

# MAPPE DI PROBABILITÀ DI PROPAGAZIONE E SEVERITÀ DI INCENDIO IN RELAZIONE A DIFFERENTI SCENARI METEOROLOGICI E DI UMIDITÀ DEL COMBUSTIBILE

B. Arca<sup>1</sup>, V. Bacciu<sup>2</sup>, P. Duce<sup>1</sup>, G. Pellizzaro<sup>1</sup>, M. Salis<sup>2</sup> e D. Spano<sup>2</sup>

<sup>1</sup> CNR-IBIMET, Istituto di Biometeorologia, Sassari, Italy, B.Arca@ibimet.cnr.it, [P.Duce@ibimet.cnr.it](mailto:P.Duce@ibimet.cnr.it), G.Pellizzaro@ibimet.cnr.it

<sup>2</sup> Università di Sassari, DESA, Sassari, Italy, vbacciu@uniss.it, miksalis@yahoo.it, spano@uniss.it

## Abstract

I cambiamenti climatici prevedono per il Bacino del Mediterraneo un aumento della frequenza delle ondate di calore e un'aridità estiva più marcata. Studi recenti suggeriscono di utilizzare i simulatori di incendio per realizzare mappe probabilistiche di pericolosità di incendio in funzione di differenti condizioni meteorologiche. L'esecuzione di un numero sufficientemente elevato di simulazioni di propagazione di incendi può consentire l'individuazione delle aree maggiormente esposte al pericolo di incendio in funzione dei cambiamenti climatici previsti. In questo lavoro sono state prodotte mappe di intensità e severità degli incendi utilizzando un simulatore di incendio con diversi scenari di punti di innesco, condizioni meteorologiche e condizioni del combustibile vegetale. L'analisi dei dati ha consentito di studiare l'effetto dei diversi scenari sulla probabilità di propagazione e sulla severità degli incendi.

## Introduzione

In molti paesi del Bacino del Mediterraneo si osserva un'elevata frequenza di incendi boschivi, spesso associata a un incremento della severità degli eventi (Moreno et al., 1998), che spesso tendono ad assumere comportamenti estremi difficilmente controllabili con i metodi di lotta attiva. Benché l'insorgenza degli incendi boschivi sia prevalentemente legata a fattori socio-economici, l'entità della propagazione dell'incendio dipende da una serie di fattori di tipo topografico, meteorologico e vegetazionale. I fattori meteorologici estrinsecano il loro effetto sia sullo stato del combustibile vegetale (Mouillot et al., 2002), e quindi sulla sua infiammabilità, sia sulla velocità di propagazione dell'incendio. Una maggiore severità delle condizioni di aridità, indotta dai cambiamenti climatici in ambiente mediterraneo, potrebbe avere importanti ripercussioni sulle caratteristiche di infiammabilità del combustibile vegetale, influenzando la distribuzione del carico di combustibile nei diversi strati di vegetazione, la composizione floristica, il rapporto tra biomassa e necromassa. L'impatto dei cambiamenti climatici su ecosistemi di tipo mediterraneo potrebbe dipendere anche da complesse interazioni fra i suddetti effetti diretti e gli effetti indiretti sul regime del fuoco indotti da cambiamenti in termini di biomassa, necromassa e composizione delle specie. Alla luce delle variazioni climatiche osservate e degli scenari previsti per il futuro diventa essenziale la valutazione dell'impatto di tali variazioni in termini di pericolo di insorgenza e di propagazione degli incendi boschivi.

L'utilizzo dei simulatori della propagazione degli incendi consente di studiare l'impatto dei differenti scenari climatici sul comportamento degli incendi boschivi a differenti scale temporali e spaziali (Farris et al., 2000; Finney, 2005).

Lo scopo del presente lavoro è quello di valutare le potenzialità applicative dei simulatori degli incendi in aree caratterizzate da vegetazione a macchia mediterranea, mediante la produzione e analisi di mappe di probabilità di propagazione e severità di incendio.

## Materiali e metodi

Lo studio è stato condotto in vicinanza del centro abitato di Budoni nella Sardegna Nord orientale (lat. 40° 43', long. 09° 42', 50 s.l.m.) in un'area tradizionalmente interessata, nel periodo estivo, da incendi ricorrenti di piccole e medie dimensioni ( $\approx 100$  ha), spesso di origine dolosa. Il clima dell'area è di tipo Mediterraneo sub-arido con un importante deficit idrico da Maggio a Settembre e precipitazioni annue di circa 650 mm, concentrate nel periodo autunno-invernale. La vegetazione presente è costituita principalmente da formazioni a macchia mediterranea di altezza compresa fra 1 e 4 m. Le specie vegetali maggiormente rappresentate sono: *Olea europaea* L. var. *oleaster*, *Cistus monspeliensis* L., *Pistacia lentiscus* L., *Myrtus communis* L., *Calycotome spinosa* L., *Euphorbia dendroides* L. Link, e *Pyrus amygdaliformis* Vill. In superfici limitate all'interno dell'area sono presenti formazioni erbacee e pascolo. Nella zona costiera è inoltre presente un'area caratterizzata da vegetazione a macchia e gariga. Su tale area sono state condotte una serie di simulazioni di propagazione di un incendio boschivo utilizzando 30 diversi punti di innesco distribuiti casualmente all'interno di un'area di buffer di 10 m nell'intorno della viabilità ordinaria. Le simulazioni sono state condotte utilizzando differenti condizioni meteorologiche (moderate e severe) e differenti scenari di umidità del combustibile (Tabella 1). I dati spaziali relativi all'area di studio sono stati organizzati in un GIS (ArcGIS 9, ESRI Inc.) al fine di ottenere gli strati informativi di input necessari per l'esecuzione delle simulazioni. I tematismi di input utilizzati dal simulatore sono caratterizzati da una risoluzione di 15 m. Le simulazioni sono state condotte utilizzando dati meteorologici orari (temperatura dell'aria, umidità relativa, intensità e direzione del vento, radiazione solare e precipitazioni) forniti da una stazione meteorologica dell'ARPA Sardegna localizzata a 3 km di distanza dall'area di studio in direzione nord. Le condizioni meteorologiche impostate per la simulazione rappresentano condizioni tipiche di quell'area nel periodo

Tab.1 – Valori dei parametri di input, relativi allo scenario moderato e severo, sottoposti a test mediante il simulatore di propagazione.

	Moderato	Severo
1h (%)	15	8
10h (%)	15	10
100h (%)	15	13
LH (%)	-	-
LW (%)	80	60
Tmax (° C)	37 <sup>a</sup> /28 <sup>b</sup>	37 <sup>a</sup> /28 <sup>b</sup>
Tmin (° C)	19 <sup>a</sup> /20 <sup>b</sup>	19 <sup>a</sup> /20 <sup>b</sup>
RHmax (%)	78 <sup>a</sup> /61 <sup>b</sup>	78 <sup>a</sup> /61 <sup>b</sup>
RHmin (%)	16 <sup>a</sup> /29 <sup>b</sup>	16 <sup>a</sup> /29 <sup>b</sup>
Velocità vento (m s <sup>-1</sup> )	6/10	6/10
Direzione vento (°)	250	250

<sup>a</sup> Durante il condizionamento del combustibile

<sup>b</sup> Durante la propagazione

estivo. I dati di intensità e direzione del vento, simulati tramite un modello di fluidodinamica computazionale, sono stati forniti al simulatore in formato raster con risoluzione di 50 m.

Le simulazioni con FARSITE sono state condotte utilizzando sia modelli di combustibile appositamente realizzati per la vegetazione a macchia mediterranea, sia modelli standard per il pascolo arborato (FM2) e per il pascolo (FM1). Infine per le strade e per le aree urbane è stato utilizzato il modello di combustibile n. 91 (NB1). Per descrivere il comportamento dell'incendio nelle diverse condizioni sono stati considerati i seguenti parametri forniti come output dal simulatore FARSITE: area dell'incendio (ha), velocità di propagazione (*Rate of Spread*, ROS, m min<sup>-1</sup>) e intensità del fronte di fiamma (*Fireline intensity*, FLI, W m<sup>-1</sup>). Sono state infine realizzate diverse mappe al fine di fornire informazioni relative a i) frequenza con cui l'incendio simulato ha interessato ciascun pixel dell'area di studio e ii) distribuzione dei valori del tasso di propagazione e dell'intensità dell'incendio per i due scenari: moderato e severo.

## Risultati

Le previsioni fornite dal simulatore di propagazione per gli scenari moderato e severo hanno evidenziato elevati valori della probabilità di incendio nel settore sud est dell'area esaminata. Si tratta di un'area piana molto eterogenea in termini di vegetazione (macchia e pascolo), caratterizzata da un'elevata probabilità di insorgenza in prossimità della rete stradale. In tale area, la probabilità di propagazione si attesta intorno al 40% mentre nelle aree del settore centrale e di nord ovest tale probabilità scende al 20-30%. Quando le simulazioni sono state condotte con lo scenario severo, è stato osservato un significativo incremento delle aree con elevata probabilità di propagazione; inoltre, nell'area a sud est, si osserva un netto incremento delle aree di interfaccia urbano-rurale potenzialmente interessate da incendio, che assumono uno sviluppo totale di circa 1700 m. Nel caso dello scenario

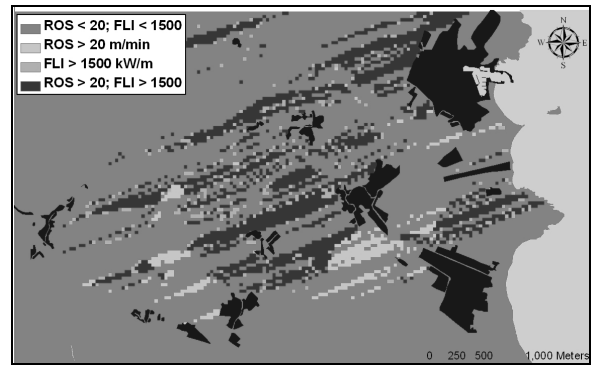


Fig.1 – Mappa delle aree caratterizzate dalle maggiori severità di incendio in presenza di uno scenario severo e di velocità del vento di 10 m s<sup>-1</sup>; in marrone sono indicate le aree urbane.

severo, le simulazioni hanno mostrato che ampie superfici del territorio sono caratterizzate da valori di ROS superiori a 20 m min<sup>-1</sup> e da valori di FLI di 1500 kw m<sup>-1</sup>. Tali valori pongono seri problemi per l'attacco diretto da terra e rendono tali aree, caratterizzate anche da interfaccia urbano-rurale, più difficilmente difendibili in condizioni di sicurezza.

## Conclusioni

L'analisi delle informazioni sul comportamento degli incendi fornite dal simulatore FARSITE hanno consentito l'identificazione di aree con elevate probabilità di propagazione, elevati livelli di pericolosità e, pertanto, elevati rischi potenziali associati alle attività umane (turismo, agricoltura, ecc.). Alla luce dei possibili cambiamenti climatici, i regimi di incendio prevedibili nel il futuro potranno essere caratterizzati da elevati valori di ROS e FLI. I simulatori di propagazione sono strumenti ormai maturi per essere utilizzati come componenti dei sistemi di supporto alle decisioni e possono fornire utili indicazioni per la previsione della pericolosità e del rischio di incendio connesso a futuri regimi di fuoco.

## Bibliografia

- Farris, C.A., Pezeshki, C., Neuenschwander, L.F., 2000. A comparison of fire probability maps derived from GIS modeling and direct simulation technique. In Neuenschwander LF, Ryan KC, Gollberg GE, Greer JD (Eds.), Proc The Joint Fire Science Conference and Workshop: "Crossing the Millennium Integrating Spatial Technologies and Ecological Principles for a New Age in Fire Management", Boise Idaho, June 15-17, 1999, University of Idaho, pp 130-137.
- Finney, M.A., 1998. 'FARSITE: Fire Area Simulator-model development and evaluation.' USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station Research Paper RMRS RP 4. (Ogden, UT).
- Finney, M.A., 2005. The challenge of quantitative risk analysis for wildland fire. *Forest Ecology and Management*, 211: 97-108.
- Moreno, J.M., Vasquez, A., Velez, R., 1998. Recent history of forest fires in Spain. In: *Large Forest Fires* (ed. Moreno JM) pp. 159-186. Backhuys.
- Mouillot, F., Rambal, S., Joffre, R. 2002. Simulating climate change impacts on fire frequency and vegetation dynamics in a Mediterranean-type ecosystem. *Global Change Biology* 8 (5): 423-437.