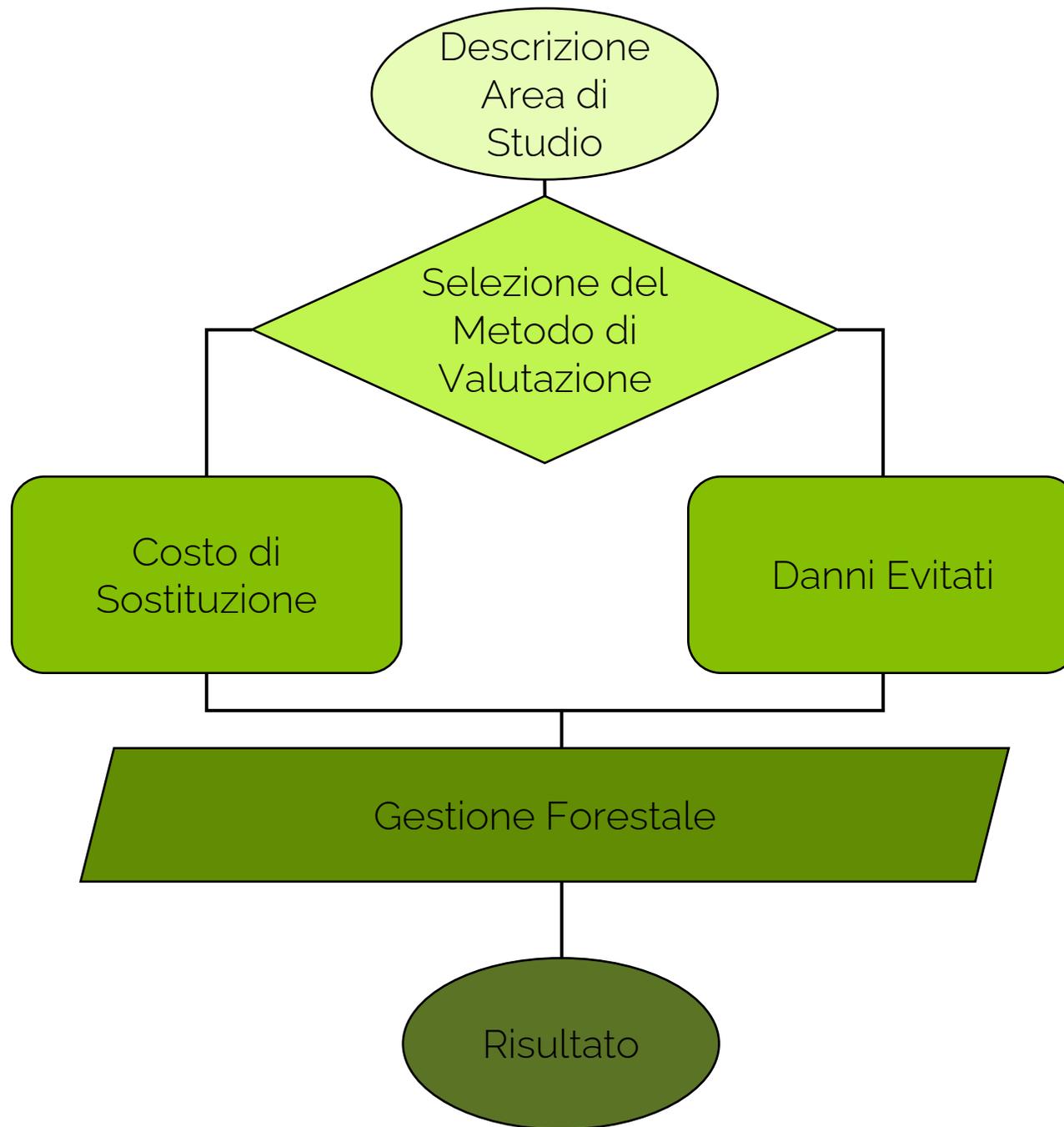

LA VALUTAZIONE DEL SERVIZIO DI PROTEZIONE: UN MODELLO ECONOMICO PER LE FORESTE MONTANE



*Stefano Bruzzese, Cristian Accastello,
Simone Blanc, Bruna Comini, Giulia Amato,
Mauro Masiero, Filippo Brun*

FRAMEWORK ASFORESEE

Sistema esperto per la
valutazione del **servizio
protettivo** offerto dalla
foresta **contro la caduta
massi**



INPUT
(TECNICI ED
ECONOMICI)

METODOLOGIA

OUTPUT

COSTO DI SOSTITUZIONE

Approccio: il valore protettivo della foresta corrisponde ai costi per la realizzazione di opere difensive (Dixon *et al.*, 2013)



Foto: Geobrugg

Alcuni requisiti (Shabman & Batie, 1978):

- l'opera deve svolgere una **funzione analoga** a quelle della foresta
- l'opera deve essere la **meno cara** fra le alternative disponibili
- la società deve essere **disposta a sostenere i costi** piuttosto che rinunciare al servizio ecosistemico

DANNI EVITATI

Approccio: il valore protettivo della foresta corrisponde all'ammontare dei danni che essa previene ad elementi a rischio (Fuch & McAlpin, 2005)



Foto: iStock

Le voci di costo considerate per i danni secondo quanto riporta Beecher (1996):

- **Costi diretti** (danno emergente)
- **Costi indiretti** (lucro cessante)

INPUT TECNICI

GENERALI

(area foresta di protezione, intervallo di tempo considerato, saggio d'interesse, ecc.)



COSTO DI SOSTITUZIONE

DOMANDA DI PROTEZIONE

(classi di rischio PAI, sondaggio a stakeholder)



DANNI EVITATI

ELEMENTI A RISCHIO

(probabilità di presenza, vulnerabilità e letalità)



ORPI

Indice dell'**efficienza meccanica** della foresta
(valore espresso in %)

Dupire *et al.* (2016)

VERSANTE

(lunghezza, pendenza e dislivello)



FORESTA

(densità, composizione specifica e $D_{1.30}$)



MASSO

(diametro, forma e tipo di roccia)



GESTIONE FORESTALE

(intensità e anno d'intervento, periodo dei tagli, ecc.)



COSTO DI SOSTITUZIONE

OPERE DIFENSIVE

(energia cinetica massa, fattori di sicurezza, ecc.)



DANNI EVITATI

ELEMENTI A RISCHIO

(valore economico del bene, VLS, ecc.)



OUTPUT

Foresta
irrilevante

$$V_{\text{protettivo}} = \sum_{i=0}^t \text{Macchiatico}_i \cdot \frac{1}{(1+r)^t}$$

CDS & DE

Foresta
rilevante, **ma**
insufficiente

$$V_p = C_{\text{opera}} - C_{\text{operaridotta}} - \sum_0^t M_i \cdot \frac{1}{(1+r)^t}$$

CDS

Foresta rilevante
e sufficiente

$$V_p = (C_o \cdot \text{ORPI}) - \sum_0^t M_i \cdot \frac{1}{(1+r)^t}$$

CDS

$$V_p = \text{Danni Evitati} + \sum_0^t M_i \cdot \frac{1}{(1+r)^t}$$

DE

COSTO DI SOSTITUZIONE

1. Efficacia delle foreste

Identificazione aree a rischio caduta massi

Identificazione parametri di efficacia protettiva

Definizione delle classi di efficacia per ciascun parametro

Definizione punteggi per ciascuna classe di efficacia (*expert-based* e simulazioni)

2. Equivalenza con le opere

Definizione energia dissipata per boschi a punteggi definiti

Individuazione «funzioni di protezione»

Identificazione misure alternative al bosco (barriere paramassi)

3. Costo delle opere

Determinazione dei costi delle misure alternative al bosco

Stima del costo di sostituzione per singolo poligono

Stima del valore totale per i boschi di Lombardia

CASI STUDIO

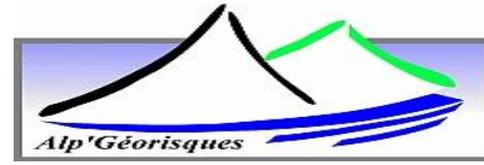
11 totali

7 nazionali

4 spazio alpino



PARTNER



CASO STUDIO 1 - KAYSERSBERG (FR)

Foresta mista di conifere: **16,45 ha**

Elemento a rischio: **450 m** di strada D415

Efficacia meccanica della foresta (ORPI): **62%**

Livello di protezione desiderato: **elevato (75
%)**

Costo opera difensiva "ridotta": **391.000 €**



Foto: Soulignac



Foto: Google Earth

CASO STUDIO 2 - CESANA TORINESE (IT)

Larici-cembreto su rodoreto-vaccinieto: **6 ha**

Elemento a rischio: **500 m** di strada SS24

Efficacia meccanica della foresta (ORPI): **86%**

Valore unitario strada: **887 €/m²**

Traffico giornaliero medio annuo: **300 veicoli (20.000 €)**

Frequenza di persone media annua: **600 persone
(1.950.000 €)**



Foto: Google Maps



Foto: Google Maps

KAYSERSBERG

VALORE PROTETTIVO



262.300 €

16.000 €/ha

500 €/ha/anno

CESANA TORINESE

VALORE PROTETTIVO



125.000 €

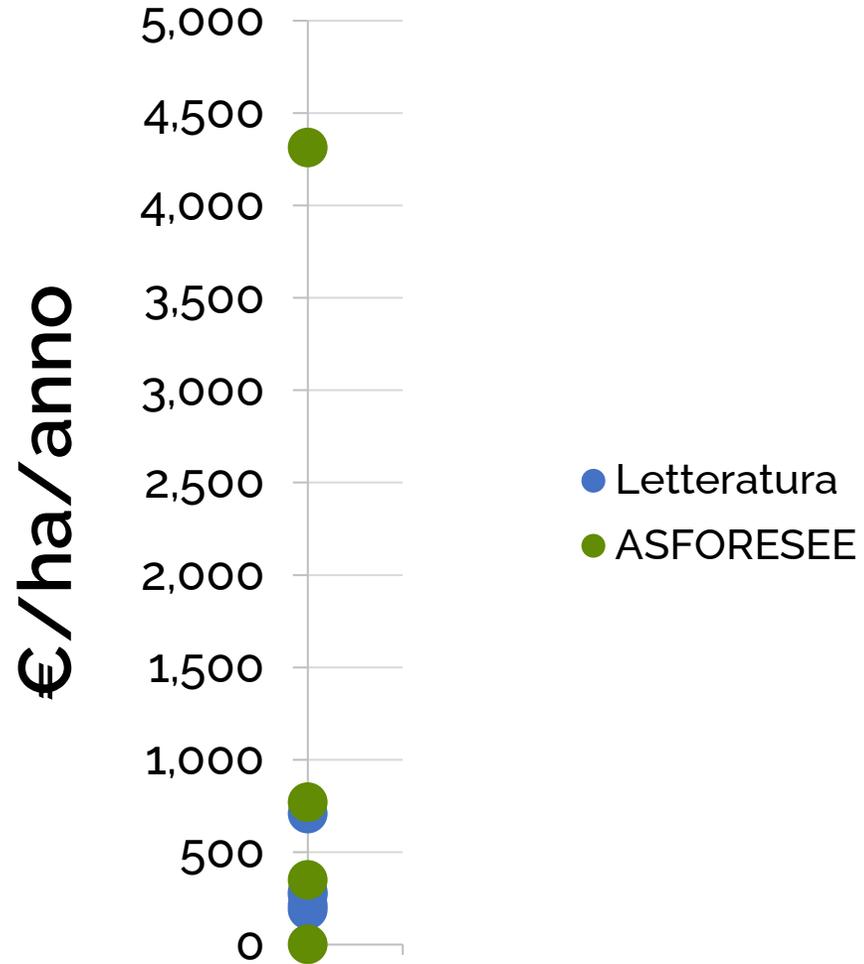
21.000 €/ha

650 €/ha/anno

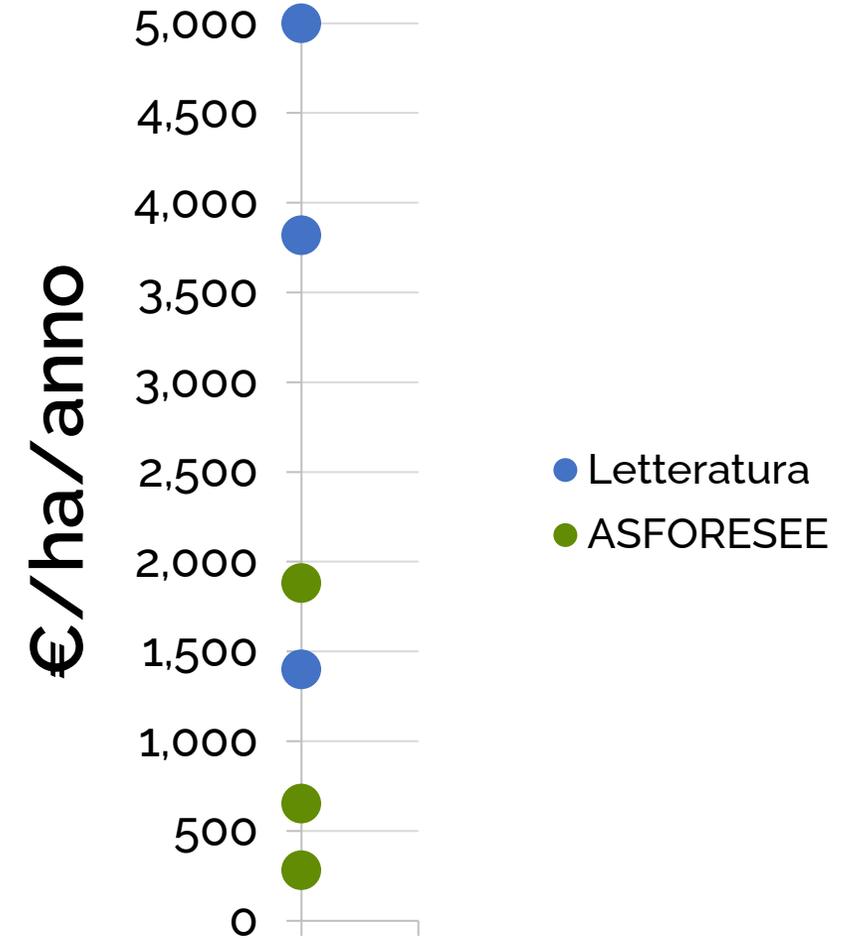
Valore servizi ecosistemici in Italia ~ **400 €/ha/anno** (Pettenella, 2019)

RISULTATI

COSTO DI SOSTITUZIONE



DANNI EVITATI



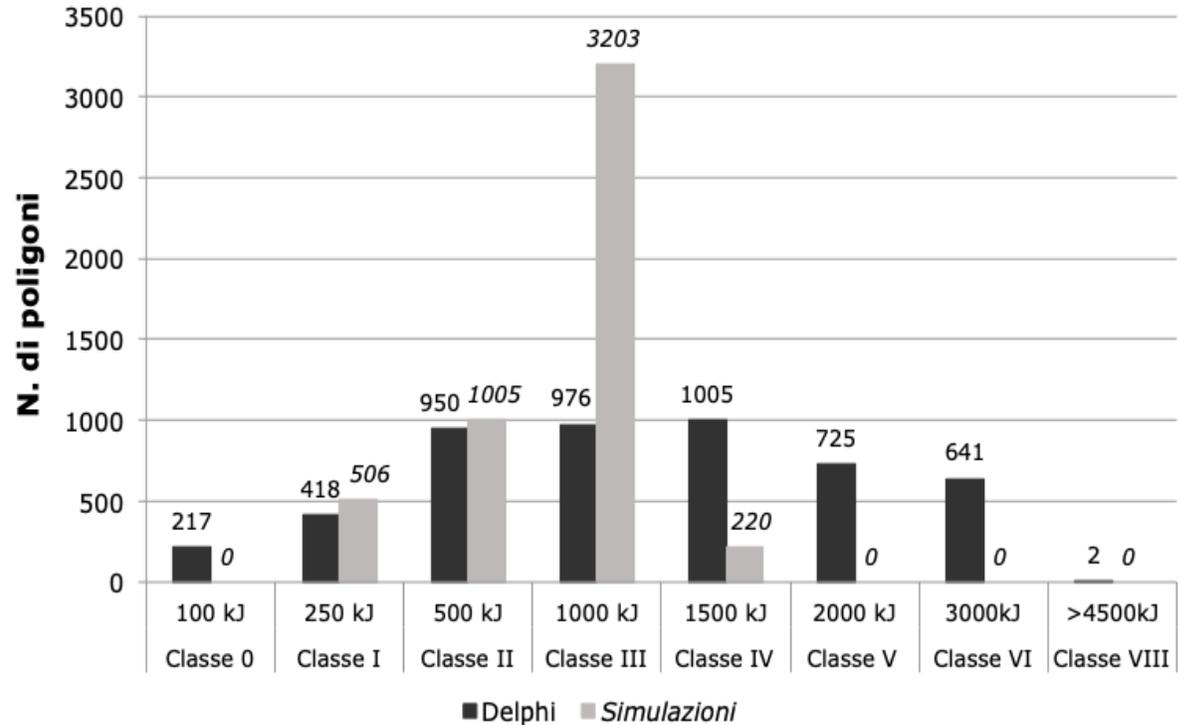
RISULTATI ERSAF/ETIFOR

FORESTE DI PROTEZIONE:

4900 poligoni

92.300 ha

	Delphi	Simulazioni
ENERGIA DISSIPATA (kJ)	7,4 ÷ 3,380	108 ÷ 1039
CLASSI DI EQUIVALENZA	Distribuzione pseudo-normale	65 % nella classe III



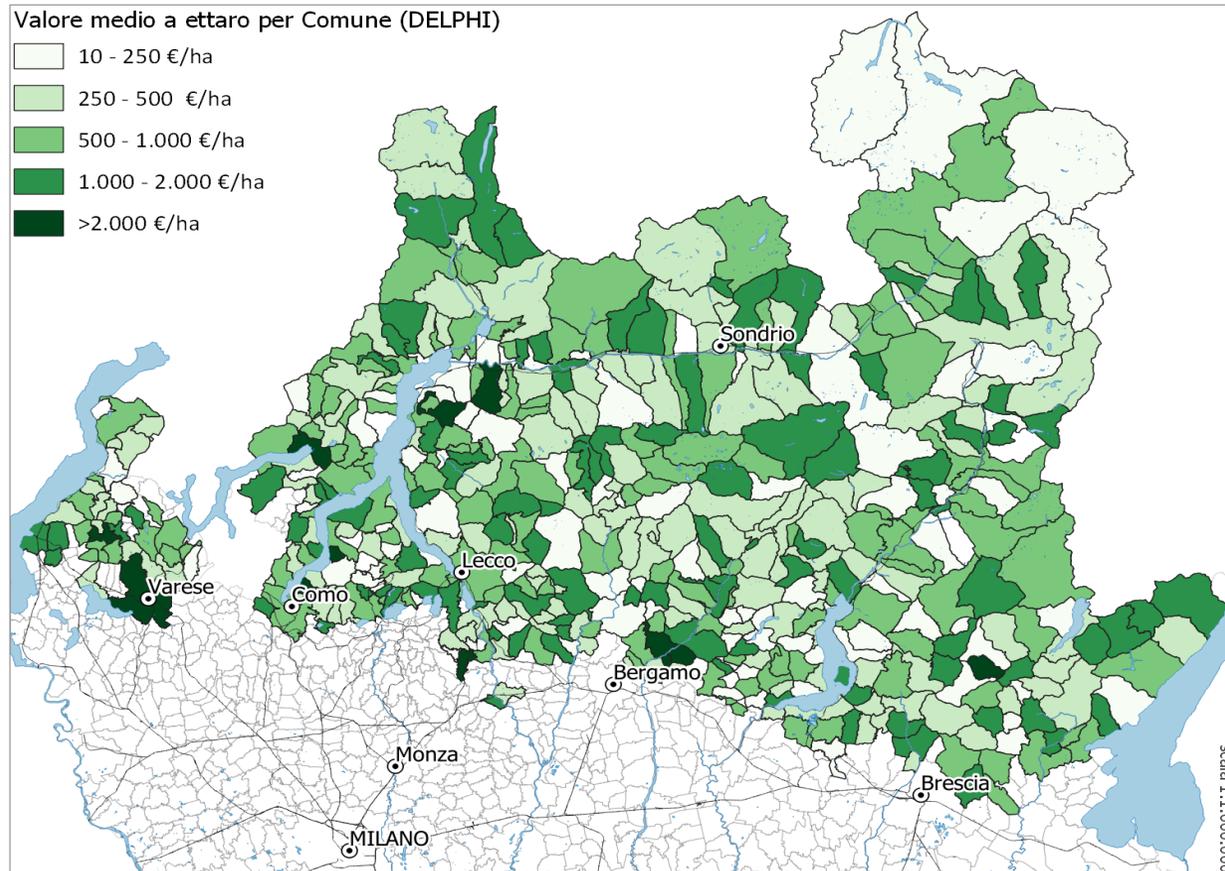
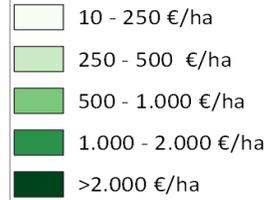
RISULTATI ERSAF/ETIFOR

	Delphi	Simulazioni
VALORE COMPLESSIVO (milioni di €/anno)	32,19	24,33
VALORE UNITARIO (€/ha*anno)	348,75	263,63

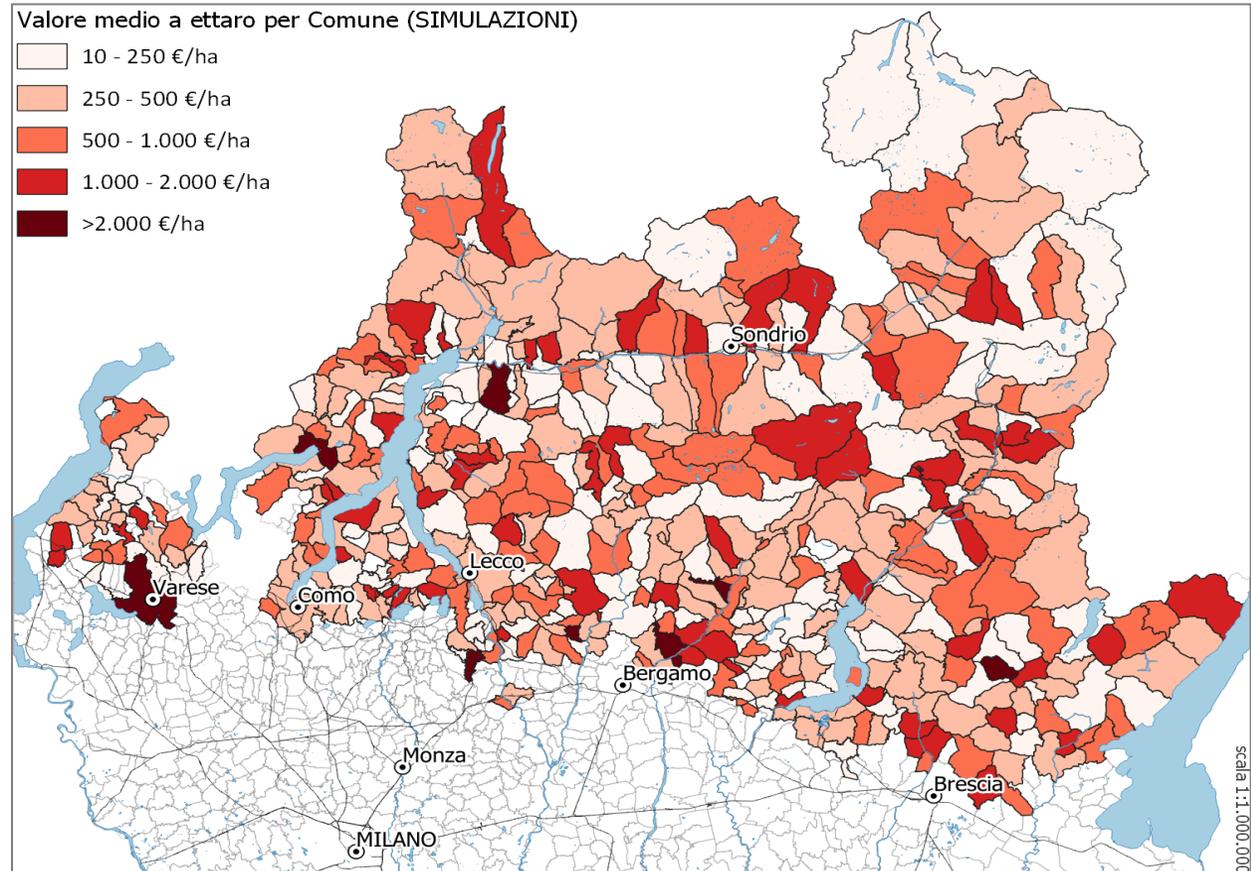
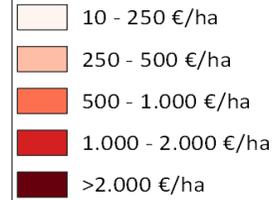
- Valori in linea con altri studi simili (Paletto e Notaro, 2012, Goio et. Al, 2007)
- Valore prelievo legnoso: 18,6 M€ (GESTIRE A.5)
= protezione è 1,3-1,7 volte più elevato

RISULTATI ERSAF/ETIFOR

Valore medio a ettaro per Comune (DELPHI)



Valore medio a ettaro per Comune (SIMULAZIONI)



CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

- ASFORESEE è un sistema **interattivo, replicabile, economico** e richiede **pochi input**
- I **limiti intrinseci** del sistema sono l'applicazione a livello limitato di **scala spaziale** e la **non confrontabilità dei risultati** ottenuti con i due diversi metodi
- Possibili sviluppi futuri di ASFORESEE:
 - Applicazione per altri **rischi naturali gravitativi** (es. valanghe e colate di fango)
 - Adozione in **analisi multicriteria di supporto decisionale** e **costi-benefici**
 - Integrazione con i **Sistemi Socio-Ecologici** per ampliare la scala spaziale della domanda e dell'offerta

VI RINGRAZIO PER
L'ATTENZIONE!

