizza di avere DAP elevate per visitatori con elevato reddito, età intermedia, elevato titolo di studio.
- ω^{X3} = Frequenza delle visite: la DAP dovrebbe essere alta se la localizzazione è luogo abituale di visita.
- ω^{X4} = Provenienza del visitatore medio: la DAP si suppone sia alta se la provenienza è non locale.

Anche sulla base delle ricerche effettuate (Romano *et al.* 2000, Scrinzi *et al.* 1996) la caratteristica territoriale che maggiormente influenza il valore della DAP è la tipologia di area protetta. Le diverse opinioni soggettive relative ai quattro elementi individuati sono state quindi modellizzate per istituto giuridico di protezione tramite il metodo dei quantificatori linguistici sfocati. La tabella 2 riporta i parametri di ciascuna opinione soggettiva.

La fusione delle diverse opinioni è stata effettuata tramite la [6]; i risultati sono mostrati in tabella 3.

Tramite la mappa delle aree protette della Toscana è stato quindi possibile spazializzare la probabilità E(DAP) di avere in una data localizzazione una elevata disponibilità a pagare individuale; la mappa è mostrata in figura 2.

Per il carico turistico la letteratura (Ciancio e Corona 2006; Scrinzi *et al.* 2000; Bernetti *et al.*,1991) indica come determinanti le seguenti variabili.

- ω^{Y1} = Tipo di bosco: carico alto per vegetazione di altofusto con sottobosco rado.
- ω^{Y2} = Geomorfologia: carico alto se localizzazioni con panorama aperto.
- ω^{Y3} = Pendenza: elevato carico su basse pendenze.
- ω^{Y4} = Distanza da strade: elevato carico per localizzazioni prossime alle strade.

Tabella 2. Opinioni soggettive in base agli elementi che influenzano la DAP.

		ANPIL	Important Bird Area	Aree protette – Parchi Nazionali	Aree protette – Parchi Regionali	Aree protette – Parchi Provinciali	Aree protette – Riserve Provinciali	Siti di Interesse Regionale	Ramsar	Aree demaniali	Boschi non protetti
Scopo visita mirata	Certezza	I	LI	CC	CC	LI	LI	I	LI	LI	LI
	Verosimilitudine	P	MV	AV	MV	V	PV	I	MI	V	P
	EC	0.5	0.75	0.99	0.99	0.75	0.75	0.5	0.75	0.75	0.75
	EV	0.5	0.6	1.0	0.9	0.8	0.6	0.3	0.1	0.8	0.5
	b	0.25	0.75	0.985	0.87	0.625	0.5	0	0	0.625	0.375
d	0.25	0	0.005	0.12	0.125	0.25	0.5	0.75	0.125	0.375	
u	0.5	0.25	0.01	0.01	0.25	0.25	0.5	0.25	0.25	0.25	
Tipologia visitatore alto reddito	Certezza	LI	LI	CC	CC	I	I	LI	LI	LI	CC
	Verosimilitudine	I	MV	V	PV	P	PI	I	P	MI	I
	EC	0.75	0.75	0.99	0.99	0.5	0.5	0.75	0.75	0.75	0.99
	EV	0.3	0.6	0.8	0.6	0.5	0.4	0.3	0.5	0.1	0.3
	b	0.125	0.75	0.745	0.62	0.25	0.125	0.125	0.375	0	0.245
d	0.625	0	0.245	0.37	0.25	0.375	0.625	0.375	0.75	0.745	
u	0.25	0.25	0.01	0.01	0.5	0.5	0.25	0.25	0.25	0.01	
Alta frequenza delle visite	Certezza	LI	LI	I	I	LI	LI	I	LI	LI	MI
	Verosimilitudine	MV	I	I	P	PV	V	V	P	V	PV
	EC	0.75	0.75	0.5	0.5	0.75	0.75	0.5	0.75	0.75	0.25
	EV	0.9	0.3	0.3	0.5	0.6	0.8	0.8	0.5	0.8	0.6
	b	0.75	0.125	0	0.25	0.5	0.625	0.5	0.375	0.625	0.25
d	0	0.625	0.5	0.25	0.25	0.125	0	0.375	0.125	0	
u	0.25	0.25	0.5	0.5	0.25	0.25	0.5	0.25	0.25	0.25	
Provenienza non locale	Certezza	LI	I	CC	I	I	I	I	LI	LI	CC
	Verosimilitudine	MI	I	MV	P	P	PI	I	PV	I	AF
	EC	0.75	0.5	0.99	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.75	0.99
	EV	0.1	0.3	0.9	0.5	0.5	0.4	0.3	0.6	0.3	0.0
	b	0	0	0.87	0.25	0.25	0.125	0	0.375	0.125	0.005
d	0.75	0.5	0.12	0.25	0.25	0.375	0.5	0.125	0.625	0.985	
u	0.25	0.5	0.01	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.25	0.01	

Tabella 3. Fusione delle diverse opinioni.

	Opinione soggettiva di avere una elevata DAP			
	Fusion			
	b	d	u	E(DAP)
ANPIL	0.29	0.43	0.29	0.43
Important Bird Area	0.46	0.25	0.29	0.61
Aree protette – Parchi Nazionali	0.86	0.13	0.01	0.87
Aree protette – Parchi Regionali	0.74	0.25	0.02	0.75
Aree protette – Parchi Provinciali	0.46	0.21	0.33	0.63
Aree protette – Riserve Provinciali	0.42	0.25	0.33	0.58
Siti di Interesse Regionale	0.15	0.45	0.40	0.35
Ramsar	0.27	0.45	0.29	0.41
Aree demaniali	0.34	0.41	0.25	0.47
Boschi	0.13	0.85	0.02	0.14

La prima opinione soggettiva è stata modellizzata e spazializzata applicando il metodo dei quantificatori sfocati ad una mappa di uso del suolo *Corine Land Cover* 2006 a 4 livelli di classificazione, come mostrato in tabella 4.

La morfologia è stata modellizzata e spazializzata applicando i quantificatori sfocati ad una mappa di classificazione geomorfologica, come mostrato in tabella 5.

Le opinioni soggettive relative alla pendenza e alla distanza sono state invece modellizzate e spazializzate tramite funzioni di appartenenza continue, come mostrato in figura 3.

Il valore atteso di avere elevato carico turistico, dato dalla fusione cumulativa delle quattro opinioni è mostrato in figura 4.

Per poter calcolare il valore atteso monetario della funzione turistico-ricreativa sulla base della [3] è necessario individuare un intervallo di valori della DAP e

Figura 2. Mappa delle probabilità di elevata disponibilità a pagare individuale.

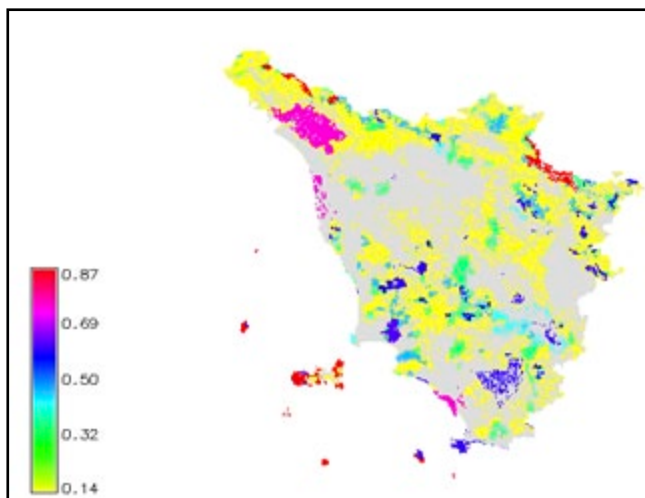


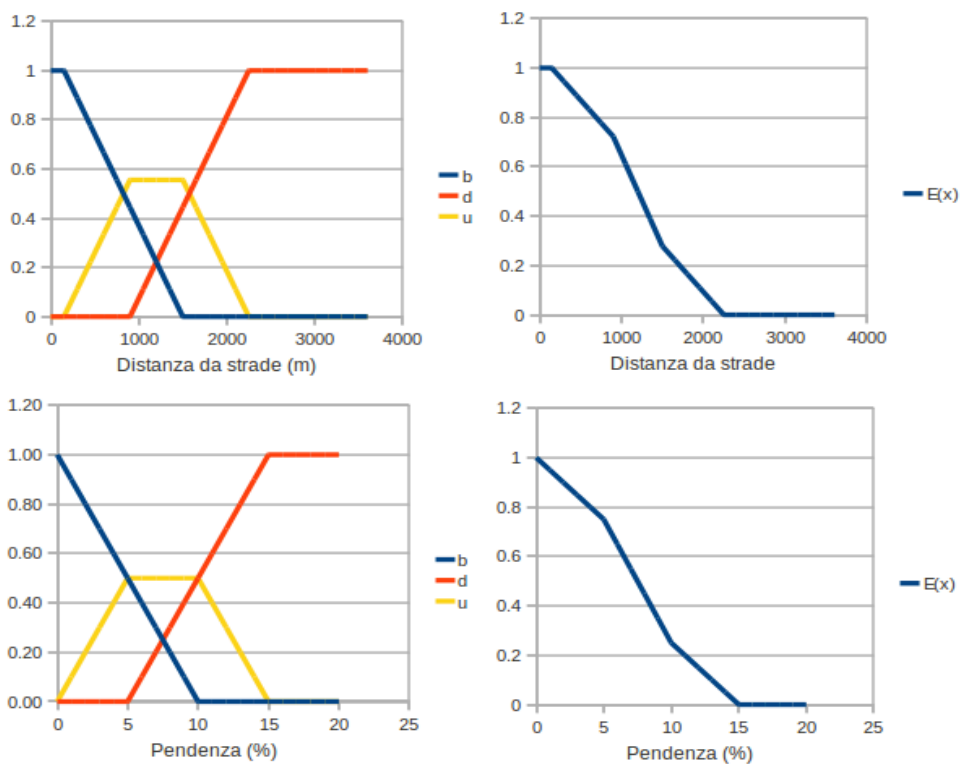
Tabella 4. Opinioni soggettive in base alla tipologia di bosco.

	Conetezza	Verosimilitanza	EC	EV	b	d	u	E(v)
Boschi di latifoglie	I	P	0.5	0.5	0.25	0.25	0.5	0.5
Boschi a prevalenza di querce e altre latifoglie sempreverdi (quali leccio e sughera)	I	PV	0.5	0.6	0.375	0.125	0.5	0.625
Boschi a prevalenza di querce caducifoglie (cerro e/o roverella e/o farnetto e/o rovere e/o farnia)	I	I	0.5	0.3	0	0.5	0.5	0.25
Boschi misti a prevalenza di altre latifoglie autoctone (latifoglie mesofile e mesotermofile quali acero-	I	I	0.5	0.3	0	0.5	0.5	0.25
Boschi a prevalenza di castagno	LI	V	0.75	0.8	0.625	0.125	0.25	0.75
Boschi a prevalenza di faggio	LI	V	0.75	0.8	0.625	0.125	0.25	0.75
Boschi a prevalenza di igrofite (quali salici e/o pioppi e/o ontani, ecc.)	LI	MI	0.75	0.1	0	0.75	0.25	0.125
Boschi ed ex-plantazioni a prevalenza di latifoglie esotiche (quali robinia, e ailanto)	LI	MI	0.75	0.1	0	0.75	0.25	0.125
Boschi di conifere	I	V	0.5	0.8	0.5	0	0.5	0.75
Boschi a prevalenza di pini mediterranei e cipressi (pino domestico, pino marittimo, pino d'aleppo)	LI	V	0.75	0.8	0.625	0.125	0.25	0.75
Boschi a prevalenza di pini oro-mediterranei e montani (pino nero e laricio, pino silvestre, pino loricato)	CC	MV	0.99	0.9	0.87	0.12	0.01	0.875
Boschi a prevalenza di abeti (quali bianco e/o rosso)	CC	MV	0.99	0.9	0.87	0.12	0.01	0.875
Boschi a prevalenza di larice e/o pino cembro	CC	MV	0.99	0.9	0.87	0.12	0.01	0.875
Boschi ed ex-plantazioni a prevalenza di conifere esotiche (quali douglasia, pino insigne, pino strobo)	I	P	0.5	0.5	0.25	0.25	0.5	0.5
Boschi misti di conifere e latifoglie	I	PI	0.5	0.4	0.125	0.375	0.5	0.375
Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di latifoglie	I	I	0.5	0.3	0	0.5	0.5	0.25
Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di querce e altre latifoglie sempreverdi (quali leccio e sughera)	I	PI	0.5	0.4	0.125	0.375	0.5	0.375
Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di querce caducifoglie (cerro e/o roverella e/o farnetto)	LI	MI	0.75	0.1	0	0.75	0.25	0.125
Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di altre latifoglie autoctone (latifoglie mesofile e	LI	MI	0.75	0.1	0	0.75	0.25	0.125
Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di castagno	I	PI	0.5	0.4	0.125	0.375	0.5	0.375
Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di faggio	I	PI	0.5	0.4	0.125	0.375	0.5	0.375
Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di igrofite (quali salici e/o pioppi e/o ontani, ecc.)	CC	I	0.99	0.3	0.245	0.745	0.01	0.25
Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di conifere	I	P	0.5	0.5	0.25	0.25	0.5	0.5
Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di pini mediterranei e cipressi (pino domestico, pino	I	P	0.5	0.5	0.25	0.25	0.5	0.5
Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di pini oro-mediterranei e montani (pino nero e laricio,	I	PV	0.5	0.6	0.375	0.125	0.5	0.625
Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di abeti (quali bianco e/o rosso)	I	PV	0.5	0.6	0.375	0.125	0.5	0.625
Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di larice e/o pino cembro	I	PV	0.5	0.6	0.375	0.125	0.5	0.625
Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di conifere esotiche (quali douglasia, pino insigne, pino	I	PI	0.5	0.4	0.125	0.375	0.5	0.375

Tabella 5. Opinioni soggettive in base alla geomorfologia.

	Cerretezza	Verosimiglianza	EC	EV	b	d	u	E(v)
Planar	LI	P	0.75	0.5	0.375	0.375	0.25	0.5
Pit	CC	AF	0.99	0.0	0.005	0.985	0.01	0.01
Channel	I	I	0.5	0.3	0	0.5	0.5	0.25
Pass (saddle)	LI	V	0.75	0.8	0.625	0.125	0.25	0.75
Ridge	I	P	0.5	0.5	0.25	0.25	0.5	0.5
Peak	LI	MV	0.75	0.9	0.75	0	0.25	0.875

Figura 3. Opinioni soggettive in base alla distanza dalle strade e alla pendenza.



del carico turistico. Per quanto riguarda la DAP è stato realizzato un data-base dei valori di DAP individuale rilevati in Toscana sulla base della letteratura esistente. Tale database è stato confrontato con quello, più consistente, relativo alla casistica statunitense e canadese (Loomis, 2005). La figura 5 riporta il diagramma “scatola-baffo” della disponibilità a pagare individuale regionale e nordamericana.

Figura 4. Mappa delle probabilità di elevato carico.

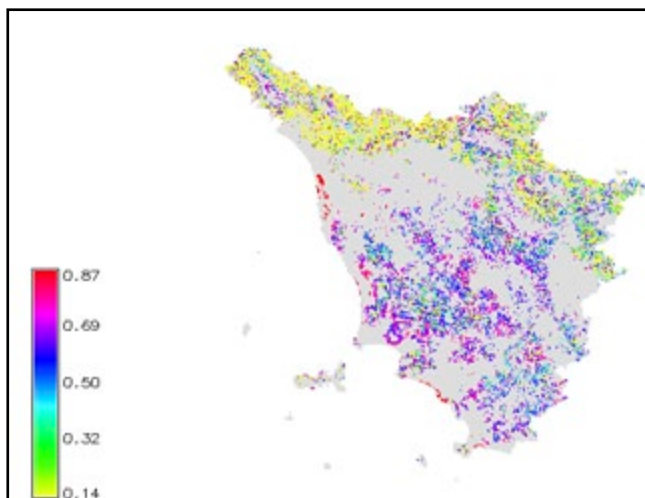
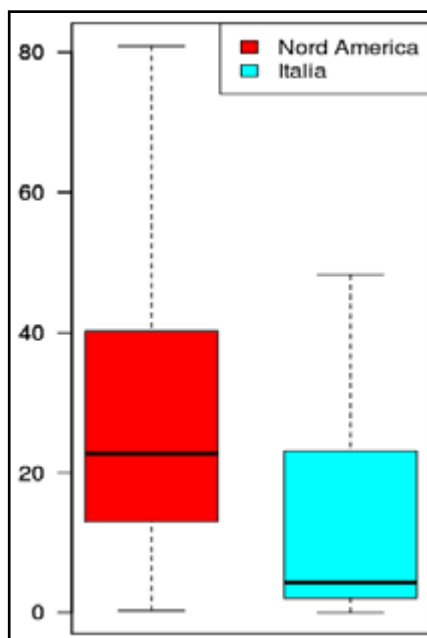


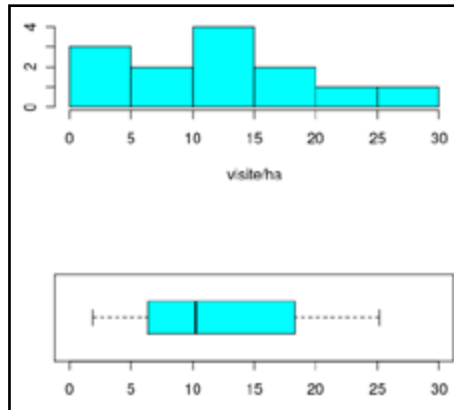
Figura 5. Diagramma della DAP individuale.



Per eliminare dal range di variazione l'effetto degli *outliers* sono stati impiegati per il calcolo della DAP "bassa" e "alta" il 5° ed il 95° percentile della distribuzione, rispettivamente pari a 2,1 e 23 euro a persona.

Per quanto riguarda invece i valori di capacità di carico ci si è riferiti ad osservazioni effettuate nell'ambito di studi e rilievi di pianificazione forestale (Piano multiuso della foresta demaniale di Vallombrosa, Piani di assestamento foreste demaniali regionali del Casentino), sia in ambito di ricreazione concentrata che dispersa. La distribuzione di frequenza ed il relativo diagramma scatola baffo sono riportati in figura 6.

Figura 6. Distribuzione di frequenza della capacità di carico e relativo diagramma.

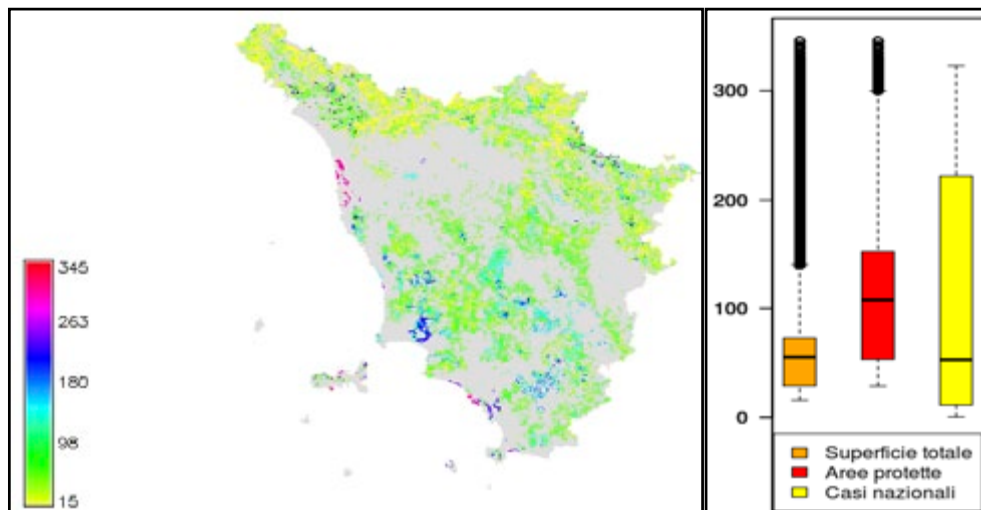


Anche in questo caso sono stati selezionati i limiti del 5° e 95° percentile delle osservazioni, pari rispettivamente a 3 e 17 visite per ettaro. Tali dati sono confermati da quanto riportato in letteratura da Scrinzi *et al.* (2000). La figura 7 mostra la spazializzazione del valore ricreativo per ettaro dei boschi della Toscana con, nel grafico scatola baffo, il confronto con la (scarsa) casistica nazionale per la quale si può calcolare un valore ricreativo per ettaro (riportata senza outliers per esigenze di scala).

Discussione dei risultati

Dai dati riportati nella tabella in calce alla figura 7 si può notare un valore mediano di 55 euro per ettaro, un range di variazione fra 15 e 345 euro e primo e terzo quantile rispettivamente pari a 29 e 73 euro per ettaro. Tali risultati sono sostanzialmente in linea per quanto riguarda i valori meno sensibili agli outlier (mediana e quantili) con la (scarsa) casistica nazionale per la quale è possibile calcolare un valore medio per ettaro, ottenuta dividendo il beneficio totale annuo per la superficie dell'area; è da notare come tale valore non sia però omogeneo con i risultati della spazializzazione che tiene conto di specificità geografiche locali. Più propriamente confrontabili risultano essere i risultati ottenuti da Barenklau *et al.* (2010), anch'essi ottenuti come precedentemente detto, attraverso una procedura di analisi spaziale anche se diversa da quella applicata nel presente lavoro. Pur essen-

Figura 7. Valore ricreativo per ettaro dei boschi della Toscana.



Quantile	0%	25%	50%	75%	100%
Toscana superficie forestale totale	15.15	28.59	55.33	73.2	345.4
Toscana superficie protetta	28.35	35.24	107.8	151.9	345.4
Casistica nazionale	0.58	11.27	52.89	170.41	2213.5
Sud California (Baerenklau <i>et al.</i> 2010)	28.7	--	121.1	750,7	7258.3

do sensibilmente più elevata le due mediane hanno ordine di grandezza simili, la differenza è dovuta oltre alle diverse condizioni di reddito fra le due localizzazioni (Toscana e California meridionale), soprattutto al fatto che nell'applicazione degli autori nordamericani la spazializzazione è limitata alla superficie di un'area protetta; infatti se limitiamo l'analisi toscana ai valori delle aree soggette a protezione otteniamo una mediana pari a 107,8 euro per ettaro più vicino a quanto ottenuto in California. Per quanto riguarda i valori massimo e del terzo quartile, Baerenklau *et al.* (2010) ammettono che l'elevata skewness della distribuzione dei risultati da loro ottenuta è il risultato di aver privilegiato nella allocazione del valore il parametro dell'ampiezza della veduta; infatti i valori più elevati sono da loro ottenuti in limitatissime estensioni di superficie: il picco della montagna più alta.

Per poter comprendere il campo di impiego dei risultati risulta interessante inserirli in un contesto di scelta pubblica regionale, come quello della valutazione dell'efficacia del servizio antincendio boschivo. A tal riguardo la Regione Toscana investe annualmente in attività di prevenzione e repressione degli incendi boschivi circa 4,3 milioni di euro (Vinci 2010). Per valutare l'effetto di tale investimento in termini di variazione di superficie boscata è possibile confrontare le statistiche forestali del periodo 1970-1975 (primi 5 anni disponibili) con l'ultimo quinquennio 2006-2010. In media nel periodo 70-75 sono bruciati annualmente 13.987 ettari

di bosco su una superficie boscata complessiva di 869.454 ettari; nell'ultimo quinquennio tale superficie si è ridotta a 630 ettari per anno con una superficie boscata nel frattempo cresciuta a 1.151.539 ettari. Il beneficio annuo in termini di mancata perdita del VET dei boschi può essere calcolato come segue:

$$B^{incendi} = \frac{B_{ric} \cdot (1+r)^n - 1}{r \cdot (1+r)^n} \cdot \Delta^{rischio}$$

$$B^{incendi} = \frac{B_{ric} \cdot (1+r)^n - 1}{r \cdot (1+r)^n} \cdot (I^{1970-1975} / S^{1970-1975} - I^{2006-2010} / S^{2006-2010}) \quad [8]$$

$$B^{ric} = 135.517 \cdot \frac{0.057 \cdot (1+r)^n - 1}{r \cdot (1+r)^n} \cdot (13987 / 869454 - 630 / 1151539)$$

L'utilità sociale attesa del servizio ricreativo derivante dall'investimento in prevenzione e lotta agli incendi dipende da due parametri critici: la durata n di interruzione nell'erogazione dei servizi ricreativi e il saggio di interesse dell'investimento. La tabella 6 riporta l'analisi di sensitività per un saggio di sconto sociale variabile da un minimo dell'1% ad un massimo del 5% e per durate di interruzione di benefici da un minimo di 6 anni (sicuramente bassa) ad un massimo di 30 anni.

Tabella 6. Analisi efficienza della spesa pubblica nella prevenzione ed estinzione incendio.

tasso	interruzione servizio ricreativo anni				
	6	12	18	24	30
1.00%	372.983	11.870.558	22.701.794	32.905.308	42.517.480
2.00%	-35.665	10.439.076	19.740.347	27.999.609	35.333.597
3.00%	-423.662	9.130.579	17.132.106	23.833.258	29.445.368
4.00%	-792.316	7.932.448	14.827.756	20.277.217	24.584.006
5.00%	-1.142.838	6.833.524	12.785.608	17.227.144	20.541.487

Dai dati riportati la spesa pubblica risulta inefficiente solo se l'interruzione media dell'erogazione del servizio ricreativo è pari o inferiore ai 6 anni e il tasso di interesse sociale è inferiore o uguale al 2%. Anche con tali parametri, piuttosto improbabili, si deve considerare che l'investimento sarebbe comunque conveniente in termini di utilità sociale se si può ipotizzare che gli altri benefici del bosco (difesa del suolo, regimazione delle acque, valore di opzione e di esistenza, produzione forestale, ecc.) nonché i danni a persone e cose abbiano un valore almeno pari allo sbilancio (da un minimo di 35.665 ad un massimo di 1.142.838 euro).

Conclusioni

La crescente attenzione a livello nazionale per aumentare il dettaglio geografico e il campo di applicazione dei valori di utilità sociale dimostra l'utilità di di-

sporre di tali informazioni per il supporto alle decisioni pubbliche di politica e forestale. L'applicazione ha mostrato che la metodologia proposta, pur essendo stata applicata ad un caso di studio molto semplificato, mostri interessanti potenzialità per la valorizzazione degli studi effettuati, aumentandone la risoluzione spaziale con impegni finanziari di indagine molto ridotti, ottenendo nel contempo valori comunque plausibili e confrontabili con quelli dei tradizionali metodi di valutazione e di *benefit transfer*. Ciononostante risulta comunque importante diffondere e sistematizzare i rilievi in campo in modo da disporre di *databases* di casi applicativi confrontabili con quelli già realizzati in ambito internazionale.

Ulteriori sviluppi della ricerca sono sicuramente auspicabili, in modo da poter meglio inquadrare potenzialità e limiti del metodo proposto. Innanzitutto risulta necessario poter meglio valorizzare il patrimonio delle conoscenze che si è sviluppato nella comunità scientifica nazionale impiegando i metodi di logica soggettiva nell'ambito di *focus groups* di ricercatori. Sono poi necessari maggiori approfondimenti circa i possibili errori di stima. È inoltre necessario ampliare la tipologia di valori, indagando l'effetto delle caratteristiche geografiche su funzioni importanti per la pianificazione forestale, quali la regimazione dei deflussi e la protezione dai dissesti idrogeologici, la biodiversità ed il valore naturalistico.

Bibliografia

- Baerenklau K.A., González-Cabán A., Paez C. e Chavez E. (2010). Spatial Allocation of Forest Recreation Value. *Journal of Forest Economics* 16: 113-126.
- Bernetti I., Bianchi M., Gasparini P. e Pettinà R. (1991). I valori del bosco nella pianificazione forestale multiobiettivo: un prototipo di sistema esperto per la valutazione della potenzialità turistico-ricreativa. *Seminario: "Il bosco e i suoi valori: esperienze e prospettive per la pianificazione forestale"* pp. 177-208.
- Bishop R. e Romano D. (eds.) (1998). *Environmental Resource Valuation. Application of the Contingent Valuation Method in Italy*. Kluwer Norwell.
- Brown G., Reed P. e Harris C.C. (2002). Testing a Place-Based Theory for Environmental Evaluation: an Alaska Case Study. *Applied Geography* 22(1): 49-77.
- Ciancio O., Corona P., Marinelli M. e Pettenella D. (2006). *Metodologia per la valutazione economica dei danni da incendi boschivi*. Accademia Italiana di Scienze Forestali – Corpo Forestale dello Stato.
- Courtney P. e Hill G. (2006). Demand analysis projections for recreational visits to countryside woodlands in Great Britain. *Forestry* 79(2): 185-200.
- Heidkamp C.P. (2008). A theoretical framework for a 'spatially conscious' economic analysis of environmental issues. *Geoforum* 39: 62-75.
- Jøsang A. (2001). A Logic for Uncertain Probabilities. *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems* 9(3): 279-311.
- Jøsang A. (2008). Cumulative and Averaging Unfusion of Beliefs. *Proceedings of the International Conference on Information Processing and Management of Uncertainty (IPMU2008), Malaga, June 2008*.
- Jøsang A., Diaz J. e Rifqi M. (2010). Cumulative and Averaging Fusion of Beliefs. *Information Fusion* 11(2): 192-210.
- Kent S. (1994). Words of estimated probability. In: Steury D.P. (ed.), *Sherman Kent and the Board of National Estimates: Collected Essays*. CIA, Center for the Study of Intelligence.
- Loomis J. (2005). *Updated outdoor recreation use values on national forests and other public lands*. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-658. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 26 p.

- Lovett A.A., Brainard J.S. e Bateman I.J. (1997). Developing models to predict demand for recreation in natural areas: A benefit transfers GIS approach. *Journal of Environmental Management* 51: 373-389.
- Marangon F. e Tempesta T. (2004). Stima del valore economico totale dei paesaggi forestali italiani tramite valutazione contingente. *Genio rurale* 11: 32-45.
- Marangon F., Tempesta T., Visintin F. e Rizzi L. (2002). Il valore ricreativo dei paesaggi forestali. *Rivista di Economia Agraria* 57(4): 637-680.
- Milliken F.J. (1987). Three Types of Perceived Uncertainty about the Environment: State, Effect, and Response Uncertainty. *The Academy of Management Review* 12(1): 133-143.
- Nelson J. e Kennedy P. (2009). The Use (and Abuse) of Meta-Analysis in Environmental and Natural Resource Economics: An Assessment. *Environmental & Resource Economics, European Association of Environmental and Resource Economists* 42(3): 345-377.
- Nilsson N.J. (1986). Probabilistic logic. *Artificial Intelligence* 28(1): 71-87.
- Parsons G.R. e Kealy M.J. (1994). Benefits transfer in a random utility model of recreation. *Water Resources Research* 30: 2477-2484.
- Perrings C. e Hannon B. 2001. Spatial discounting: endogenous preferences and the valuation of geographically distributed environmental externalities. *Journal of Regional Science* 41(1): 23-38.
- Romano D., Scarpa R., Spalato F. e Viganò L. (2000). Modelling Determinants of Participation, Number of Trips and Site Choice for Outdoor Recreation in Protected Areas. *Journal of Agricultural Economics* 51(2): 224-238.
- Scrinzi G., Flamminj T., Cutrone A. e Floris A. (1996). Un modello di valutazione quantitativa della pressione turistica-ricreativa sulle risorse forestali. *ISAF, Comunicazioni di ricerca* 4/96: 3-39.
- Scrinzi G. e Floris A. (2000). Featuring and modelling forest recreation in Italy. *Forestry* 73(2): 173-185.
- Shafer G. (1976). *A Mathematical Theory of Evidence*. Princeton University Press.
- Signorello G. (2007). La valutazione economica del paesaggio: aspetti metodologici e operativi . In: XXXVI *Incontro di Studio Ce.S.E.T.*, pp. 83-102 .
- Signorello G., Cucuzza G. e De Salvo M. (2006). Valutazione contingente del paesaggio agrario della Costa Viola. In: Marangon F. (a cura di), *Gli interventi paesaggistico-ambientali nelle politiche regionali di sviluppo rurale*. Milano, Franco Angeli.
- Signorello G., Pappalardo G. e Pulvirenti G. (2001). Il valore del paesaggio agrario nell'area settentrionale dell'Etna. In: Marangon F. e Tempesta T. (a cura di) *La valutazione dei beni ambientali come supporto alle decisioni pubbliche*. Udine, Forum.
- Smith V.K. e Kaoru Y. (1990). Signals or Noise? Explaining the Variation in Recreation Benefit Estimates. *American Journal of Agricultural Economics* 72: 419-433.
- Tempesta T. e Thiene M. (2000). Aree protette ed attività ricreative: un'indagine nel parco nazionale delle dolomiti bellunesi. *Genio Rurale* 5: 13-25.
- Van der Horst D. (2006). Spatial cost-benefit thinking in multi-functional forestry; towards a framework for spatial targeting of policy interventions. *Ecological Economics* 59: 171-180.
- Vinci A. (2010). Programmi forestali regionali. In: *Rapporto sullo stato delle foreste in Toscana 2009*. Regione Toscana, Agenzia Regionale per lo sviluppo e l'innovazione nel settore forestale.
- Zandersen M. e Tol R.S.J. (2009). A Meta-analysis of Forest Recreation Values in Europe. *Journal of Forest Economics* 15(1-2): 109-130.