

L'INFLUENZA DELL'USO DEL SUOLO SULLA DISTRIBUZIONE SPAZIALE DEGLI INCENDI IN SARDEGNA NEL PERIODO 2000-2004

Carlo RICOTTA (*), Sofia BAJOCCHO (*), Sara CONTU (*), Giancarlo AVENA (*)

(*) Dip.to di Biologia Vegetale, Università di Roma "La Sapienza", p.le Aldo Moro 5, 00185 Roma. Tel. 0649912408.
carlo.ricotta@uniroma1.it

Riassunto

Gli incendi rappresentano un fattore ecologico fondamentale nel definire la struttura del paesaggio. Come altre forme di disturbo, il fuoco può diffondersi da un epicentro ed interessare ampie aree, con la possibilità di propagazione accresciuta o limitata dalla struttura del paesaggio stesso in relazione alla composizione del carico di combustibile. Scopo di questo studio è mettere in evidenza la relazione tra la distribuzione spaziale degli incendi avvenuti in Sardegna nel periodo 2000-2004 e le diverse tipologie di uso del suolo. Se tutte le categorie di uso del suolo fossero ugualmente esposte al rischio di incendi, questi risulterebbero distribuiti casualmente interessando tutte le classi di uso del suolo con una probabilità proporzionale alla loro estensione superficiale. In realtà alcuni tipi di copertura del suolo sono più propensi di altri al passaggio del fuoco. Attraverso l'utilizzo della carta di uso del suolo realizzata nell'ambito del progetto CORINE Land Cover 2000 è stato possibile analizzare la distribuzione degli incendi in relazione alla copertura del suolo, verificando la predisposizione di alcune coperture ad essere percorse dal fuoco.

Abstract

Wildfires represent a basic ecological factor that influences and models landscape structure. As virtually any disturbance, fires may spread from an epicentre and cover large areas, with propagation rates enhanced or retarded by the landscape spatial pattern in relation to fuel load composition. Accordingly, the aim of this work is to highlight the relationship between the spatial distribution of wildfires in Sardinia during the period 2000-2004 and the different CORINE land cover types burned. If every land use category within a given landscape were equally fire-prone, then fires would result randomly distributed, burning each land use type proportionally to its extension; by contrast, our results show that certain land cover types are more susceptible to fire than others.

Introduzione

Nella maggior parte degli ecosistemi terrestri il fuoco rappresenta un fattore ecologico importante nel definire la struttura del paesaggio, in quanto concorre a determinare la dinamica vegetazionale e la composizione e la ricchezza delle fitocenosi (Bullini, 1998; Blasi et al., 2004).

Come altre forme di disturbo, il fuoco può diffondersi da un epicentro ed interessare ampie aree, con la possibilità di propagazione accresciuta o limitata dalla struttura del paesaggio stesso, in relazione alla composizione del carico di combustibile; quindi differenti combinazioni di regime degli incendi e struttura del paesaggio determineranno differenti pattern di incidenza del fuoco (Moreira et al., 2001).

La propagazione del fuoco è quindi determinata dalla distribuzione del combustibile nel territorio. Esiste una forte correlazione tra le tipologie di copertura del suolo ed il carico di combustibile ad

esse associato (Turner & Romme, 1994); ciò implica che la struttura del paesaggio controlla in larga misura la probabilità di innesco e di propagazione degli incendi (Burgan et al., 1998).

In Italia il fenomeno è diffuso su tutto il territorio, tuttavia assume configurazioni differenti in funzione delle diverse caratteristiche fitoclimatiche e di uso del suolo presenti (Blasi et al., 2004); un esempio ne è la Sardegna, in quanto regione a macrobioclima strettamente mediterraneo e caratterizzata da una gestione del territorio che fa ampiamente uso del fuoco per pratiche agro-forestali.

Nell'ottica di questa forte interrelazione tra struttura del paesaggio e regime degli incendi, lo scopo di questo studio è analizzare la distribuzione spaziale degli incendi avvenuti in Sardegna nel periodo 2000-2004 e mettere in evidenza la sua relazione con le diverse tipologie di uso del suolo interessate.

Relazione tra incendi e uso del suolo

In questo lavoro è stato utilizzato un database relativo agli incendi avvenuti in Sardegna nel quinquennio 2000-2004, fornito dal Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale della Regione Autonoma Sardegna. Nel periodo considerato sono stati registrati 13377 incendi distribuiti sul territorio sardo, con una superficie totale bruciata di 89741.7 ha.

L'intervallo di tempo analizzato, anche se ristretto per poter delineare un preciso andamento nel comportamento degli incendi, consente di mettere in evidenza le principali caratteristiche del passaggio del fuoco in Sardegna nel periodo considerato.

L'analisi della distribuzione mensile degli incendi verificatisi nel periodo di studio mostra il carattere stagionale del fenomeno; si osserva infatti una concentrazione degli eventi e delle superfici percorse dal fuoco durante i mesi estivi (Figura 1 e 2) con un picco molto marcato nel mese di luglio.

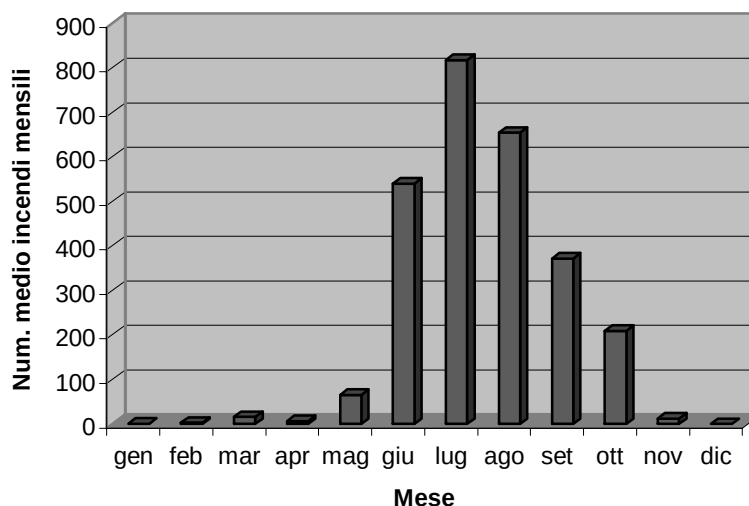


Figura 1: Andamento medio mensile del numero di incendi verificatisi in Sardegna nel periodo 2000-2004.

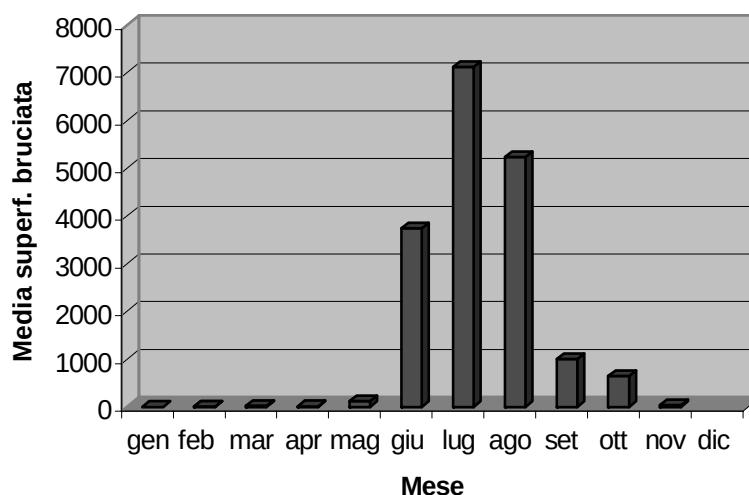


Figura 2: Andamento medio mensile della superficie bruciata in Sardegna nel periodo 2000-2004.

Se tutte le categorie di uso del suolo fossero ugualmente esposte al rischio di incendi, questi risulterebbero casualmente distribuiti sul territorio, interessando tutte le categorie con una probabilità proporzionale alla loro estensione superficiale.

Attraverso l'utilizzo della carta di uso del suolo realizzata nell'ambito del progetto CORINE Land Cover 2000 è stato possibile analizzare la distribuzione degli incendi in relazione alle diverse classi di copertura del suolo, considerandole un fattore predisponente agli incendi, e cercando di verificare la possibile propensione di alcune coperture ad essere percorse da fuoco in misura più o meno accentuata.

La cartografia utilizzata è quella della copertura del suolo alla scala 1:100.000 realizzata nell'ambito del progetto CORINE Land Cover (CLC) 2000, con una legenda articolata in 44 voci su tre livelli gerarchici, riaggregata in 7 classi ritenute adatte a rappresentare in modo funzionale la relazione incendi/uso del suolo.

Le classi utilizzate nell'analisi della relazione tra numero di incendi, superfici percorse e tipologie di uso del suolo vengono riportate in Tabella 1. Tali classi fanno riferimento a diversi livelli gerarchici CLC: la classe 1 è rappresentata al primo livello CLC, le classi 2.1, 2.2, 2.4, 3.1 al secondo livello e le classi 3.2.1 e 3.2.3 al terzo livello gerarchico. In particolare nella classe CLC 3.2.3 - Aree a vegetazione sclerofilla, viene anche considerata la classe CLC 3.2.4 - Vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione.

CLASSI CORINE Land Cover 2000	Numero di incendi	Superficie bruciata (ha)	Superficie reale (ha)
1 Territori modellati artificialmente	1033	1254.23	66766.95
2.1 Seminativi	4207	31718.74	527423.90
2.2 Colture permanenti	651	1046.19	49625.25
2.4 Zone agricole eterogenee	3931	19862.87	469443.95
3.1 Zone boscate	862	6056.20	387960.40
3.2.1 Pascoli naturali e praterie d'alta quota	746	10949.34	162440.94
3.2.3 Aree a vegetazione sclerofilla	1947	17912.14	682507.76
	Tot. 13377	Tot. 88799.92	

Tabella 1: Dati relativi al numero di incendi e alla superficie bruciata di ciascuna classe CORINE Land Cover 2000 analizzata.

Al fine di apprezzare il comportamento selettivo che il fuoco mostra nei confronti delle diverse categorie di uso del suolo, sia per quanto riguarda il numero degli incendi, che la superficie

bruciata, sono stati condotti due test statistici separati basati entrambi sul confronto tra le osservazioni reali ed un modello casuale ottenuto attraverso una procedura di randomizzazione.

Nel primo caso, il numero di incendi per ciascuna classe rappresenta una costante, mentre le superfici bruciate da ciascun incendio vengono riassegnate casualmente per mezzo di simulazione di Monte Carlo basata su mille randomizzazioni.

Tale procedura consente di determinare se, in relazione al numero di incendi registrati effettivamente in ciascuna categoria di uso del suolo, la superficie percorsa dal fuoco nei cinque anni di studio sia significativamente distinta da un modello casuale di passaggio del fuoco.

Per analizzare le eventuali differenze tra la distribuzione reale delle superfici bruciate entro ciascuna classe di uso del suolo e le mille distribuzioni randomizzate sono stati esaminati due indici di tendenza centrale, media e mediana. Ciò a causa della marcata asimmetria nella distribuzione delle aree percorse dal fuoco, con la presenza di numerosissimi incendi di piccole dimensioni e pochi grandi incendi (Ricotta et al., 1999), che tende a provocare un marcato scostamento tra i valori della media e della mediana.

Nella Tabella 2 è riportato il confronto tra i valori reali della media e della mediana della superficie bruciata per ciascuna classe CLC con i valori delle mille distribuzioni randomizzate. Dal confronto dei valori relativi alla media ed alla mediana delle superfici percorse dal fuoco in ciascun incendio, emerge che per alcune classi di uso del suolo (CLC 1, 2.2 e 2.4) la superficie bruciata nei cinque anni di studio è significativamente inferiore (con un livello di confidenza $p < 0.05$ per un test a due code) ai risultati delle randomizzazioni. Queste classi, cioè, a causa della scarsa abbondanza e continuità del combustibile, sono generalmente interessate da incendi di piccole dimensioni.

Classi CLC	Media superficie bruciata	Limite Inferiore	Limite Superiore	Mediana superficie bruciata	Limite Inferiore	Limite Superiore
1	1.21	3.12	9.49	0.15	0.40	0.50
2.1	7.54	5.06	7.59	1.00	0.50	0.50
2.2	1.61	3.06	11.52	0.30	0.30	0.60
2.4	5.05	5.11	8.35	0.30	0.50	0.50
3.1	7.03	2.95	10.93	0.25	0.40	0.50
3.2.1	14.68	4.12	11.42	1.00	0.32	0.52
3.2.3	9.20	5.07	8.88	0.50	0.40	0.50

Tabella 2: Valori relativi alla media ed alla mediana della superficie bruciata per ciascuna classe di uso del suolo, insieme ai limiti inferiori e superiori ottenuti dalle randomizzazioni. I valori delle celle evidenziate in grigio non sono statisticamente significativi con un livello di confidenza $p < 0.05$ per un test a due code.

Un comportamento opposto si ha per le classi CLC 2.1 e 3.2.1 (vedi Tabella 2) per le quali entrambi i valori di tendenza centrale relativi alle superfici bruciate sono statisticamente superiori a quelli osservati nel modello randomizzato. Ciò equivale ad affermare che il passaggio del fuoco in tali categorie causa generalmente incendi di grandi dimensioni rispetto al modello casuale di riferimento.

Una seconda analisi statistica è stata condotta al fine di determinare se il numero di incendi occorsi nelle classi di uso del suolo prese in esame sia significativo in relazione all'estensione superficiale delle classi stesse.

Se la distribuzione degli incendi fosse casuale, ossia se tutte le categorie di uso del suolo fossero ugualmente esposte al rischio incendi, ci si aspetterebbe che il numero degli incendi occorsi fosse proporzionale alla superficie occupata da una determinata classe. Tuttavia è noto che alcune

categorie di uso del suolo sono più soggette al passaggio del fuoco di altre; tali categorie possono essere definite come una risorsa selettiva per il fuoco (Mazzoleni et al., 2001).

Sono state quindi calcolate le superfici percentuali occupate da ciascuna categoria di uso del suolo presa in esame. Successivamente gli incendi sono stati associati alle classi CLC secondo una funzione di associazione casuale tra gli incendi e le classi di uso del suolo, in cui la probabilità di associazione di ciascun incendio ad una data classe è proporzionale alla superficie delle classi stesse. Tale simulazione è stata ripetuta mille volte.

Sulla base di queste simulazioni viene calcolato il numero di incendi che si verificherebbero in ciascuna classe CLC secondo un modello casuale che tenga conto unicamente dell'estensione superficiale delle classi stesse.

Nella Tabella 3 vengono riportati i valori reali del numero di incendi occorsi in ciascuna classe, e i corrispondenti limiti inferiori e superiori ottenuti dalle mille randomizzazioni.

Classi CLC	Numero incendi	Limite inferiore	Limite superiore
1	1033	324	420
2.1	4207	2883	3116
2.2	651	236	323
2.4	3931	2551	2771
3.1	862	2116	2326
3.2.1	746	852	979
3.2.3	1947	3759	4028

Tabella 3: Valori relativi al numero di incendi per classe di uso del suolo, insieme ai limiti inferiori e superiori ottenuti dalle randomizzazioni. Tutti i valori sono statisticamente significativi con un livello di confidenza $p < 0.01$ per un test a due code.

Dall'analisi di Tabella 4 emerge come le classi CLC 1, 2.1, 2.2. e 2.4 sono interessate da un numero di incendi significativamente superiore ad un modello casuale (con un livello di confidenza $p < 0.05$ per un test a due code); vengono quindi selezionate positivamente dal fuoco, essendo percorse da un numero di incendi considerevolmente maggiore rispetto all'estensione superficiale delle stesse.

Un comportamento opposto si ha per le classi CLC 3.1, 3.2.1 e 3.2.3 in cui si osserva un numero di incendi inferiore a quello ottenuto dalle randomizzazioni. Ciò indica classi selezionate negativamente dal passaggio del fuoco in relazione all'estensione superficiale delle classi stesse.

Discussione

Integrando i risultati di entrambi i modelli di simulazione è possibile comprendere il comportamento del fuoco in relazione alla copertura del suolo.

Lo studio condotto ha evidenziato la relazione esistente tra il regime degli incendi e le classi di copertura del suolo in Sardegna nell'intervallo temporale 2000-2004.

L'analisi della distribuzione spaziale degli incendi mette in luce come il passaggio del fuoco non avvenga secondo uno schema casuale. Al contrario, la distribuzione degli incendi in relazione alle categorie di uso del suolo dimostra che il passaggio del fuoco è un processo selettivo e che alcune classi di uso del suolo possono essere considerate come "preferite" dagli incendi stessi.

Tale "selettività" (positiva o negativa) nei confronti delle categorie di uso del suolo può essere analizzata su due fronti paralleli, sia per quanto riguarda il numero degli incendi, che per l'estensione delle superfici bruciate. Infatti, il fuoco può selezionare positivamente una categoria di uso del suolo per quel che riguarda il numero di incendi, e contemporaneamente selezionare negativamente le superfici percorse in relazione alla disponibilità ed alla continuità del combustibile. Ciò occorre, ad esempio, nella classe CLC 1 (Territori modellati artificialmente). Al contrario, la classe CLC 3.2.1 (Pascoli e praterie d'alta quota), caratterizzata da una presenza

continua ed abbondante di combustibile, è selezionata dal fuoco negativamente per quanto riguarda il numero degli incendi e positivamente per ciò che concerne la superficie percorsa, presentando infatti pochi incendi di grandi dimensioni.

In conclusione, lo studio condotto ha reso possibile la comprensione della relazione esistente tra passaggio del fuoco e copertura del suolo. Infatti, l'analisi della distribuzione spaziale degli incendi evidenzia come innesco e propagazione non avvengano secondo uno schema casuale, ma siano fortemente controllati dalle tipologie di uso del suolo in funzione del diverso carico di combustibile disponibile e della sua continuità spaziale. Tale evidenza risulta particolarmente utile nell'ottica della redazione di un piano anti-incendi che tenga conto della componente ecologico-funzionale del territorio.

Bibliografia

AA.VV. (1992). CORINE Land Cover: a European Community Project presented in the framework of the International Space Year. Proceeding of 1992 European Conference of the International Space Year, Commission of the European Communities, Brussels.

Blasi C., Bovio G., Corona P., Marchetti M., Maturani A. (2004). *Quadro dei contenuti e dei riferimenti concettuali*. In: Blasi C., Bovio G., Corona P., Marchetti M., Maturani A., (Eds.), Incendi e complessità ecosistemica, dalla pianificazione forestale al recupero ambientale, pp. 13-17.

Bullini L., Pignatti S., Virzo De Santo A. (1998). *Ecologia generale*. UTET, Torino.

Mazzoleni S., Bellelli M., Esposito A., Ricotta C., Di Pasquale G., Blasi C. (2001). Incendi e paesaggio vegetale: il caso del Cilento, Campania. *L'Italia Forestale e Montana*, LVI: 417-429.

Burgan R. E., Klaver R. W. and Klaver J. M. (1998). Fuel models and fire potential from satellite and surface observation. *International Journal of Wildland Fire*, 8:159-170.

Moreira F., Rego F. C. and Ferreira P. G. (2001). Temporal (1958-1995) pattern of change in a cultural landscape of Northwestern Portugal: implications for fire. *Landscape Ecology*, 16: 557-567.

Ricotta C., Avena G. C., Marchetti M. (1999). The flaming sandpile: self-organized criticality and wildfires. *Ecological modelling*, 119: 773-777.

Turner M. G. & Romme W. H. (1994). Landscape dynamics in crown fire ecosystems. *Landscape Ecology*, 9: 59-77.