CAPITOLO 10

Indici di rischio di incendio boschivo

Carlo Ricotta - *Università di Roma La Sapienza*
Daniela Guglietta - *Università di Roma La Sapienza*

Introduzione

In letteratura esistono diverse definizioni ed interpretazioni di rischio d'incendio (Hardy, 2005; EUROFIRELAB, 2004). In generale, per i fenomeni naturali, il rischio è dato dalla combinazione tra la pericolosità, la vulnerabilità e l'esposizione:

$$RISCHIO = Pericolosità \times Vulnerabilità \times Esposizione$$

Il primo termine fa riferimento alla probabilità che avvenga un determinato fenomeno naturale, di una certa estensione, intensità e durata, con conseguenze negative.

Il secondo parametro si riferisce all'impatto del fenomeno sulla società, è strettamente correlato all'uso del territorio, alla struttura degli edifici, alla densità abitativa e dipende dalla risposta della popolazione al rischio. Inoltre, è l'incremento di vulnerabilità a provocare un aumento dei rischi naturali.

L'esposizione, infine, prende in considerazione la quantità e qualità di tutto ciò che è esposto al rischio (popolazione, edifici, attività economiche e servizi).

Il rischio di incendio viene definito come la probabilità che un incendio, determinato dalla presenza e dall'attività di un agente scatenante, abbia inizio (FAO, 1986; NWCG, 2006).

Secondo EUROFIRELAB (2004) la pericolosità dipende dalla probabilità di innesco e dalla probabilità di propagazione del fuoco in una determinata area; mentre la vulnerabilità prende in considerazione gli effetti ecologici, i danni alle infrastrutture e proprietà e alle perdite umane causate da un incendio.

Negli ultimi anni il problema del rischio incendio è stato affrontato dando un approccio più analitico al fenomeno mediante l'informatizzazione, la raccolta di dati, lo studio sul terreno e la conseguente elaborazione di indici di rischio e l'utilizzo di modelli di previsione.

Sia gli indici che i modelli vengono considerati come uno strumento di supporto per gli interventi sul territorio, in quanto è importante conoscere il grado di rischio presente su un'area.

In bibliografia esistono numerosi indici che sono stati sviluppati nel tempo in relazione alle caratteristiche ed esigenze specifiche dei territori nei quali sono stati elaborati. La maggior parte di essi prende in considerazione le condizioni meteorologiche, perché considerate il fattore variabile

che influisce maggiormente sul fenomeno degli incendi. Tuttavia, gli incendi dipendono fortemente dalla tipologia e distribuzione della vegetazione, dalle caratteristiche del territorio e dalla distribuzione delle attività antropiche che variano da una zona all'altra rendendo peculiare quel determinato territorio in esame.

Indici di rischio incendio

In ambito internazionale sono stati sviluppati diversi indici, soprattutto da quei Paesi maggiormente interessati dal fenomeno.

Il Fire Weather Index (FWI) è un modello di rischio incendi proveniente dal Canadian Forest Fire Weather Index System (Van Wagner CE, Pickett TL,1987) e in Canada viene usato da circa 30 anni. E' il risultato di una complessa procedura costituita dal calcolo di 5 sotto-indici diversi, tre dei quali definiscono lo stato del combustibile mentre gli altri due si occupano della definizione della pericolosità dell'incendio. Tale indice è utile per la determinazione della difficoltà di spegnimento e come indicatore delle condizioni di rischio di incendio ed è conosciuto come uno fra i metodi per la previsione del pericolo di incendio boschivo maggiormente efficace dal punto di vista operativo.

Il FWI parte dal presupposto che la probabilità di innesco dipenda strettamente dallo stato di idratazione dei combustibili vegetali morti, che dipende, a sua volta, dall'andamento climatico.

In generale, le variabili utilizzate sono: temperatura, umidità dell'aria, precipitazioni, velocità del vento.

Il FWI comprende 6 componenti: tre relative all'umidità del combustibile e tre relative al comportamento del fuoco (Figura 1).

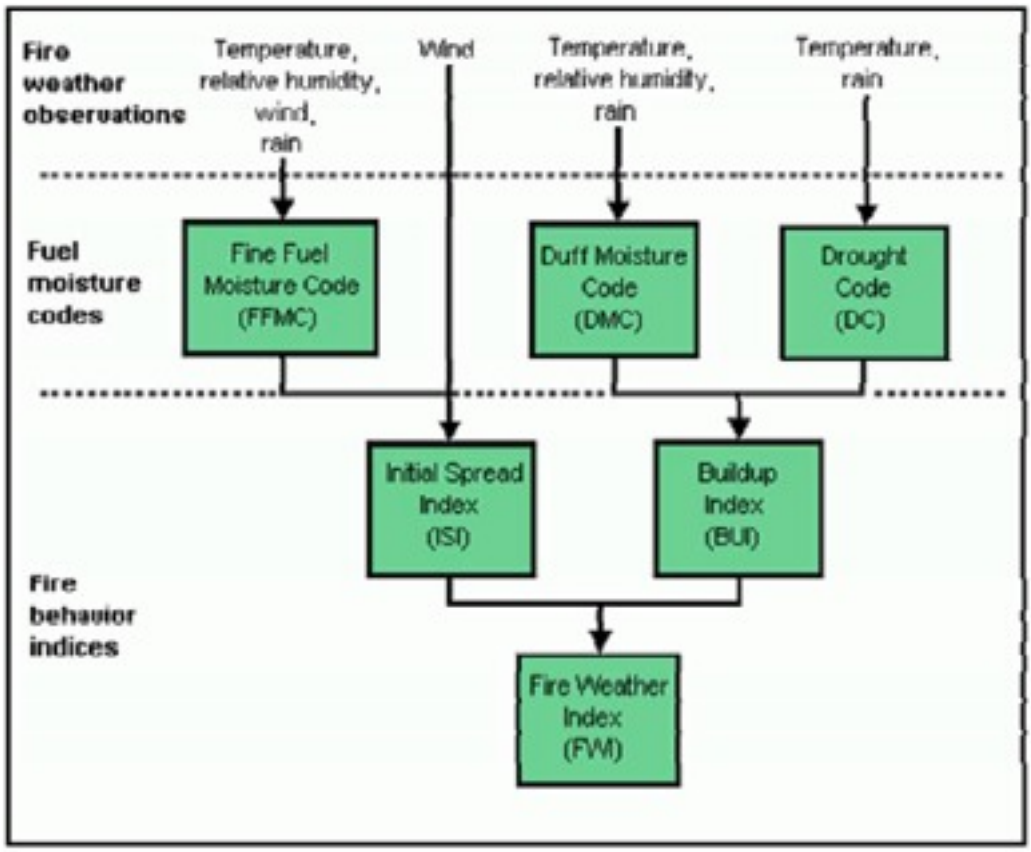

Figura 1. Schema riassuntivo delle componenti del FWI

Le tre componenti relative all'umidità del combustibile sono modelli dinamici che simulano le fasi di disidratazione di tre distinti strati del suolo forestale: a valori crescenti delle componenti corrispondono livelli decrescenti di idratazione:

1. **Indice di combustibile leggero o Fine Fuel Moisture Code** (FFMC): è un indicatore del contenuto idrico dei combustibili fini cosidetti lettiera indecomposta che si trovano ad un profondità di 1-2 cm e ne stima il grado di infiammabilità.
2. **Indice di humus o Duff Moisture Code** (DMC): indica il contenuto idrico degli strati organici moderatamente profondi cosidetti lettiera e materiale parzialmente decomposto che si trovano ad una profondità di 5-10 cm e la profondità che il fuoco sarà in grado di raggiungere bruciando la lettiera e i materiali legnosi di media grandezza (diametro tra i 5 e i 7 cm).
3. **Indice di aridità o Drought Code** (DC): stima il contenuto idrico medio degli strati organici profondi (10-20 cm) aventi diametro superiore agli 8 cm e il materiale totalmente decomposto. Simula l'andamento stagionale di disidratazione dei combustibili degli strati profondi del suolo e di quelli di grandi dimensioni.

Le tre componenti relative al comportamento del fuoco tengono conto dell'umidità del combustibile e della velocità del vento, e indicano il comportamento più probabile di un incendio:

1. **Indice di propagazione iniziale o Initial Spread Index** (ISI): indica le modalità di propagazione durante i primi stadi di sviluppo. Viene calcolato in base al valore di FFMC e della velocità del vento.
2. **Indice di combustibile disponibile o Build up Index** (BUI): stima la quantità di combustibile disponibile indicando come il fuoco si svilupperà dopo le prime fasi di propagazione. Viene calcolato combinando i valori delle componenti DMC e DC.
3. **Indice meteorologico di pericolo d'incendio o Fire Weather Index** (FWI) combina l'informazione derivata dalle componenti ISI e BUI fornendo una stima del grado di intensità dell'incendio.

Sulla base delle condizioni atmosferiche e del valore dell'indice FWI si stabiliscono le seguenti classi di pericolo (Figura 2):

BASSO (0-5): propagazione del fronte di fiamma poco probabile;

MODERATO (5-10): propagazione lenta. Estinzione facilmente realizzabile.

ALTO (10-20): propagazione a velocità moderata. Estinzione efficace se tempestiva.

MOLTO ALTO (20-30): propagazione rapida. Estinzione difficoltosa.

ESTREMO (>30): condizioni molto difficili. Estinzione impegnativa.

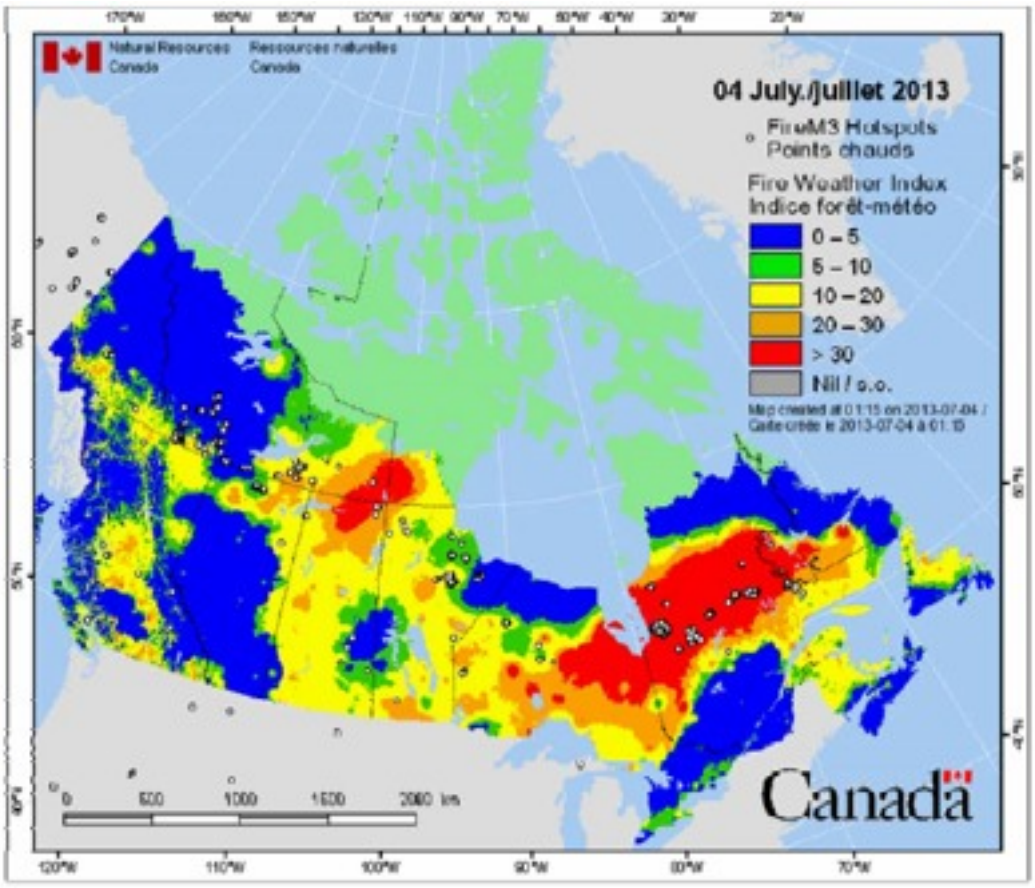

Figura 2. Esempio dell'applicazione del FWI al territorio canadese.

Per quanto riguarda il territorio italiano, alcune Regioni, particolarmente interessate dal problema, hanno sviluppato degli indici di rischio incendio come di seguito descritto.

Regione Piemonte

La Regione Piemonte ha implementato software e hardware per il calcolo dell'indice di pericolo incendio denominato IREPI (Indice di Riduzione Evapotraspirazione per il Pericolo d'Incendio) con l'utilizzo dei dati rilevati dalle stazioni meteo della rete regionale. Il metodo si basa sulla determinazione di un indice che considera la differenza tra l'evapotraspirazione potenziale (ETP) e giornaliera (ETR)

$$IREPI = ((ETP-ETR)/ETP)*100$$

Il modello necessita della conoscenza di alcuni parametri sperimentali per essere adattato alle condizioni climatiche dell'area da controllare. Prevede l'acquisizione automatica dei dati dalle centraline con intervallo di tempo tra un'acquisizione e l'altra di un'ora. I dati meteorologici utilizzati sono la temperatura e l'umidità dell'aria, la velocità del vento, le precipitazioni giornaliere, la radiazione solare diretta giornaliera. I dati sono interpolati mediante i Poligoni di Thiessen su tutto il territorio regionale. Di recente è stato implementato il FWI (Fire Weather Index) e di se-

guito riportiamo un esempio dell'applicazione di tale indice ad alcune aree di studio piemontesi (Figura 3).

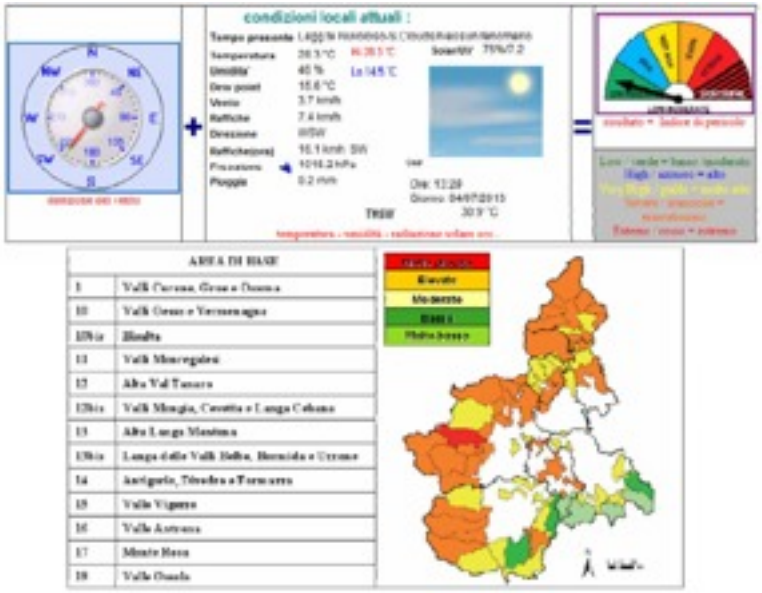

Figura 3 Esempio dell'applicazione del FWI ad alcune aree di studio della Regione Piemonte.

Regione Toscana

Regione Toscana utilizza un approccio che prevede l'individuazione di due aspetti del rischio:

componente Statica, determinata dalle componenti che non cambiano o cambiano molto lentamente nel tempo ed include aspetti quali pendenza ed esposizione, uso del suolo e copertura vegetale, e fattori legati ad attività antropica (aree urbane, ricreative, viabilità);

componente Dinamica, che considera i parametri legati all'innesco del fuoco che variano rapidamente nel tempo come le condizioni microclimatiche e lo stato della vegetazione. I dati meteorologici legati al rischio di incendio e considerati nel modello sono: *Temperatura, Precipitazioni, Giorni senza pioggia, Soglia di precipitazione, Radiazione globale.*

Le due componenti del rischio (Statica e Dinamica) vengono infine combinate per calcolare il Rischio Globale che rappresenta il rischio di innesco relativo agli aspetti strettamente legati al territorio (vegetazione, morfologia, clima). La combinazione è di tipo lineare con pesi (m e n) determinati dall'analisi statistica dei dati sugli incendi:

$$RISCHIO\ GLOBALE = (Rischio\ Statico * m) + (Rischio\ Dinamico * n)$$

In questo modo viene fornito giornalmente e in maniera automatica sia un Bollettino Rischio Incendi Boschivi, sia l'aggiornamento di una applicazione WebGIS per la navigazione interattiva delle mappe di rischio.

Di seguito alcuni esempi relativi al Rischio Incendi Boschivi sviluppati dal Consorzio LaMMA per conto della Regione Toscana (Figura 4).

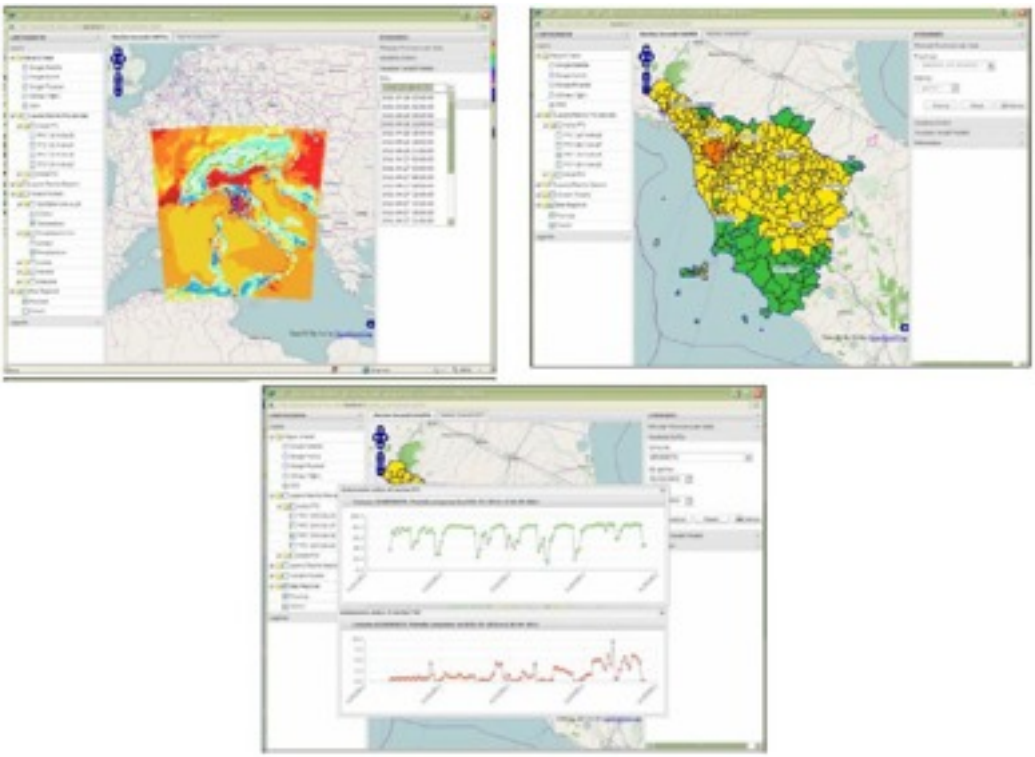

Figura 4 Esempi di Rischio Incendi Boschivi sviluppati dal Consorzio LaMMA per conto della Regione Toscana.

Regione Sardegna

La Regione Sardegna si avvale di un sistema di previsione del pericolo incendi basato sull'indice IFI (Ichnusa Fire Index), calcolato in funzione delle condizioni meteorologiche, morfologiche e vegetazionali, includendo quattro sottoindici:

$$IFI = DC + FC + MC + TC$$

dove:

DC (Drought Code) descrive il contenuto umido della vegetazione e può essere valutato in termini del rapporto tra evapotraspirazione e precipitazione;

FC (Fuel Code) è legato alla struttura della vegetazione e alla biomassa presente;

MC (Meteo Code) tiene conto dei parametri meteorologici;

TC (Topological Code) descrive la topografia dell'area di interesse.

Sulla base di questo indice viene realizzata una carta che fornisce un quadro conoscitivo, aggiornato ed esauriente del fenomeno di rischio degli incendi boschivi della regione Sardegna ed è funzionale per la pianificazione e per la gestione di tutta l'organizzazione e di tutte le componenti del sistema della protezione civile per la gestione del rischio incendio consultabile sul Geoportale di Rischio Incendio della Regione Sardegna (Figura 5).

Figura 5 Geoportale di Rischio Incendio della Regione Sardegna.

Regione Liguria

La Regione Liguria dispone di un sofisticato sistema di calcolo del rischio incendi denominato SPIRL (Servizio Previsione Incendi boschivi Regione Liguria). Il sistema si avvale di modelli di valutazione dell'indice di pericolo di incendio che si basano su metodologie di previsione sia statiche (utilizzando dati meteorologici effettivamente misurati) che dinamiche (usando le previsioni dei fattori meteorologici) (Figura 6).

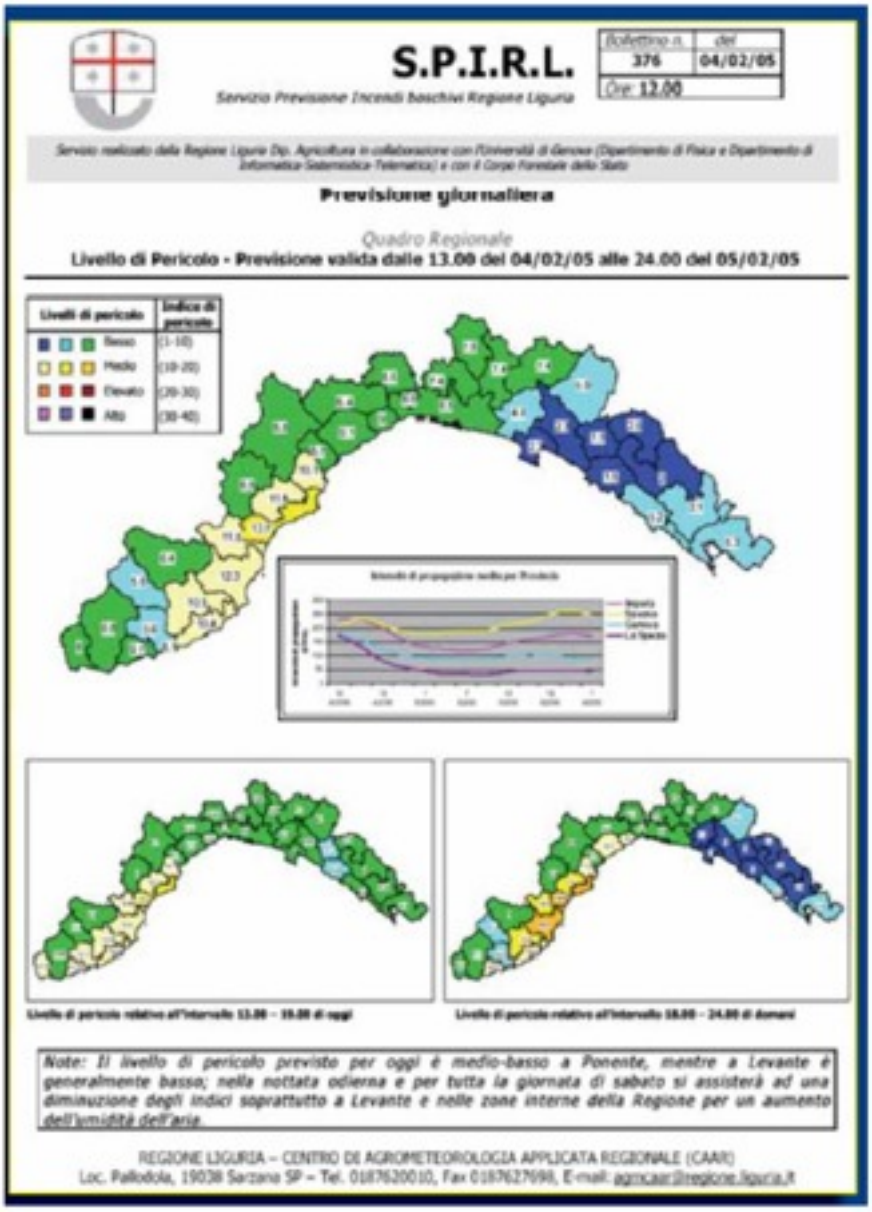

Figura 6 Esempio di previsione giornaliera basato sull'indice SPIRL della Regione Liguria.

Analisi della selettività del fuoco mediante l'Indice di Manly

Gli indici di rischio di incendio fin qui descritti vengono classificati come indici *a breve termine o dinamici* in quanto considerano parametri variabili nel breve termine (dati meteorologici e alcuni parametri fisiologici legati alla vegetazione) e hanno una validità che non supera gli 8/10 giorni.

Esistono anche degli indici di rischio di incendio definiti *a lungo termine o statici* perché si basano su parametri (meteorologia, topografia, vegetazione) che si possono considerare costanti nel breve e medio periodo con una validità di 3/5 anni.

La scala temporale più appropriata per studiare il rischio d'incendio è quella a lungo

termine in quanto fornisce informazioni riguardo la prevenzione e le attività di spegnimento come ad esempio i piani antincendio boschivi e la pianificazione di strutture e personale preposto allo spegnimento degli incendi (EUROFIRELAB, 2004).

Gli studi condotti dal nostro laboratorio rientrano nella classe degli indici di rischio di incendio statici e, nello specifico, è stata rivolta particolare attenzione alla componente pericolosità del rischio, ovvero alla probabilità del manifestarsi di un incendio che a sua volta è legato al pericolo di propagazione e al pericolo di innesco.

Il primo aspetto dipende principalmente da fattori legati alla meteorologia (temperatura, precipitazioni, vento), alla topografia del territorio (quota, pendenza ed esposizione) ed alle caratteristiche della vegetazione (tipologia, densità, fenologia) (Diàz-Avalos et al., 2001; Latham & Williams, 2001; Wotton & Martell, 2005). Mentre l'insorgenza degli incendi è prevalentemente legata a fattori socioeconomici, come lo spopolamento di vaste aree, l'abbandono dell'agricoltura, la distribuzione di nuovi insediamenti in ambiente rurale e la diffusione di infrastrutture di trasporto (Bajocco & Ricotta, 2008; Loepfe et al., 2010).

Quindi, il fenomeno degli incendi è un processo complesso, dipendente da molteplici variabili, sia abiotiche che biotiche, che influenzano dove, come e quando un incendio ha luogo (Yang et al., 2007).

Nella regione mediterranea 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). Pertanto, differenti combinazioni di regime degli incendi e struttura del paesaggio determineranno differenti pattern di incidenza del fuoco (Moreira et al., 2001).

Se le differenti categorie di copertura del suolo fossero ugualmente predisposte al passaggio del fuoco, in termini sia di probabilità di innesco che di combustibilità, gli incendi si verificherebbero secondo uno schema casuale, interessando tutte le categorie con una probabilità proporzionale alla loro estensione superficiale.

In realtà alcune unità territoriali sono più (o meno) soggette agli incendi rispetto ad altre (Forman, 1997) e ciò significa che in un certo senso esse sono 'preferite' (o evitate) dal fuoco, il quale opera nei loro confronti una selezione positiva (o negativa).

L'analisi della selettività degli incendi nei confronti delle diverse tipologie del paesaggio si basa sulle stesse metodologie usate in zoologia per studiare la selettività degli habitat da parte degli animali (Alldredge et al., 1998).

In accordo con Moreira et al., (2001) e Bond & Keeley, (2005) il fuoco viene paragonato ad un 'erbivoro' che seleziona in maniera preferenziale le differenti categorie vegetazionali: il 'consumo' della risorsa da parte del fuoco può essere definito 'selettivo' quando non è proporzionale rispetto alla disponibilità della risorsa stessa (superficie della classe interessata), sia per quanto riguarda

il numero di incendi che la superficie bruciata (Mazzoleni et al., 2001; Nunes et al., 2005; Bajocco & Ricotta, 2008).

Per studiare la propensione al fuoco delle varie categorie di uso del suolo sono stati suggeriti diversi indici (Mouillot et al., 2003 e Lloret et al., 2002) e nel 2001 Moreira et al. Hanno proposto di quantificare la selettività degli incendi nei confronti delle diverse categorie di uso del suolo per mezzo di una funzione di selezione della risorsa determinata da un semplice indice di selettività di Manly indicato come 'rapporto di selezione' (Manly et al. 1993).

Tale funzione wi mette in relazione l'uso relativo della risorsa i (o_i) con la sua disponibilità relativa (π_i):

$$w_i = \frac{B_i / B_t}{S_i / S_t} = \frac{o_i}{\pi_i}$$

In particolare, o_i rappresenta l'uso relativo della risorsa i (stimata ad esempio come l'area consumata dal fuoco per le differenti categorie di uso del suolo) e π_i indica la sua disponibilità relativa (stimata come l'area delle differenti categorie di uso del suolo disponibili nell'area oggetto di studio).

Se w_i è uguale a 1, la categoria brucia in maniera proporzionale alla sua disponibilità ed il fuoco non mostra un comportamento selettivo nei suoi confronti. Quando l'indice w_i è maggiore di 1, allora la risorsa è consumata oltre l'atteso ed è dunque

selezionata positivamente dal fuoco. Infine, la risorsa è selezionata negativamente se w_i risulta minore di 1, ovvero è usata meno di quanto ci si aspetterebbe.

L'indice di selettività di Manly è stato applicato a diversi casi di studio.

Caso studio 1: Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano (RegioneCampania)

Analisi della selettività degli incendi in relazione alle caratteristiche del paesaggio nel Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano (Regione Campania) per la realizzazione della carta del rischio di incendio. Questo studio ha permesso di individuare classi omogenee di rischio in un territorio, come quello del Cilento, caratterizzato da un'elevata eterogeneità ambientale legata all'estensione del territorio, all'attività umana, alla variabilità litologica, geomorfologica e climatica (Figura 7), mettendo in evidenza lo stretto legame esistente tra la struttura del paesaggio, la presenza antropica e la propensione alla propagazione del fuoco. Da un punto di vista applicativo la carta del rischio, ottenuta mediante l'analisi della selettività, può essere utile per migliorare la gestione delle risorse sul territorio e per una corretta prevenzione del rischio di incendio, rappresentando la base per qualsiasi attività di gestione e controllo del fenomeno.

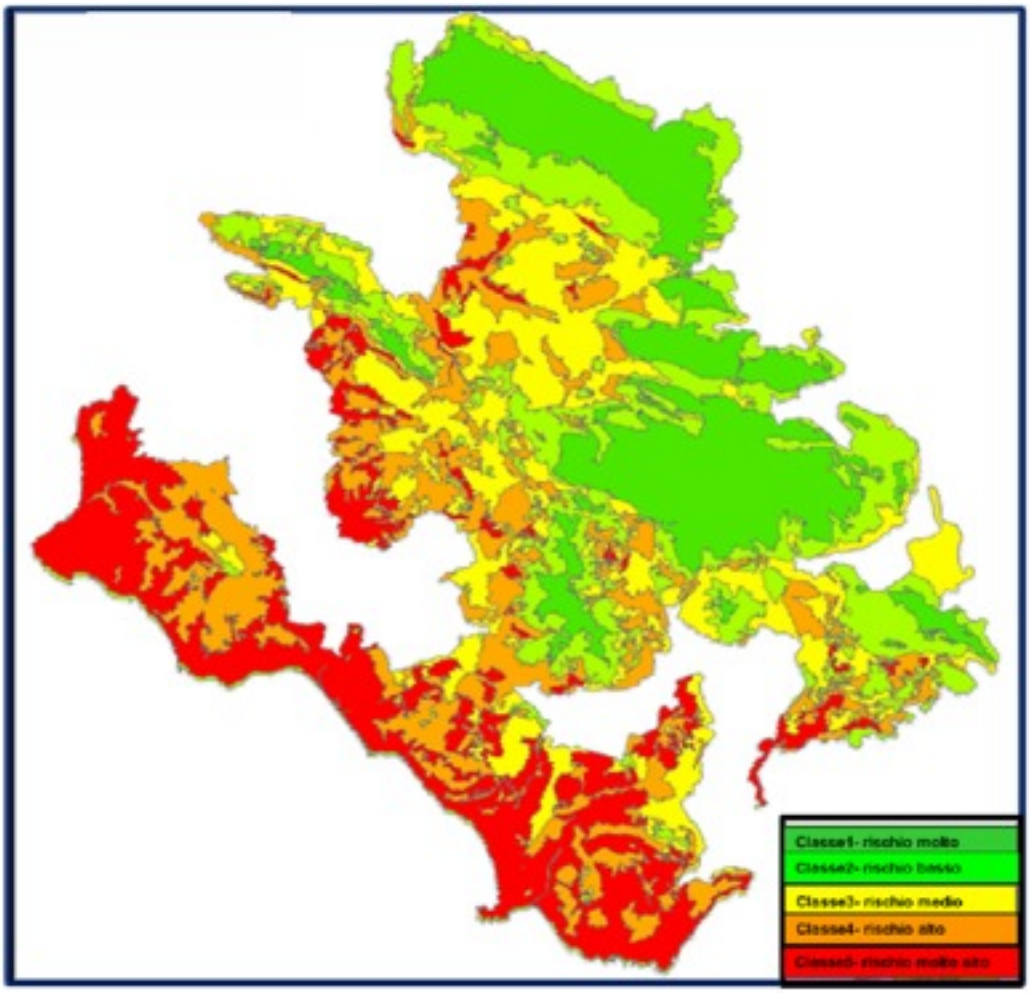

Figura 7. Rappresentazione grafica del rischio di incendio per il territorio del Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano

Caso studio 2: Regione Sardegna

Analisi della selettività degli incendi in relazione ai cambiamenti di uso del suolo nella Regione Sardegna mediante l'utilizzo delle carte Corine Land Cover (CLC) del 1990 e 2006 e dei punti di innesco del periodo 2001-2010 (Figura 8, Figura 9, Figura 10). Dai risultati emerge che al cambiamento di copertura del suolo dovuto all'abbandono delle campagne è associato una diminuzione statisticamente significativa della probabilità di innesco degli incendi. Infatti, l'abbandono dei terreni agricoli di solito è associato ad una diminuzione della pressione antropica e, non a caso, questo processo determina una riduzione della probabilità di innesco degli incendi.

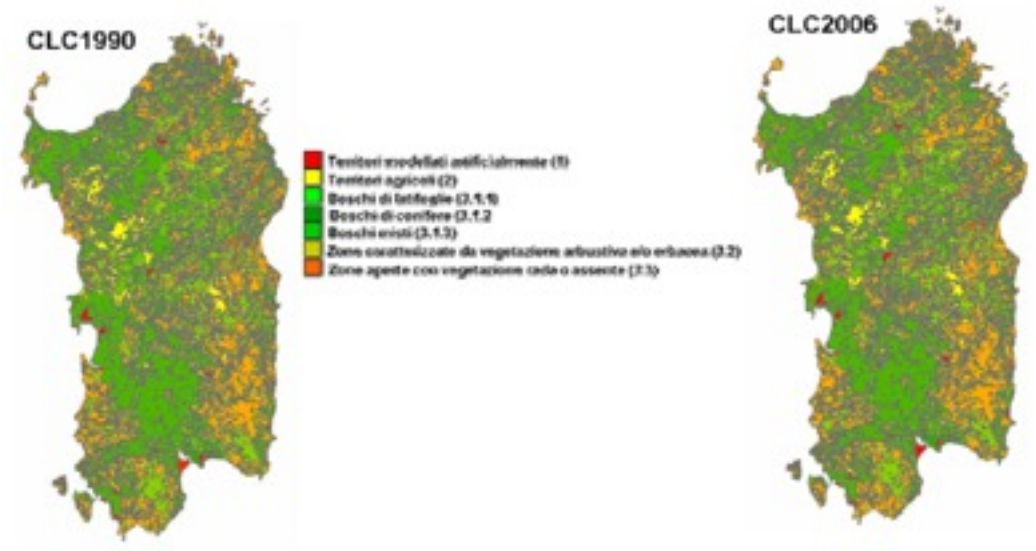

Figura 8. Carta di Uso del Suolo della Regione Sardegna per l'anno 1990 (CLC90) e l'anno 2006 (CLC2006) riaggregata in 7 macroclassi per evidenziare i cambiamenti avvenuti nell'arco di tempo analizzato: 1- Territori modellati artificialmente, 2- Territori agricoli, 3.1.1- Boschi di latifoglie, 3.1.2- Boschi di conifere, 3.1.3- Boschi misti, 3.2- Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea, 3.3- Zone aperte con vegetazione rada o assente.

Figura 9. Carta del cambiamento di uso del suolo della Regione Sardegna ottenuta incrociando le carte CLC1990 e CLC2006.

Figura 10. Sovrapposizione degli incendi registrati dal 2001 al 2010 alla carta del cambiamento di uso del suolo della Regione Sardegna

Caso studio 3: Regione Sardegna

Analisi della selettività degli incendi all'interfaccia rurale-foresta nella Regione Sardegna mediante tecniche di remote sensing.

Il progressivo sviluppo di nuovi insediamenti urbani nell'ambiente rurale crea una particolare struttura di paesaggio dove la presenza contemporanea di attività antropiche e combustibile infiammabile accresce il rischio d'incendio. L'aumento della pressione antropica nelle aree circostanti le foreste dà origine a nuove strutture di paesaggio, nelle quali l'uso del suolo da parte dell'uomo è intercalato tra classi naturali e semi-naturali. Queste aree sono definite "interfacce rurali-foresta" (rural-forest interface, RFI). Le mappe di uso e di copertura del suolo (LULC) con un'elevata risoluzione spaziale possono aiutare nella valutazione del rischio d'incendio in regioni dove il paesaggio è caratterizzato da un complesso mosaico di coperture e usi del suolo come le RFI e le tecniche di telerilevamento rappresentano uno strumento utile per creare delle mappe di LULC (Cleve et al., 2008). In questo caso di studio per valutare il rischio d'incendio è stata utilizzata la mappa di uso e di copertura del suolo ottenuta dalla classificazione object-oriented dell'immagine telerilevata del sensore satellitare QuickBird (Figura 11). I risultati dell'analisi della selettività mostrano che il numero di incendi è più alto nelle tipologie di RFI dove la percentuale di copertura della classe rurale/urbano è più elevata del 50%.

Una conoscenza dettagliata della distribuzione spaziale del rischio d'incendio in paesaggi complessi come quello mediterraneo è necessaria per una gestione corretta del territorio e per i problemi connessi alla prevenzione degli incendi. Nell'ambito dell'aumento della presenza antropica in aree favorevoli agli incendi, le interfacce rurali- foresta rappresentano una sfida particolarmente importante per la gestione del rischio d'incendio. Infine, la mappa del rischio d'incendio realizzata utilizzando una griglia è facile da produrre ad ogni scala spaziale ed è semplice da interpretare, anche in assenza di approfondite conoscenze statistiche.

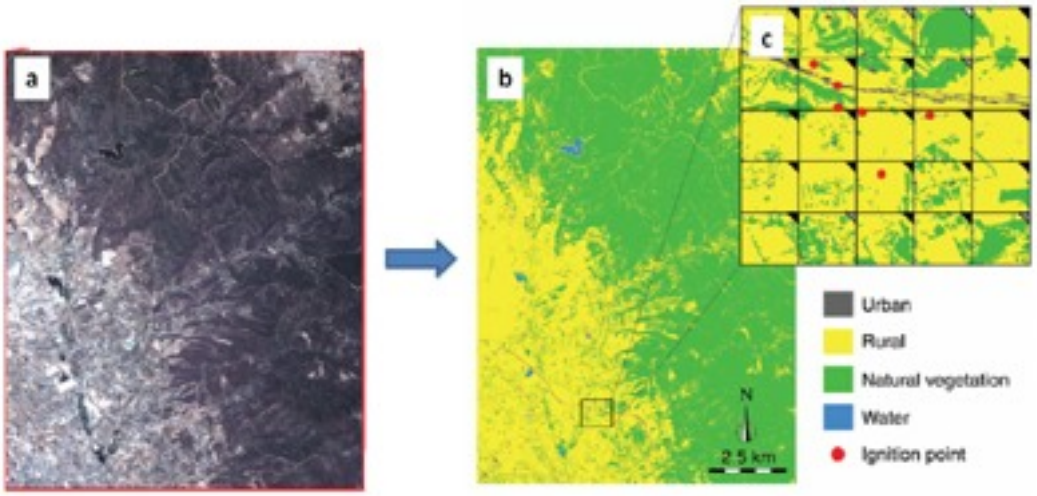

Figura 11. Immagine QuickBird a colori reali dell'area di studio (a). Immagine classificata dell'area di studio (b). Il particolare (c) mostra una porzione dell'immagine classificata di 1200x1200 m nella quale tutti i punti di innesco nel periodo 2001-2010 sono sovrapposti alle celle di 250x250 metri. I triangoli in alto a destra di ogni cella indicano il rischio di incendio: alto (triangolo nero); medio (triangolo grigio); basso (triangolo bianco).

Bibliografia

Alldredge, J. R., Thomas, D. L., Mcdonald, L. L., 1998. Survey and comparison of methods for study of resource selection. J. Agric. Biol. Environ. Stat., 3: pp. 237-253.

Bajocco, S. & Ricotta, C., 2008. Evidence of selective burning in Sardinia (Italy): Which land cover classes do wildfires prefer? Landscape Ecology. DOI 10.1007/s10980-007-9176-5.

Bond, V. J. & Keeley, J. E., 2005. Fire as a global 'herbivore': the ecology and evolution of flammable ecosystems. Trends in Ecology and Evolution, 20: pp. 387-394.

Burgan, R. E., Klaver, R. W., Klaver, J. M., 1998. Fuel models and fire potential from satellite and surface observations. International Journal of Wildland Fire 8: pp. 159–170.

Cleve, C., Kelly, M., Kearns, F.R. Andmoritz, M., 2008. Classification of the wildland–urban interface: a comparison of pixel- and object-based classifications using high-resolution aerial photography. Computers, Environment and Urban Systems, 32: pp. 317–326.

Diàz-Avalos, C., Peterson, D.L., Alvarado, E., Ferguson, S.A., Besag J., 2001. Spacetime modelling of lightning-caused ignitions in the Blue Mountains. Oregon. Canadian Journal of Forest Research, 31: pp. 1579–1593.

EUROFIRELAB, 2004. Common methods for mapping the wildland fire danger, EUcontract 390 EVR1- CT-2002-40028, Deliverable D-08-05. Available online at: http://eufirelab.org (accessed 24 May 2010).

FAO, 1986. Wildland Fire Management Terminology. FAO Forestry Paper 70. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 1986. Forman, R.T.T., 1997. Land mosaics. The ecology of landscapes and regions. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Hardy, C.C., J.P., Menakis, D.G., Long, J., Brown, & D., Bunnell, 1998. Mapping historic fire regimes for the western United States: integrating remote sensing and biophysical data. Proceedings of the Seventh Biennial Forest Service Remote Sensing Applications Conference. Nassau Bay, TX, PP. 288–300.

Latham, D., Williams, E., 2001. Lightning and forest fires. In: Johnson E.A., Miyanishi K. (Eds.), Forest Fires, Behavior and Ecological Effects. Academic Press.

Loepfe, L., Martinez-Vilalta, J., Oliveres, J., Pinol, J., Lloret, F., 2010. Feedbacks between fuel reduction and landscape homogenisation determine fire regimes in three Mediterranean areas.Forest Ecology and Management 259: pp. 2366–2374.

Lloret, F., Calvo, E., Pons, X., Diàz-Delgado, R., 2002. Wildfires and landscape patterns in the Eastern Iberian Peninsula. Landscape Ecology, 17: pp. 745-759.

Manly, B.F.J., Mcdonald, L.L., Thomas, D.L., 1993. Resource selection by animals: statistical design and analysis for field studies. Chapman & Hall, London, UK.

Mazzoleni, S., Bellelli, M., Esposito, A., Ricotta, C., Di Pasquale, G., Blasi, C., 2001. Incendi e paesaggio vegetale: il caso del Cilento. L'Italia Forestale e Montana, 6: pp. 417-429.

Moreira, F., Rego, F.C., Ferriera, P.G., 2001. Temporal (1958-1995) pattern of change in a cultural landscape of northwestern Portugal: Implications for fire occurrence. Landscape Ecology, 16: pp.557-567.

Mouillot, F., Ratte, J., Joffre, R., Moreno, J., Rambal, S., 2003. Some determinants of the spatiotemporal fire cycle in a mediterranean landscape (Corsica, France). Landscape Ecology, 18: pp.665-674.

Nunes, M.C.S., Vasconcelos, M.J., Pereira, J.M.C., Dasgupta, N., Alldredge, R.J, Rego, F.C., 2005. Land-cover type and fire in Portugal: do fires burn land cover selectively? Landscape Ecology, 20: pp. 661–673.

NWCG, 2006. Glossary of Wildland Fire Terminology. National Wildfire Coordinating Group, PMS 205, Boise, Idaho, 2006.

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

Van Wagner, C.E., Pickett, T.L.,1987. Equations and Fortran program for the Canadian Forest Fire Weather Index System. Canadian Forestry Service, Forestry Technical Report 33, Ottawa.

Wotton, B.M. & Martell, D.L., 2005. A lightning fire occurrence model for Ontario. Canadian Journal of Forest Research, 35: pp. 1389-1401.

Yang, J., He, H. S., Shifley, S. R., Gustafson, E. J., 2007. Spatial Patterns of Modern Period Human-Caused Fire Occurrence in the Missouri Ozark Highlands. Forest Science, 53: pp. 1-15.