



Ecologia del fuoco

Ascoli D.

Dipartimento di
Scienze Agrarie
Forestali e
Alimentari

Università di
Torino

... in breve

Il fuoco “naturale”

- **Introduzione all'ecologia del fuoco**
(perché, quando, autori...)
- **Regime di fuoco**
(stagionalità, vegetazione, intensità, severità...)
- **Adattamenti** della vegetazione al fuoco
- Il fuoco come **fattore evolutivo** che **seleziona** le strategie di **rinnovamento** delle piante

Il fuoco dell'uomo

- **Uso pre- e storico** del fuoco
- **Alterazione** dei regimi naturali
- Il **paradosso** del fuoco e la **gestione** dei regimi di fuoco in un mondo che **cambia**

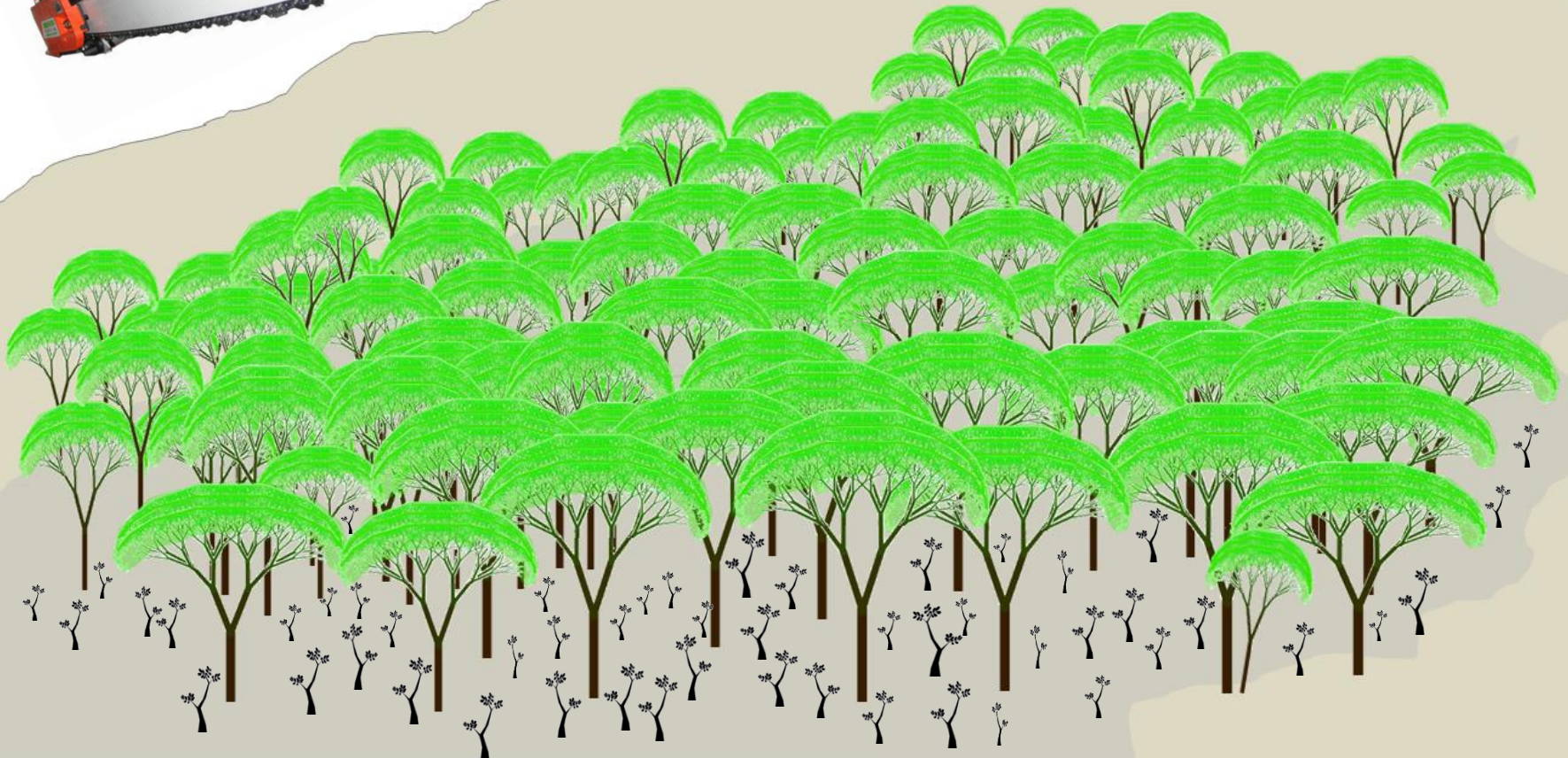


Caso studio: fuoco e faggio

- **Ecologia del faggio** in relazione al fuoco
- **Gestione post-incendio** in faggeta su **basi ecologiche**

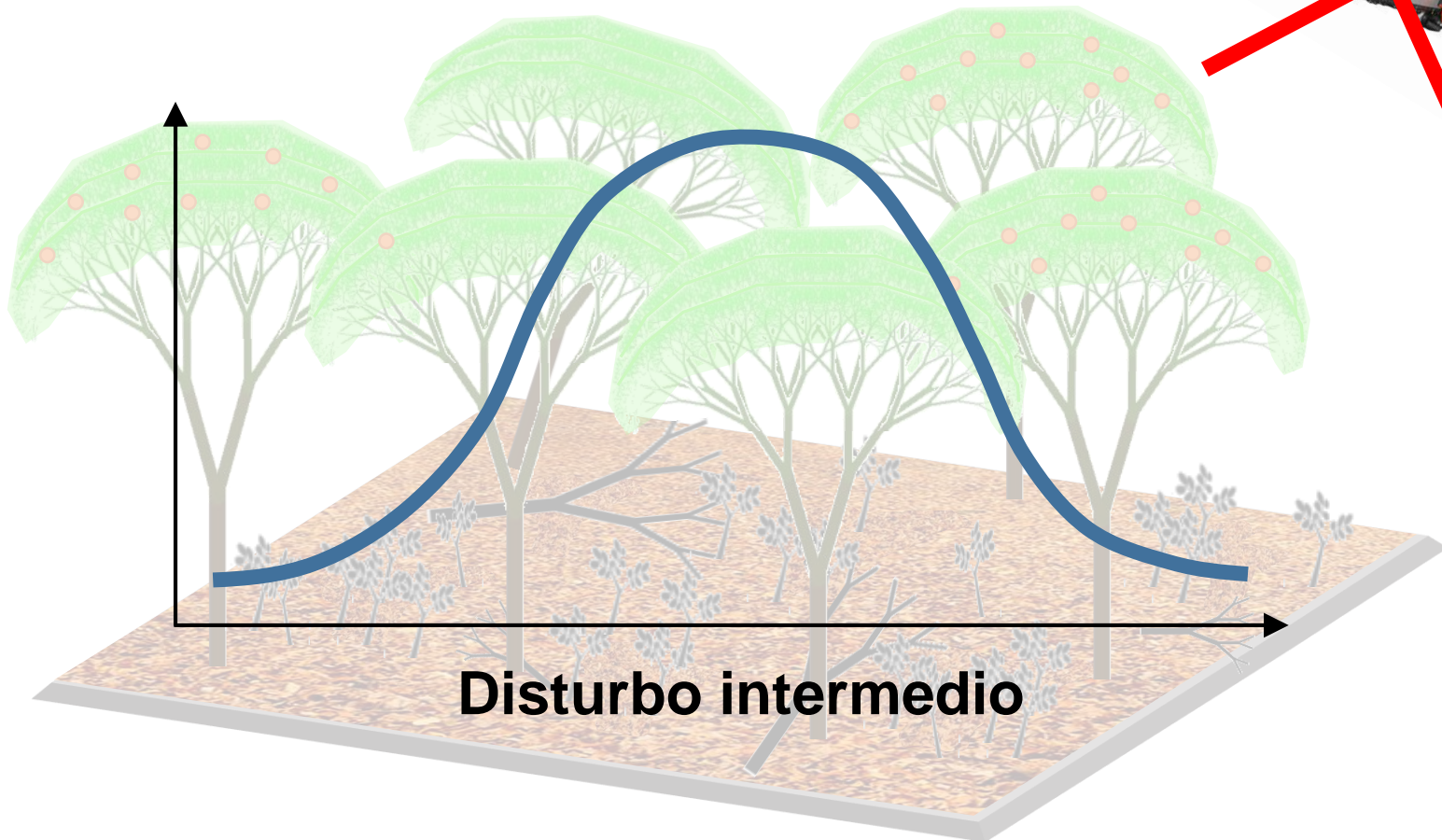
Se volessimo rinnovare il bosco

Pensiamo a una faggeta



Se volessimo rinnovare il bosco

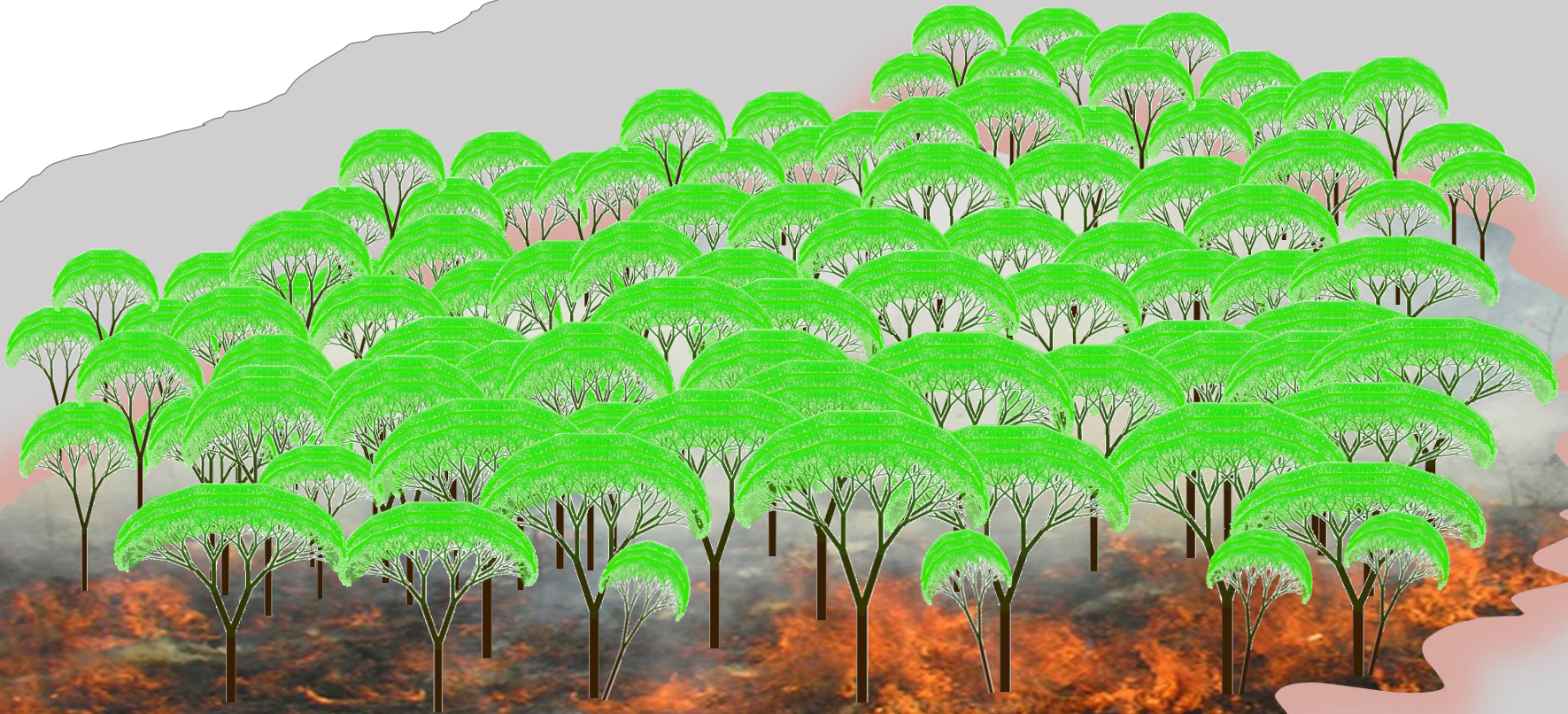
...chi ha selezionato questa strategia?



...potrebbe essere il fuoco?

... dipende ...

... dacci qualche
elemento in più!



Il fuoco come fattore ecologico



Partiamo dal principio



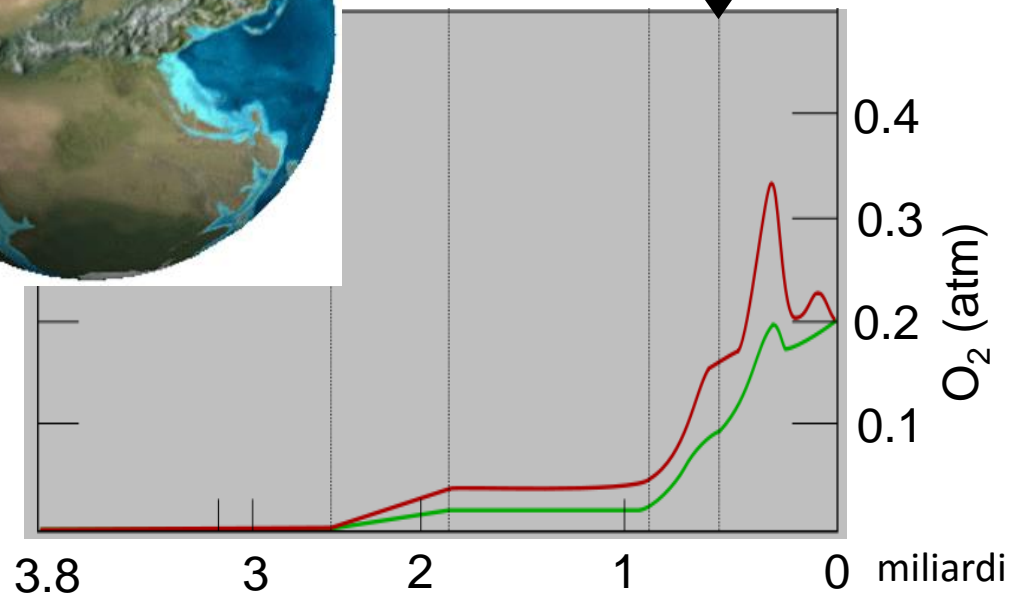
Le piante si diffondono fornendo il combustibile

540 milioni



540 milioni

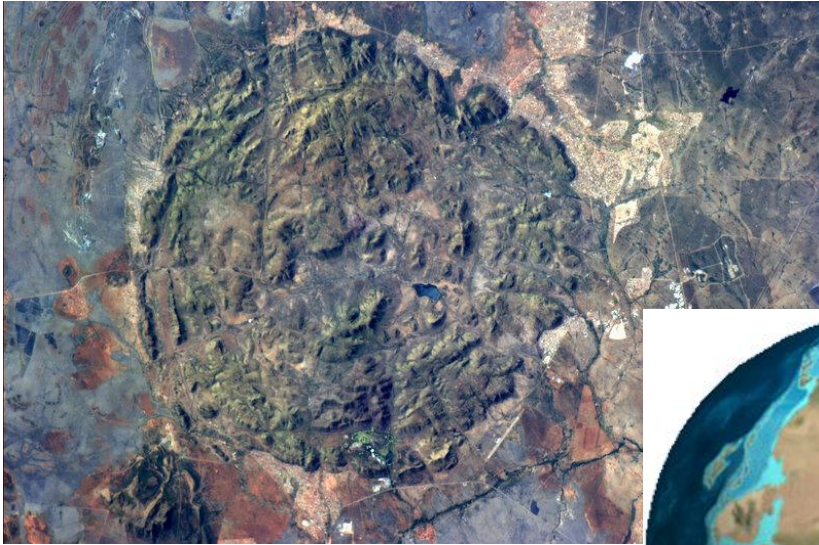
L'ossigeno aumenta fornendo il comburente



Partiamo dal principio



Partiamo dal principio



Vulcano antico
Pilanesberg, Sud Africa
2000 milioni anni fa



Folgorite fossile
prodotto dall'energia del **fulmine**
in **suoli sabbiosi (Sahara)**



Partiamo dal principio



Partiamo dal principio



Depositi di carbone fossile
Molto diffusi quelli formati nel
Devoniano (420 mil.)
e **Carbonifero (390 mil.)**



Fuochi nei depositi di carbone
si **auto-innescano** (40°C)
per ossidazione/batteri
bruciano a **lungo (6000 anni)**



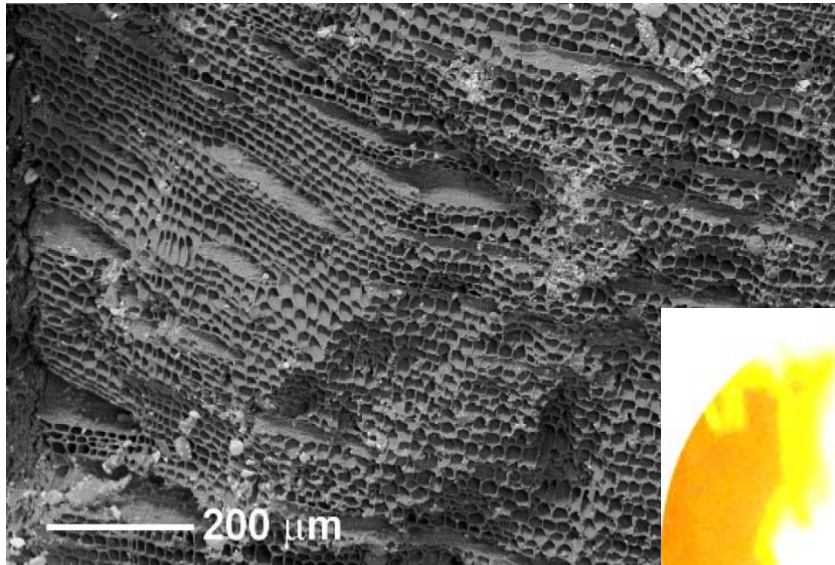
Partiamo dal principio



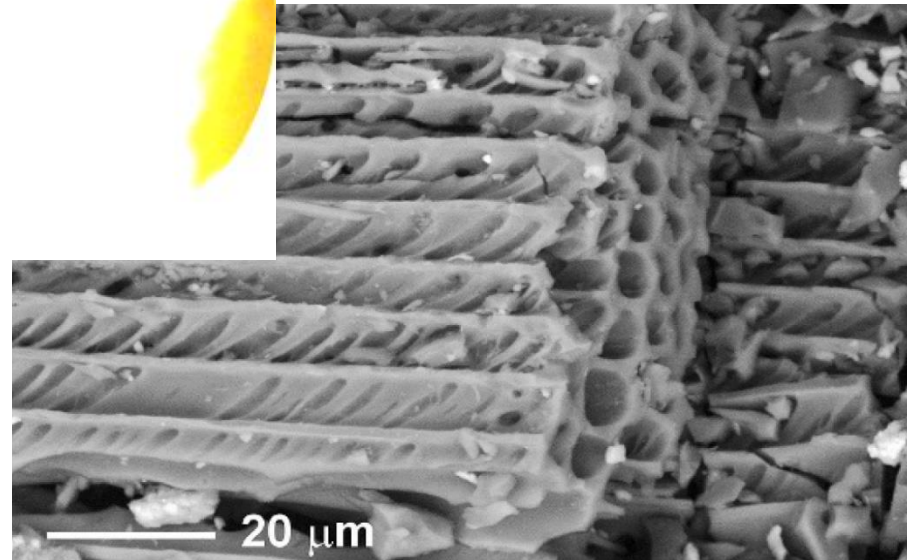
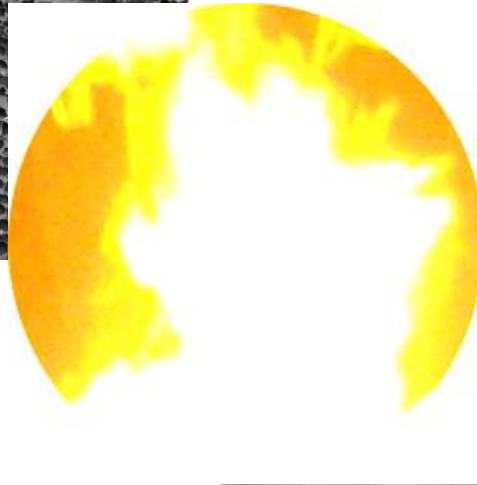
440 mil.



Partiamo dal principio

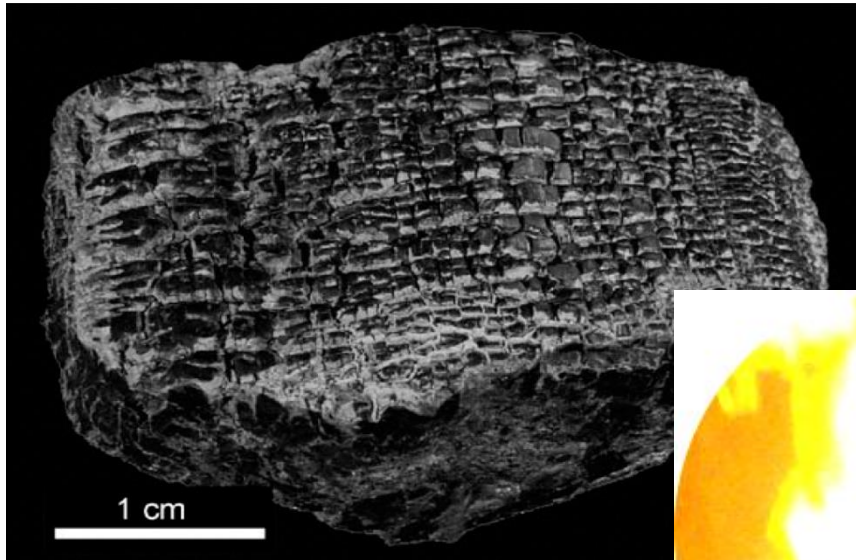


Residui di carbone da fuoco
Faglia Welsh in Inghilterra
risalenti al "Siluriano"
440 milioni di anni fa

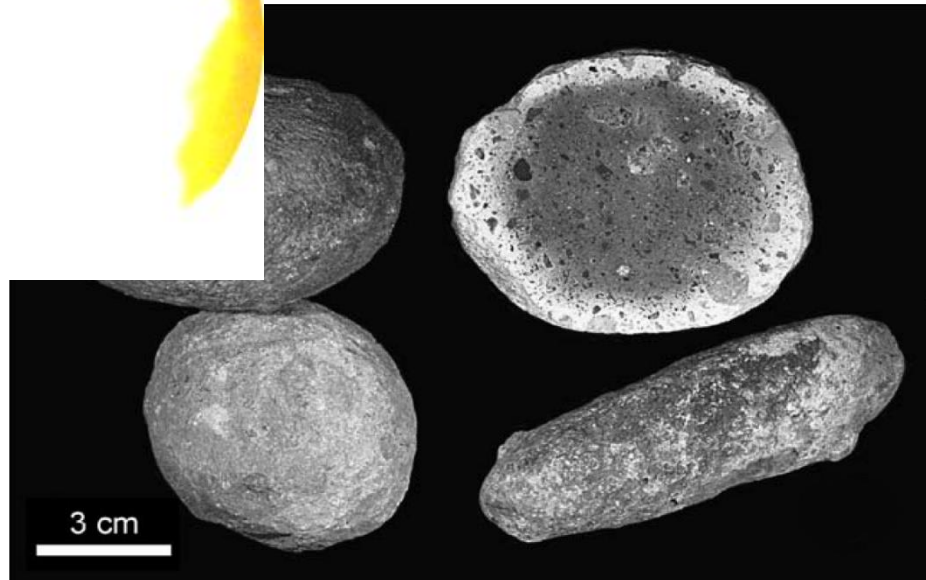
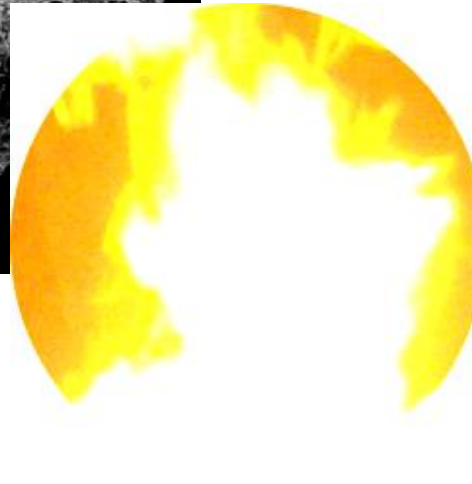


Glasspol et al. 2004
Geology 32(5)

Partiamo dal principio

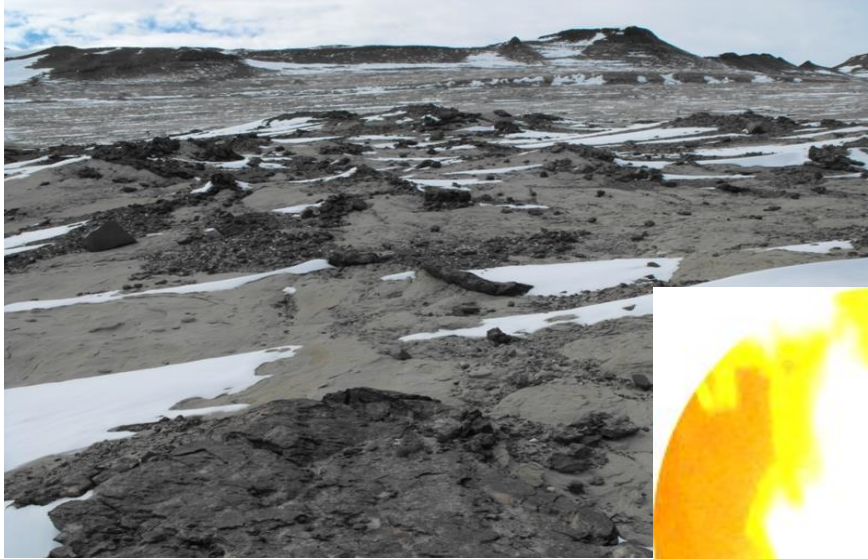


Francoforte, Germania
Residui di carbone da fuoco
risalenti al "*Carbonifero superiore*"
310 milioni di anni fa



Uhl et al. 2004
Palaeo 207

Partiamo dal principio



Antartide

Foresta fossile carbonizzata

risalente al "*Triassico inferiore*"

250 milioni di anni fa



Partiamo dal principio



Sudest Utah, USA

Cicatrice da fuoco su tronco fossile
risalente al "*Triassico superiore*"

200 milioni di anni fa

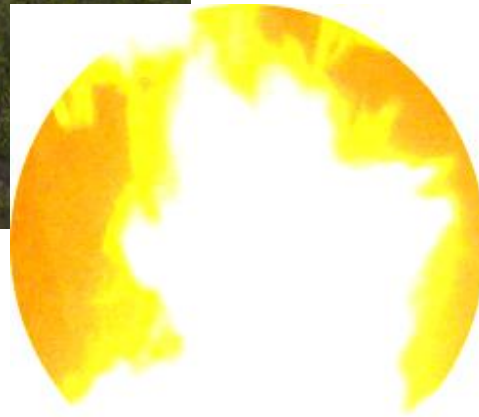


Bruce et al. (2014)
Palaeo 411

Partiamo dal principio



440 mil.

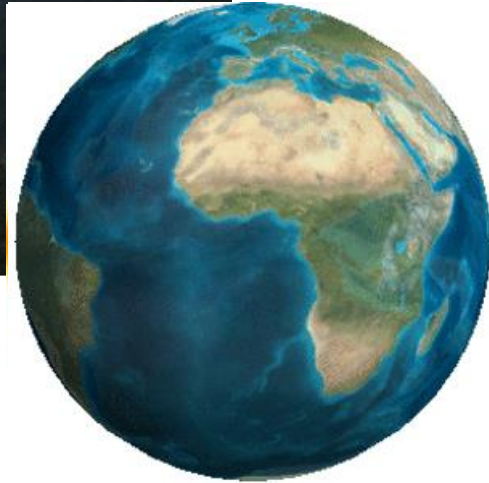


...e arriviamo alla fine



Incendio di origine naturale
Monte Jovet (Friuli) 2013

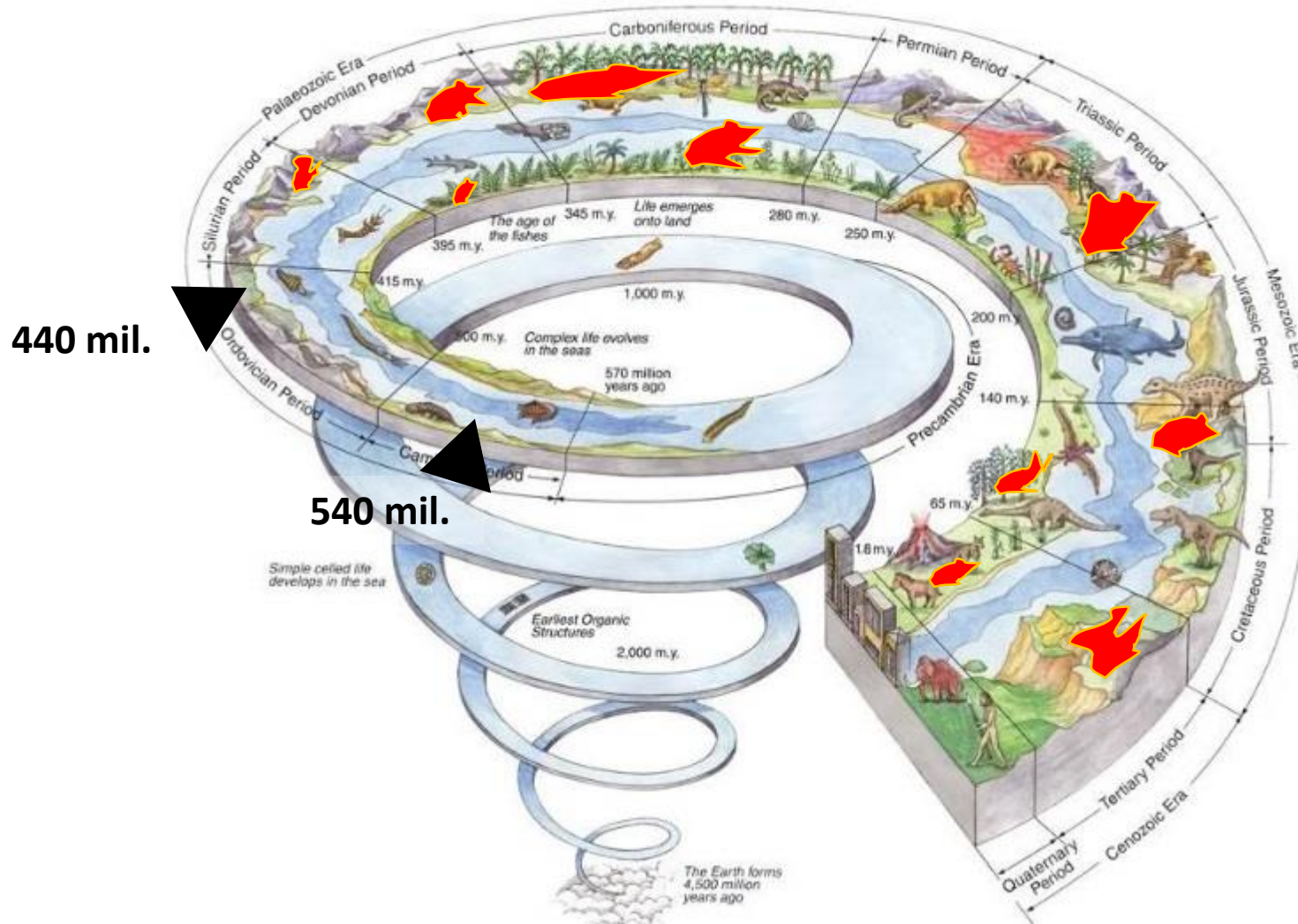
Oggi



Incendio di origine antropica
Piemonte 2016

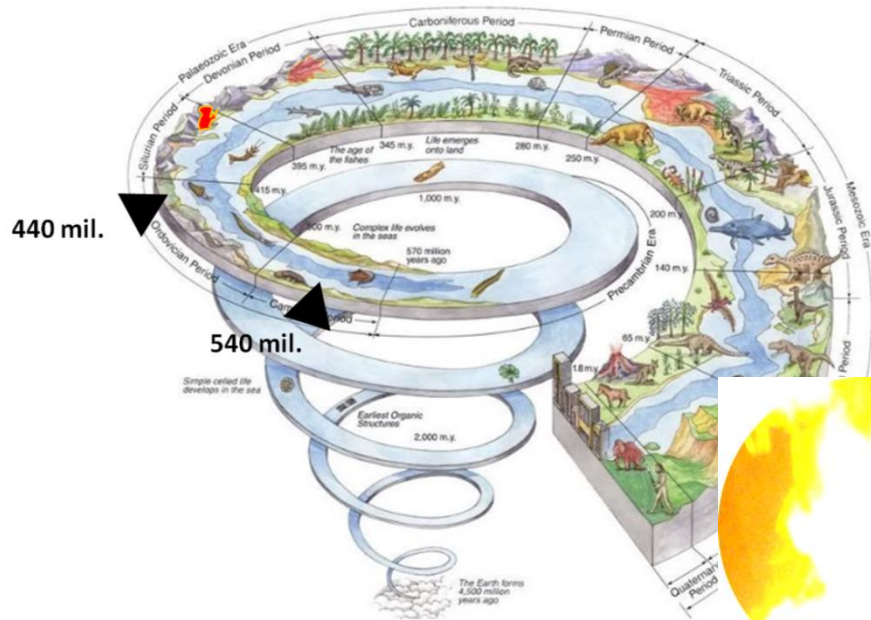


Ricapitolando

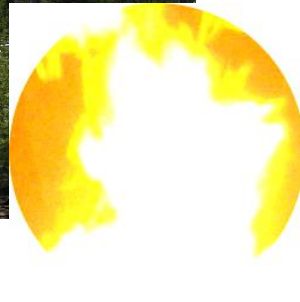


Introduzione all'ecologia del fuoco

...il ruolo del fuoco?



...il ruolo del fuoco?



Ecologia del fuoco

- ✓ In particolare, l'ecologia del fuoco è una branca dell'**ecologia dei disturbi**, la scienza che studia le interazioni fra organismi, popolazioni, comunità, ecosistemi e **disturbi naturali**



Ecologia del fuoco

- ✓ In particolare, l'ecologia del fuoco è una branca dell'**ecologia dei disturbi**, la scienza che studia le interazioni fra organismi, popolazioni, comunità, ecosistemi e **disturbi naturali**

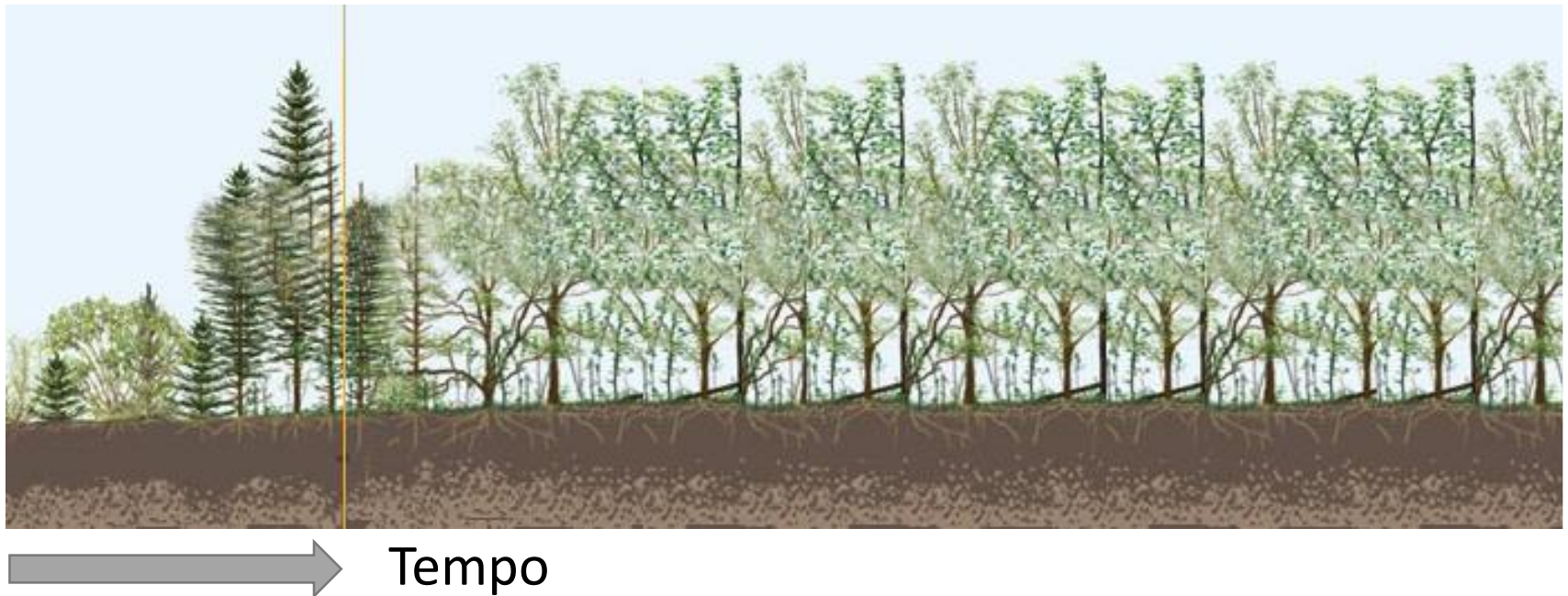


Ecologia del fuoco

✓ Cosa è un **disturbo naturale**?

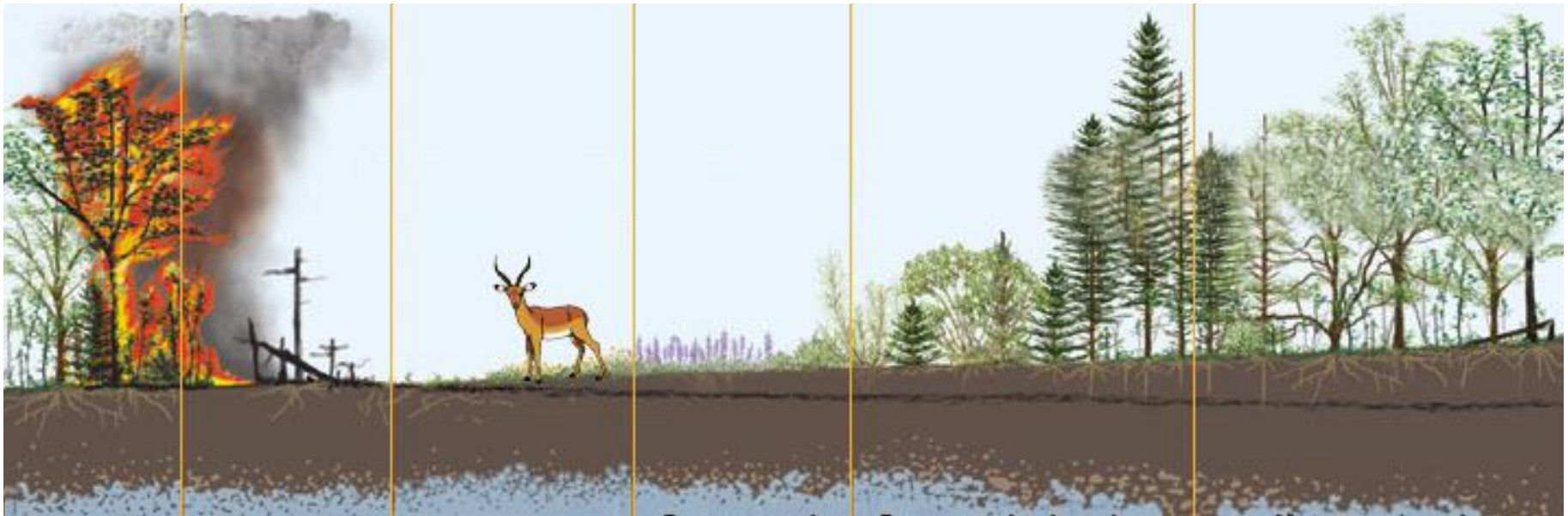
“...qualsiasi evento discreto nel tempo che modifica l'ecosistema, le comunità, o la struttura di una popolazione e cambia la disponibilità delle risorse, e l'ambiente fisico“

Pickett & White 1985



Ecologia del fuoco

- ✓ L'**ecologia del fuoco** studia il ruolo del **disturbo da fuoco** negli ecosistemi e i suoi **effetti ecologici** sulla vegetazione, fauna, suolo, nutrienti, acqua, atmosfera ...



Breve storia dell'ecologia del fuoco

 La mia biblioteca

 Le mie citazioni

 Avvisi

 Metriche

 Impostazioni

Google
scholar

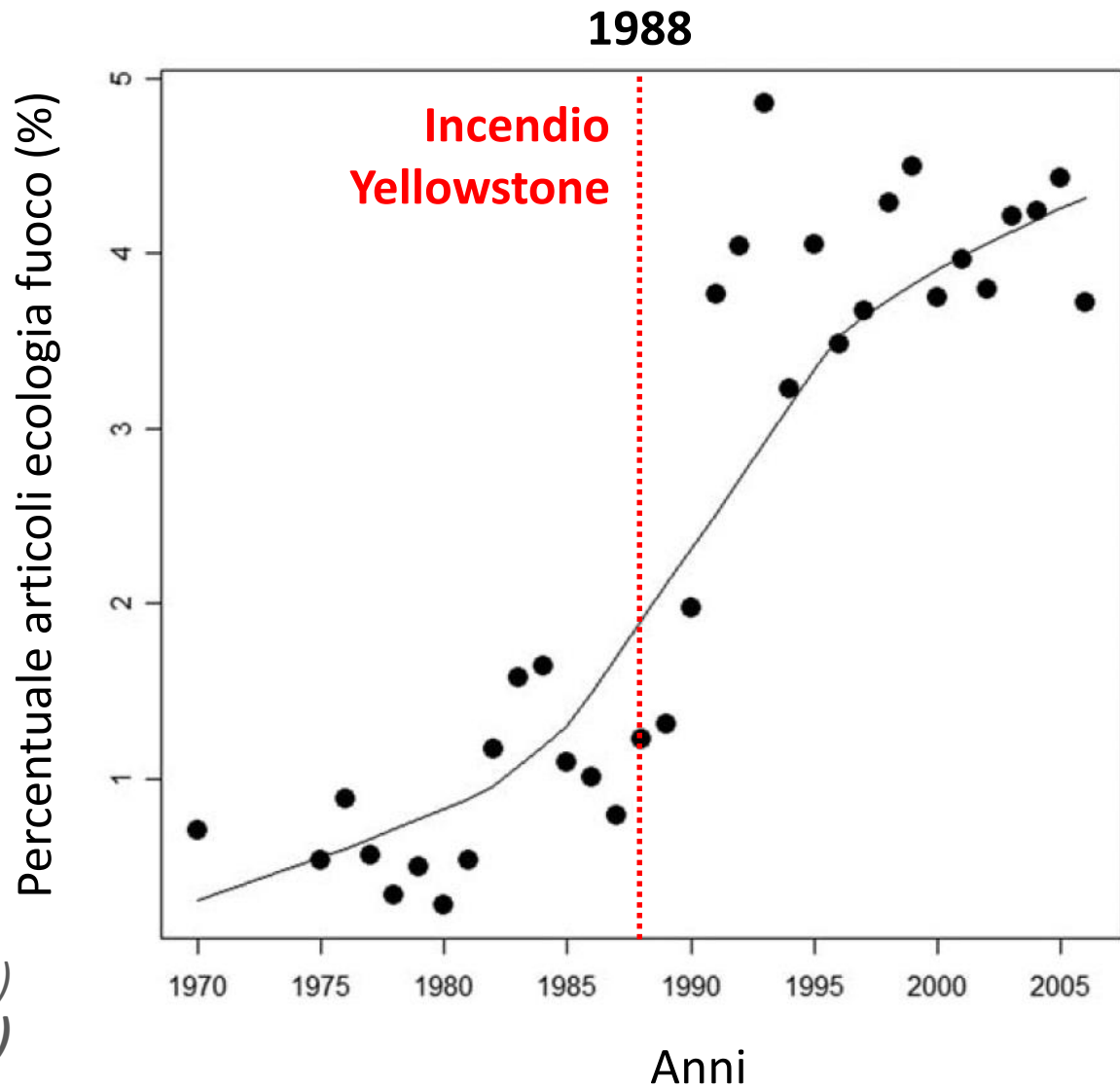


"fire ecology"



Cerca nel Web Pagine in Italiano

Aumento degli studi in ecologia del fuoco



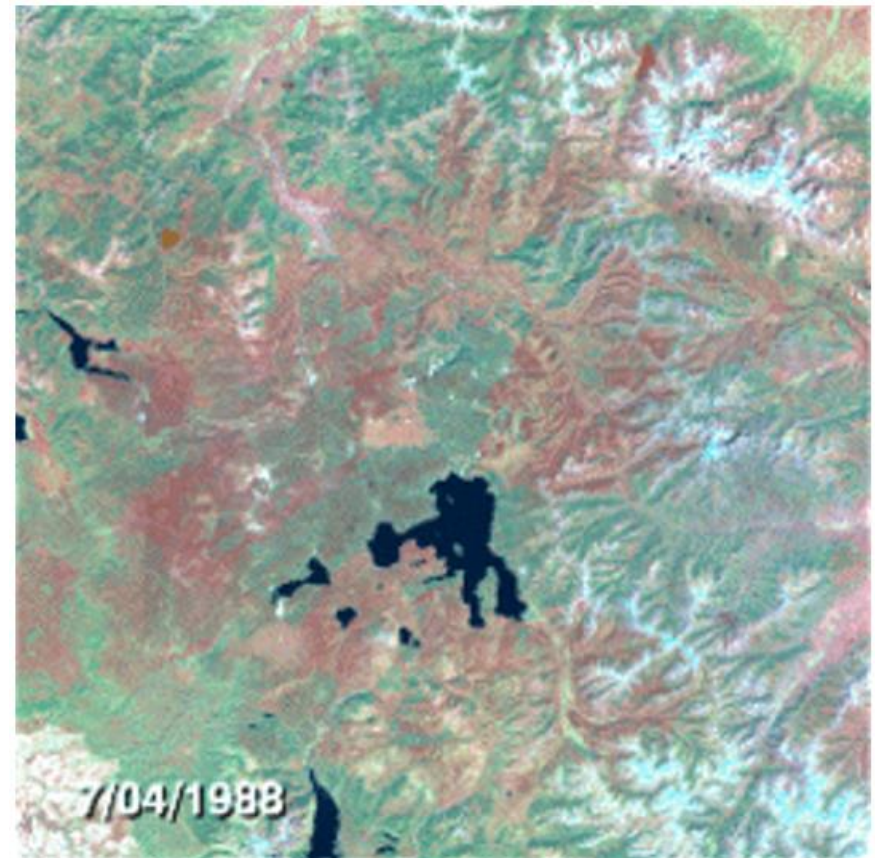
Pausas & Keeley (2009)
BioScience 59(7)

L'incendio di Yellowstone del 1988



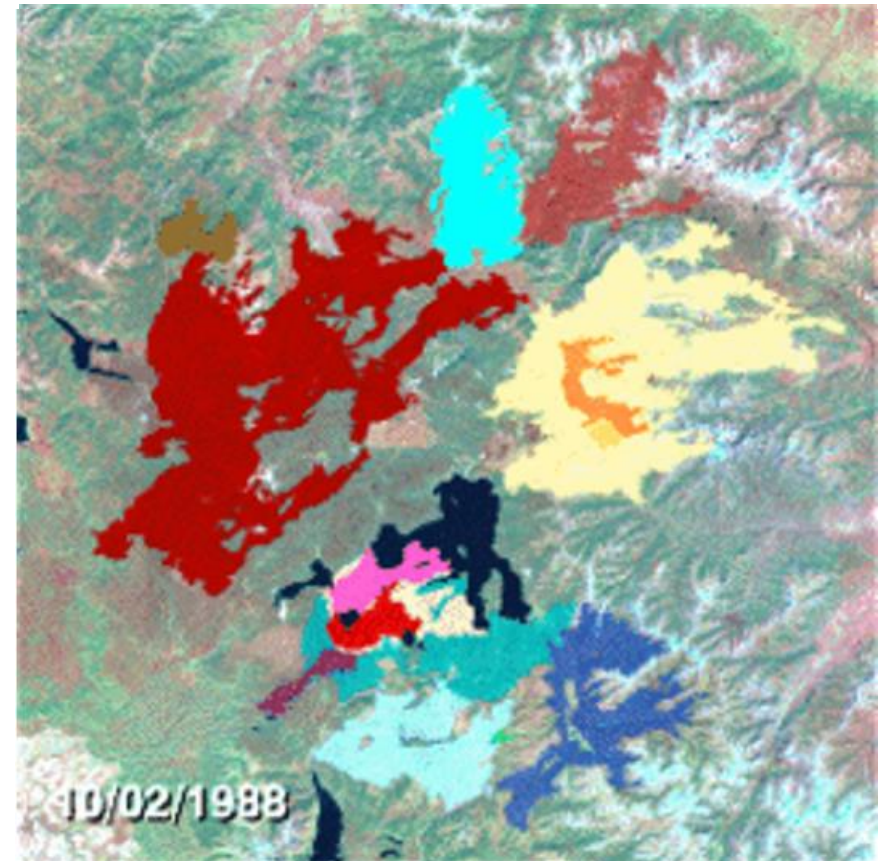
L'incendio di Yellowstone del 1988

- ✓ **Origine: fulmine**
- ✓ **Durata: 90 giorni**
 - Inizio: 4 luglio 1988
 - Fine: 2 ottobre 1988
- ✓ **Superficie: 321.270 ha**
 - 36% del parco
- ✓ **Risorse lotta: migliaia uomini**
 - Nel momento massimo
 - 9000 operatori + 4000 militari
- ✓ **Costo lotta: 120 milioni \$**
 - (oggi: 240 milioni \$)
- ✓ **Costo beni: 3 milioni \$**
 - (oggi: 6 milioni \$)



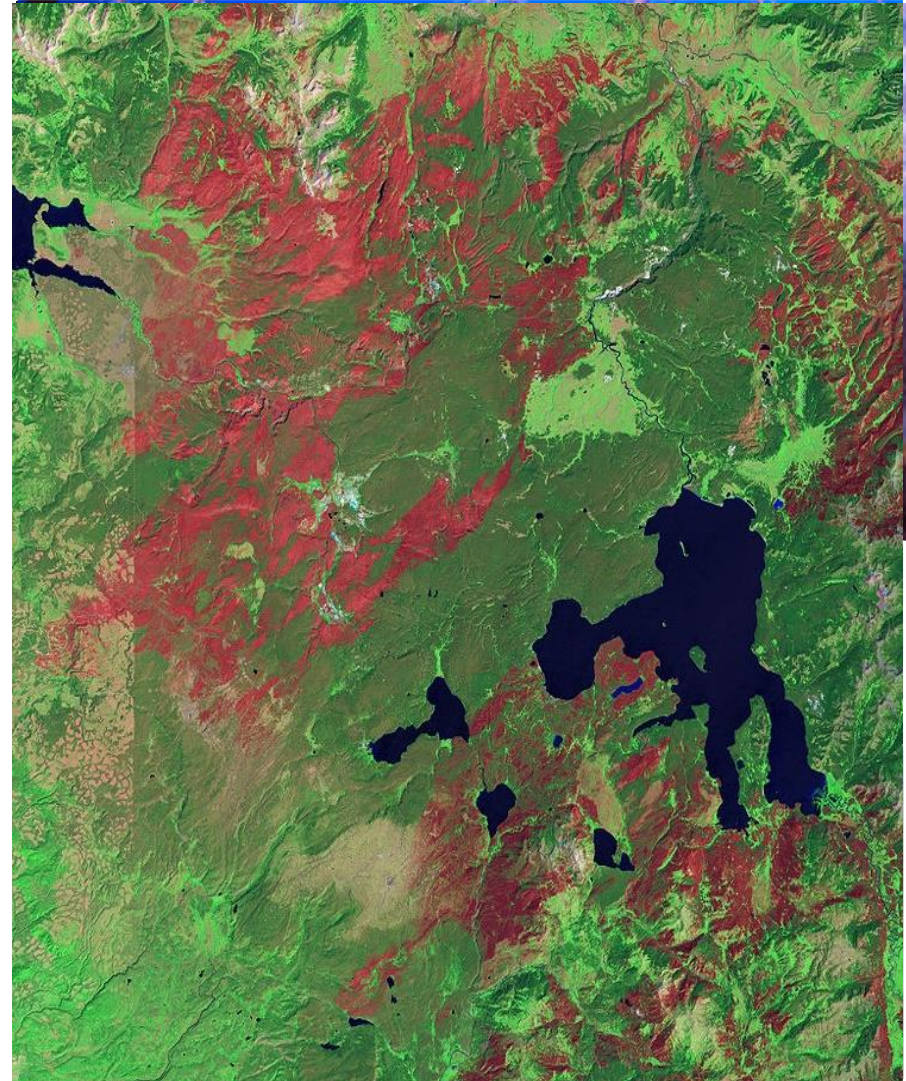
L'incendio di Yellowstone del 1988

- ✓ **Origine: fulmine**
- ✓ **Durata: 90 giorni**
 - Inizio: 4 luglio 1988
 - Fine: 2 ottobre 1988
- ✓ **Superficie: 321.270 ha**
 - 36% del parco
- ✓ **Risorse lotta: migliaia uomini**
 - Nel momento massimo
 - 9000 operatori + 4000 militari
- ✓ **Costo lotta: 120 milioni \$**
 - (oggi: 240 milioni \$)
- ✓ **Costo beni: 3 milioni \$**
 - (oggi: 6 milioni \$)



L'incendio di Yellowstone: disastro ecologico?

- ✓ **Origine: fulmine**
- ✓ **Durata: 90 giorni**
 - Inizio: 4 luglio 1988
 - Fine: 2 ottobre 1988
- ✓ **Superficie: 321.270 ha**
 - 36% del parco
- ✓ **Risorse lotta: migliaia uomini**
 - Nel momento massimo
 - 9000 operatori + 4000 militari
- ✓ **Costo lotta: 120 milioni \$**
 - (oggi: 240 milioni \$)
- ✓ **Costo beni: 3 milioni \$**
 - (oggi: 6 milioni \$)



L'incendio di Yellowstone del 1988

✓ Video su  YouTube™

Parole chiave: *The story behind the Yellowstone fire*

<https://www.youtube.com/watch?v=CAGP9fo3f7s>

Parole chiave: *After the flames and a year later*

<https://www.youtube.com/watch?v=l55nju8st8E>

✓ Articoli scientifici su 

Parole chiave: *"Yellowstone fire"* **Autore:** *"Turner M."*

Breve storia dell'ecologia del fuoco



1981

CSIRO Plant Industry
Australia



Gill M.

Breve storia dell'ecologia del fuoco



Bond W.

Department of Biological Sciences
University of Cape Town
Sud Africa



Breve storia dell'ecologia del fuoco

2013



Keeley J.



USGS
Western Ecological
Research Center
California

Breve storia dell'ecologia del fuoco



Pausas J.

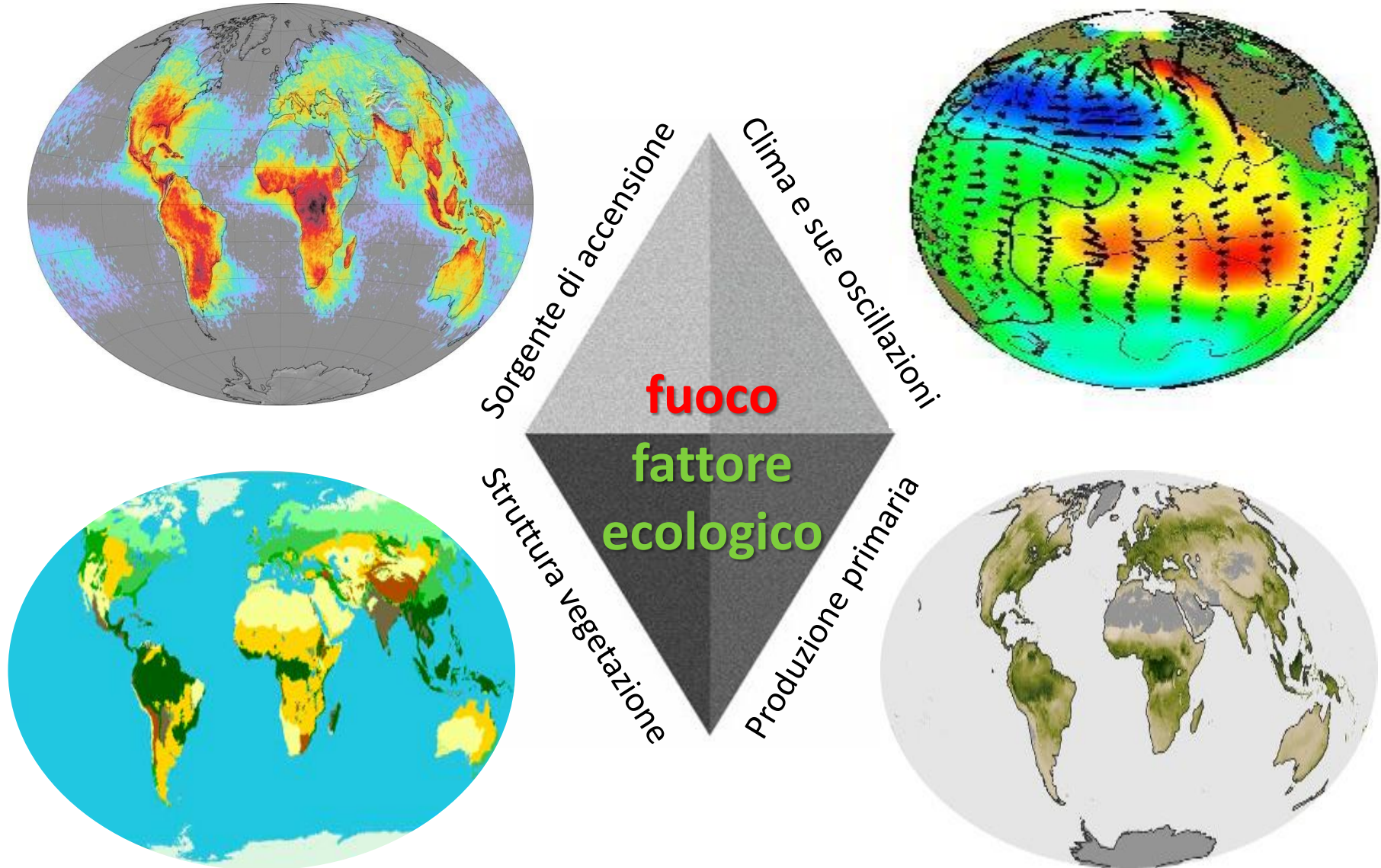
Centro de Investigaciones
sobre Desertificación
Spagna

Il fuoco come fattore ecologico

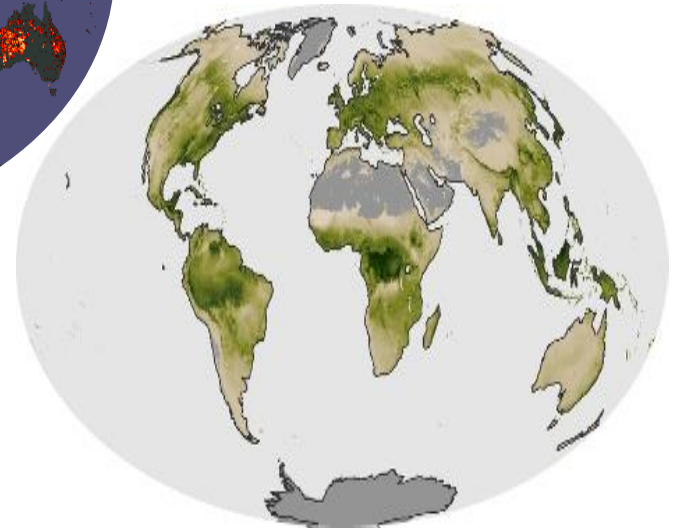
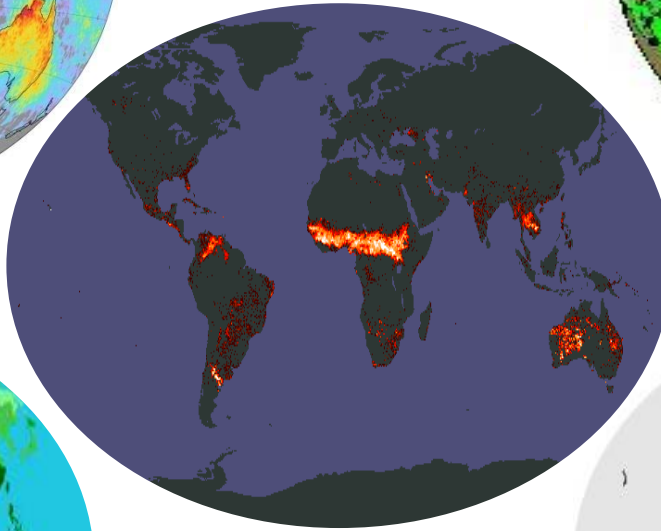
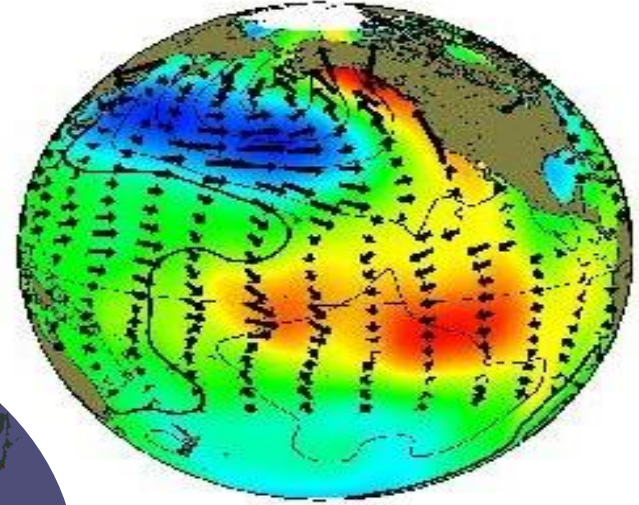
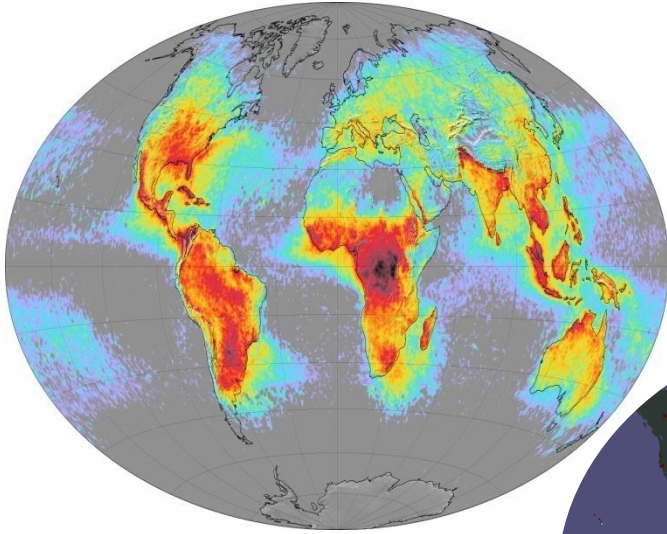


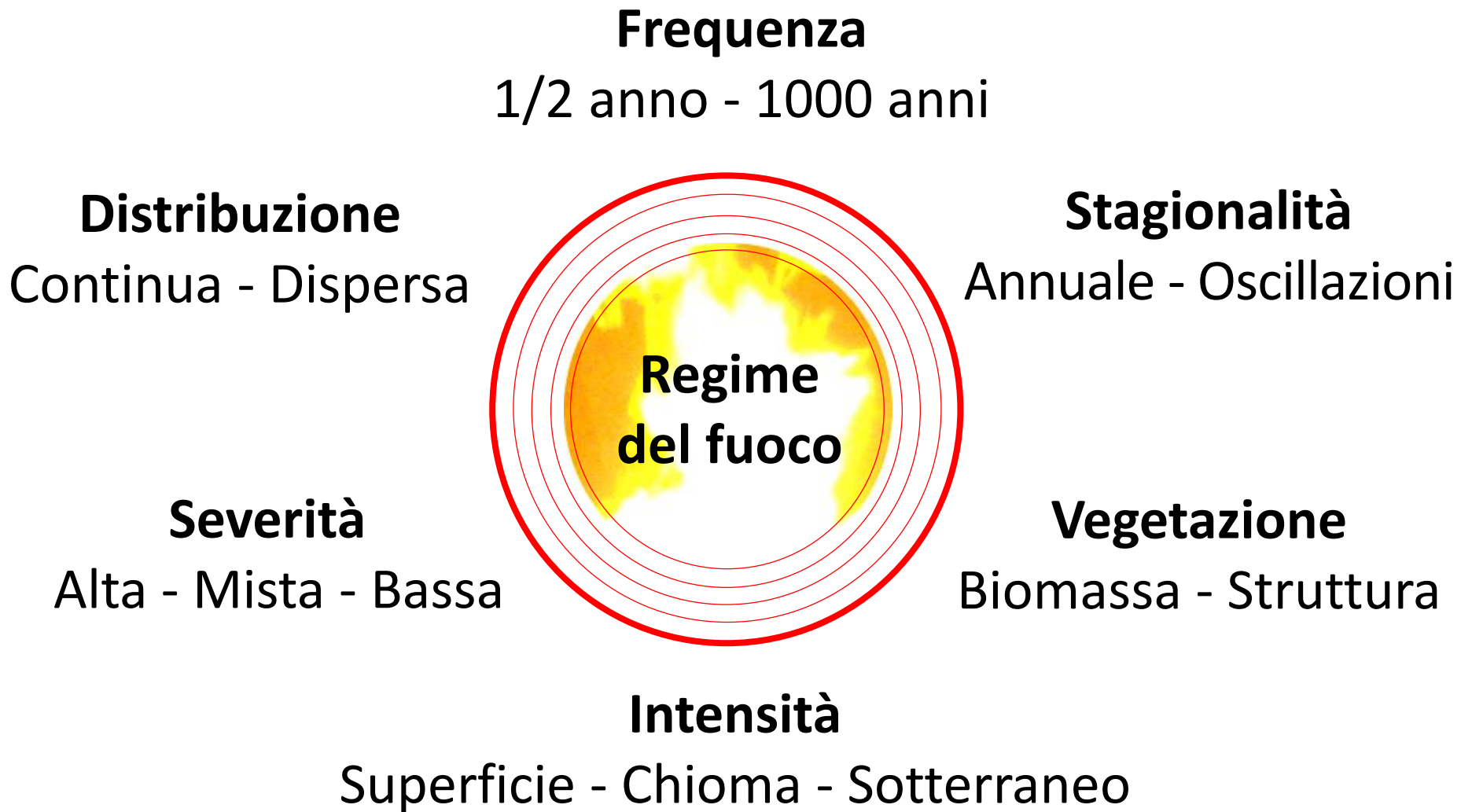
*Pausas & Keeley (2009)
BioScience 59(7)*

Il fuoco come fattore ecologico



Il fuoco come fattore ecologico



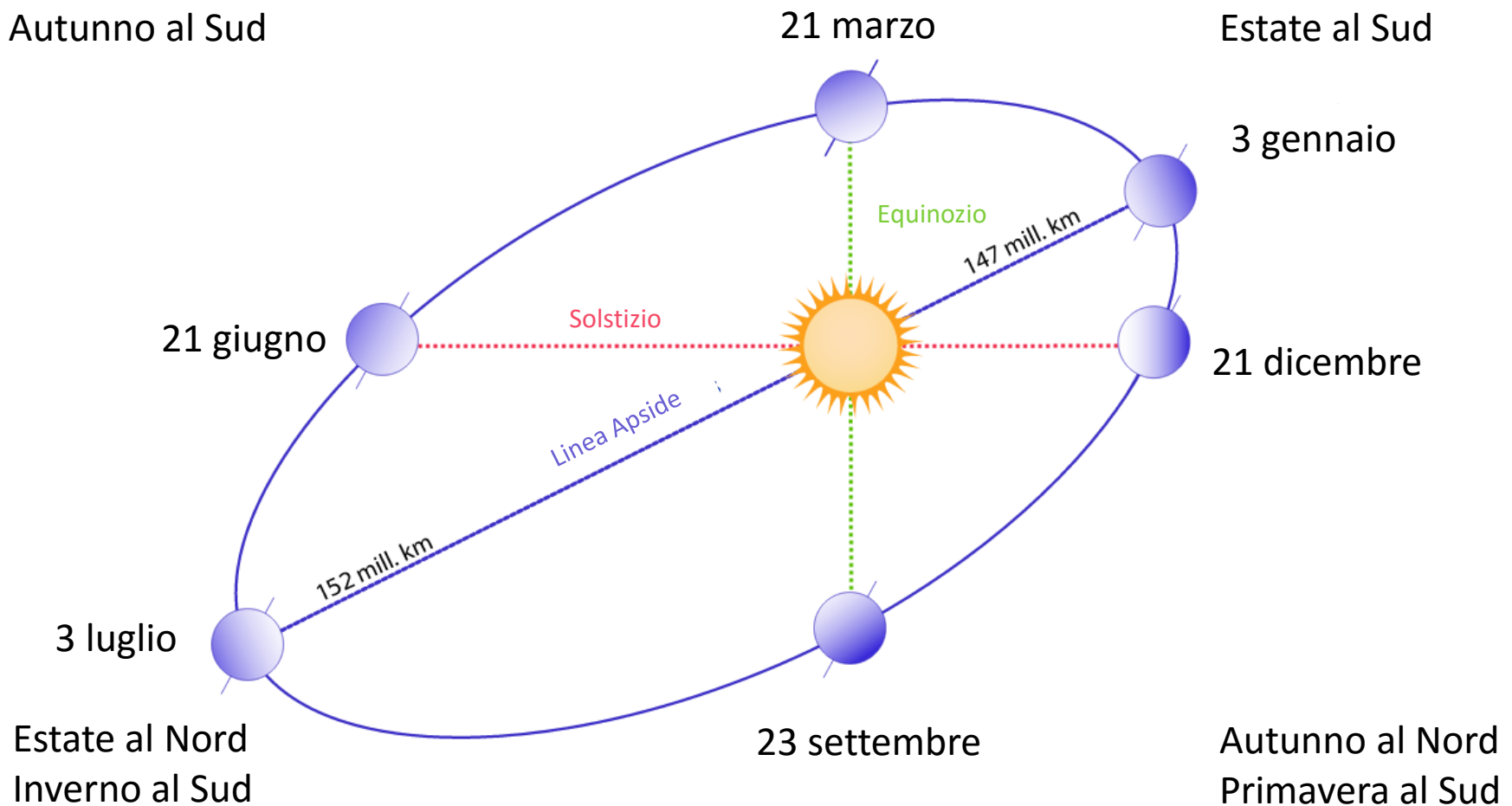


Stagionalità del fuoco

Dipende dalla **rotazione terra**

Primavera al Nord
Autunno al Sud

Inverno al Nord
Estate al Sud



Regime di fuoco

Stagionalità del fuoco

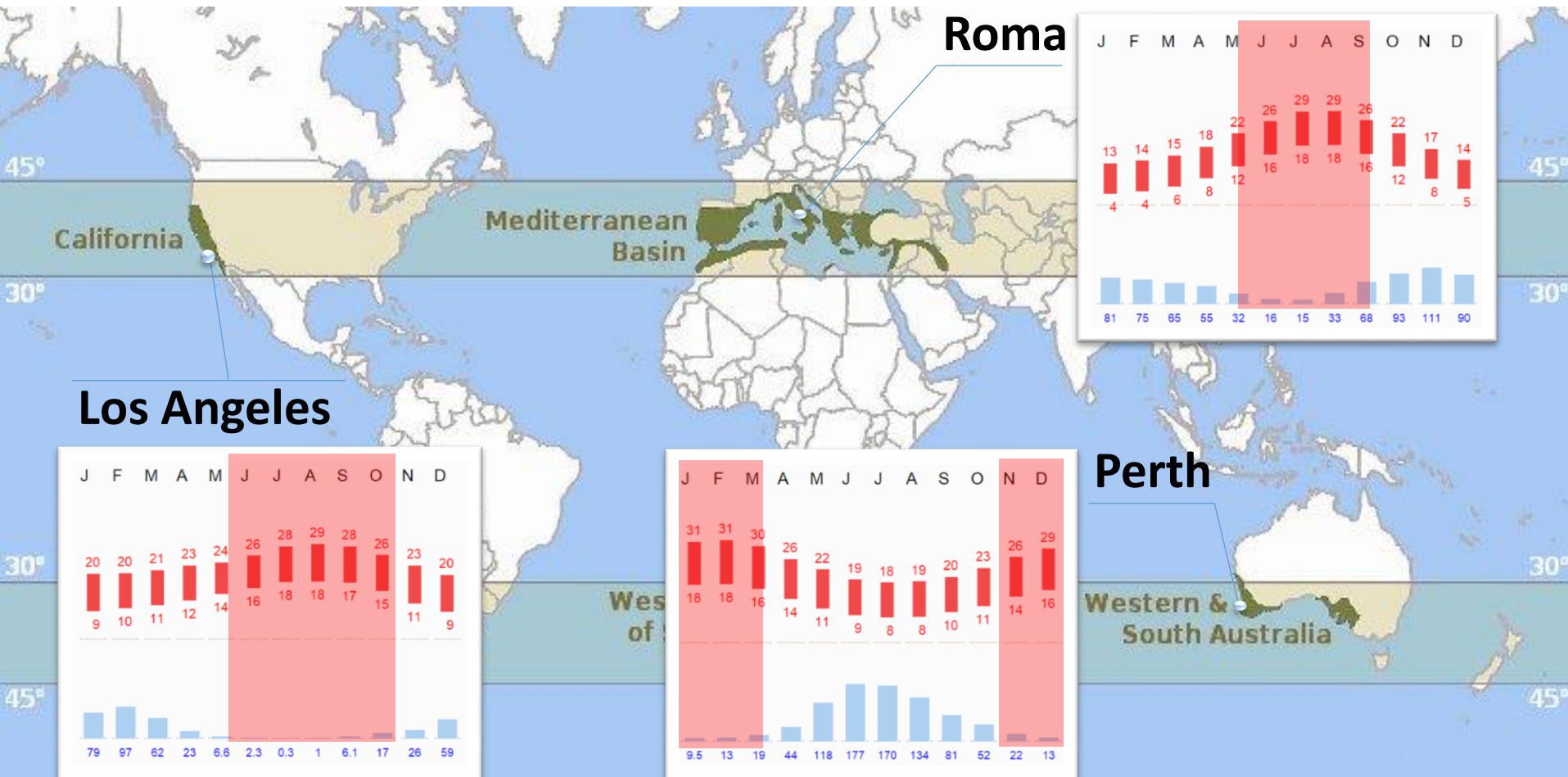
Dipende dalla **posizione geografica**



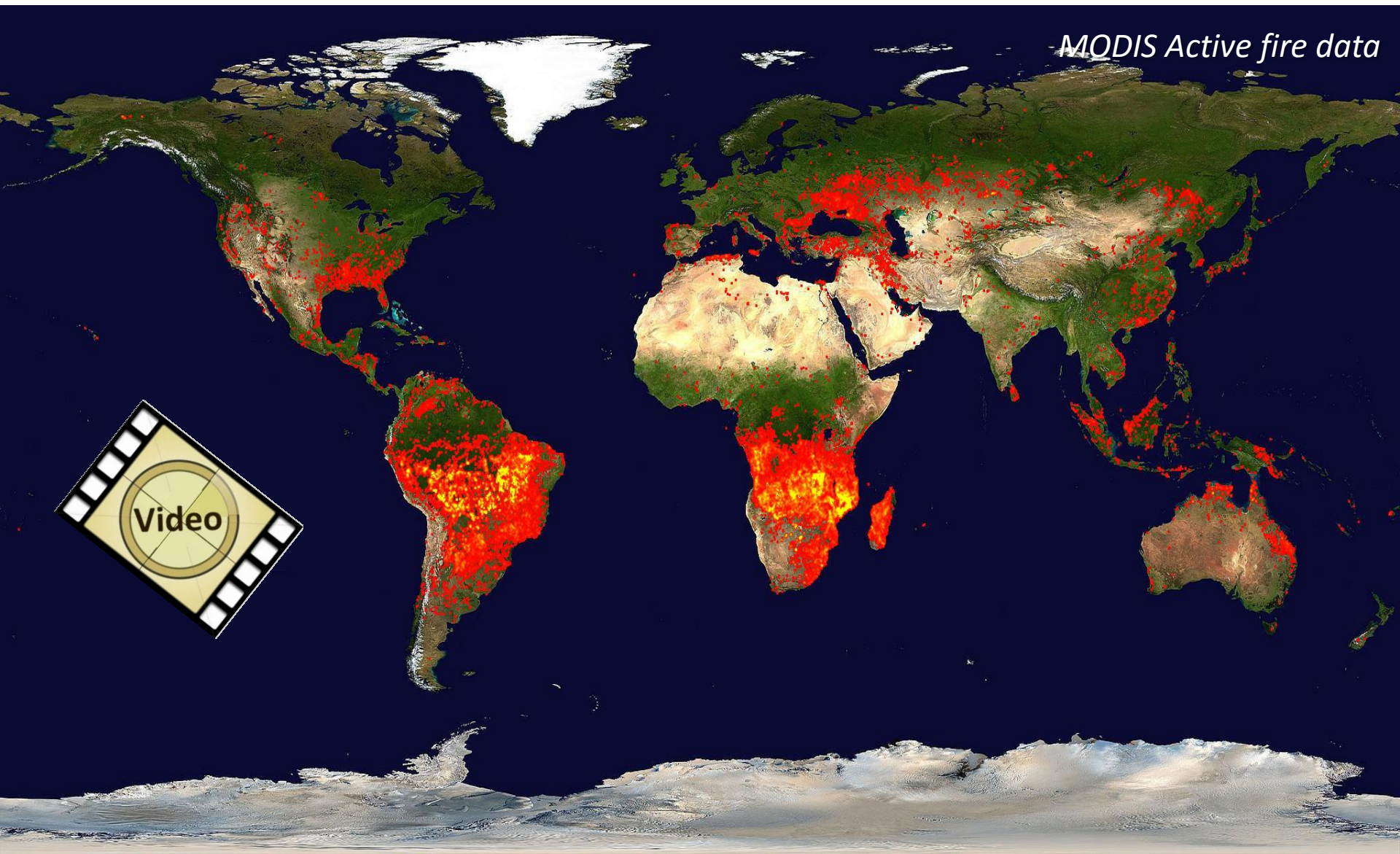
Temperatura



Precipitazioni

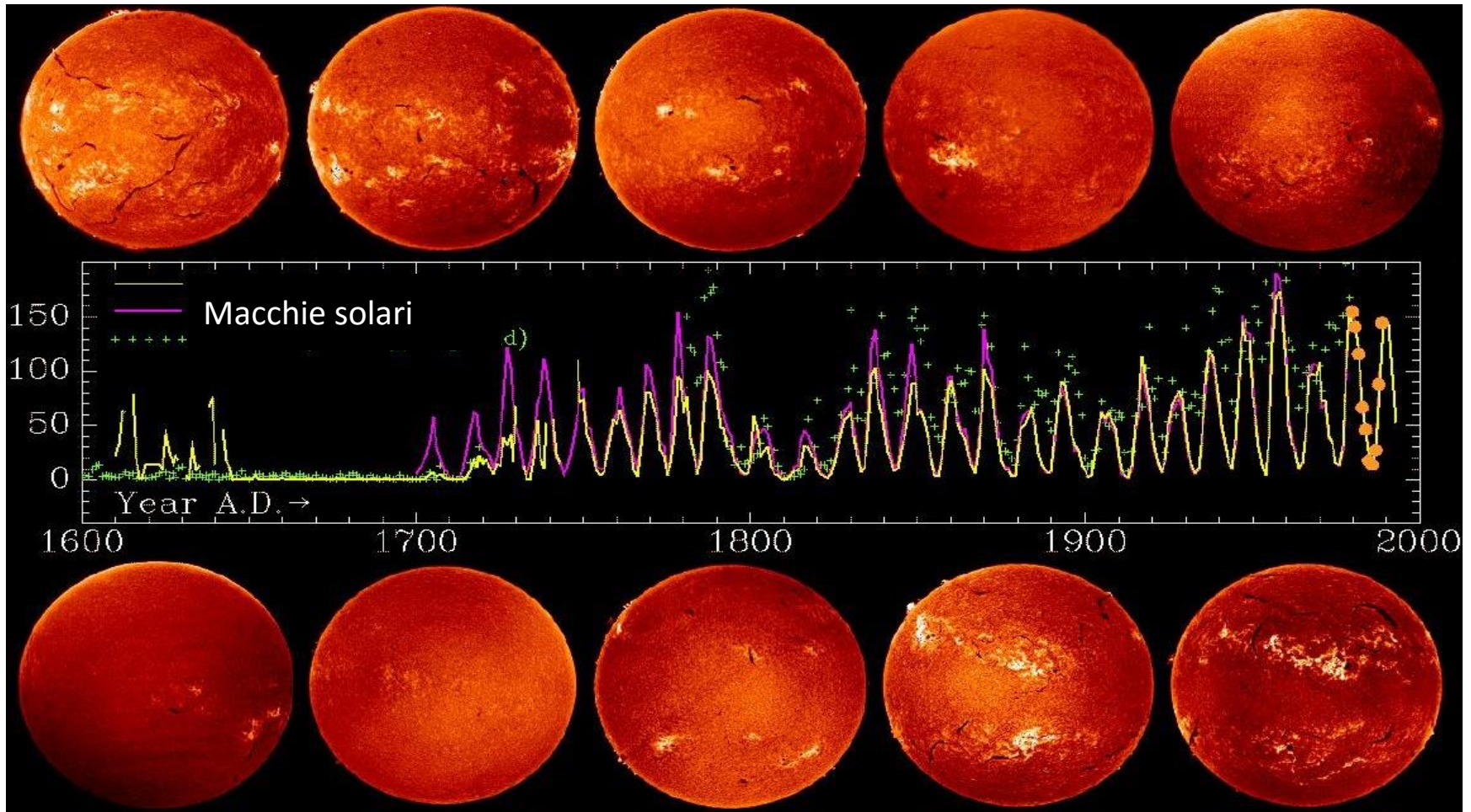


Stagionalità del regime di fuoco



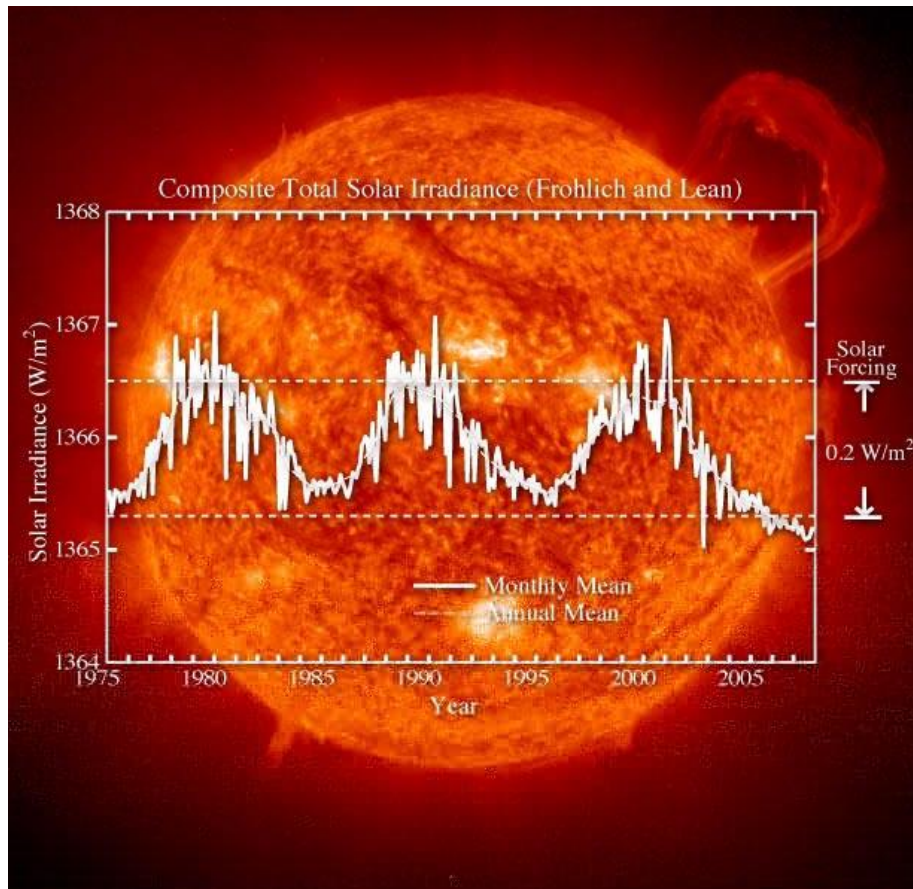
Stagionalità del fuoco

Dipende dalla **radiazione solare**

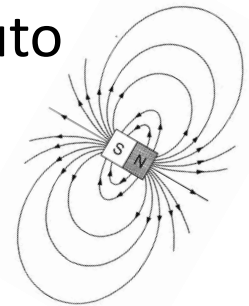


Stagionalità del fuoco

Dipende dalla **radiazione solare**

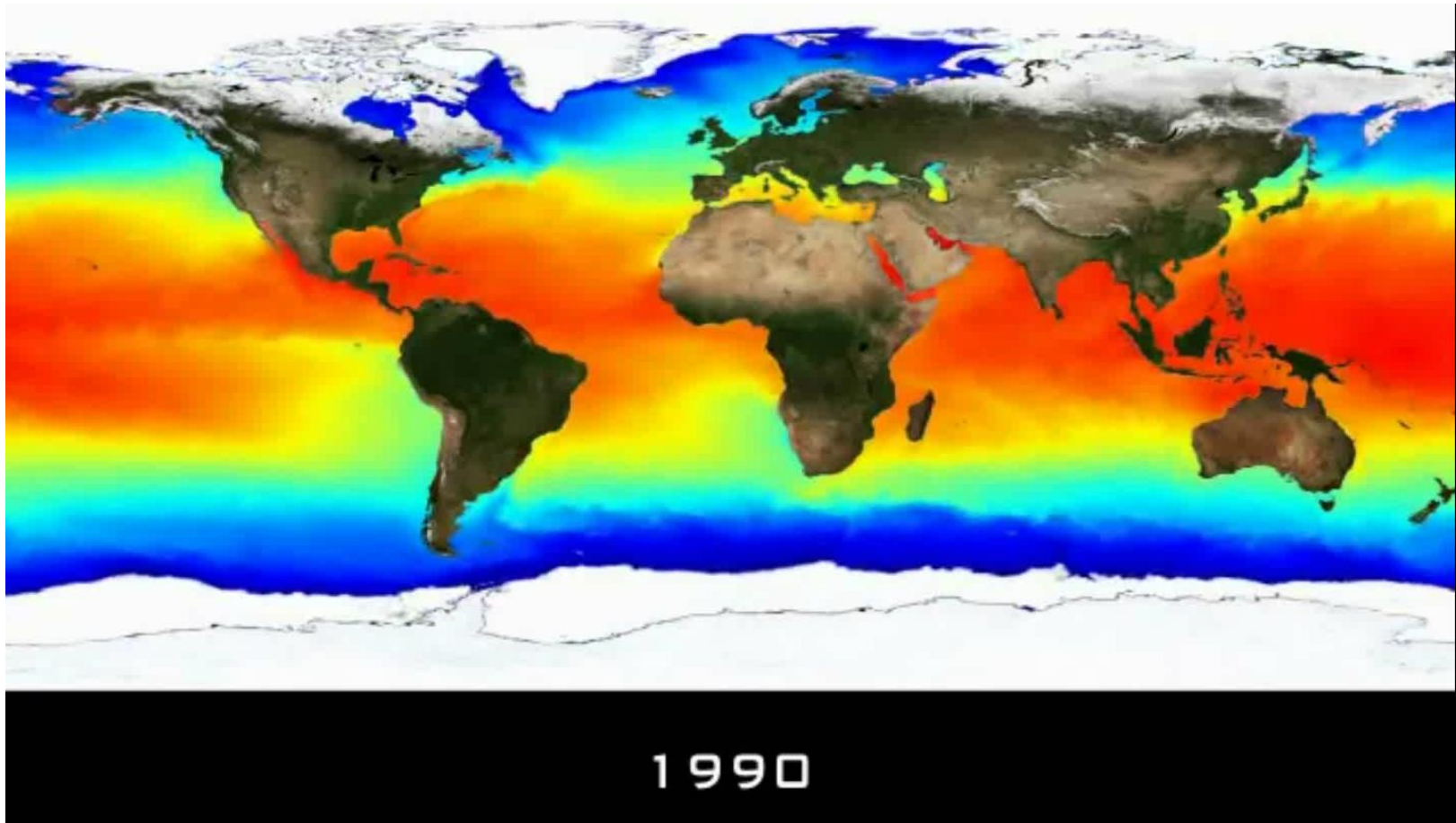


Ciclo di 11 anni delle **macchie solari** dovuto alla distorsione del campo magnetico



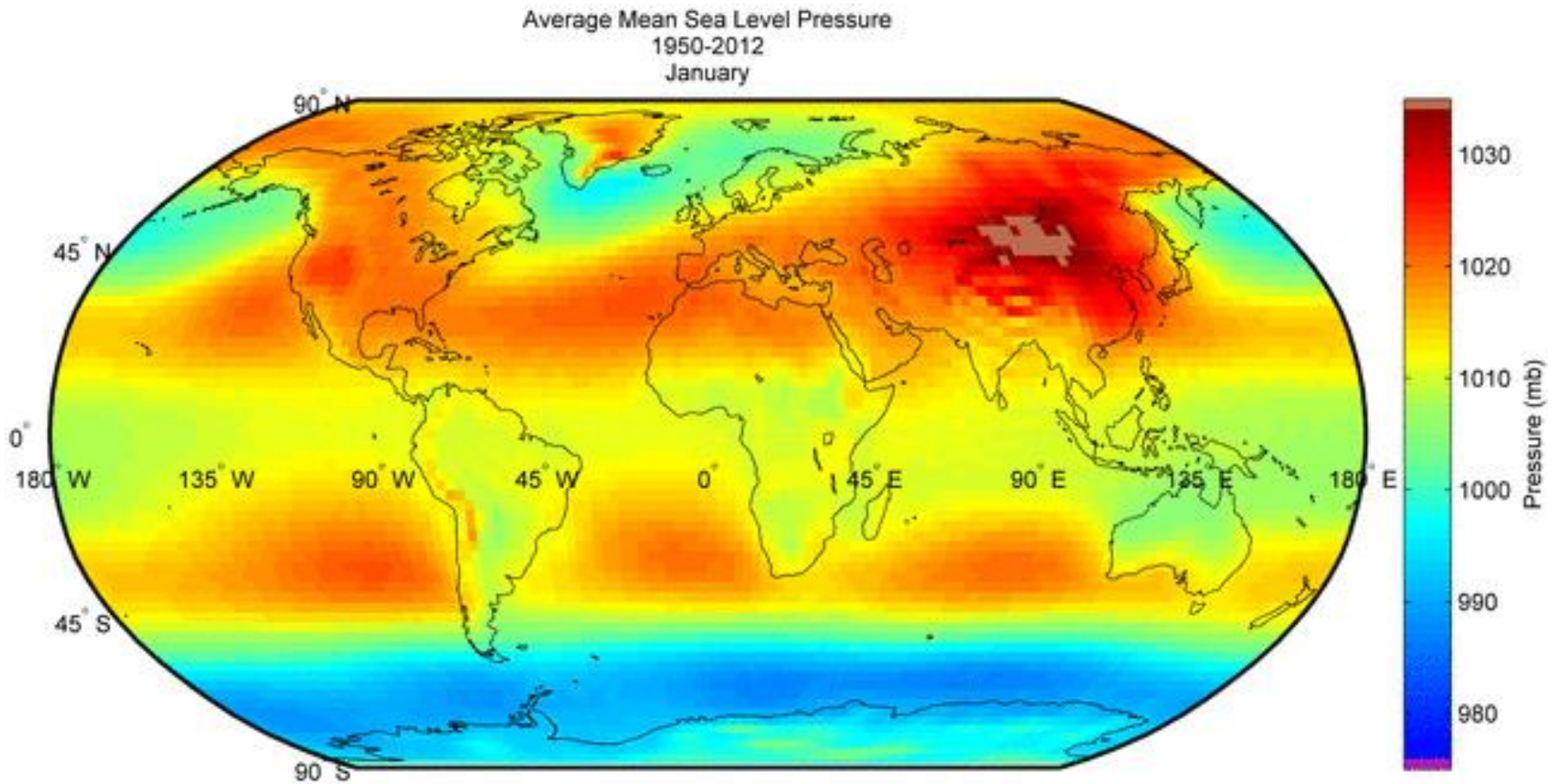
Stagionalità del fuoco

Dipende dalla **temperatura mare**



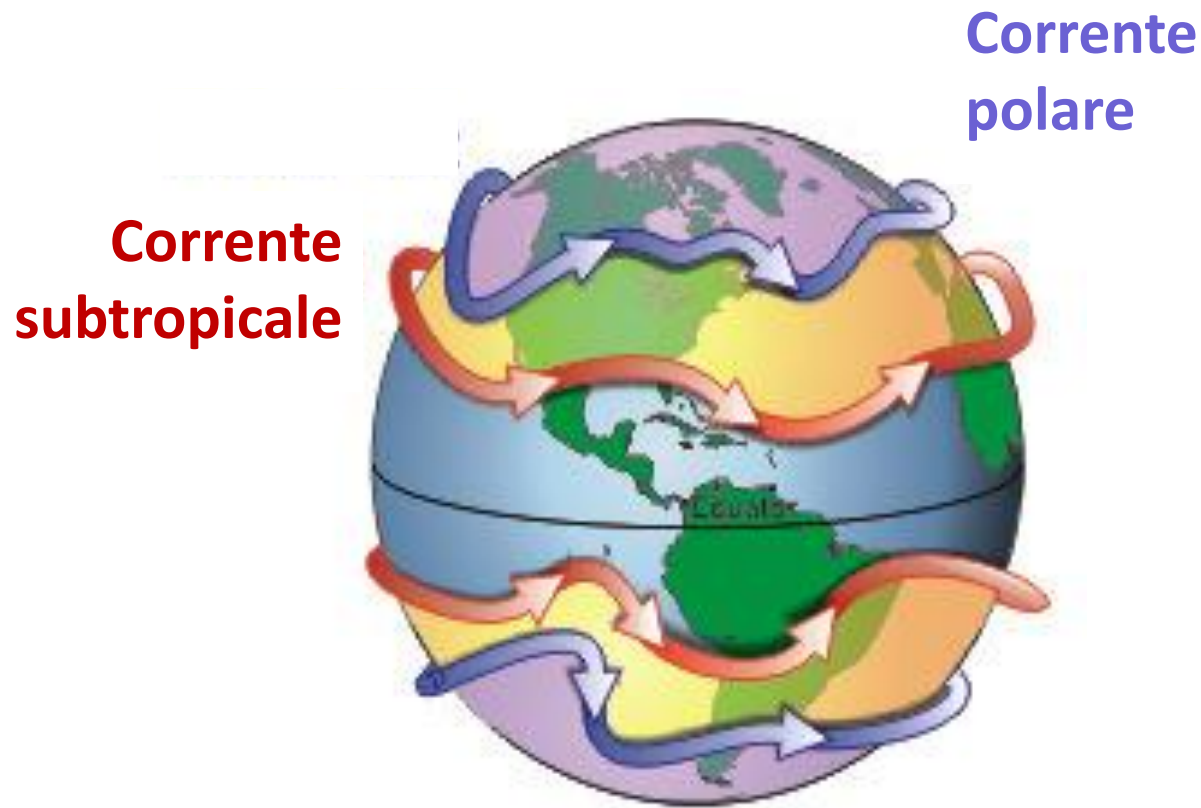
Stagionalità del fuoco

Dipende dalla **pressione su mare e terra**



Stagionalità del fuoco

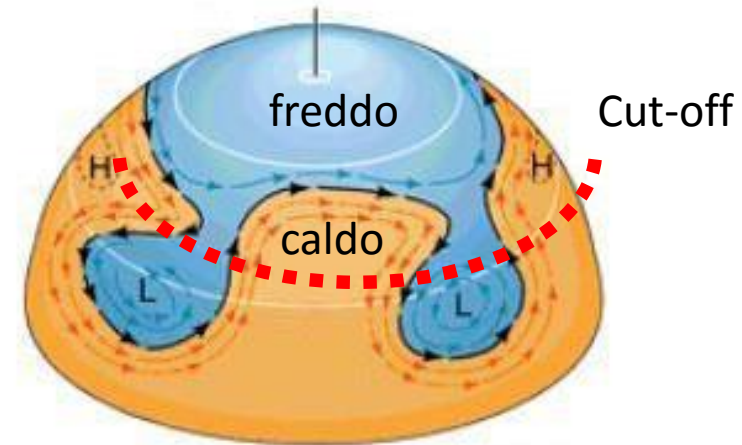
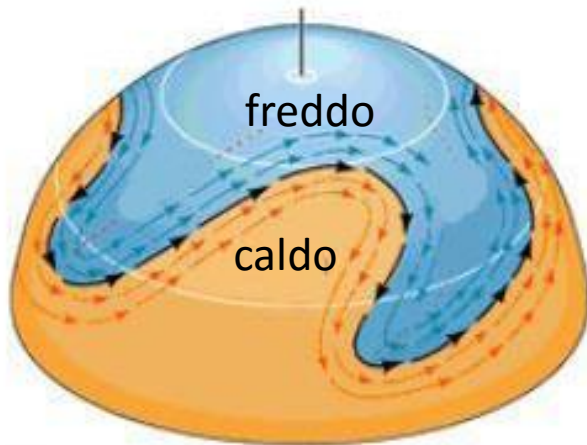
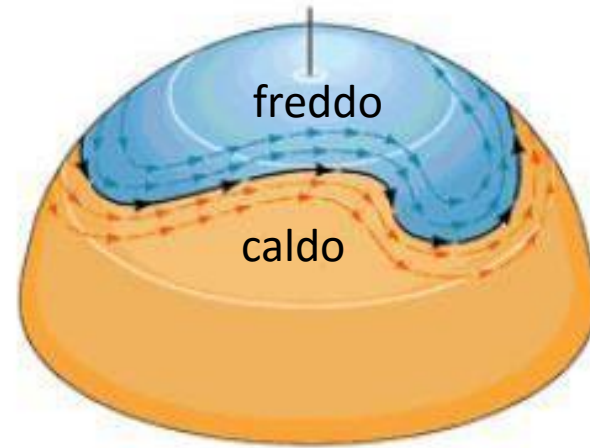
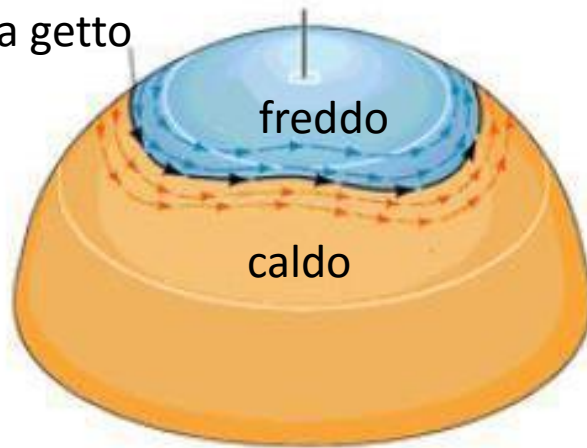
Dipende dalle “correnti a getto”



Stagionalità del fuoco

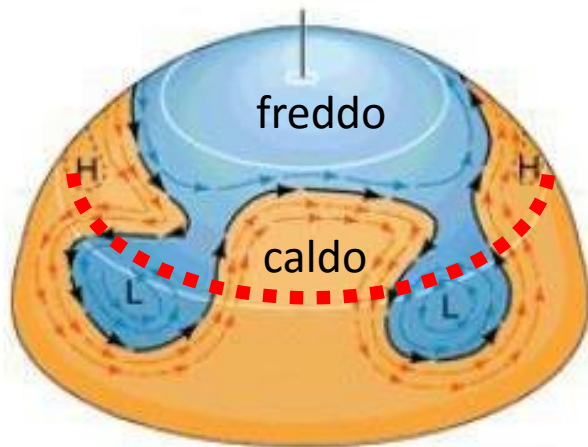
Dipende dalle "correnti a getto"

Corrente a getto

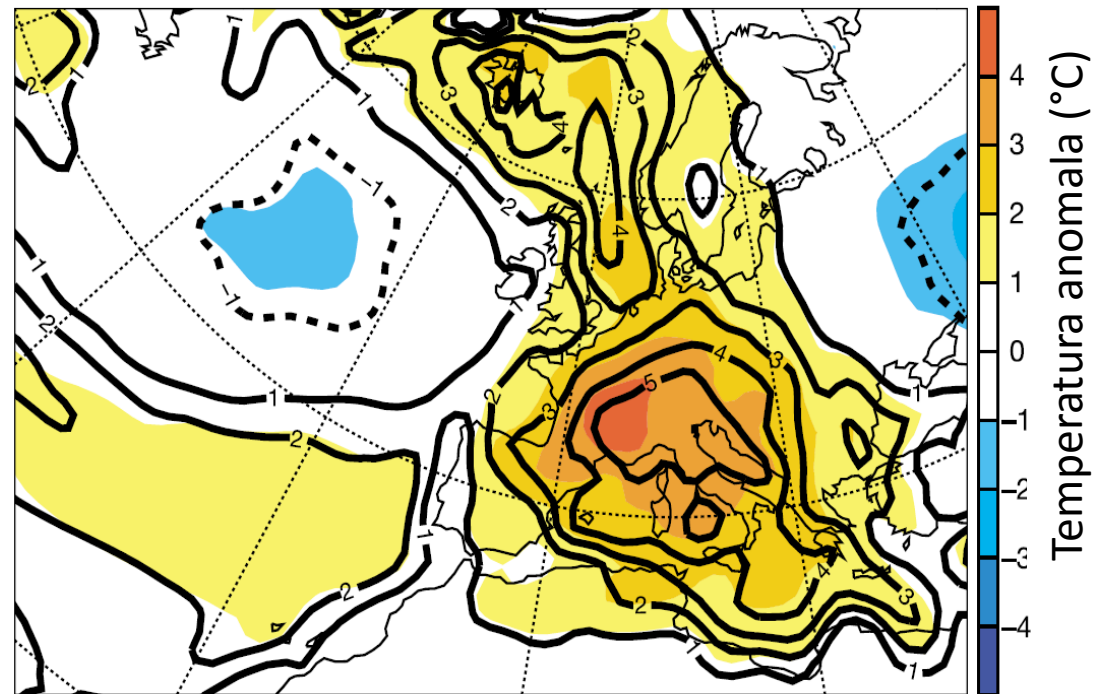


Stagionalità del fuoco

Dipende dalle **onde di calore**



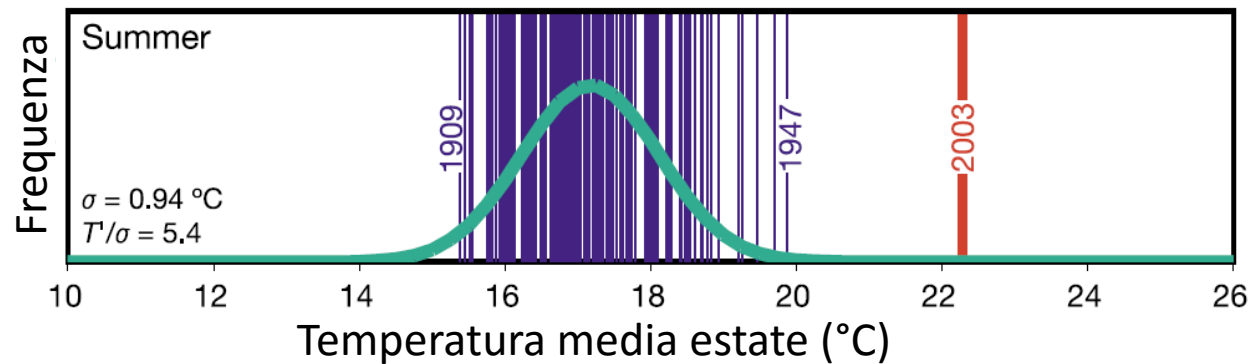
Shar et al. (2004) Nature 427



Estate 2003

Stagionalità del fuoco

Dipende dalle **onde di calore**

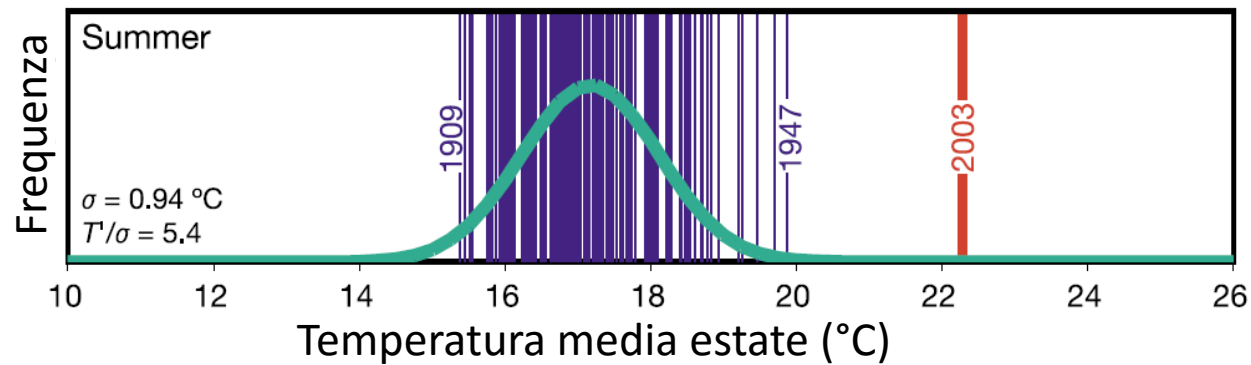


Shar et al. (2004)
Nature 427



Stagionalità del fuoco

Dipende dalle **onde di calore**

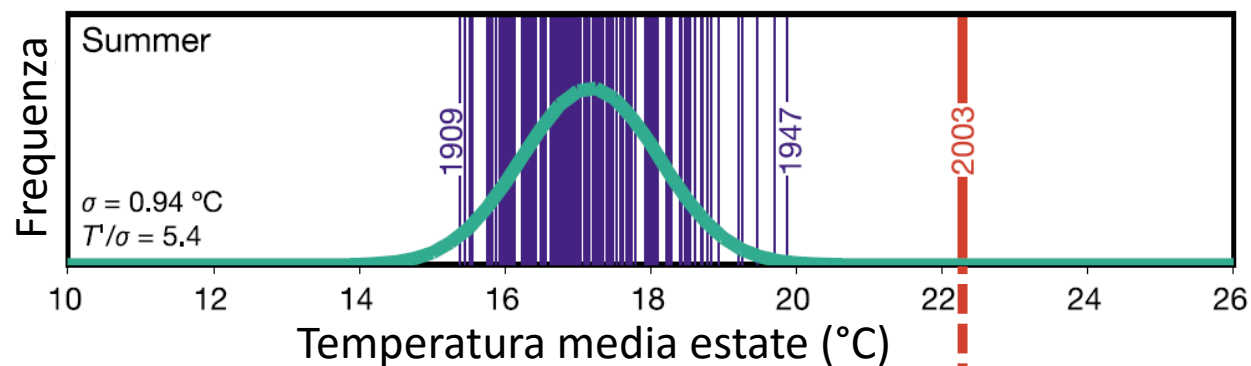


Shar et al. (2004)
Nature 427

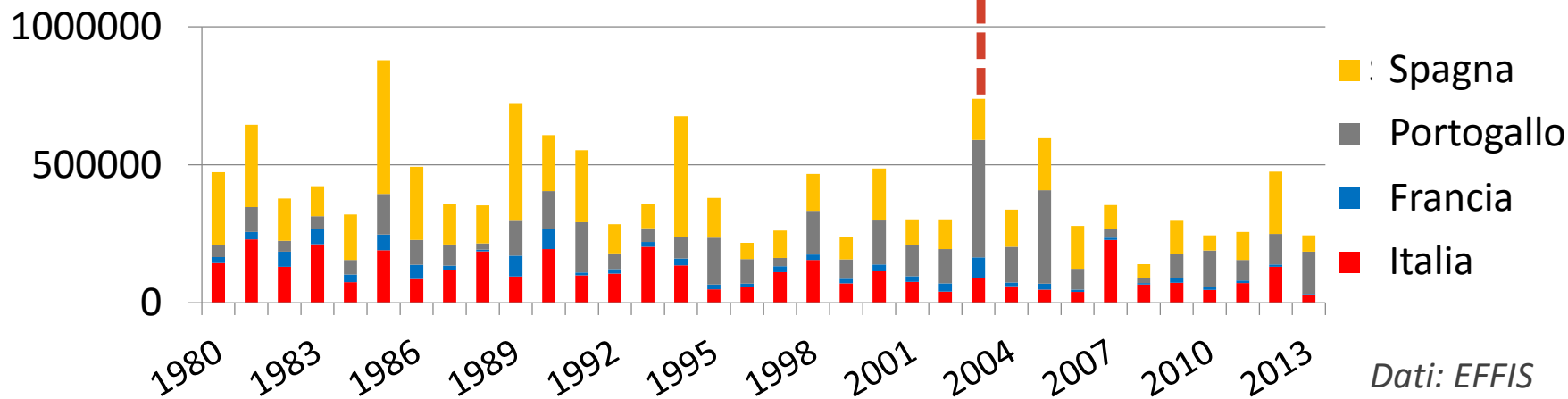


Stagionalità del fuoco

Dipende dalle **onde di calore**

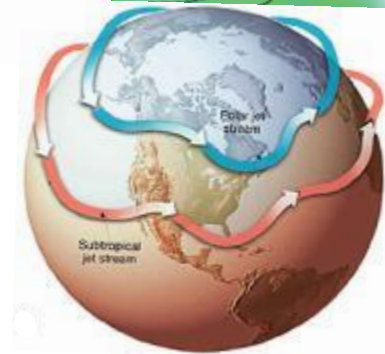
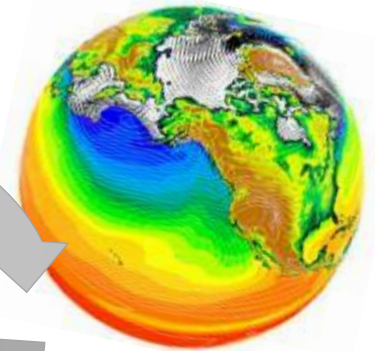
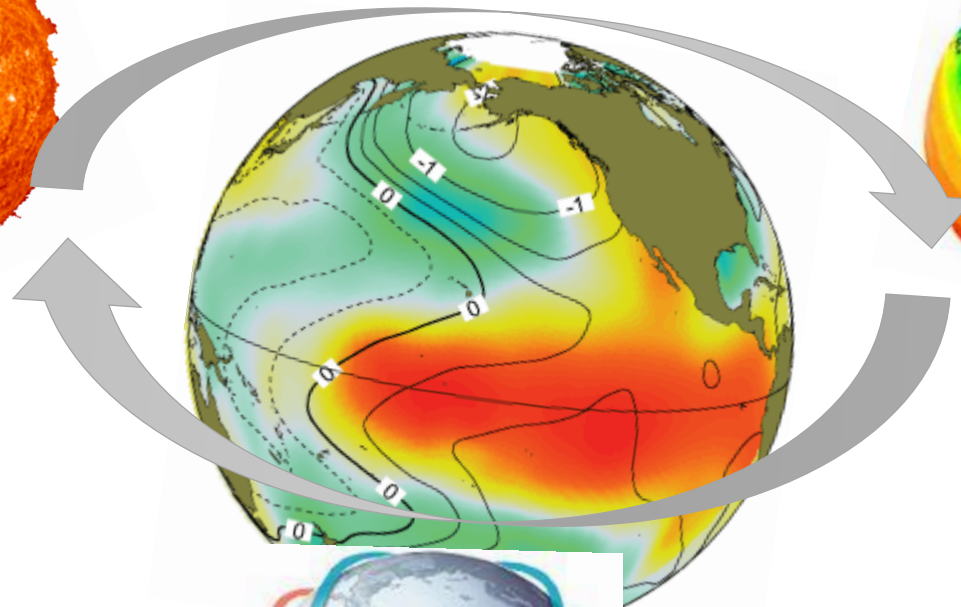
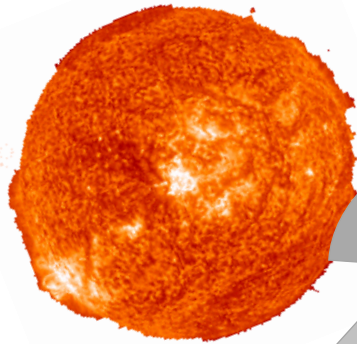


Shar et al. (2004)
Nature 427



Stagionalità del fuoco

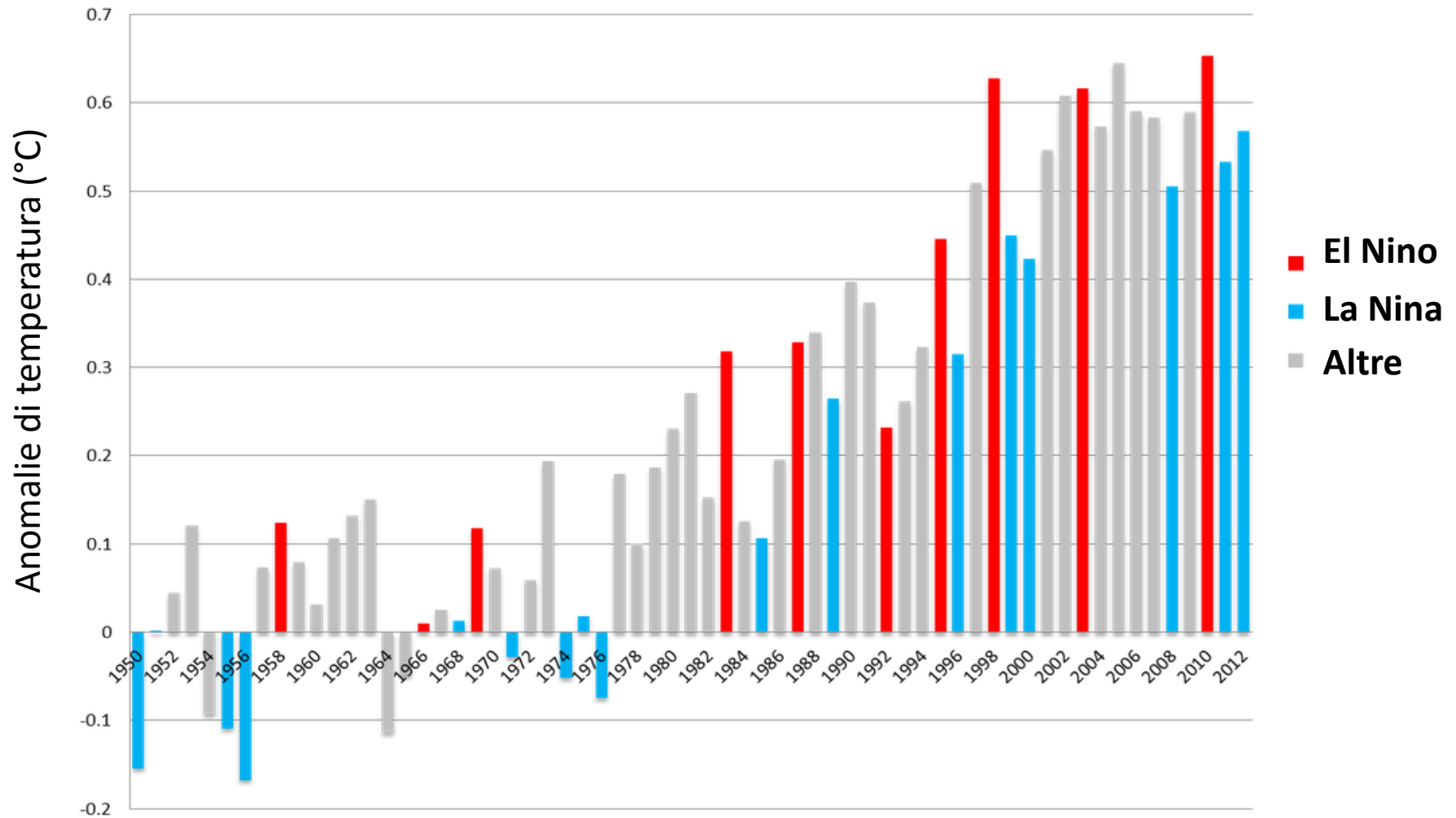
Dipende dalle **teleconnessioni**



El Niño-Oscillazione Meridionale
El Niño-Southern Oscillation
ENSO

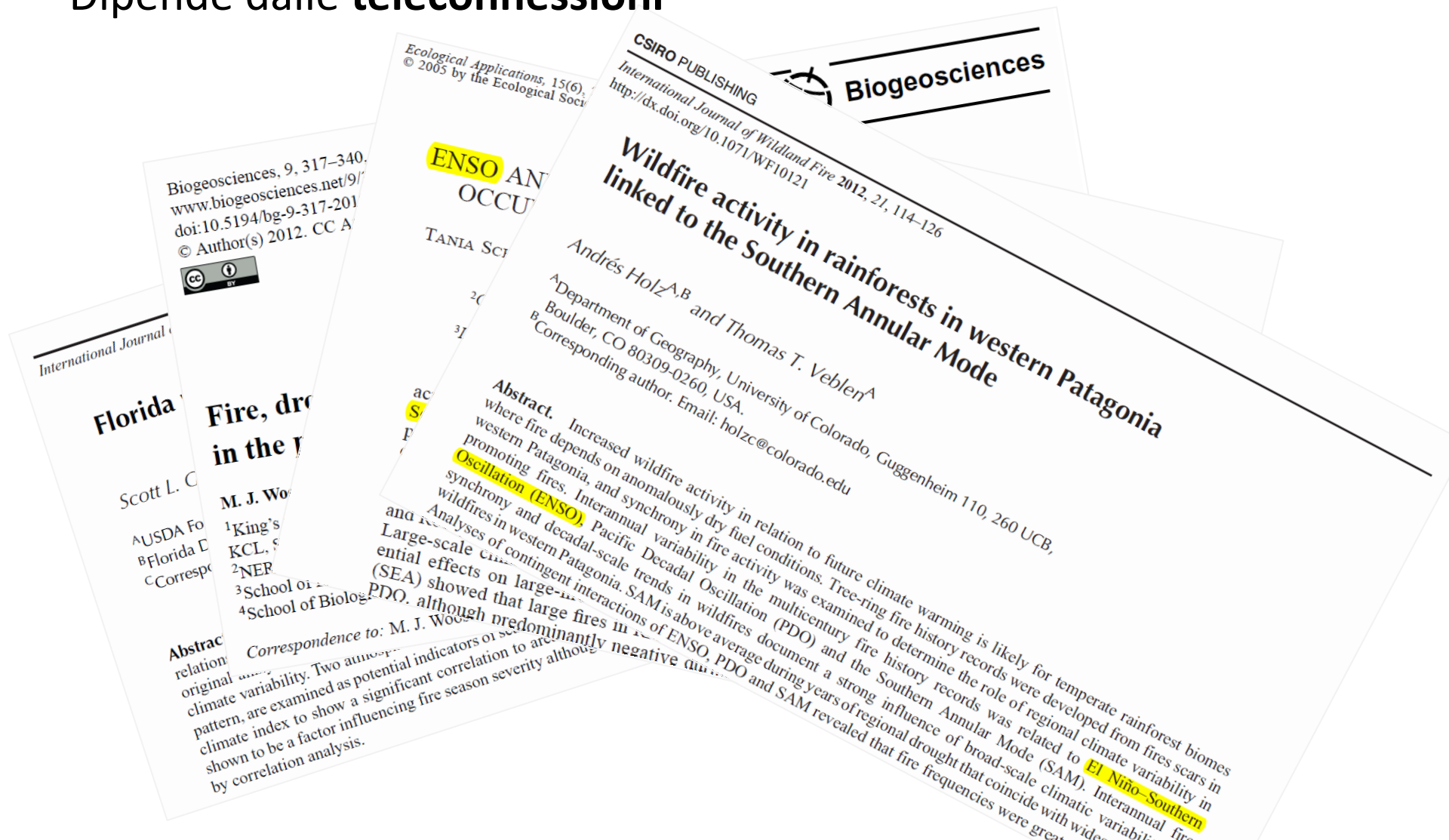
Stagionalità del fuoco

Dipende dalle teleconnessioni



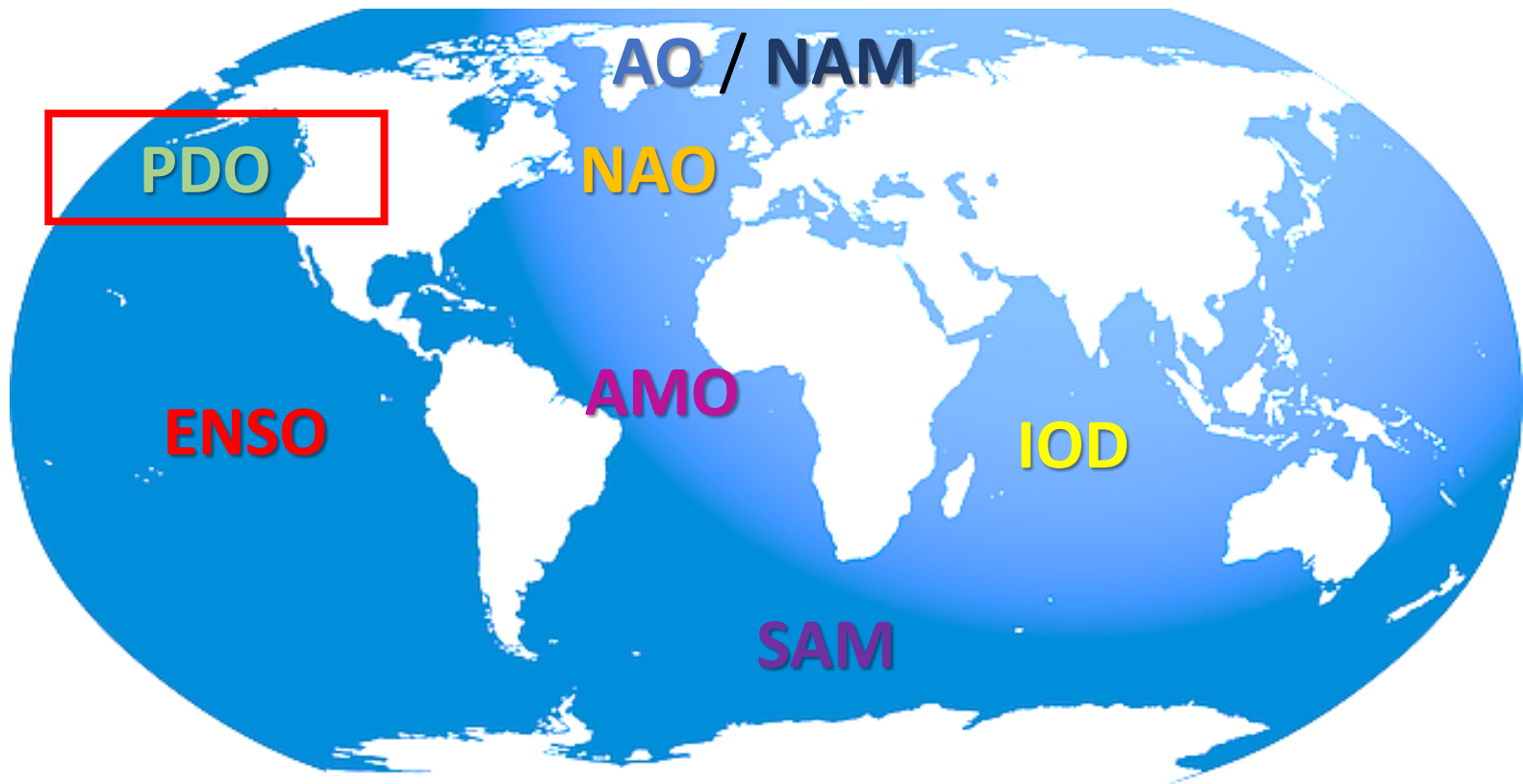
Stagionalità del fuoco

Dipende dalle teleconnessioni



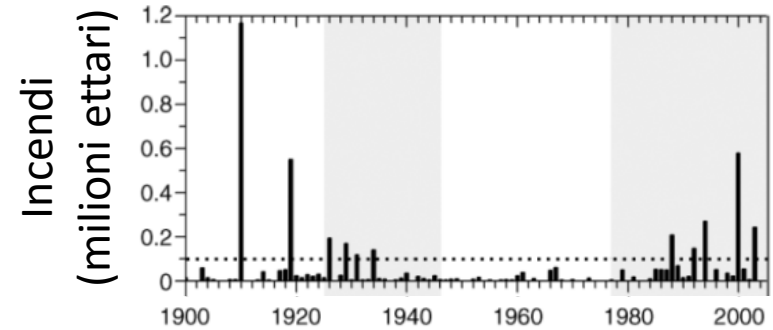
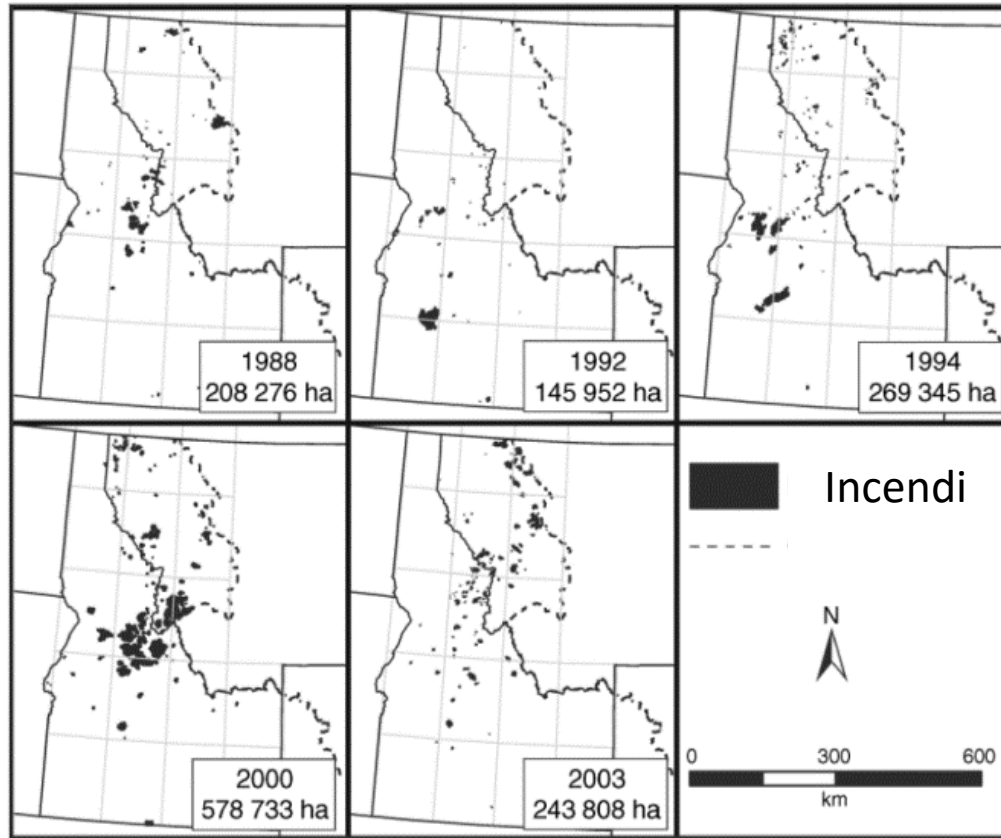
Stagionalità del fuoco

Dipende dalle **teleconnessioni**



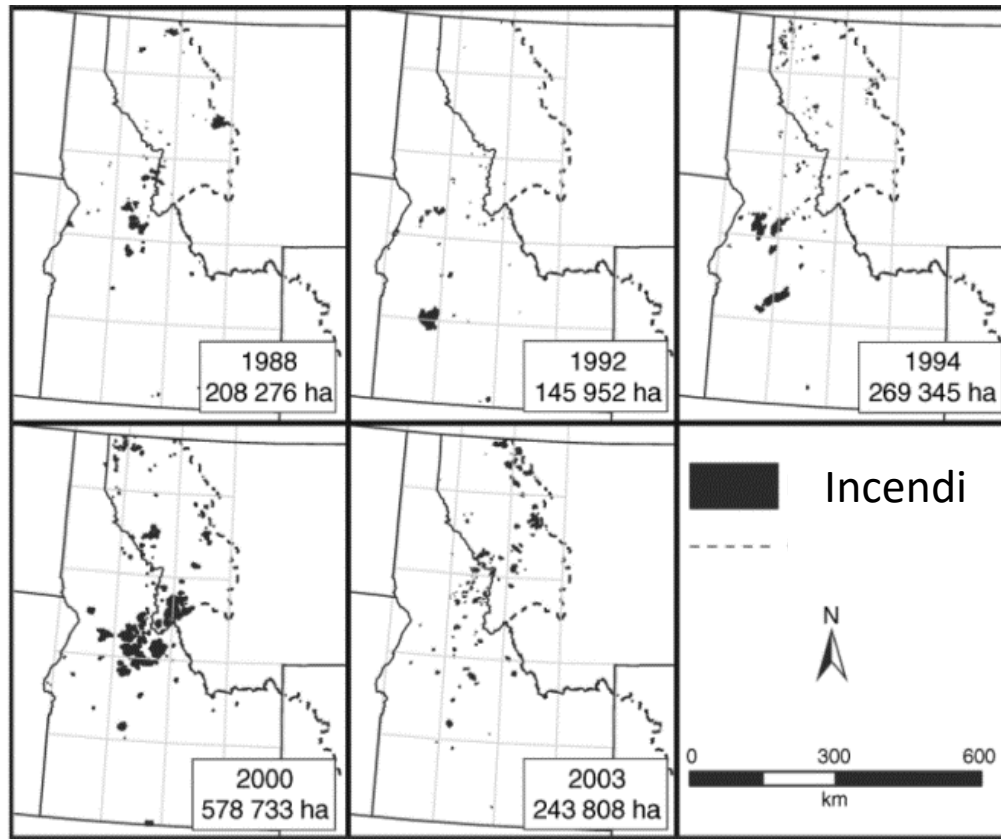
Stagionalità del fuoco

Il regime di fuoco dipende dal **clima**



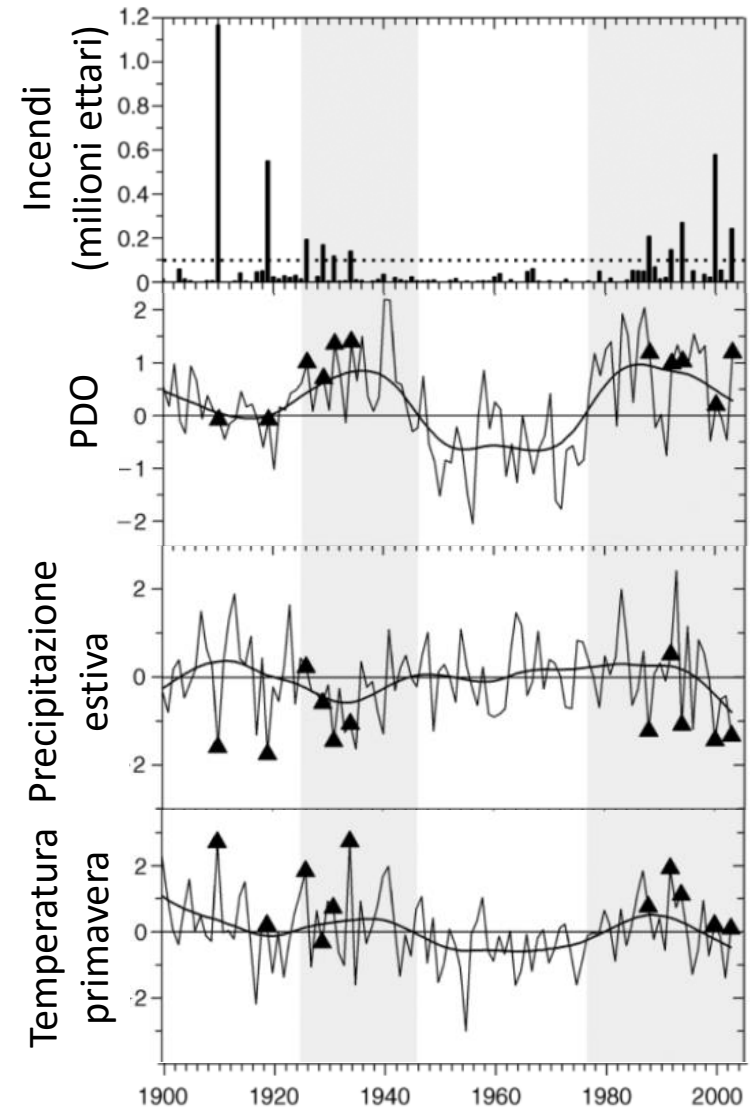
Stagionalità del fuoco

Il regime di fuoco dipende dal clima



Morgan et al. 2008
Ecology **89**(3)

Anni con Incendi estremi ▲



Stagionalità del fuoco

CSIRO PUBLISHING

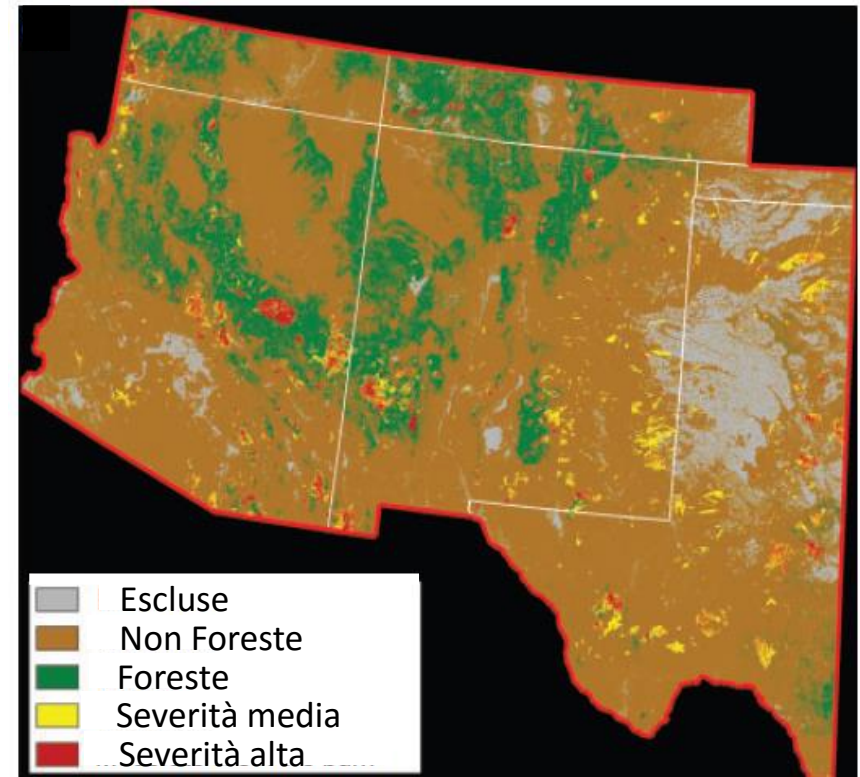
International Journal of Wildland Fire

<http://dx.doi.org/10.1071/WF14023>

Correlations between components of the water balance and burned area reveal new insights for predicting forest fire area in the southwest United States

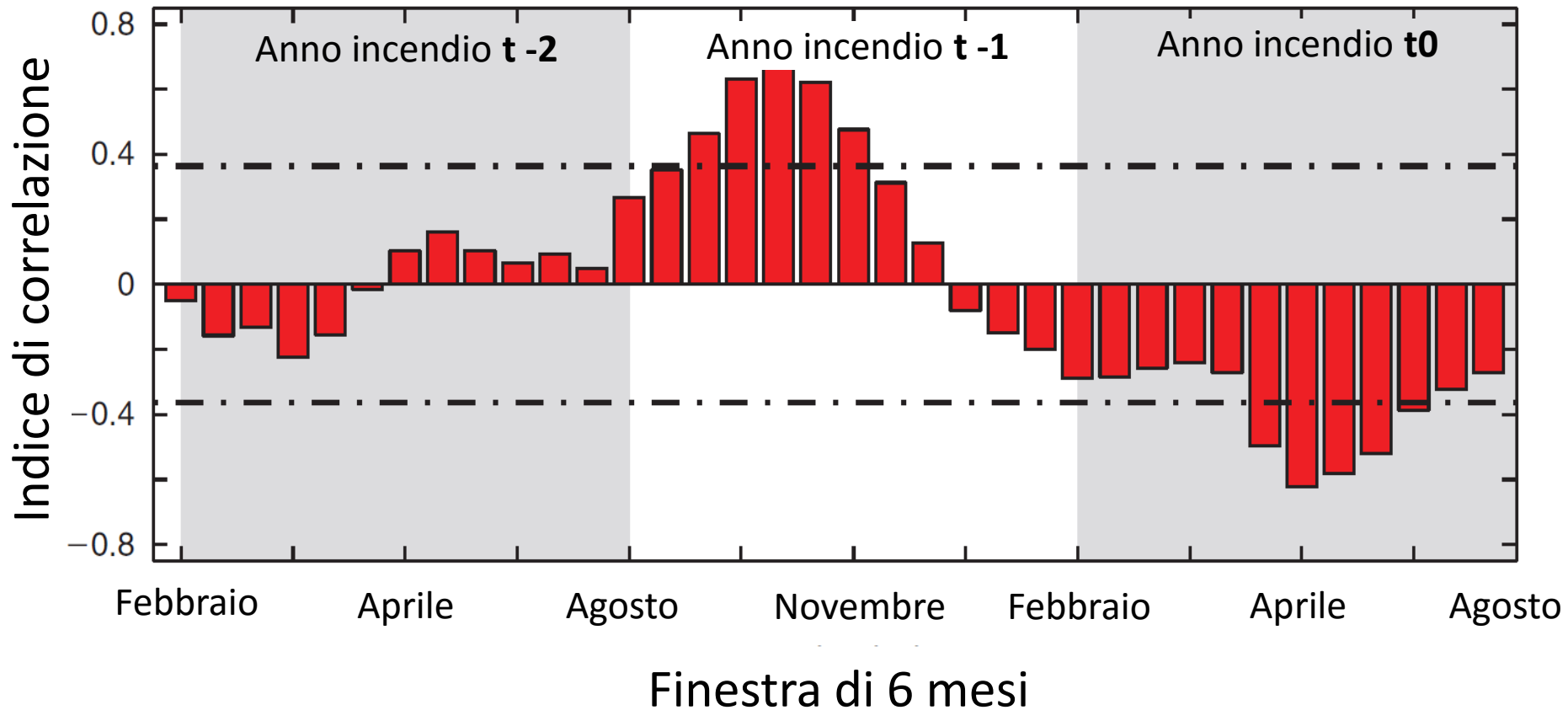
A. Park Williams^{A,1}, Richard Seager^A, Alison K. Macalady^B,
Max Berkelhammer^C, Michael A. Crimmins^D, Thomas W. Swetnam^B,

Area percorsa dal fuoco
1984-2013



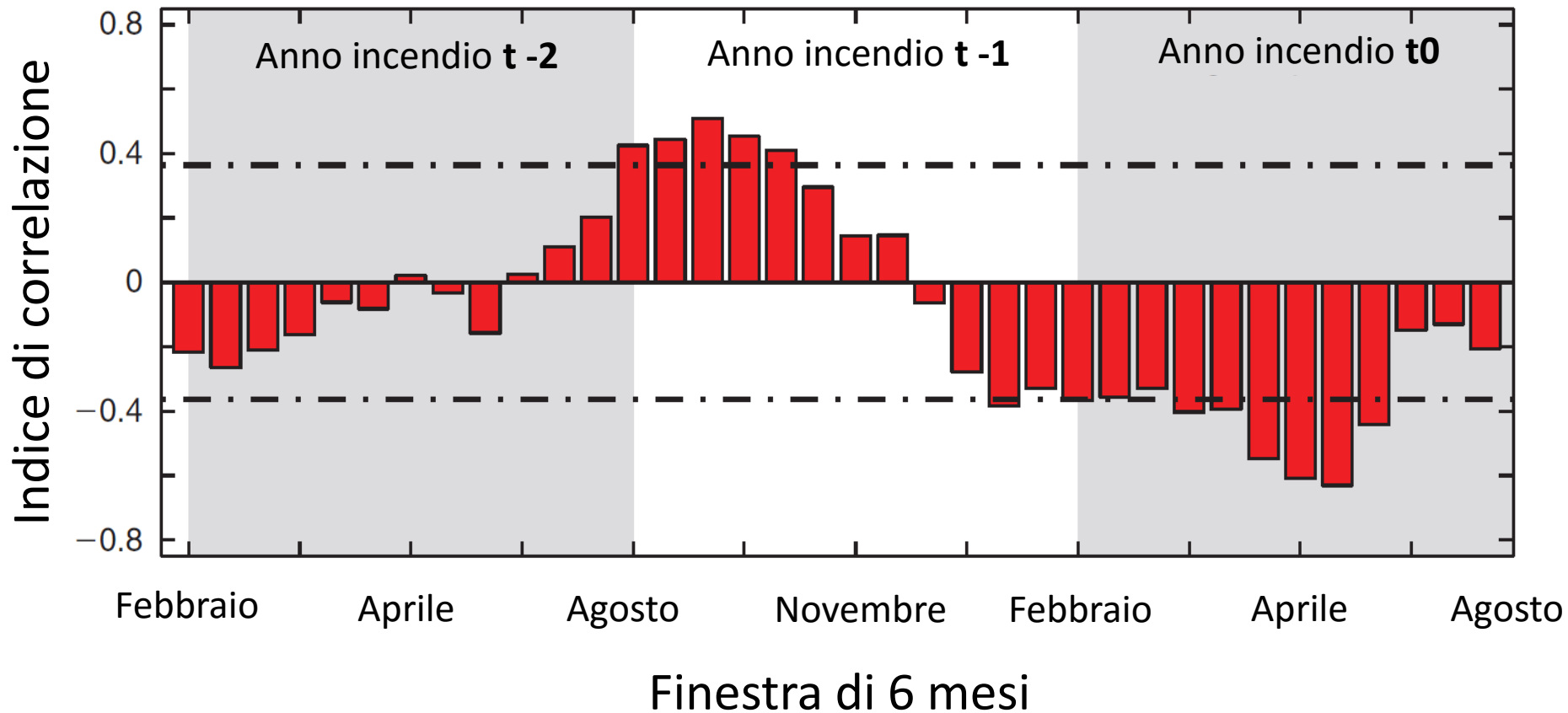
Stagionalità: correlazione fra precipitazioni e fuoco

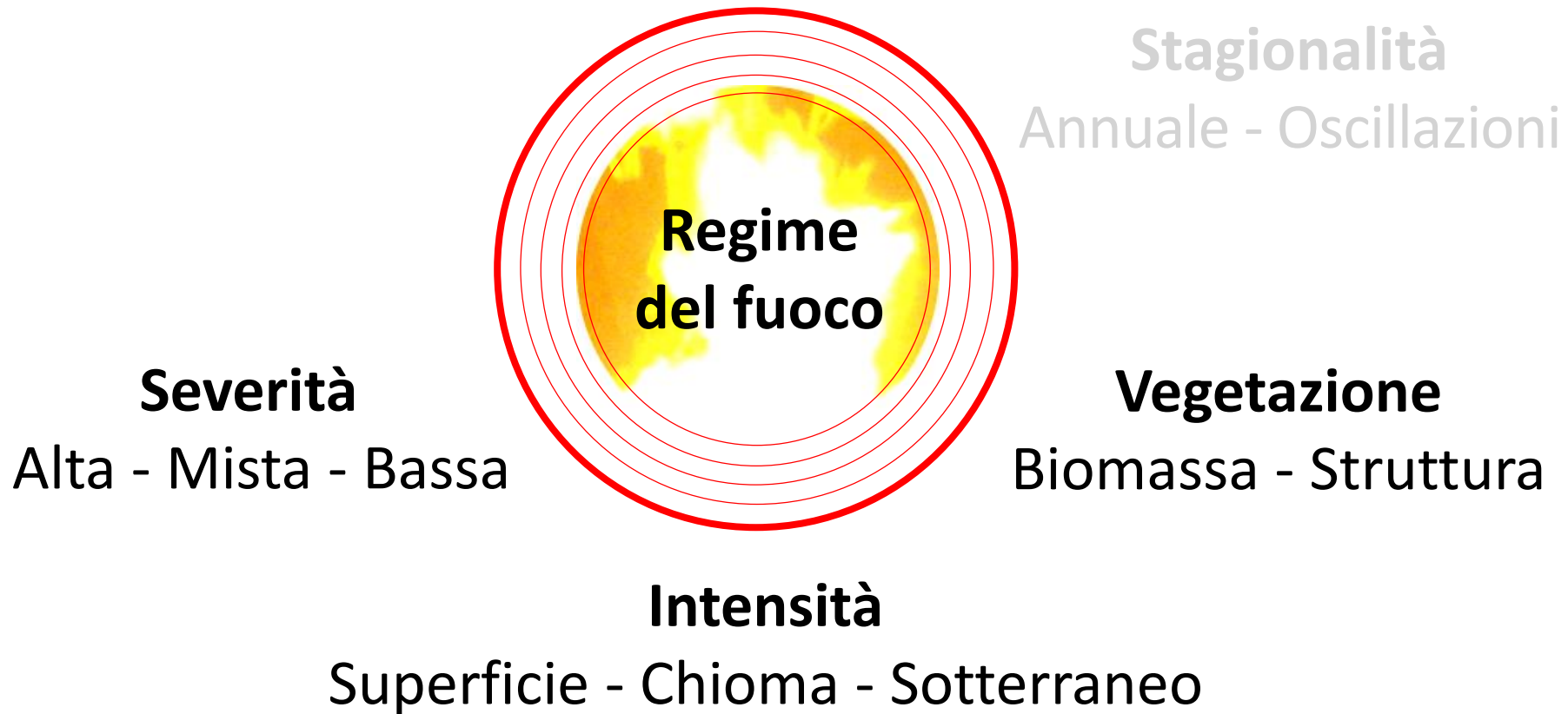
Non Foreste



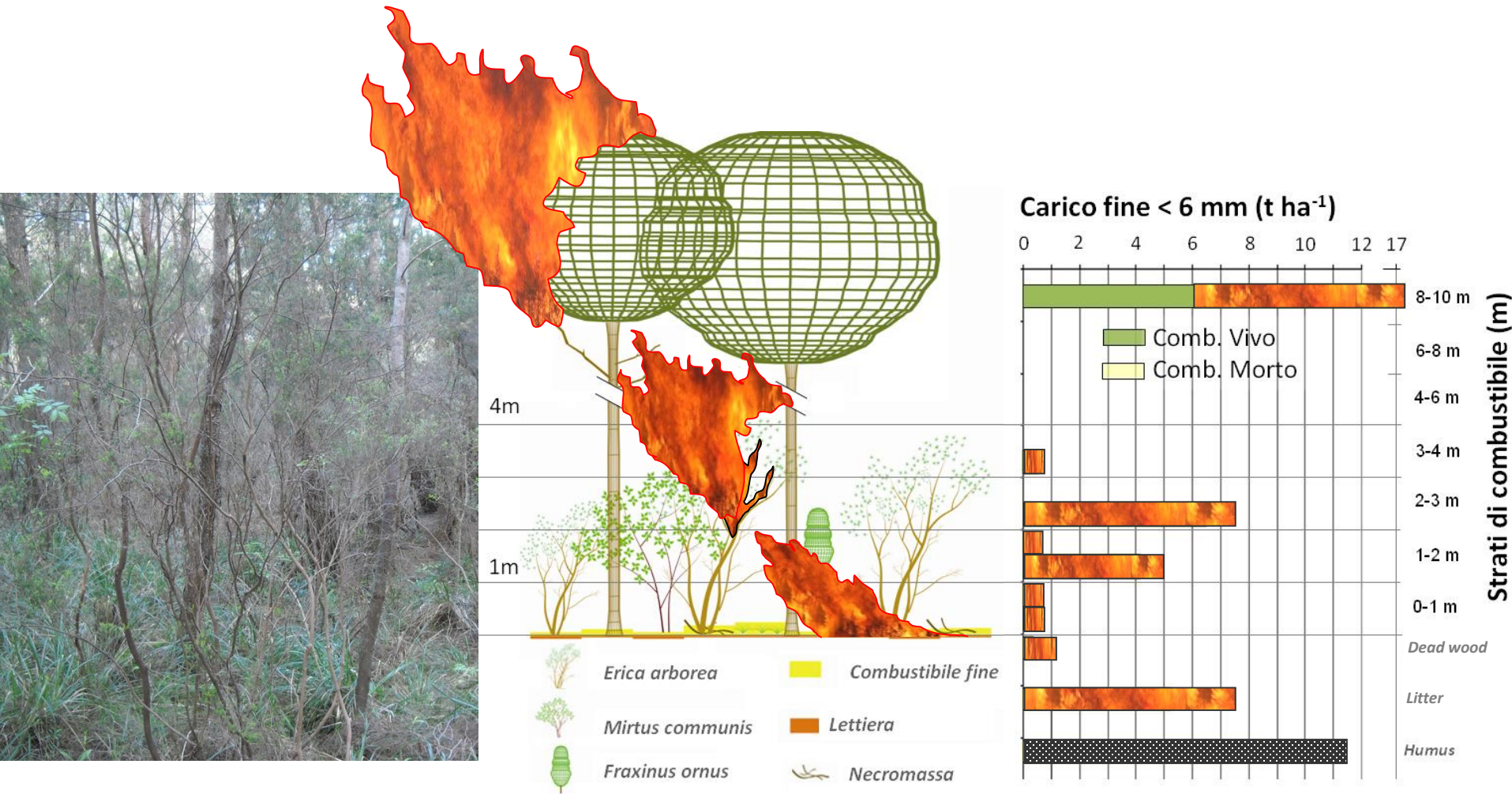
Stagionalità: correlazione fra precipitazioni e fuoco

Foreste





Vegetazione: biomassa e struttura



Comportamento: fuoco di superficie



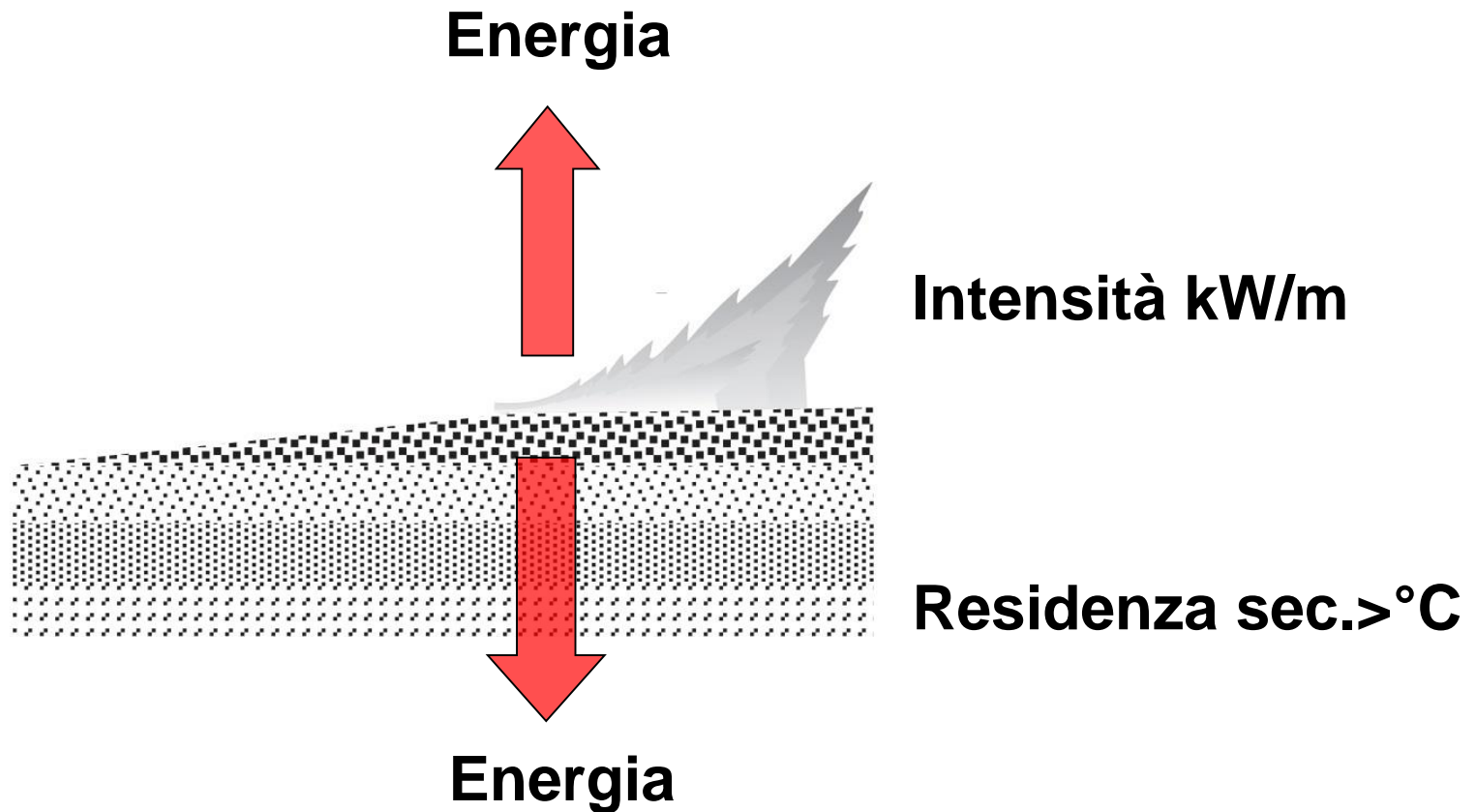
Comportamento: fuoco di chioma



Comportamento: fuoco sotterraneo



Severità: dipende dall'energia emanata



Severità: mortalità vegetazione



Bassa



Intermedia



Alta

Severità: consumo lettiera-humus



Bassa

Media



Alta



Comportamento misto

Sotterraneo

Superficie

Chioma inizio

Chioma



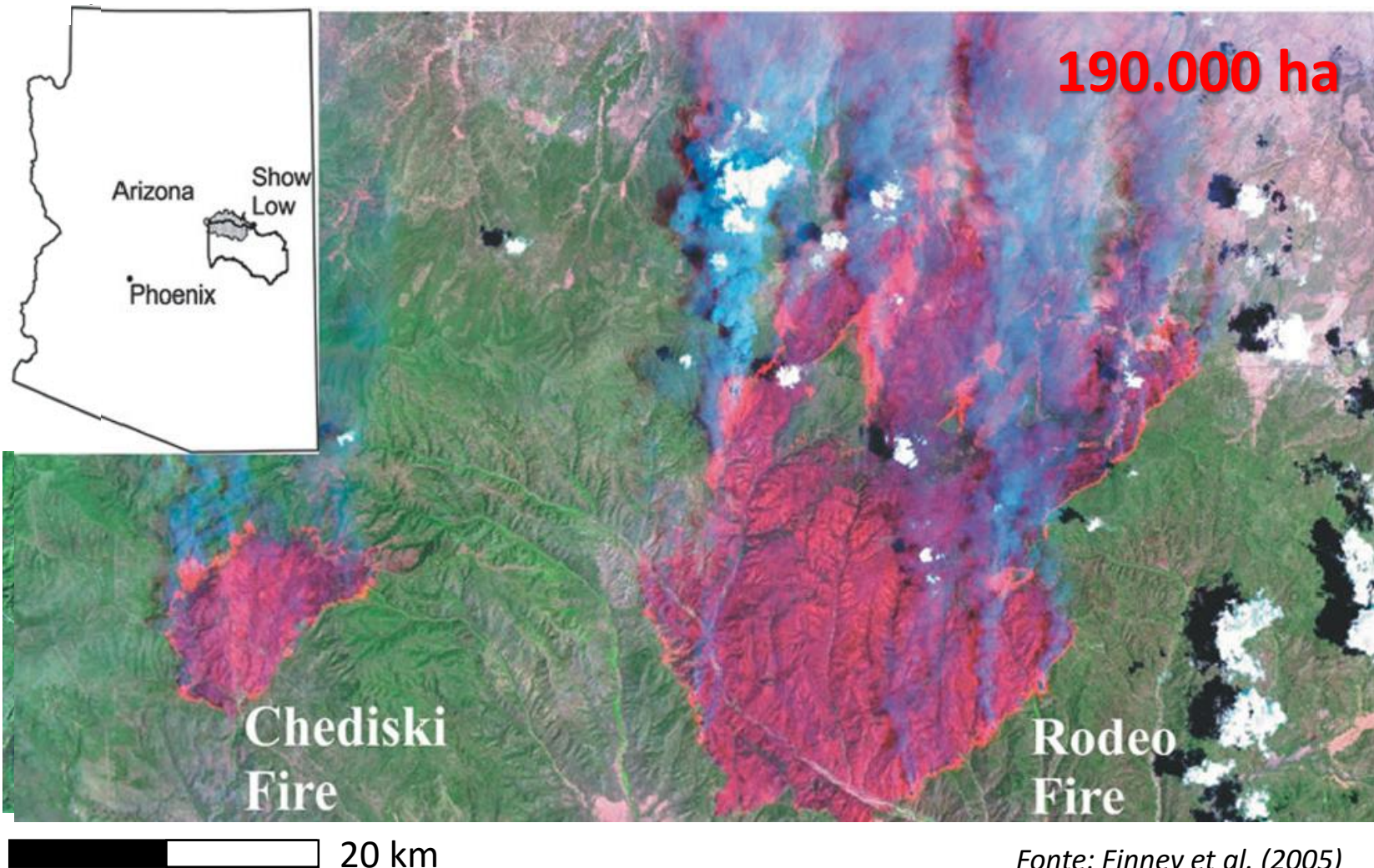
Severità mista



Severità mista



Severità mista



Distribuzione
Continua - Dispersa

Stagionalità
Annuale - Oscillazioni

Severità
Alta - Mista - Bassa

Vegetazione
Biomassa - Struttura

Intensità
Superficie - Chioma - Sotterraneo



Distribuzione spaziale della severità



Distribuzione spaziale della severità

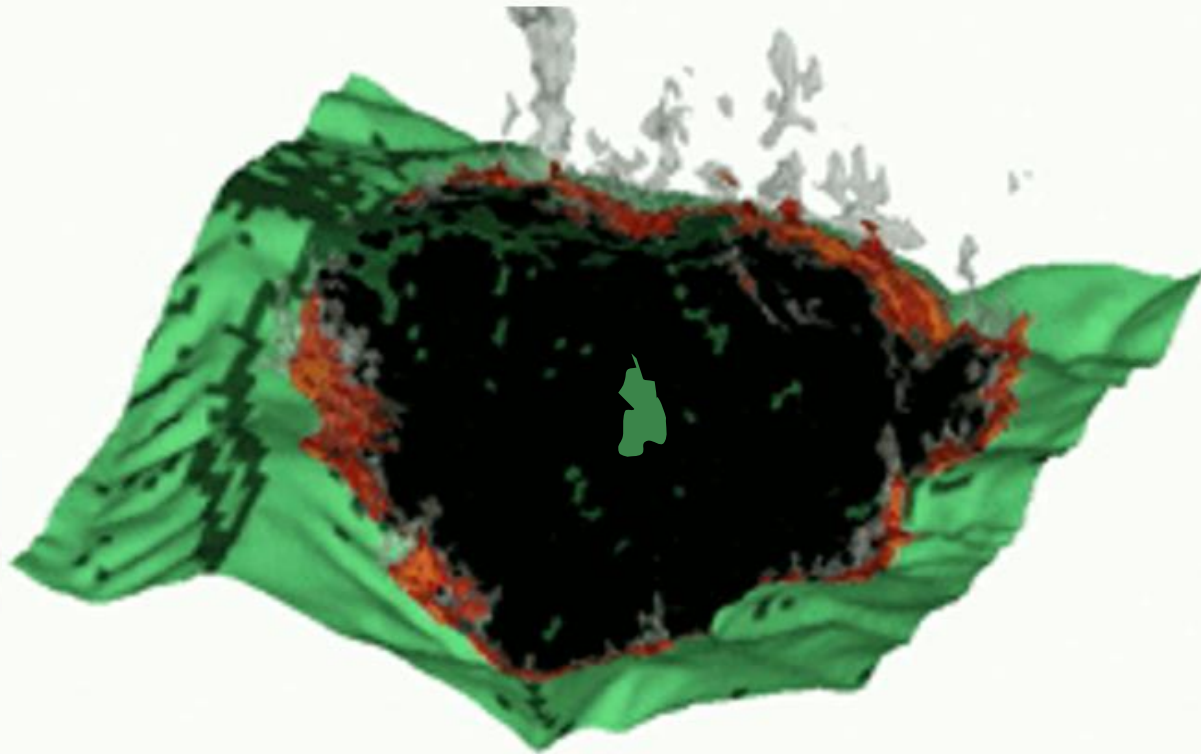


Distribuzione spaziale della severità



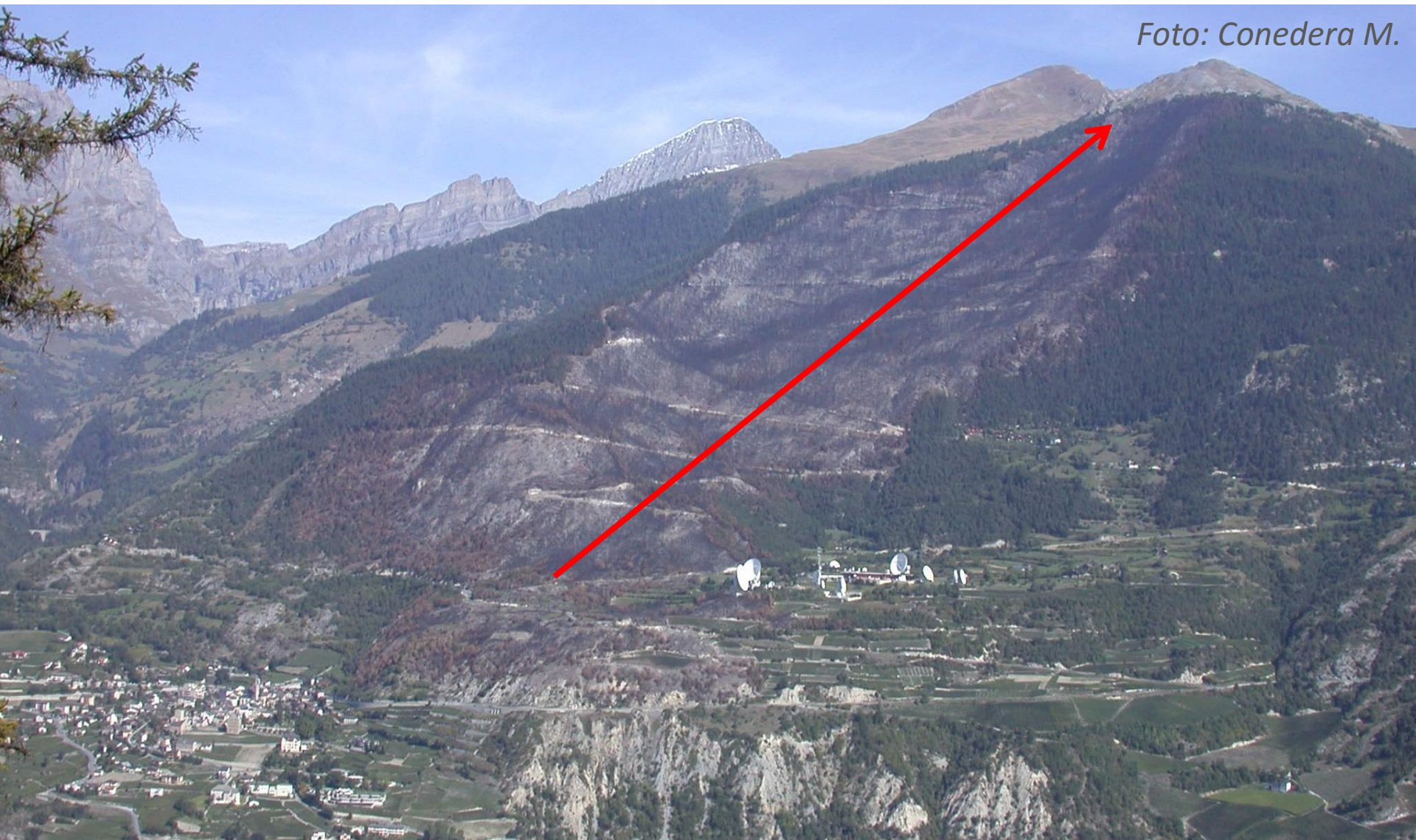
Distribuzione spaziale della severità

La distribuzione spaziale della severità varia in funzione della **struttura della vegetazione**, della **topografia** e delle **condizioni meteo**



Distribuzione spaziale della severità

Foto: Conedera M.



Distribuzione spaziale della severità

Foto: Conedera M.

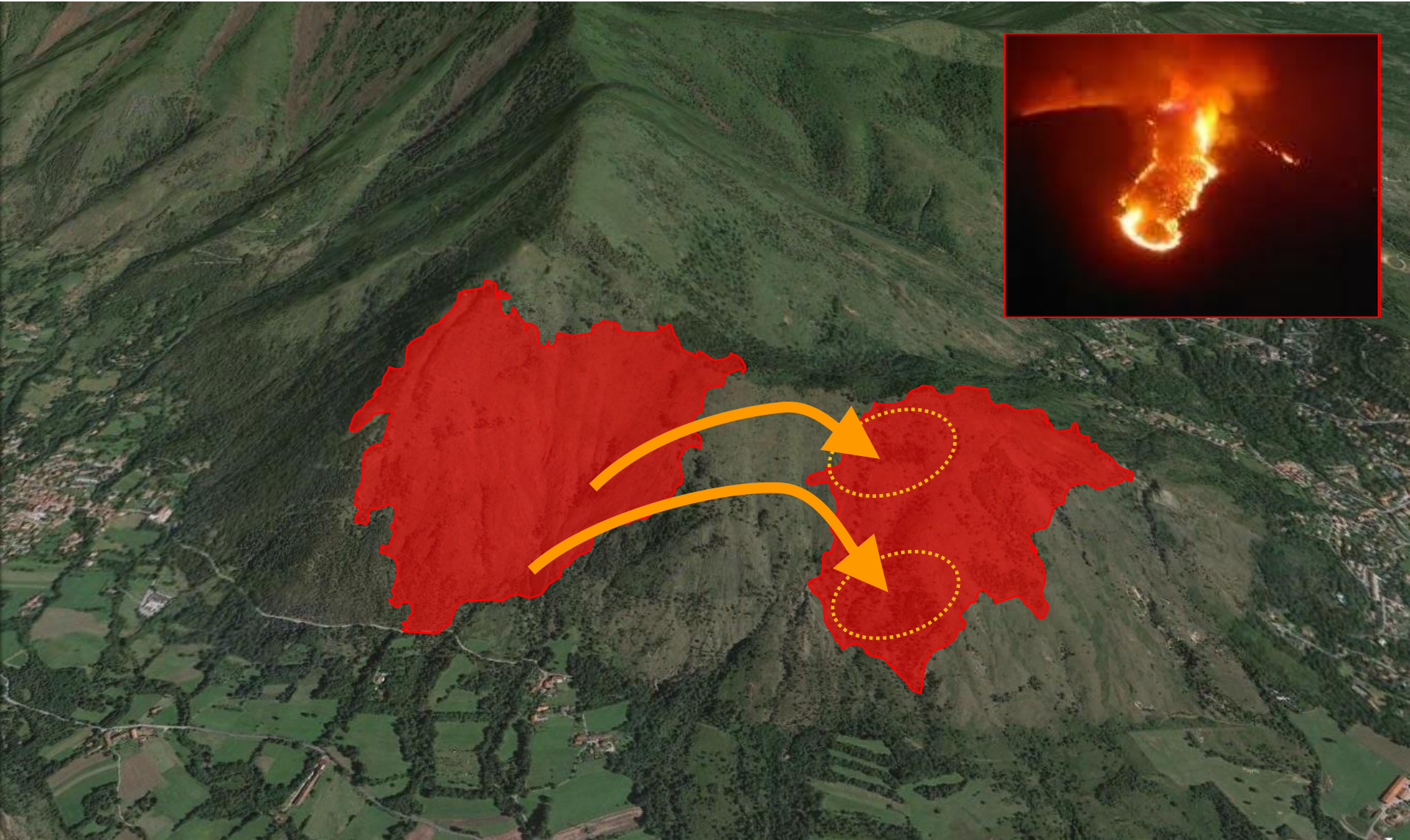


Distribuzione spaziale della severità

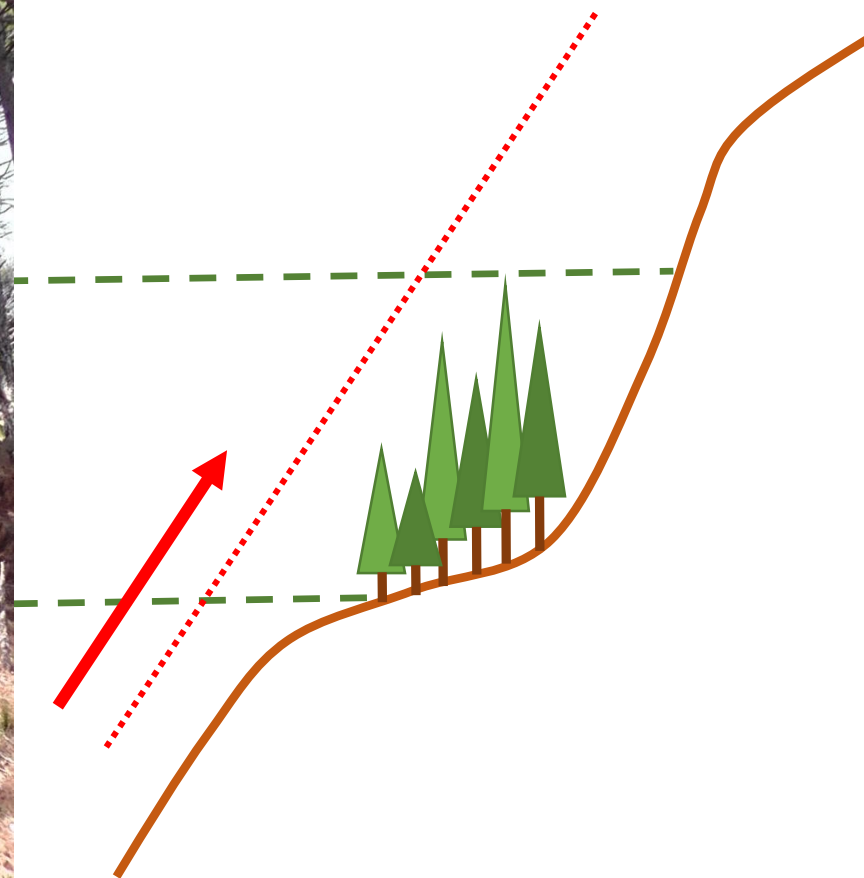
Foto: Cesti G.



Distribuzione spaziale della severità



Distribuzione spaziale della severità

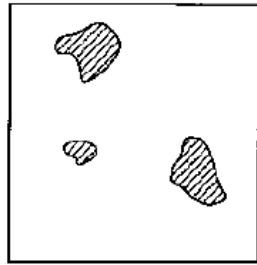


Distribuzione spaziale della severità

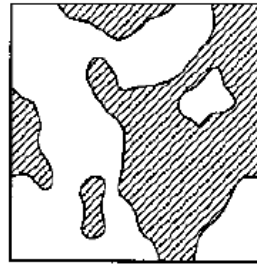
La distribuzione spaziale della severità varia molto e **determina i processi ecologici**



Uniforme
Bassa severità



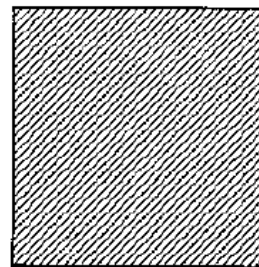
Bassa severità
con alta a macchie



Severità
mista



Alta severità
con bassa a macchie

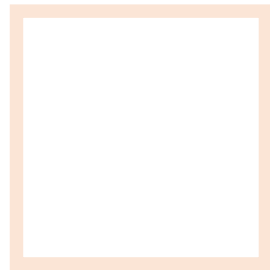


Uniforme
Alta severità

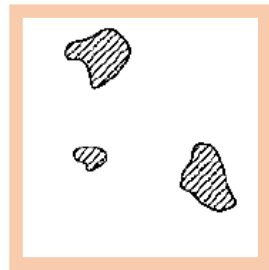


Distribuzione spaziale della severità

La distribuzione spaziale della severità varia molto e **determina i processi ecologici**



Uniforme
Bassa severità



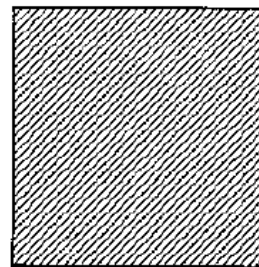
Bassa severità
con alta a macchie



Severità
mista



Alta severità
con bassa a macchie

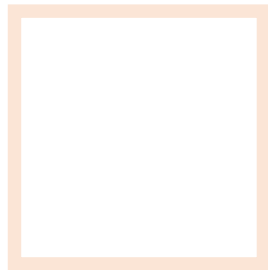


Uniforme
Alta severità

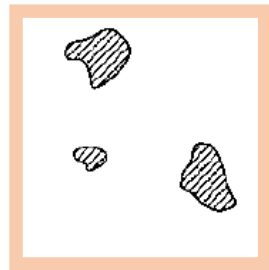


Distribuzione spaziale della severità

La distribuzione spaziale della severità varia molto e **determina i processi ecologici**



Uniforme
Bassa severità



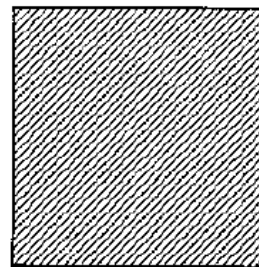
Bassa severità
con alta a macchie



Severità
mista



Alta severità
con bassa a macchie

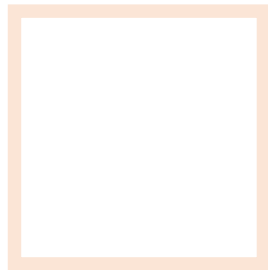


Uniforme
Alta severità



Distribuzione spaziale della severità

La distribuzione spaziale della severità varia molto e **determina i processi ecologici**



Uniforme
Bassa severità



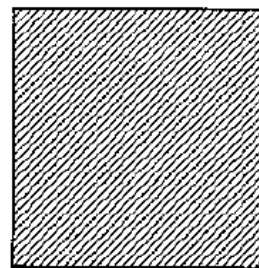
Bassa severità
con alta a macchie



Severità
mista



Alta severità
con bassa a macchie

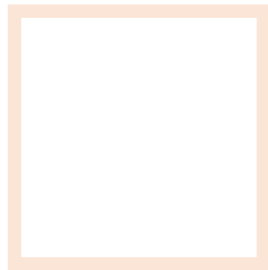


Uniforme
Alta severità

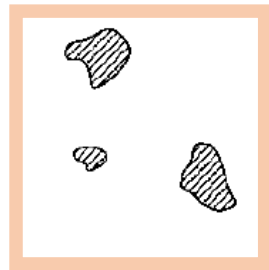


Distribuzione spaziale della severità

La distribuzione spaziale della severità varia molto e **determina i processi ecologici**



Uniforme
Bassa severità



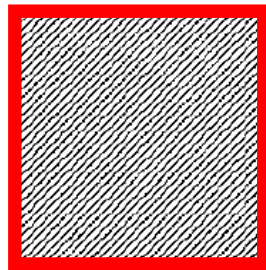
Bassa severità
con alta a macchie



Severità
mista



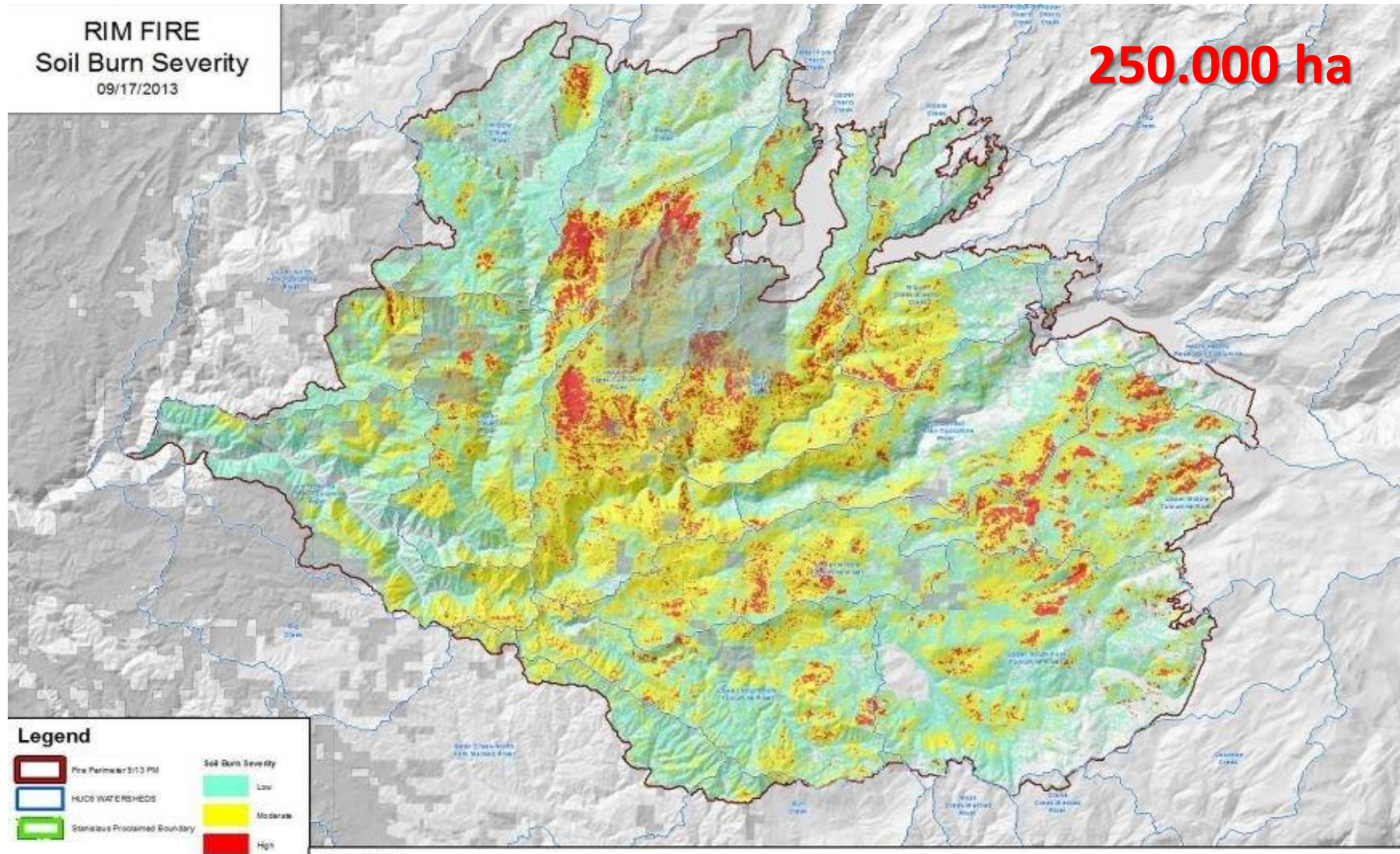
Alta severità
con bassa a macchie



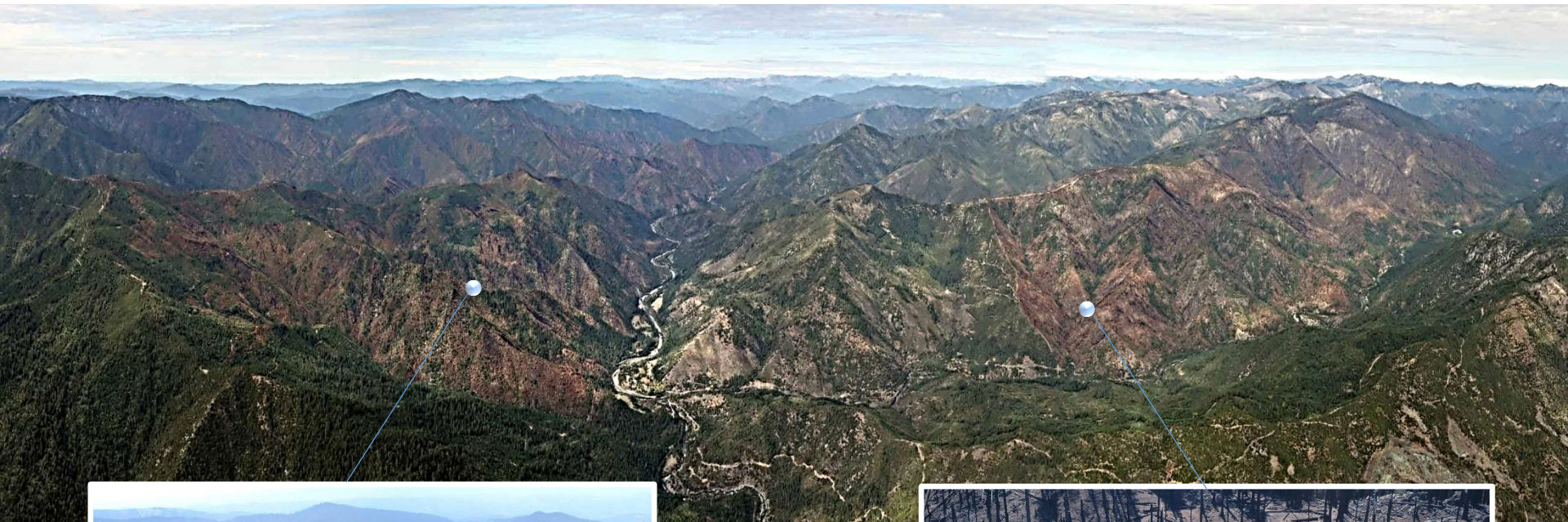
Uniforme
Alta severità

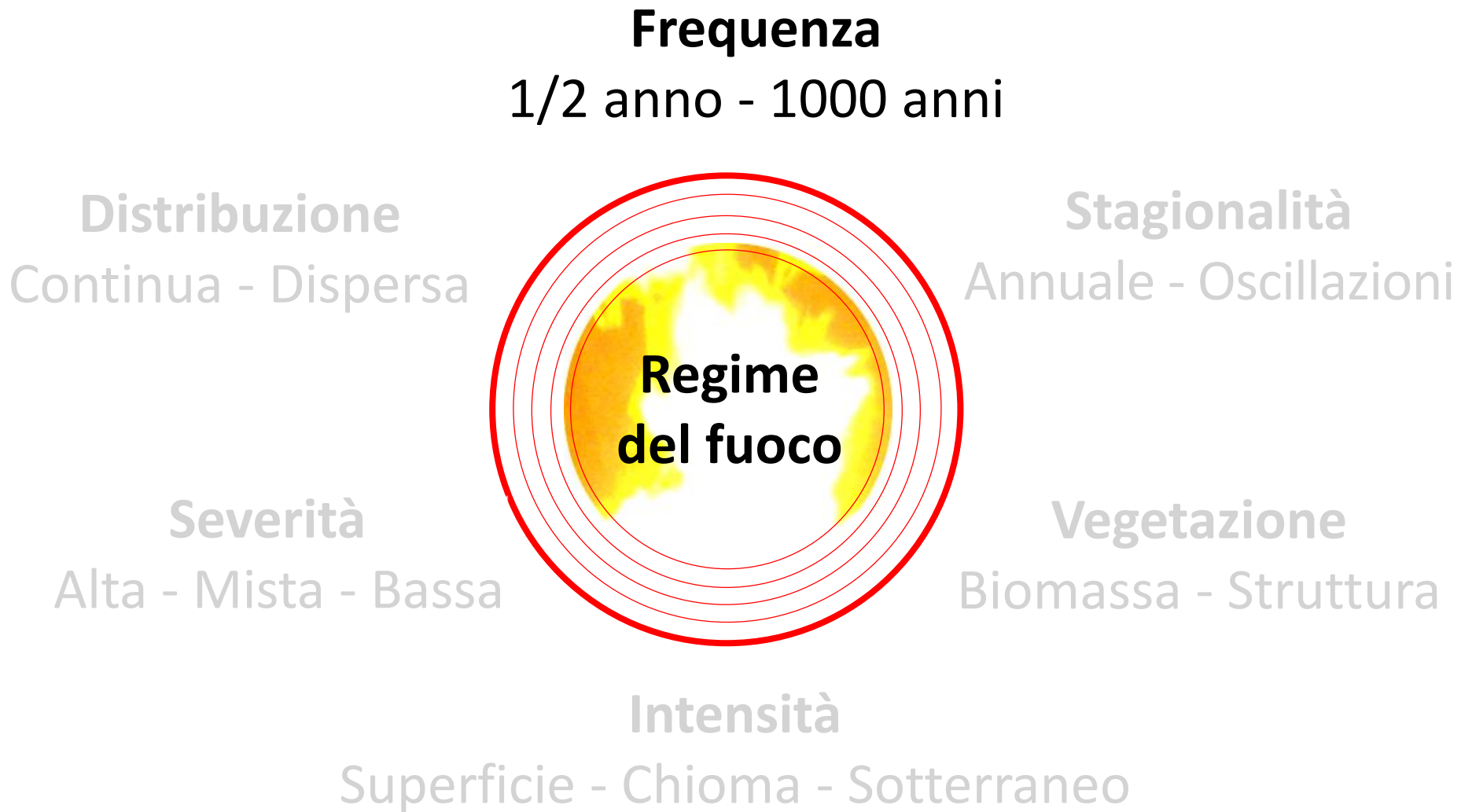


Distribuzione spaziale della severità



Distribuzione spaziale della superficie

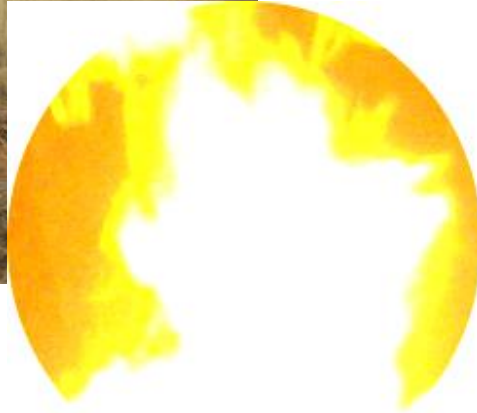




Frequenza

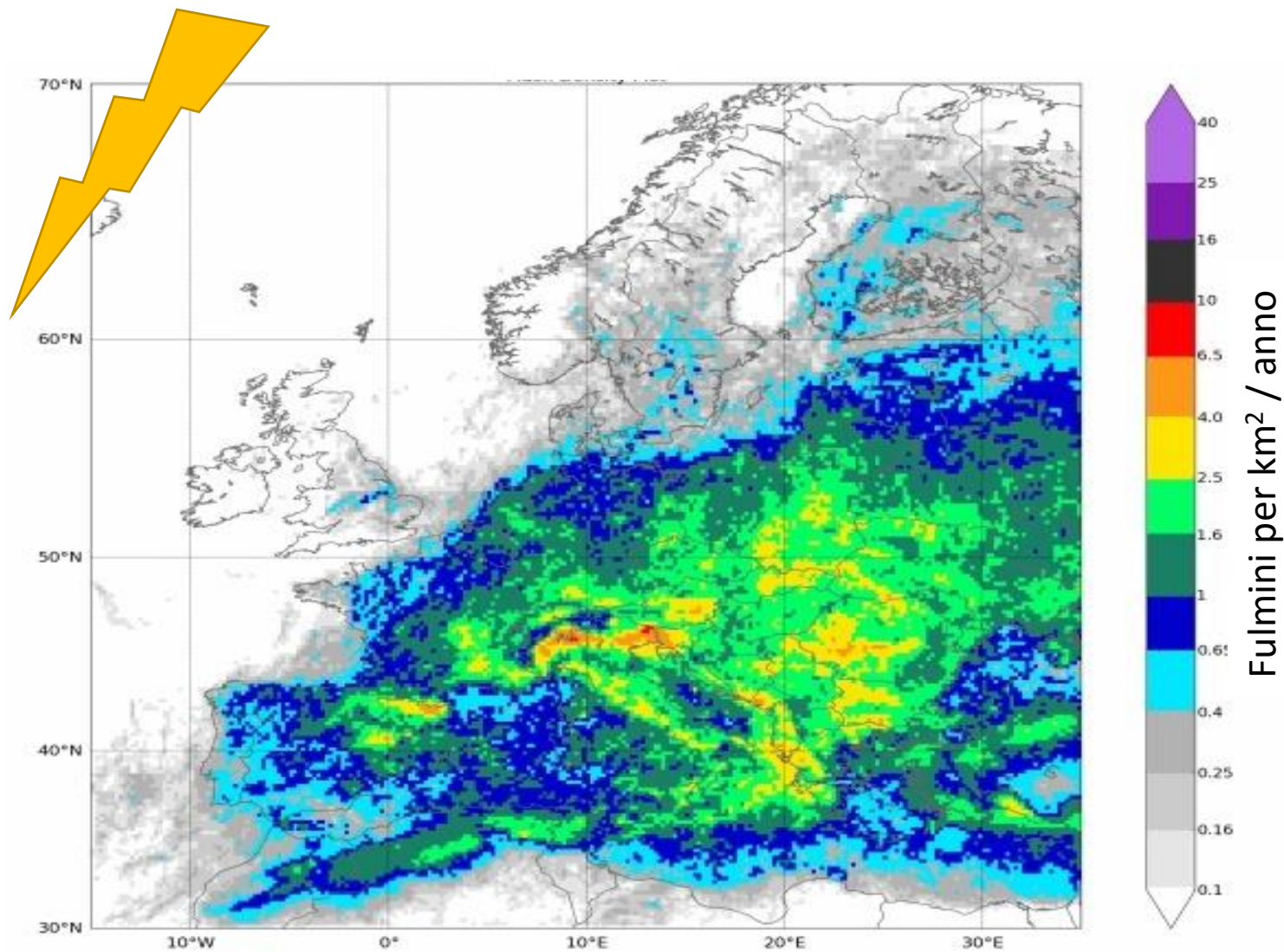


Alta frequenza



Bassa frequenza

Frequenza

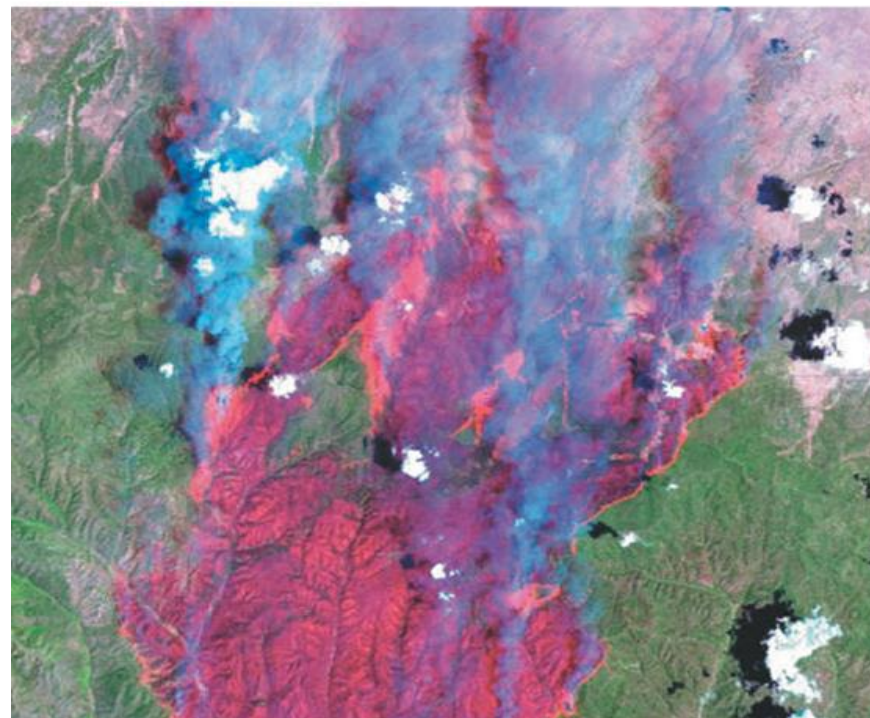


Frequenza

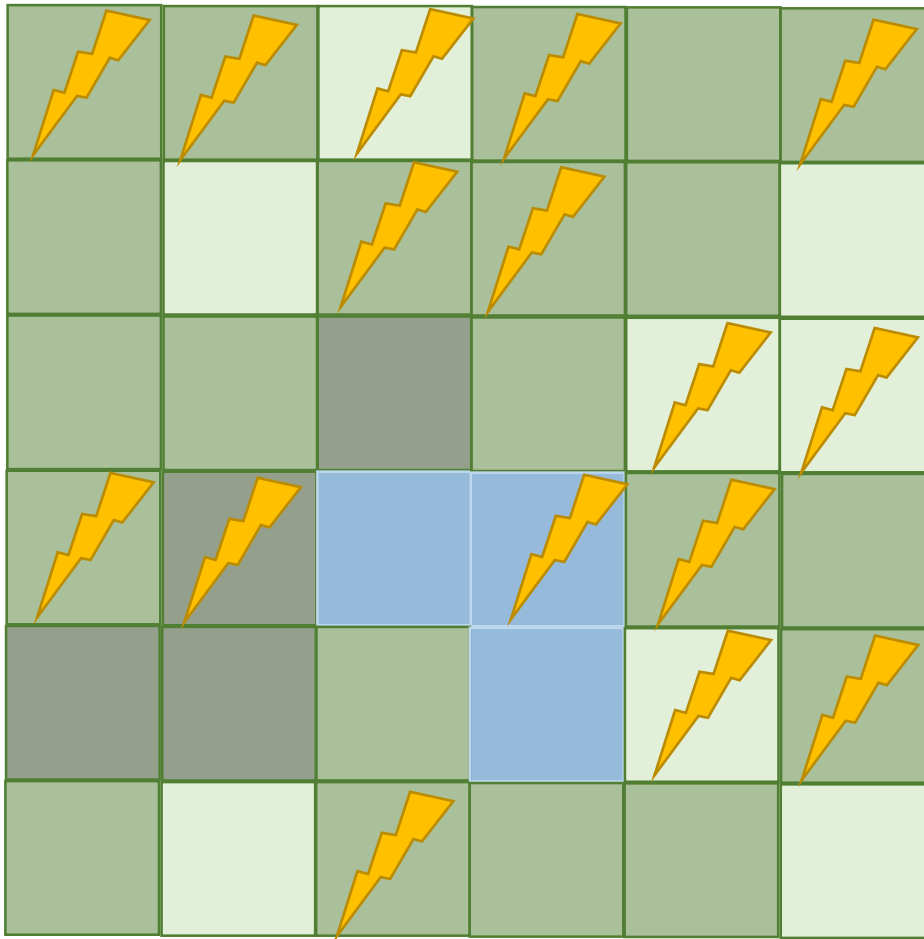


*van Wagtendonk 2007
Fire Ecology 3(2)*

*Finney et al. 2005
Canadian J. Forest Research*

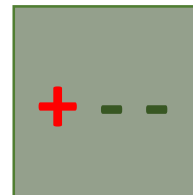
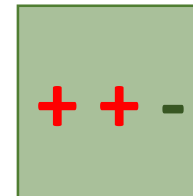
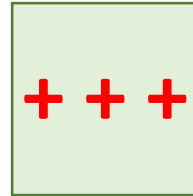


Frequenza



Paesaggio

36 unità



Frequenza

100 anni

0	0	3	0	1	0
0	3	1	1	1	2
1	1	1	1	4	3
2	0	0	0	2	1
1	0	0	0	1	1
0	1	0	0	2	2

Paesaggio

36 unità

Rotazione del fuoco

Quanto tempo passa prima che vengano percorse dal fuoco 36 unità

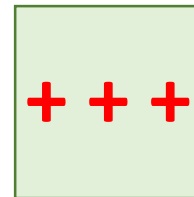
Unità percorse ogni 20 anni

$$7 + 8 + 2 + 5 + 14 = 36$$

Frequenza

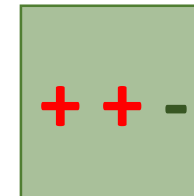
0	0	3	0	1	0
0	3	1	1	1	2
1	1	1	1	4	3
2	0			2	1
1	0	0		1	1
0	1	0	0	2	2

Tempo di ritorno del fuoco
ogni 100 anni



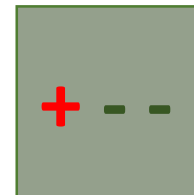
Media: 2,4 volte

$100/2,4 \sim 42$



Media: 1,4 volte

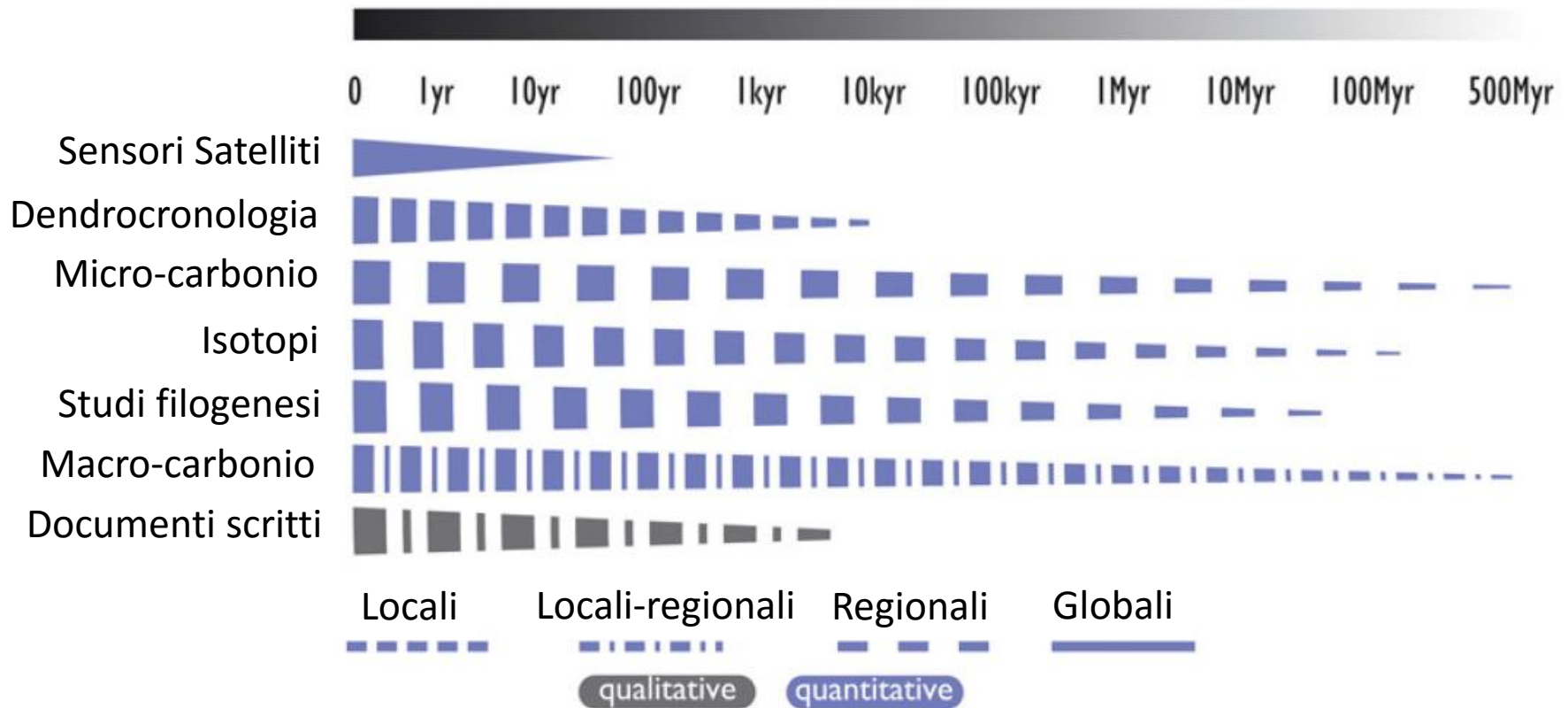
$100/1,4 \sim 75$



Media: 0,5 volte

$100/0,5 \sim 200$

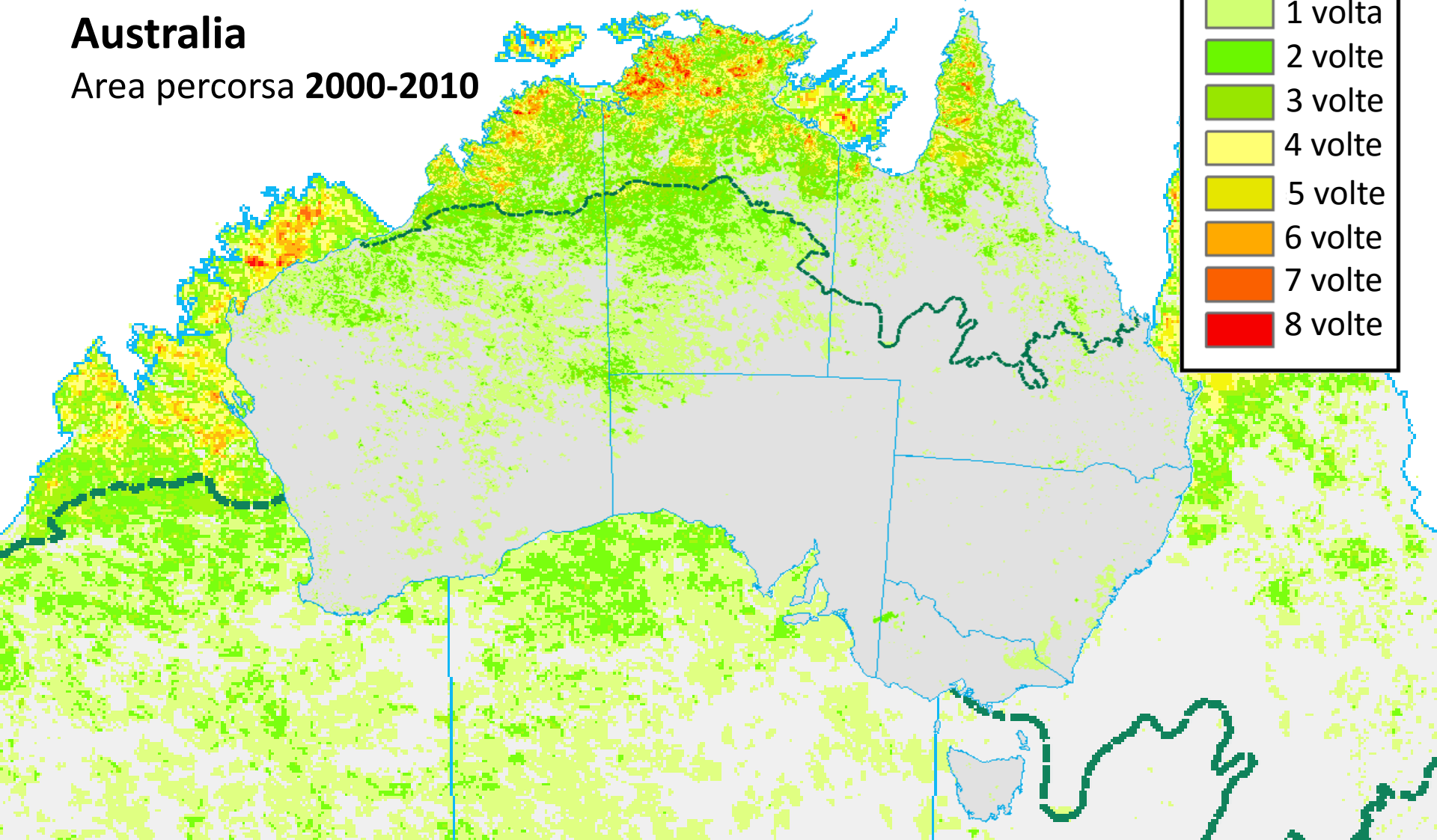
Ricostruire la frequenza?: indicatori incendi



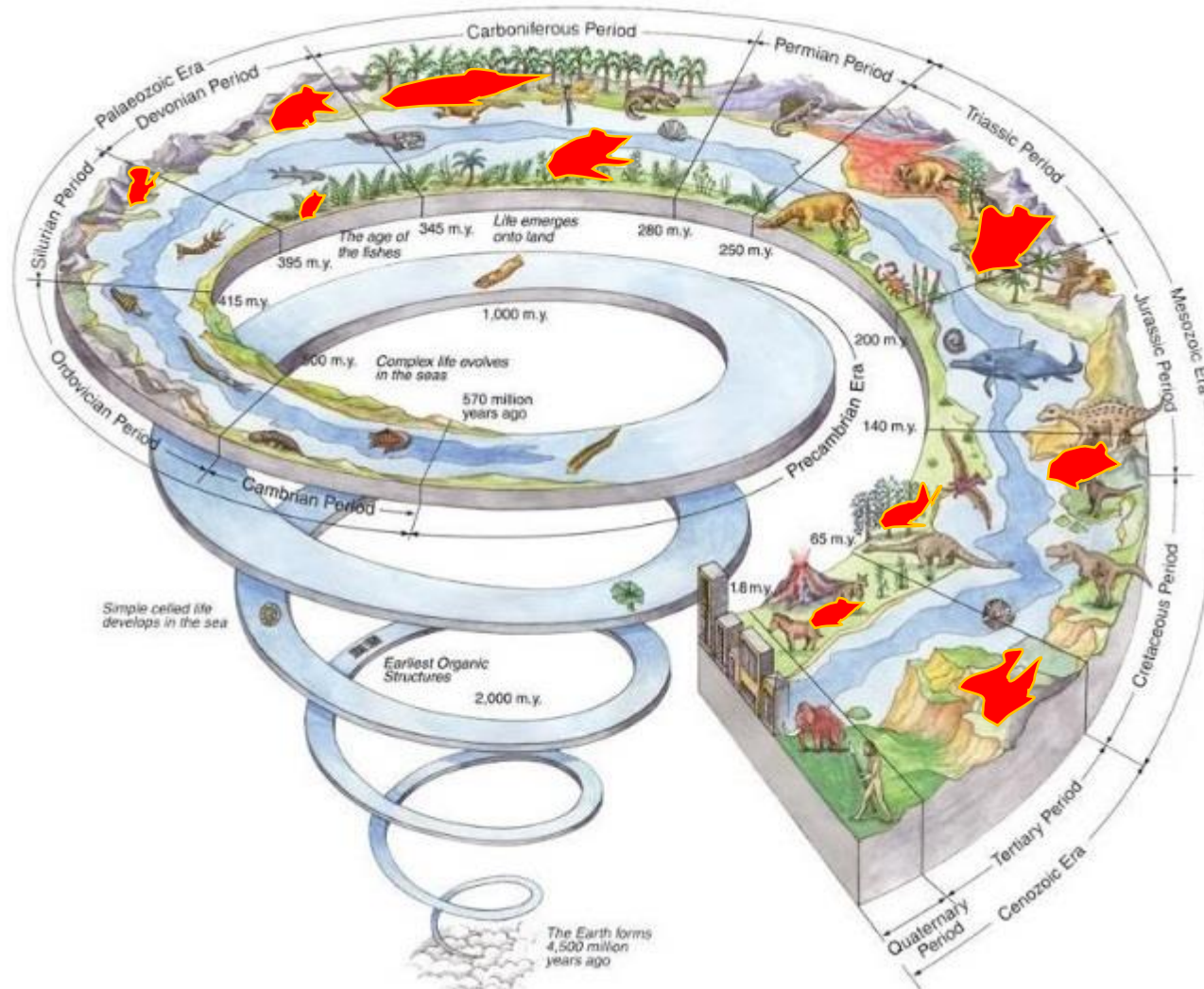
Frequenza del fuoco da satellite

Australia

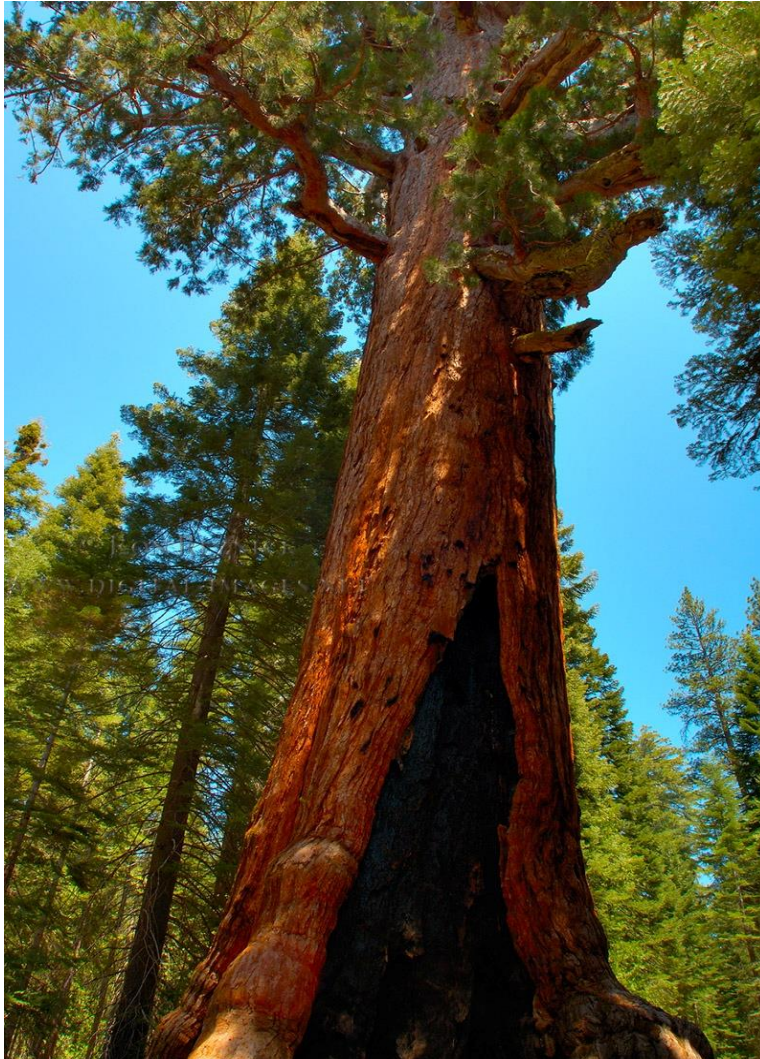
Area percorsa 2000-2010



Ricostruire la frequenza del passato

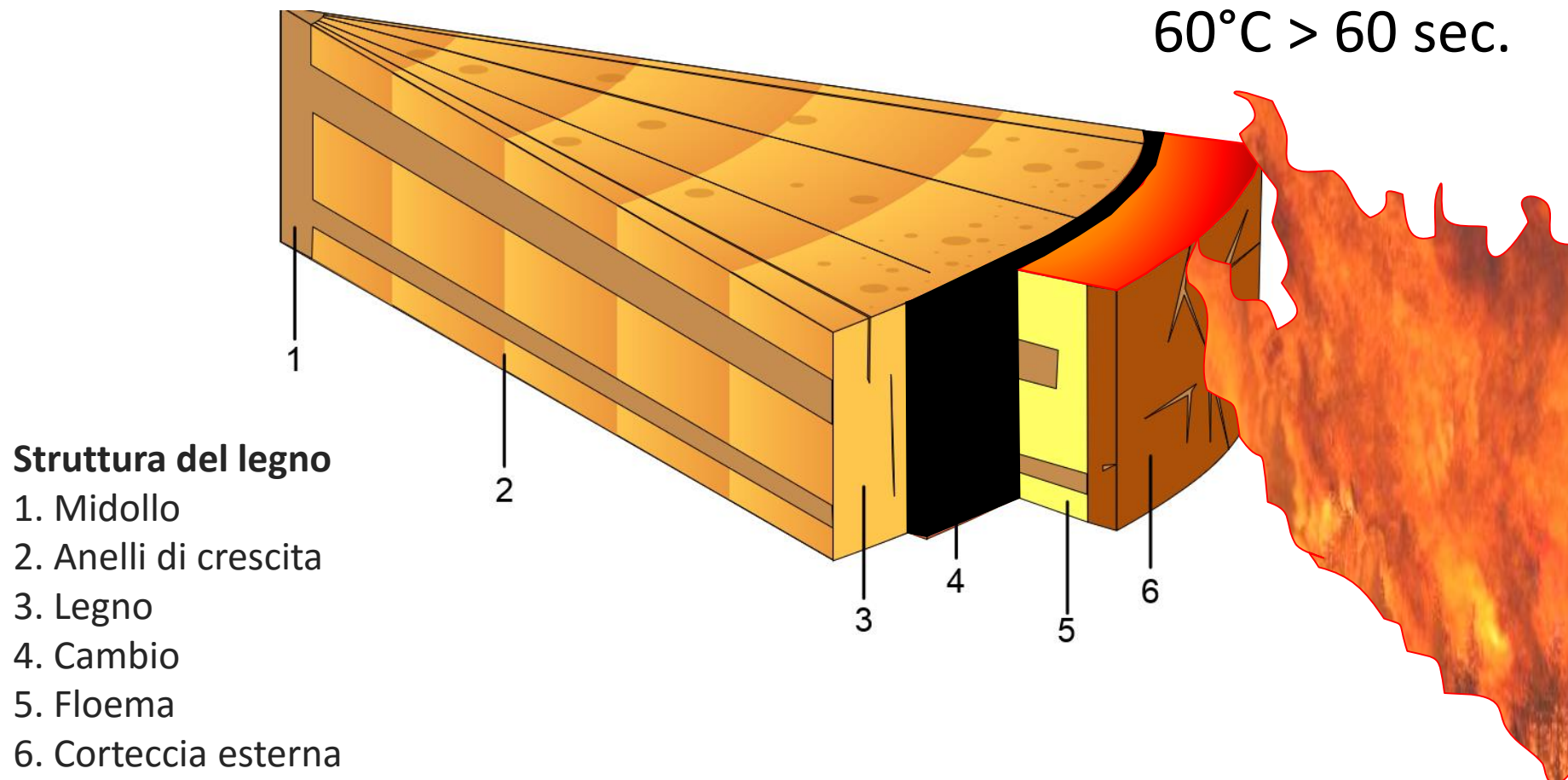


Ricostruire la frequenza: utilizzo delle cicatrici

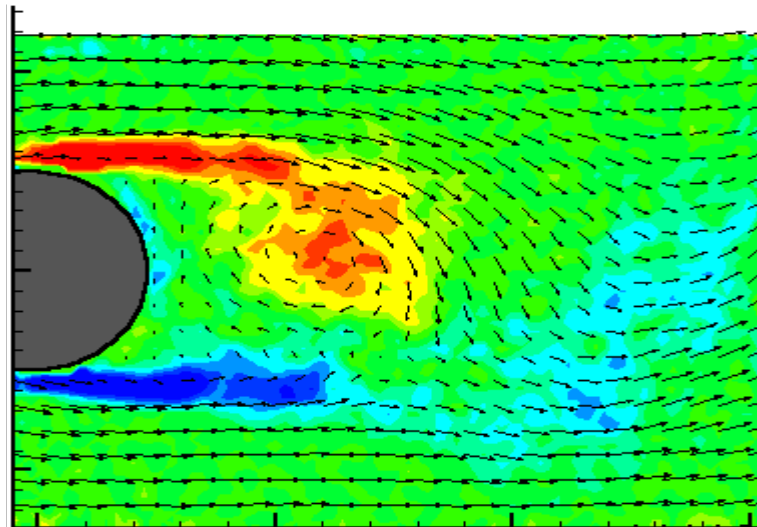
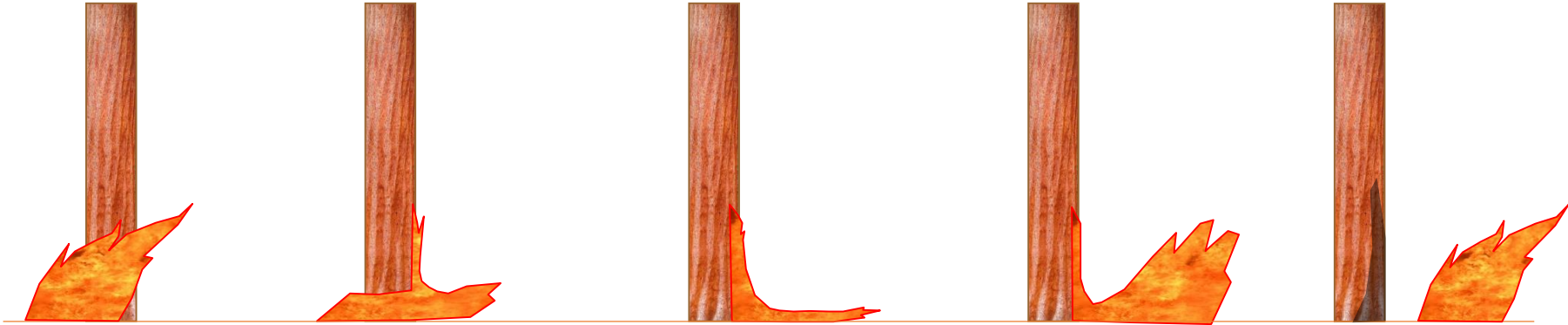


*Cicatrici da fuoco
in **Sequoiadendron giganteum***

Ricostruire la frequenza: utilizzo delle cicatrici



Ricostruire la frequenza: utilizzo delle cicatrici



Modificato da:
Gutsell & Johnson 1996
Can. J. For. Res. **26**

Ricostruire la frequenza: utilizzo delle cicatrici



Ricostruire la frequenza: utilizzo delle cicatrici

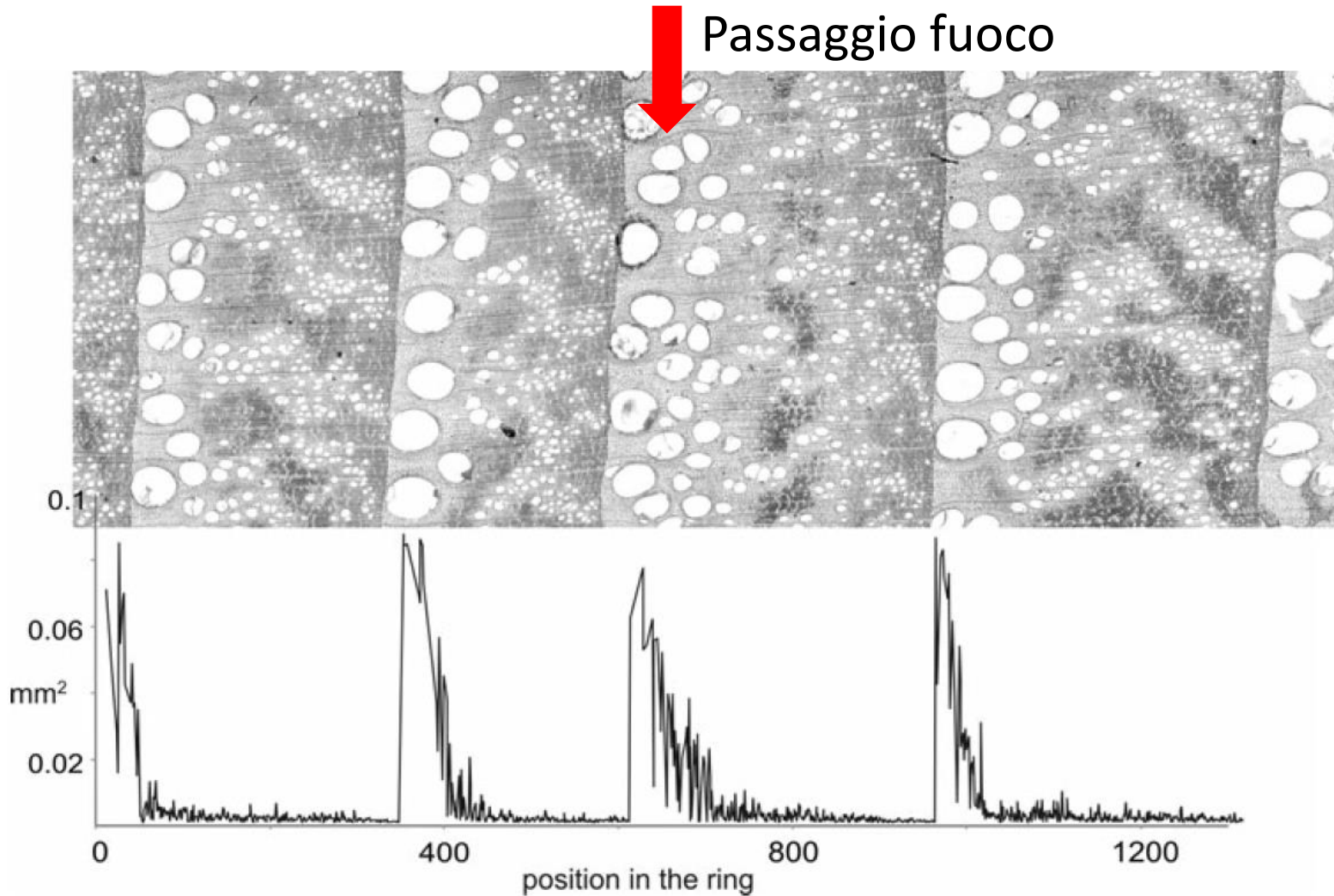
Le **cicatrici** lasciate dal fuoco possono essere **datate** per ricostruire la **frequenza**



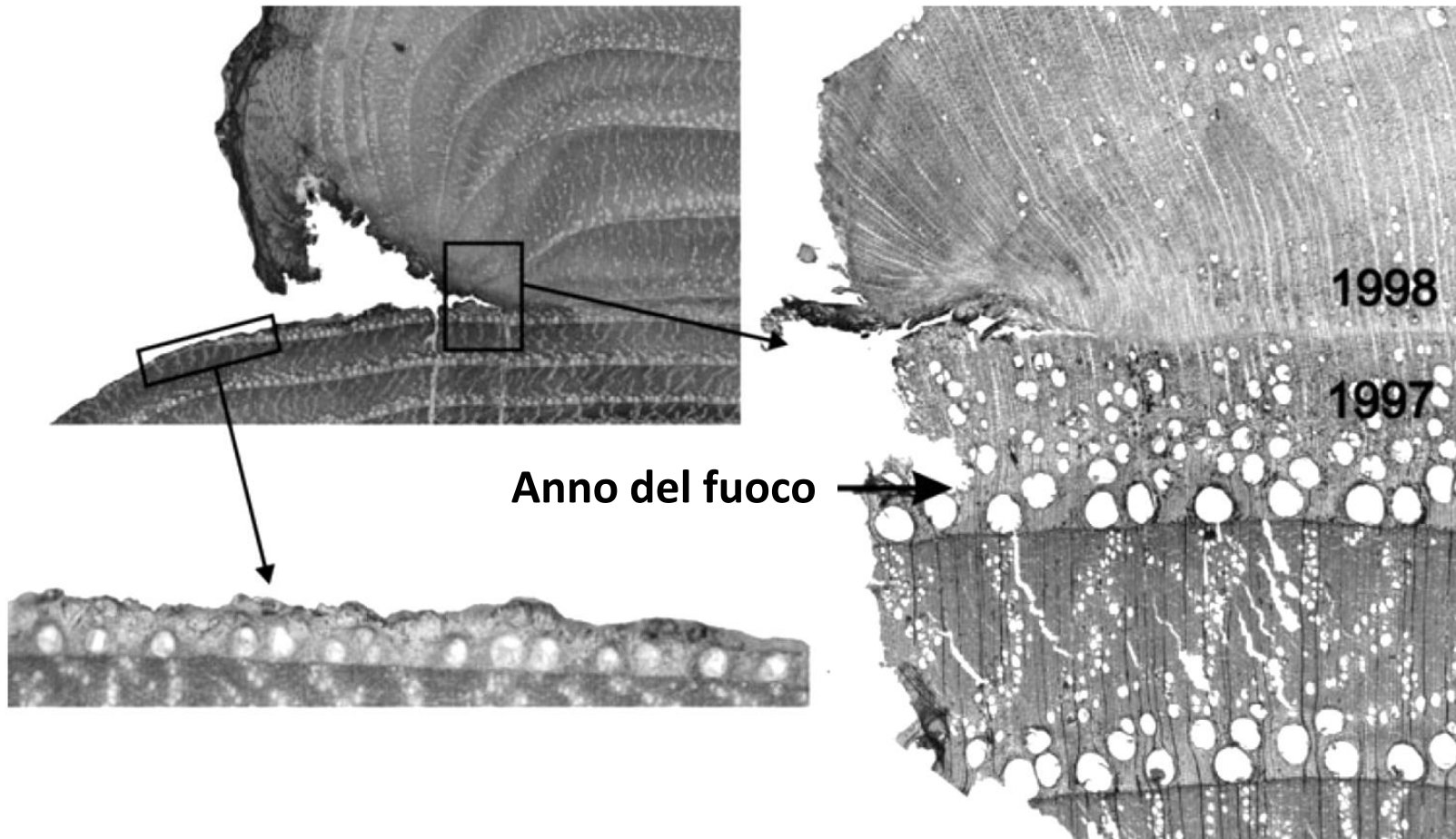
Ricostruire la frequenza: utilizzo delle cicatrici



Ricostruire la frequenza: utilizzo delle cicatrici



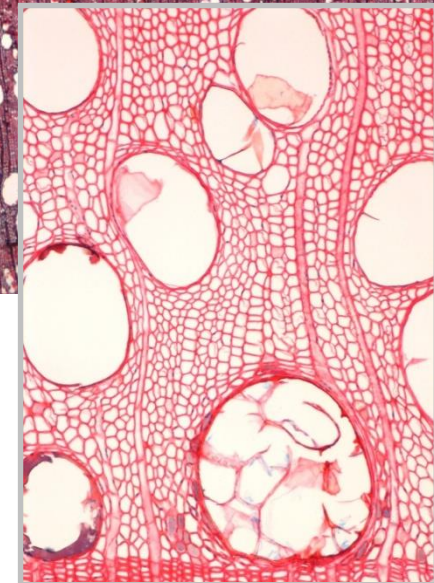
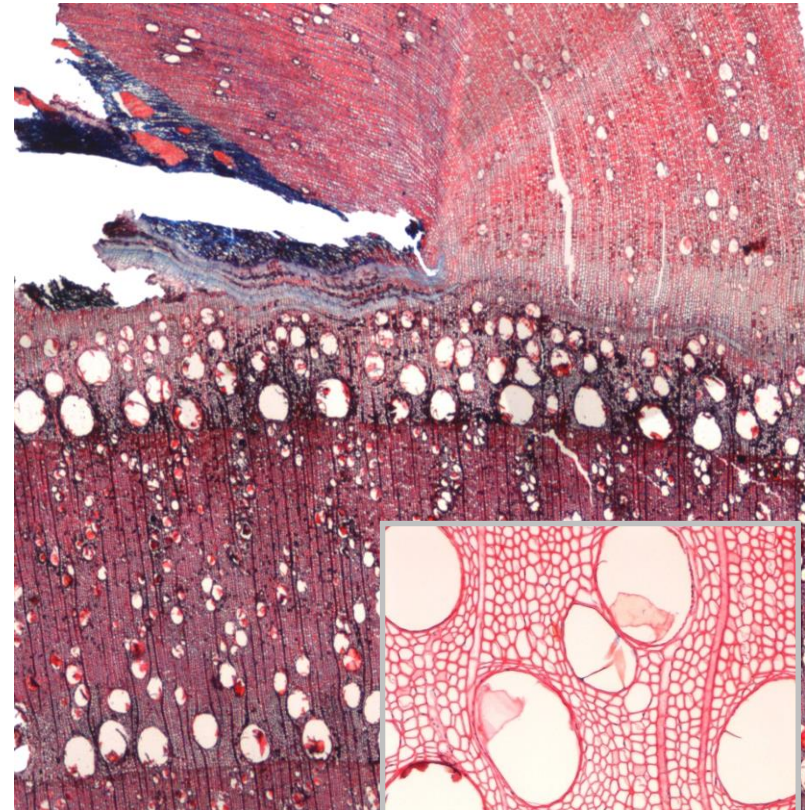
Ricostruire la frequenza: utilizzo delle cicatrici



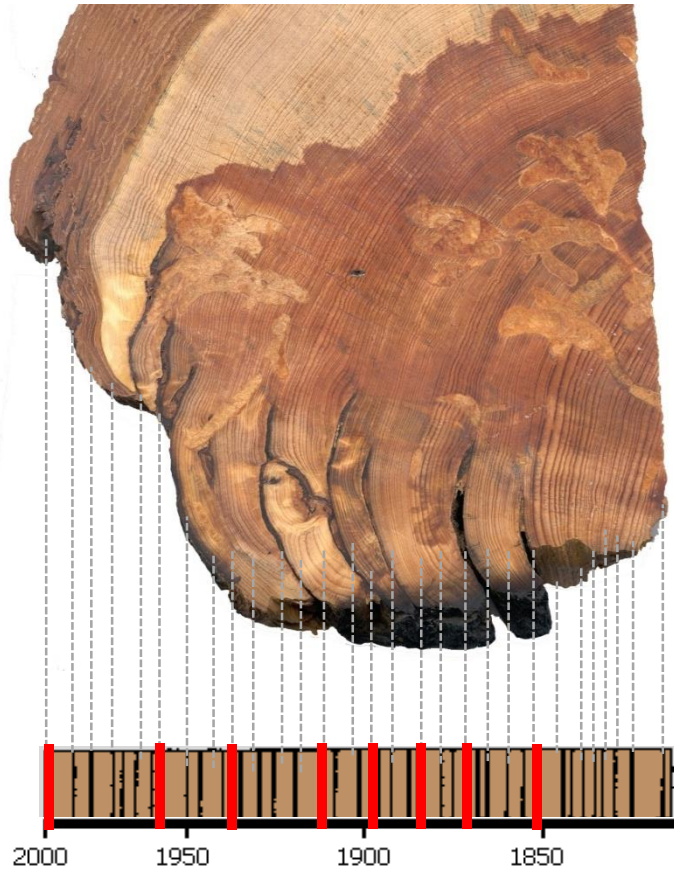
Ricostruire la frequenza: utilizzo delle cicatrici

Alcuni segni del fuoco

1. Modifica la disposizione dei vasi
 - Minore dimensione dei vasi
 - Aumento del numero di vasi
2. Presenza di **tilosi** nei vasi
3. Deposito di **parenchima** e celle fibrose



Ricostruire la frequenza: utilizzo delle cicatrici



Ricostruire la frequenza: utilizzo delle cicatrici



Ricostruire la frequenza: utilizzo delle cicatrici



Bassa

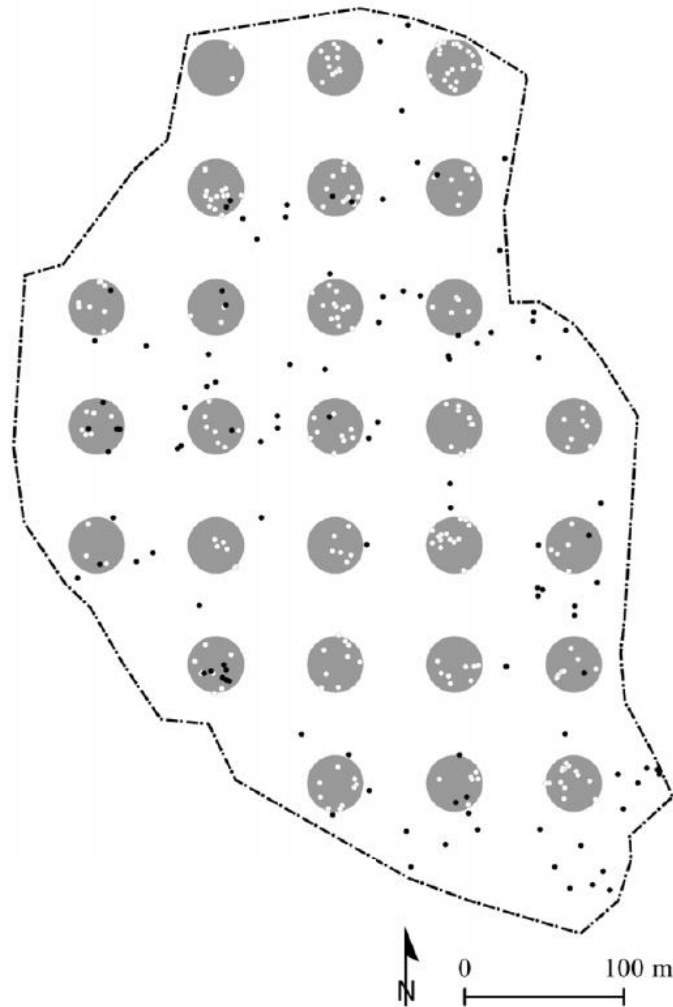


Intermedia



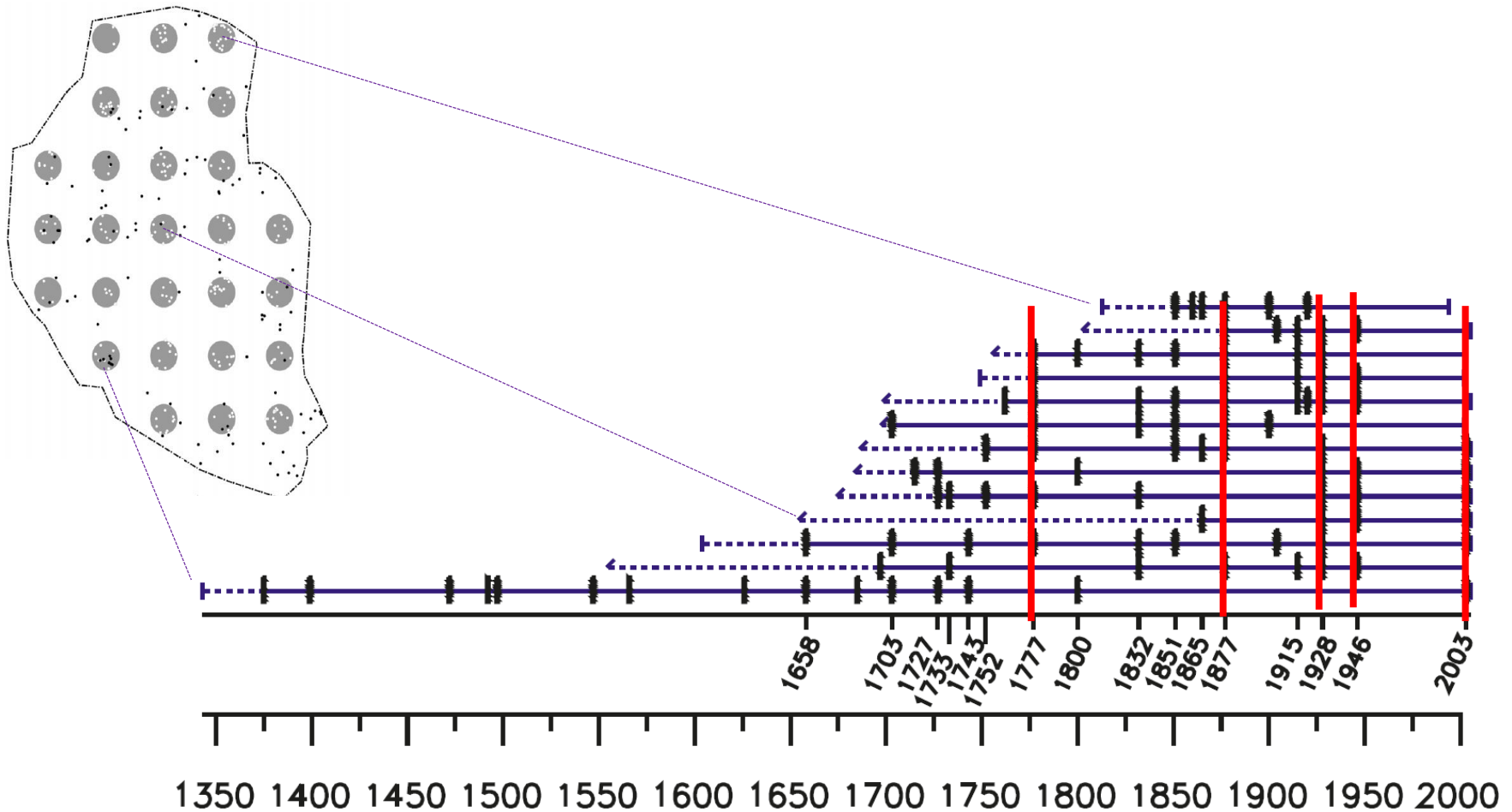
Alta

Ricostruire la frequenza: utilizzo delle cicatrici

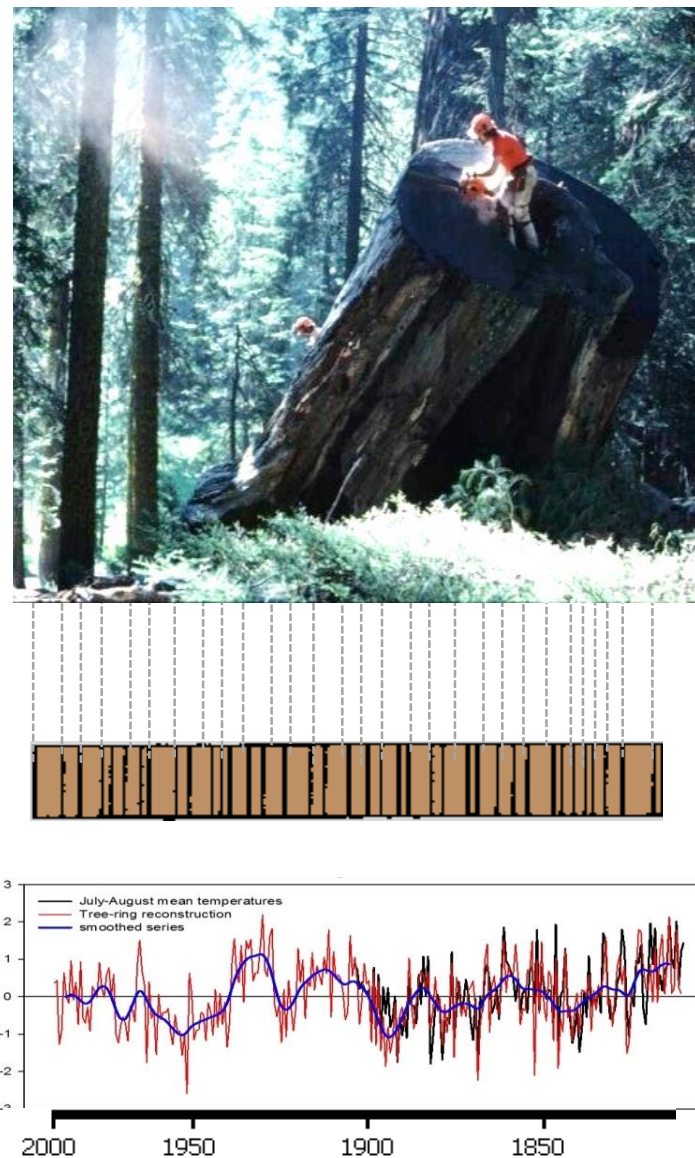
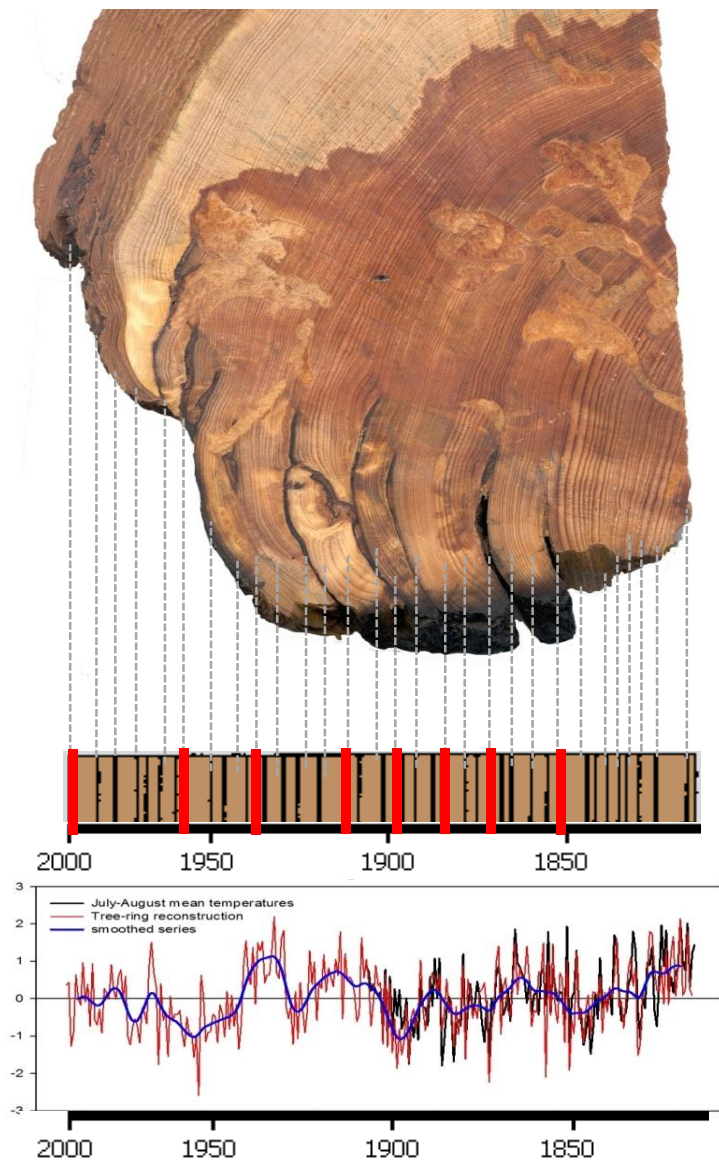


- Area di saggio
- Albero con cicatrice
- Albero senza cicatrice

Ricostruire la frequenza: utilizzo delle cicatrici

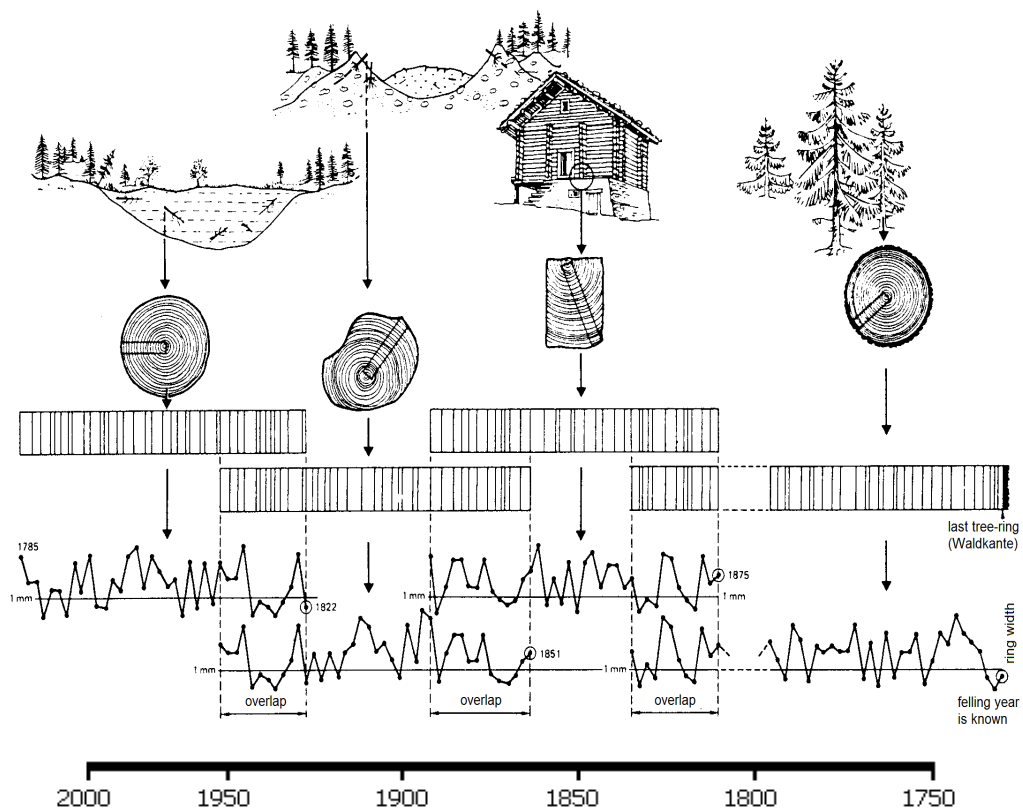
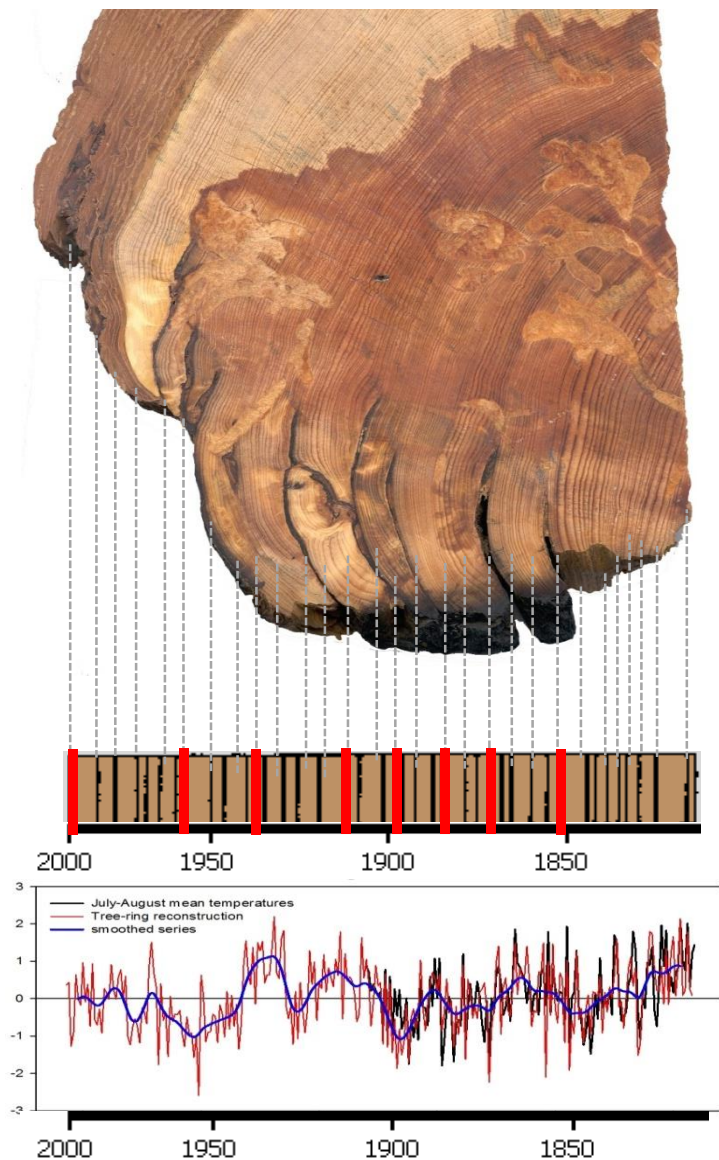


Ricostruire la frequenza: utilizzo delle cicatrici



=

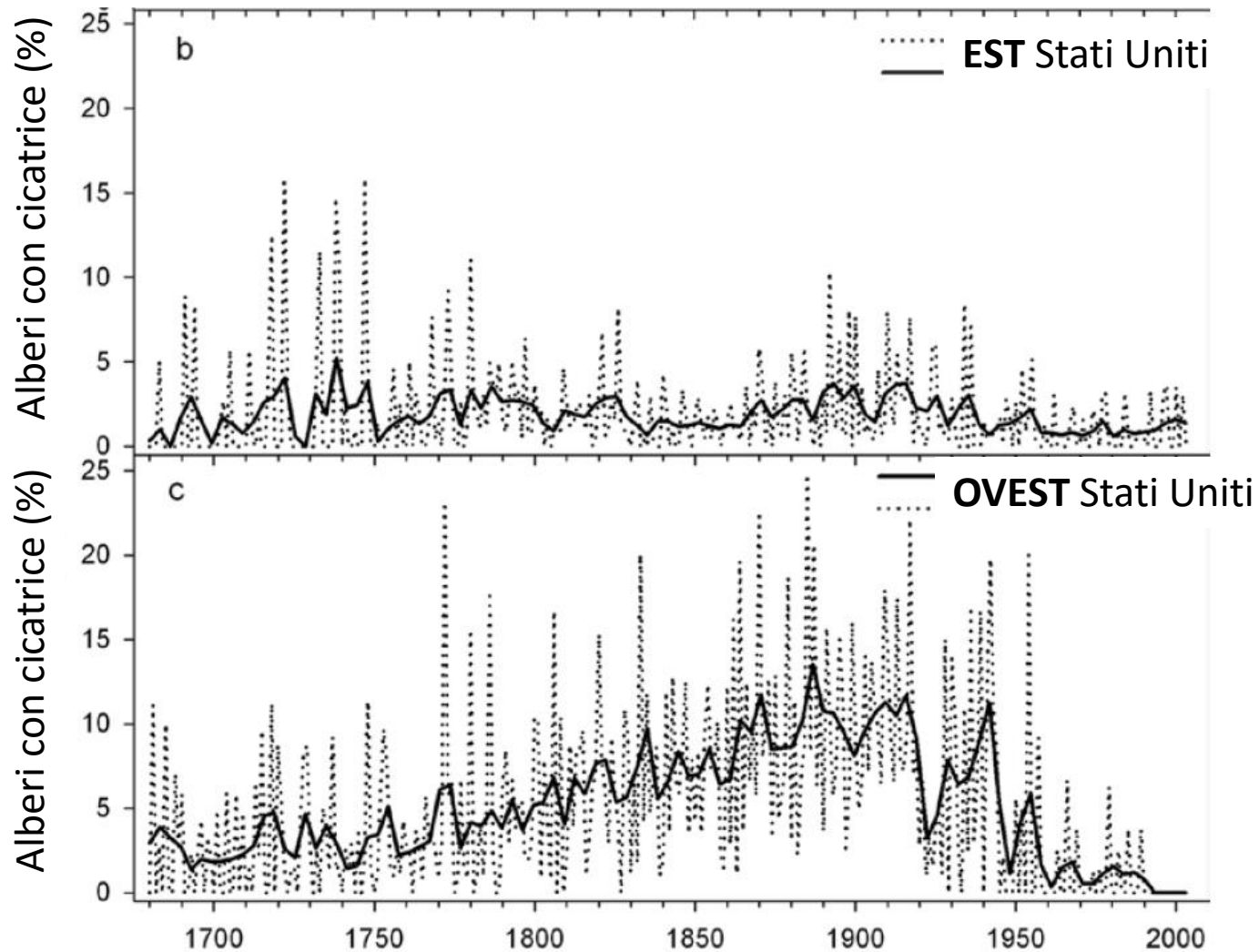
Ricostruire la frequenza: utilizzo delle cicatrici



Ricostruire la frequenza: utilizzo delle cicatrici

Site name	State	Forest Type	Trees and forest type	Pre-Euro-fire interval	Post- Euro-fire interval	Site data reference
Green Mts.	VT	NH	red pine forest	na	18	Engstrom and Mann 1991
Basin Lake	ON	NH	pine-oak woodland	21	na	Guyette and Dey 1995a
Papineau L.	ON	NH	oak-pine forest	29	7	Dey and Guyette 2000
Opeongo	ON	NH	pine-hardwoods	29	25	Guyette and Dey 1995b
Bracebridge	ON	NH	red oak forest	11	na	Guyette and Dey 1995c
Joko	ON	NH	pine hardwoods	13	na	Dey and Guyette 2000
Seagan	ON	NH	pine hardwoods	17	na	Dey and Guyette 2000
Sault Ste. Marie	ON	NH	pine hardwoods	26	73	Alexander et al. 1979
Big Bay	MI	NH	pine- hardwoods	25	na	Torretti 2003
Itasca SP	MN	NH	conifer hardwood	25	36	Spurr 1954
Itasca SP	MN	NH	conifer-hardwood	29	13	Clark 1990
Itasca SP	MN	NH	conifer-hardwoods	30	9	Frissell 1973
Costal sand	MI	NH	costal pine forests	18	88	Loope and Anderton 1998
Upland sand	MI	NH	upland pine forests	23	29	Loope and Anderton 1998
Savage Mt.	MD	CH	oak forest	8	8	Shumway et al. 2001
Oreton	OH	CH	white oak forest	na	4	Sutherland 1997
Pike Knob	WV	CH	white oak forest	na	14	Schuler and McClain 2003
Lemm Swamp	TN	CH	oak woodlands	5	8	Guyette and Stambaugh 2005
Saltwell	TN	CH	oak woodlands	6	8	Guyette and Stambaugh 2005
Richland Creek	TN	CH	oak woodlands	5	4	Guyette and Stambaugh 2005
Huckleberry	TN	CH	oak woodlands	6	4	Guyette and Stambaugh 2005

Ricostruire la frequenza: utilizzo delle cicatrici

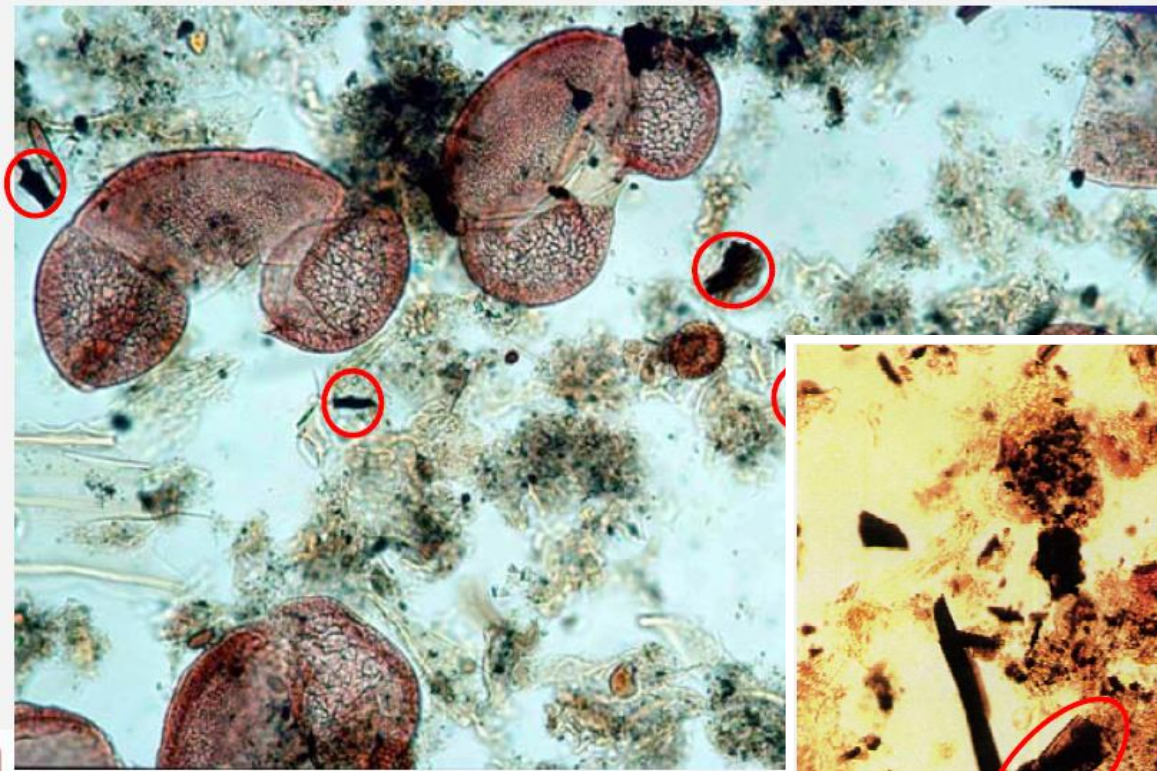


Ricostruire la frequenza: sedimenti carbone

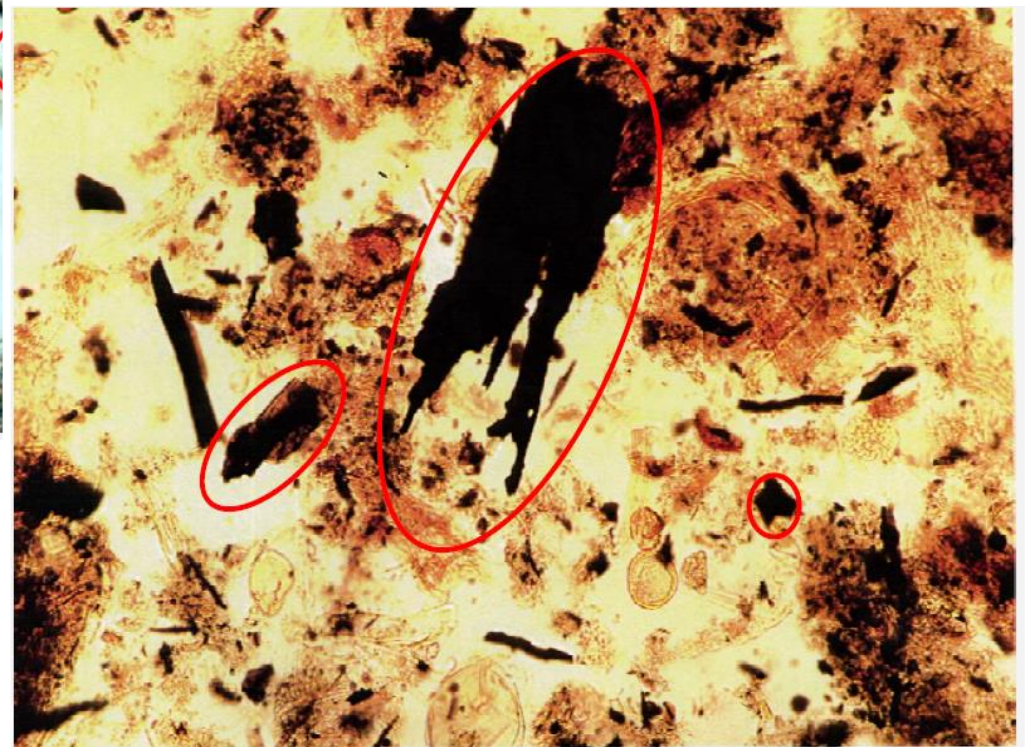


Immagini: Conedera M.

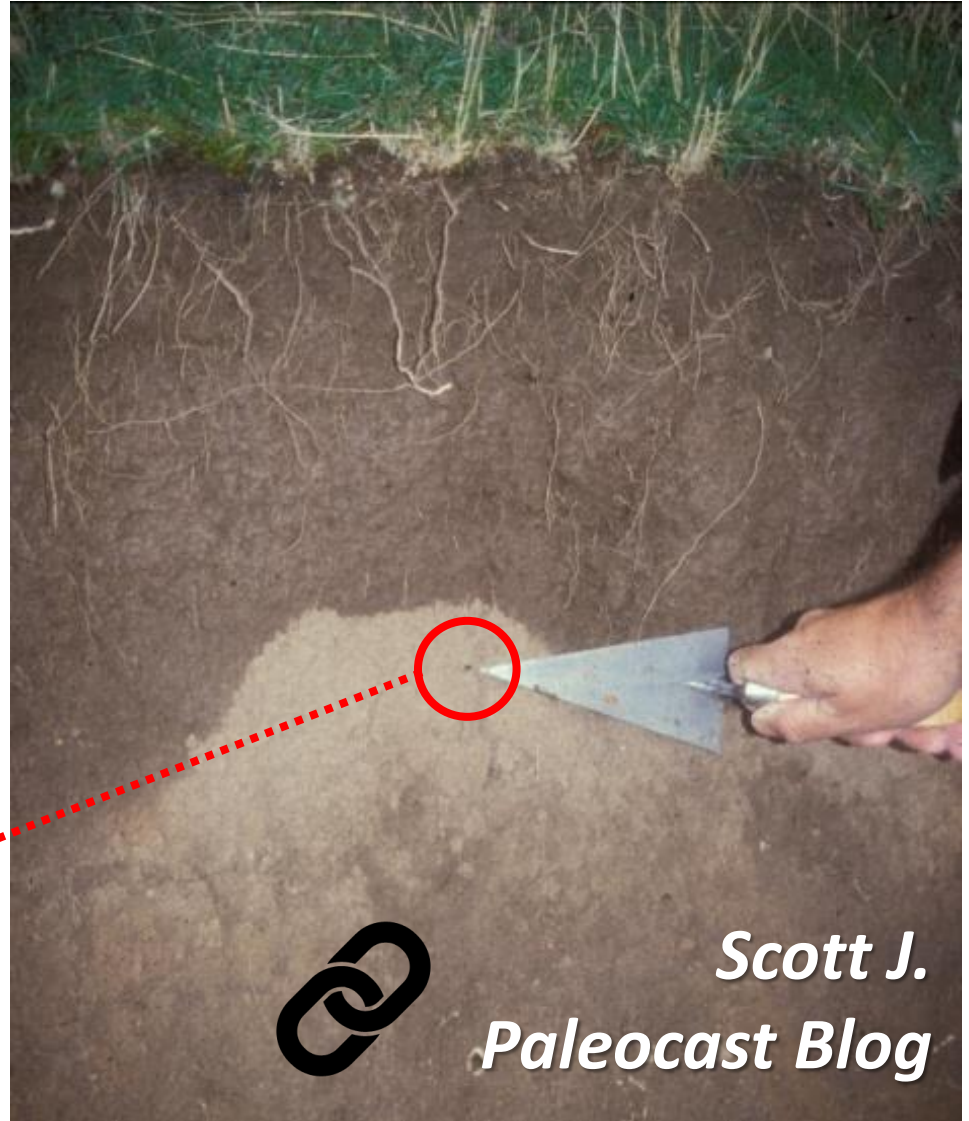
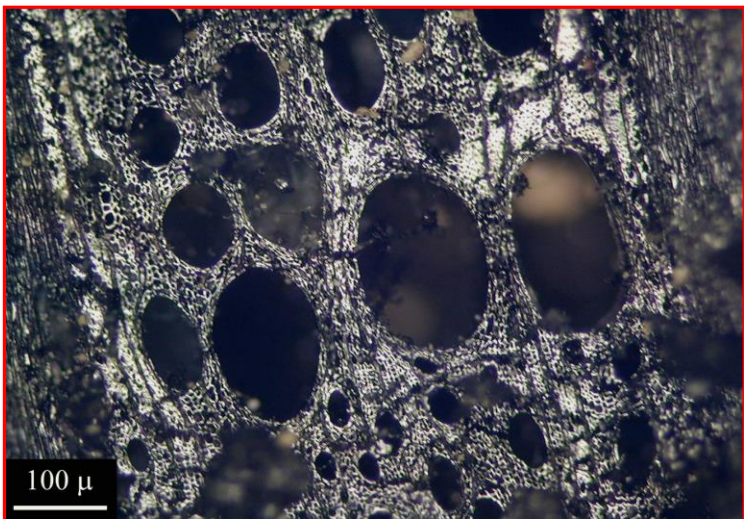
Ricostruire la frequenza: sedimenti carbone



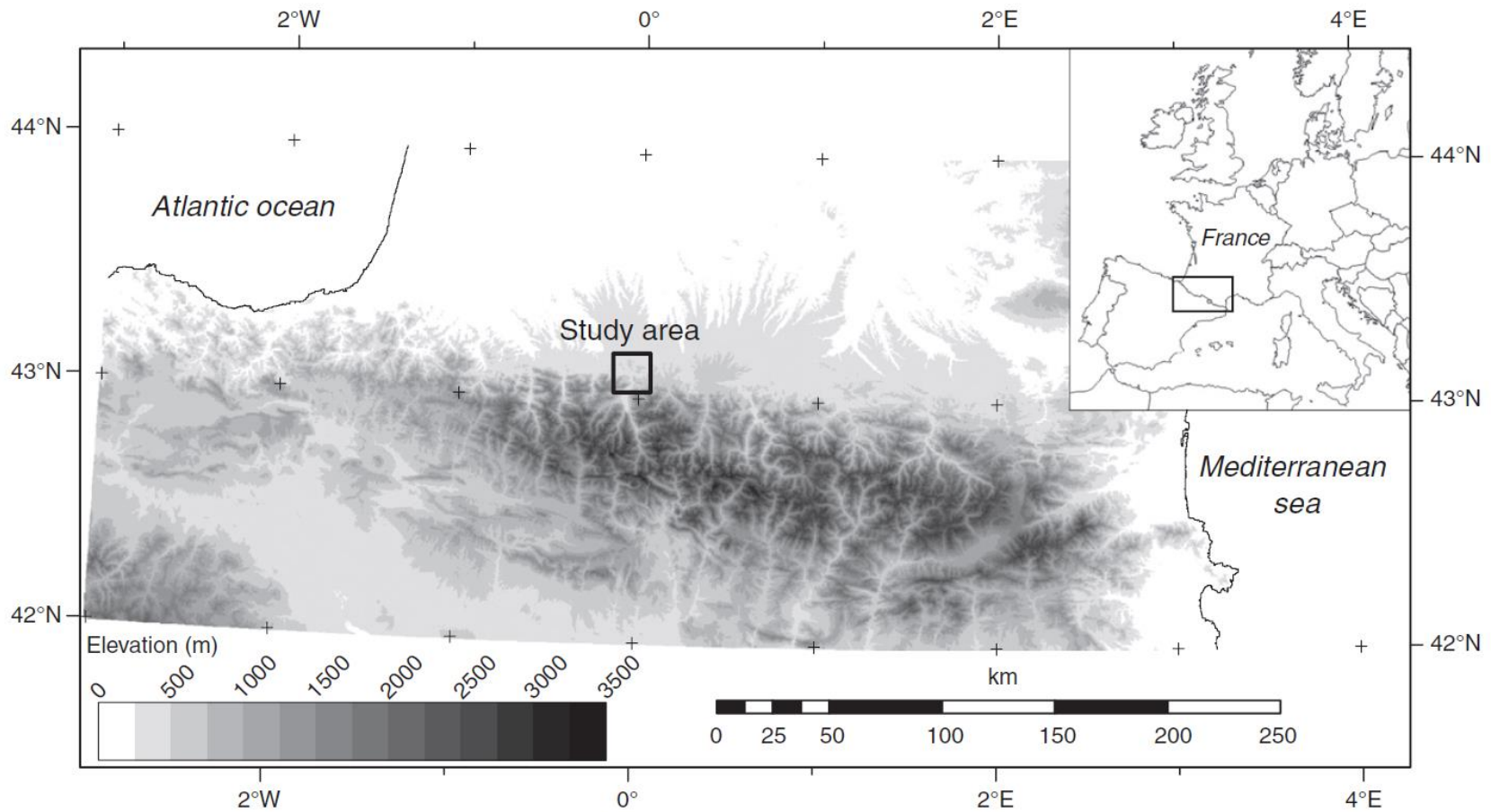
Sviluppo di
Indicatori di incendio



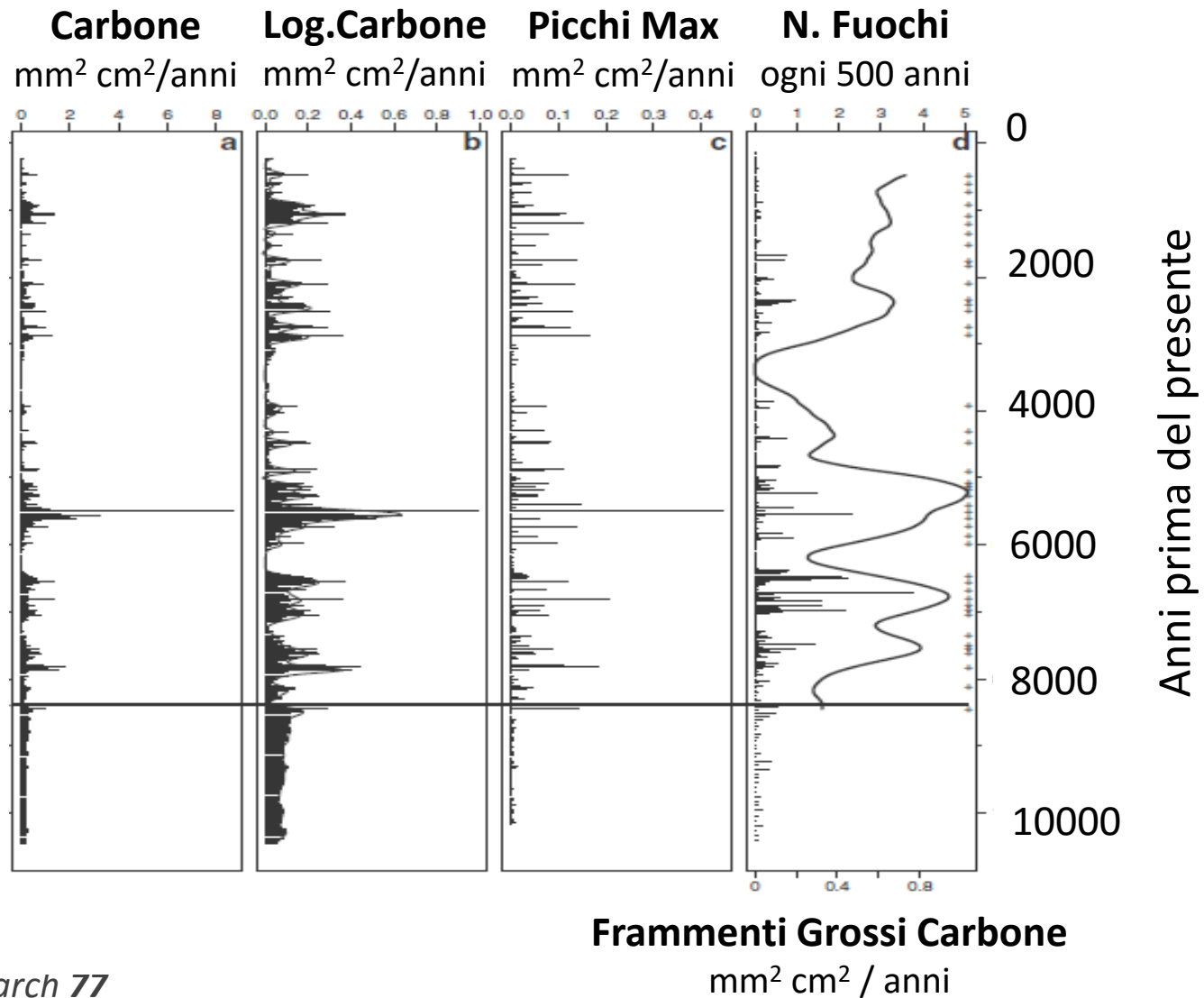
Ricostruire la frequenza: sedimenti carbone



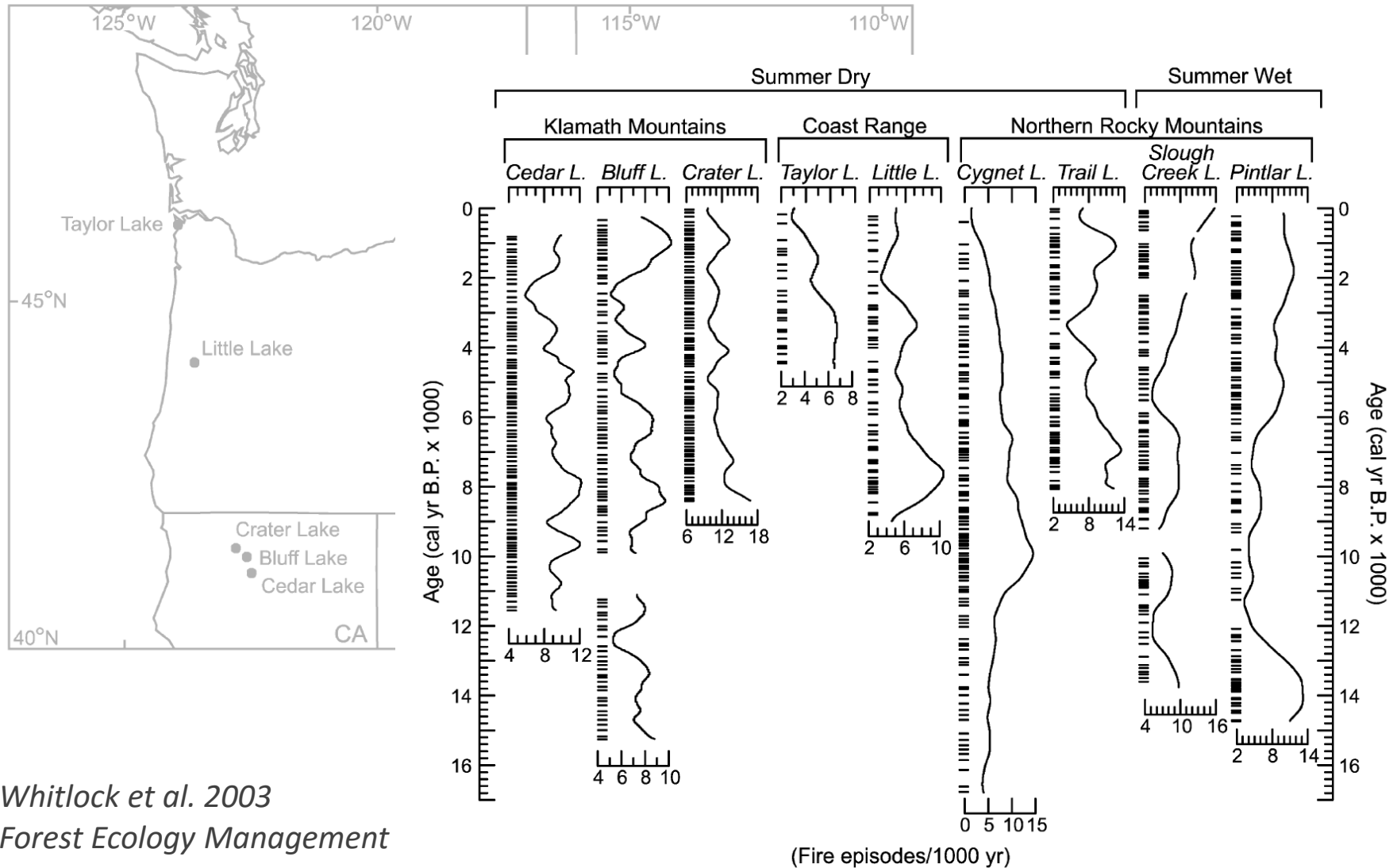
Ricostruire la frequenza: sedimenti carbone



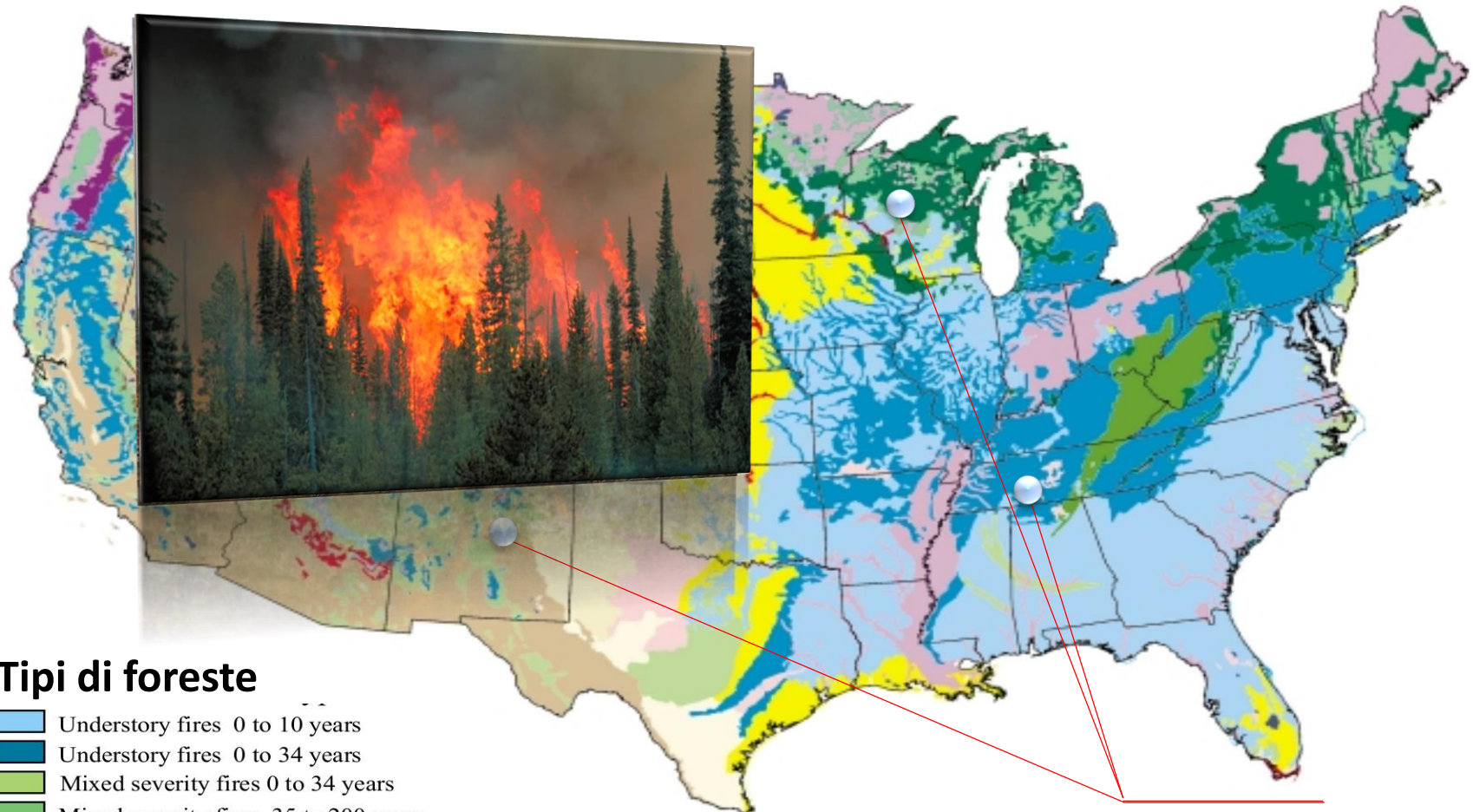
Ricostruire la frequenza: sedimenti carbone



Ricostruire la frequenza: sedimenti carbone



I regimi di fuoco



Tipi di foreste

- Understory fires 0 to 10 years
- Understory fires 0 to 34 years
- Mixed severity fires 0 to 34 years
- Mixed severity fires 35 to 200 years
- Mixed severity fires 201 to 500 years
- Mixed severity fires 500+ years
- Stand replacement fires 0 to 34 years
- Stand replacement fires 35 to 200 years
- Stand replacement fires 201 to 500 years
- Stand replacement fires 500+ years

Grass and Shrub Types

- Mixed severity fires 0 to 34 years
- Stand replacement fires 0 to 10 years
- Stand replacement fires 0 to 34 years
- Stand replacement fires 35 to 100 years
- Stand replacement fires 101 to 500 years

**Periodo di ritorno
Ritorno 50-100 anni**

Frequenza

1/2 anno - 1000 anni

Distribuzione

Continua - Dispersa

Stagionalità

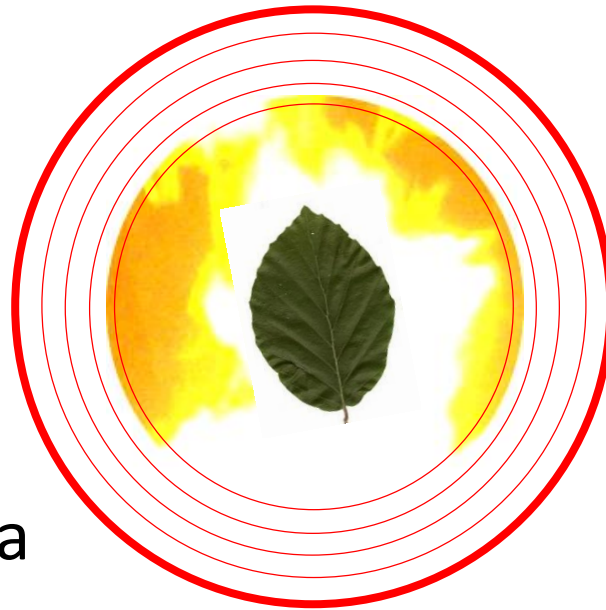
Annuale - Oscillazioni

Severità

Alta - Mista - Bassa

Vegetazione

Biomassa - Struttura



Intensità

Superficie - Chioma - Sotterraneo