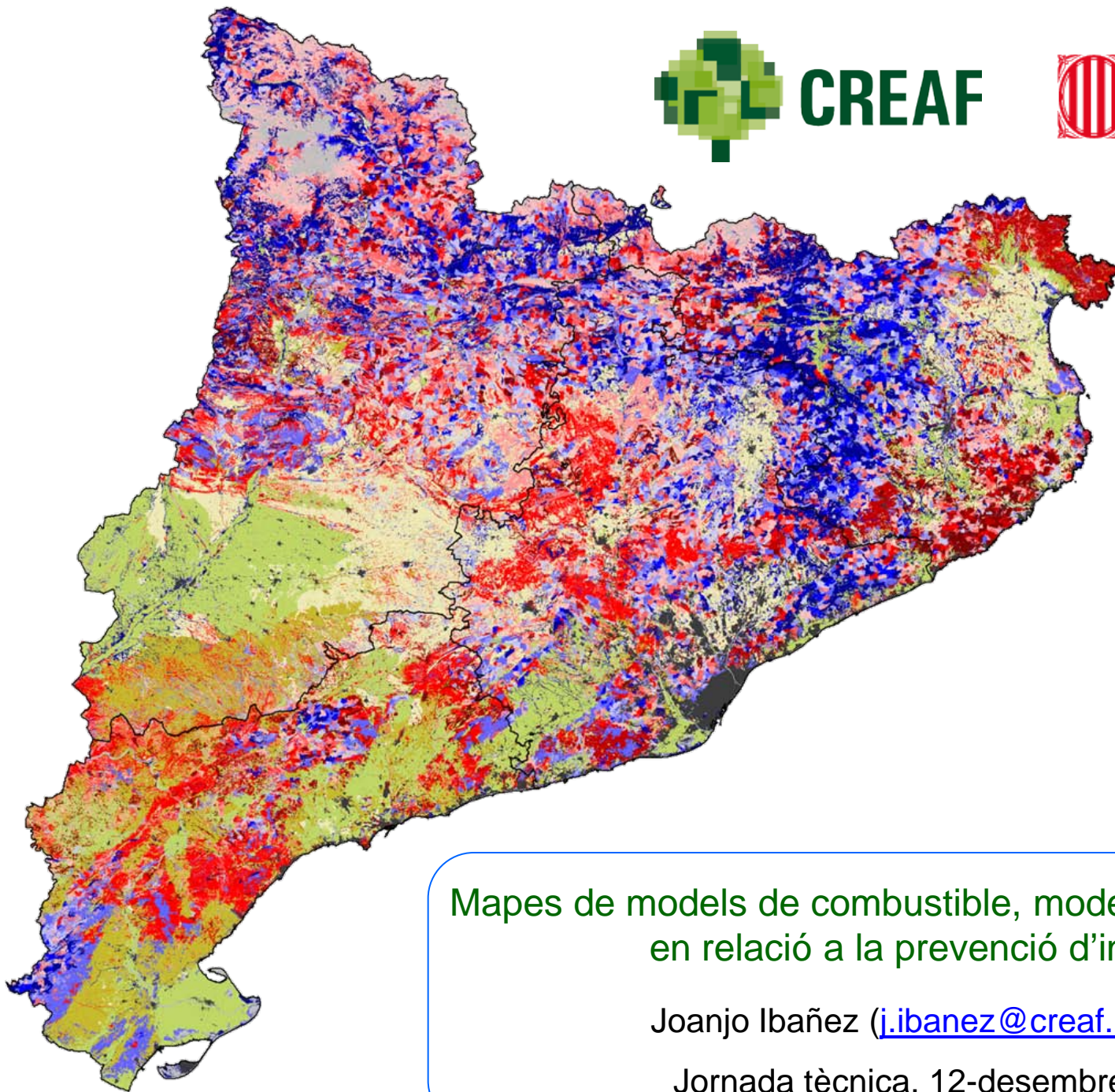




CREAF



Generalitat  
de Catalunya



Mapes de models de combustible, models d'inflamabilitat...  
en relació a la prevenció d'incendis

Joanjo Ibañez ([j.ibanez@creaf.uab.cat](mailto:j.ibanez@creaf.uab.cat))

Jornada tècnica, 12-desembre-2012

# Què son els Models de Combustible?

---

## **Criteri principal:**

Per quin estrat de vegetació avança el front del foc

## **Criteris secundaris:**

Grau de desenvolupament vertical

Inflamabilitat de les espècies

Quantitat de material acumulat dempeus per mides

Matèria morta acumulada al sòl, grau de compactació i descomposició

---

# els 13 models de combustible de Rothermel

Grup	Model	Descripció	Comportament del foc
Pastures	1	Pastura fina, seca y baixa. Menys d'1/3 de recobriment de plantes llenyoses. Quantitat de combustible, matèria seca: 1-2 Mg/ha.	El foc es propaga per l'herba. El foc es mou a gran velocitat.
	2	Pastura fina, seca y baixa. Entre 1/3 y 2/3 de recobriment de plantes llenyoses. Quantitat de combustible: 5-10 Mg/ha.	Igual que l'anterior però amb més quantitat de combustible augmenta la intensitat del foc.
	3	Pastura gruixuda, densa seca i alta (> 1m). Els camps de cereals són representatius d'aquest model. Quantitat de combustible: 4-6 Mg/ha.	Focs més intensos que en els dos casos anteriors. Velocitats de propagació elevades. El foc pot propagar-se per la part superior de l'herba i saltar.
Matollar	4	Matollar o plantació jove molt densa (>2 m de altura) amb branques seques a l'interior. Quantitat de combustible: 25-30 Mg/ha.	Focs ràpids i intensos que es propaguen per les capçades del matollar.
	5	Matollar dens i verd (< 1 m de altura). Quantitat de combustible: 5-8 Mg/ha.	El foc es propaga pel sòl cremant la fullaraca i la pastura. Focs poc intensos.
	6	Semblant al model 5 però amb espècies més inflamables o amb restes de tallades i amb plantes més altes. Quantitat de combustible: 10-15 Mg/ha.	El foc es propaga pel matollar (més inflamable) amb vents moderats. Si no hi ha vent el foc pot baixar a ran de terra.
	7	Matollar d'espècies molt inflamables; de 0,5 a 2 m d'alçada. Quantitat de combustible: 10-15 Mg/ha.	El foc es propaga pel matollar i la fullaraca. El matollar més inflamable que en el caso anterior propaga el foc encara que estigui verd.
Fullaraca	8	Bosc dens sense matollar. Fullaraca molt compacta. Quantitat de combustible: 10-12 Mg/ha.	Propagació del foc per la fullaraca molt compacta. Focs superficials i amb alçades de flama baixes.
	9	Semblant al model 8, però amb fullaraca menys compacta: acícules llargues de coníferes o fulles grans de frondoses. Quantitat de combustible: 7-9 Mg/ha.	El foc es propaga per la fullaraca més ràpidament que en el model anterior amb alçades de flama superiors. Velocitat de propagació elevades a grans velocitats del vent.
	10	Bosc amb gran quantitat de llenya i arbres caiguts. Quantitat de combustible: 30-35 Mg/ha.	Són els focs més intensos del grup (més quantitat de material acumulat). Esporàdicament el foc pot arribar a cremar les capçades dels arbres.
Restes silvícoles	11	Bosc molt aclarit. Restes de poda disperses amb plantes herbàcies rebrotant. Quantitat de combustible: 25-30 Mg/ha.	- L'incendi és bastant actiu i es propaga a través de les restes i el material herbaci.
	12	Predomini de les restes sobre l'arbrat. Restes de poda o aclarides recobrint tot el sòl. Quantitat de combustible: 50-80 Mg/ha.	- El foc pot arribar a propagar-se ràpidament amb intensitats altes i generar paveses.
	13	Grans acumulacions de restes gruixudes pesades recobrint tot el sòl. Quantitat de combustible: 100-150 Mg/ha.	- El foc es propaga ràpidament a través del combustible fi. La intensitat augmenta més lentament quan crema el material gruixut.

# L'estructura de la vegetació i els models de combustible

## Model 4



Matollar o plantació jove  
molt densa de més de 2  
metres d'alçada i amb  
branques mortes

Quantitat de combustible:  
25-35 t/ha

## Model 8



Bosc dens sense matollar

Propagació del foc per la  
fullaraca, que és molt compacta

Alguns tipus de boscos a nivell 5 de la llegenda (MCSC: 2005-2009)



Bosc d'Alzina surera



Bosc de pi negre



Plantació de pollancre



Bosc de roure de fulla gran



Bosc de roure martinenc (FCC 5-20%)



Boscos de ribera

Potser ens atreviríem a assignar un model de combustible a cadascun d'aquests boscos.

Tipus de cobertes forestals a nivell 2 de la llegenda (MCSC-1993)



Bosc densos (FCC>20%)



Matollars



Prats i herbassars



Tarteres



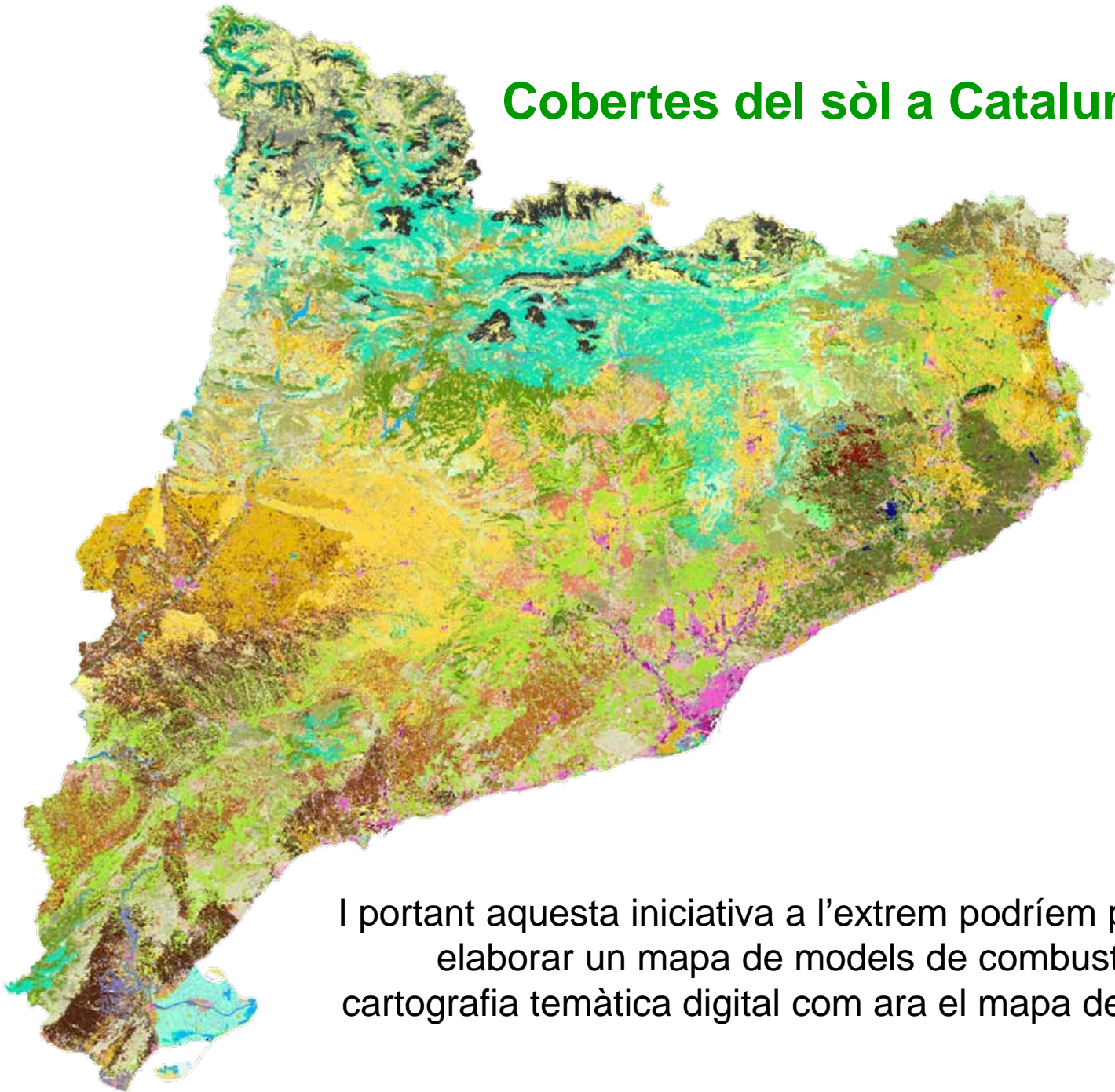
Roquissars



Platges

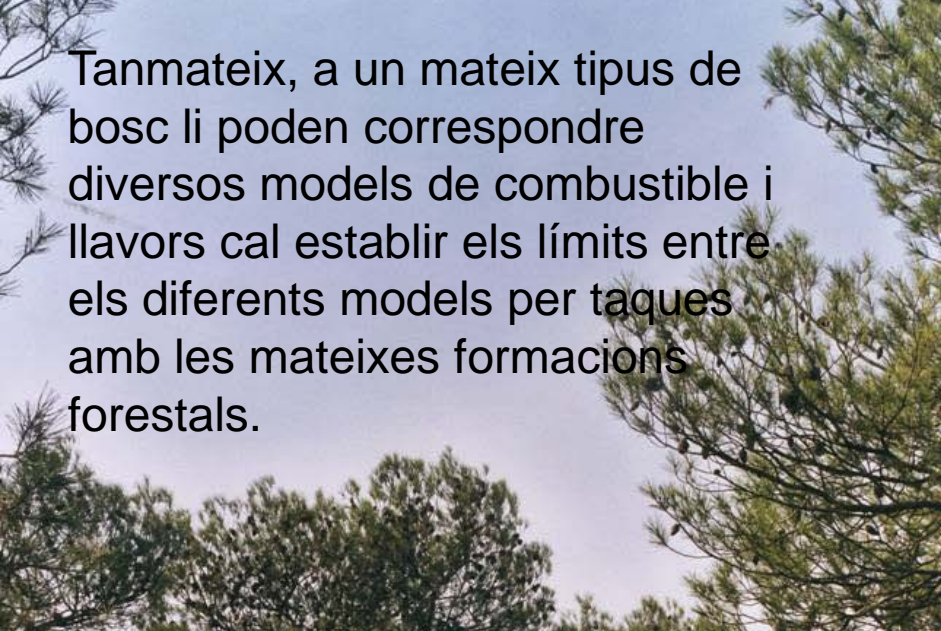
Potser ens atreviríem a fer-ho en aquestes altres cobertes forestals.

## Cobertes del sòl a Catalunya, any 2009



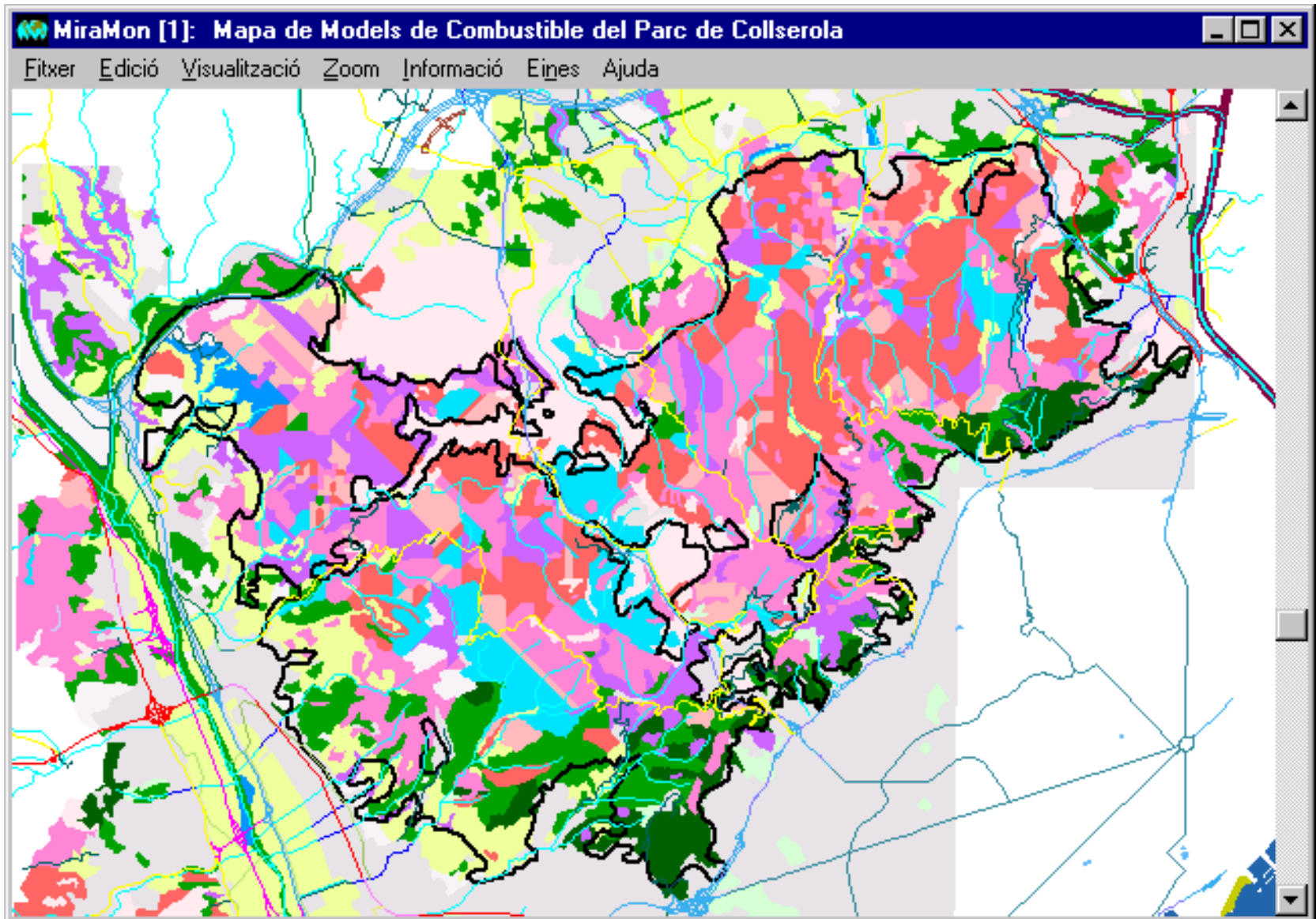
I portant aquesta iniciativa a l'extrem podríem pensar que es pot elaborar un mapa de models de combustible a partir d'una cartografia temàtica digital com ara el mapa de cobertes del sòl.

Tanmateix, a un mateix tipus de bosc li poden correspondre diversos models de combustible i llavors cal establir els límits entre els diferents models per taques amb les mateixes formacions forestals.



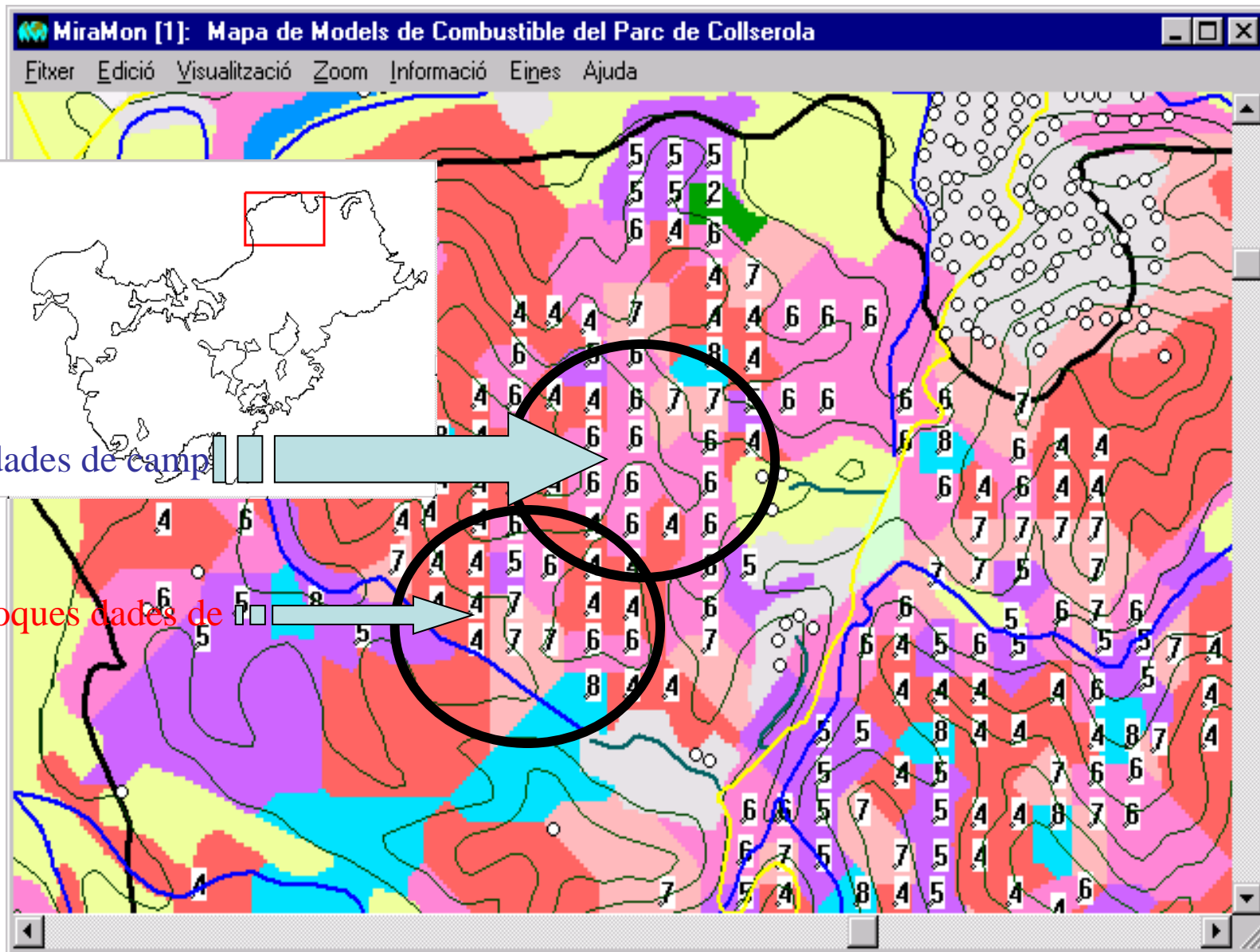


## exemple: el mapa de models de Combustible de Collserola



Això és el que es va fer per exemple en aquest cas, on es va partir del mapa de vegetació del Parc i d'un conjunt de més d'un miler d'inventaris forestals.

D'aquesta manera, a partir de la informació dels inventaris forestals es va poder assignar models de combustible i establir límits dins un mateix tipus de vegetació



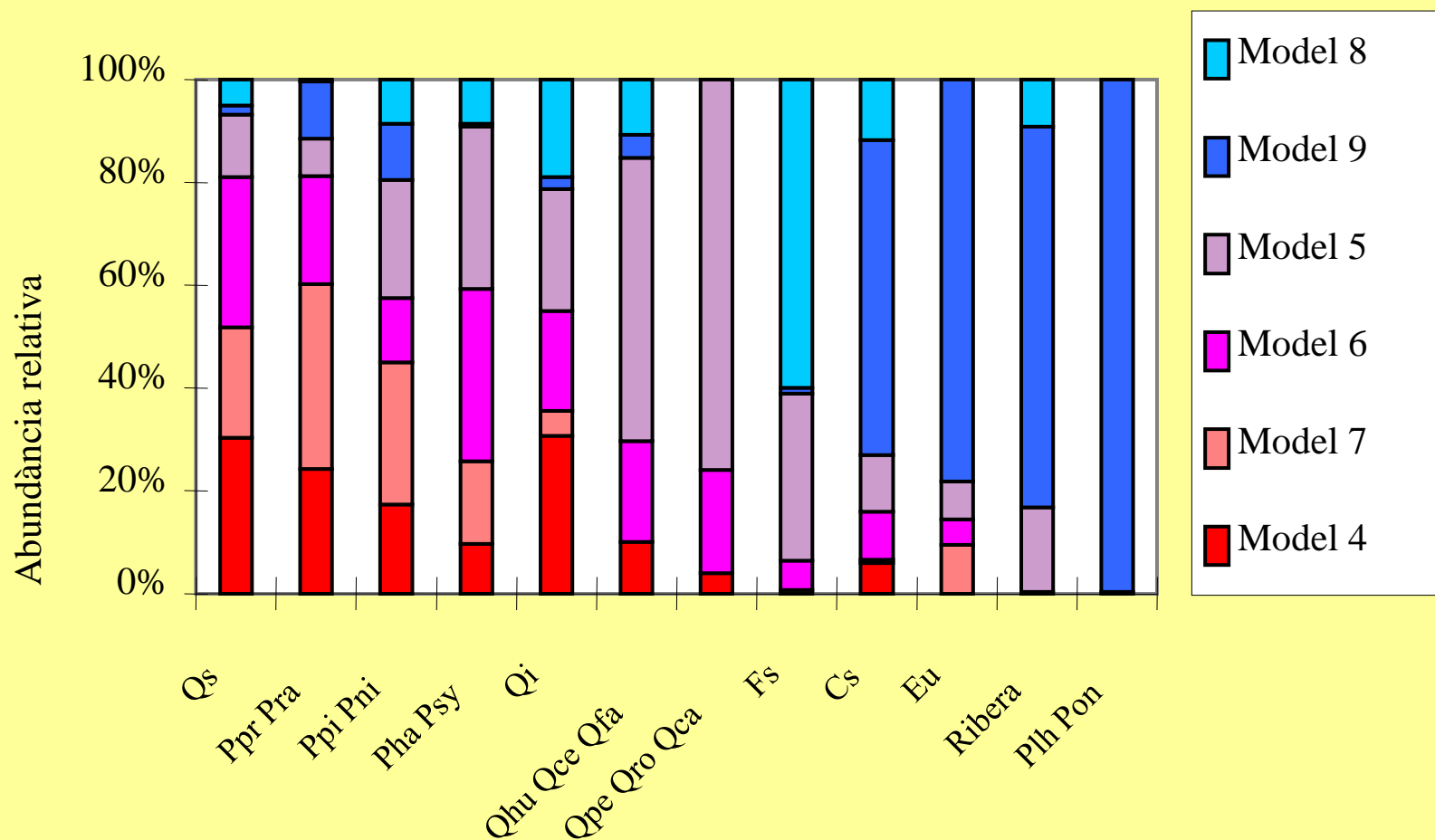
Naturalment les dades son més fiables a les zones on hi ha una major densitat de punts de mostreig.

# exemple: el mapa de models de Combustible de Collserola

## Resultat: Taula de contingència

Model de combustible	2	4	5	6	7	8	9	Total
Zona de vegetació								
Brolles i màquies silicícoles acidòfiles (fisiog. 11)	0	0	<b>4388</b>	668	42	3230	0	18560
Brolles i màquies silicícoles acidòfiles (fisiog. 21)	0	0	0	0	0	0	0	2866
Alzinar	0	0	0	0	0	0	0	427
màquies silicícoles acidòfiles	0	1295	0	<b>4084</b>	2801	3659	0	41406
Alzinar, pineda secundària i bardissa	0	0	0	0	0	0	0	9634
Pineda secundària en brolles calcícoles i garrigues	0	0	0	0	0	0	0	18018
Pineda secundària en màquies sobre calcàries	0	0	0	0	0	0	0	1457
Pinedes secundàries en brolles i prats secs sobre calcàries	0	0	0	0	0	0	0	103
Pi blanc en màquies silicícoles	<b>3255</b>	<b>139022</b>	58127	75774	49228	52171	6849	421018
Pineda secundària en prats i brolles silicícoles	0	0	365	<b>9747</b>	0	139	0	49355
Pi pinyer en màquies silicícoles	0	222	760	184	<b>1069</b>	144	0	3417
Pi pinyer en brolles o prats silicícoles	1953	0	<b>5534</b>	0	0	0	0	14393
Pi blanc, frag. d'alzinar, brolles i superfícies erosionades	0	0	0	0	0	0	0	18117
Alzinar amb roures	0	2796	5381	<b>10545</b>	0	2913	0	41673
Bardissa, jonquera, canyar i frag. d'omeda i gatelleda	0	0	0	0	0	0	0	957
Plantació d'arbres de ribera	0	0	0	0	0	0	0	2167
Total	5208	143335	74555	101002	53140	62256	6849	643568

Els resultats mostren d'una manera clara que, en general, no podem assimilar un model de combustible a un tipus de bosc o de formació forestal. Atès que per exemple, els boscos de pi blanc del Parc majoritàriament es varen classificar com a model 4, però tot i així, aquest model majoritari només es va assignar en una tercera part del total de casos i les restants dues terceres parts es repartien de forma prou igualitària entre uns altres 4 models i encara hi havia altres dos models més residuals.



Aquesta mateixa situació es va repetir quan es va elaborar el primer mapa de models de combustible de Catalunya, a partir del mapa forestal i de la informació de camp de l'Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya.

Per dir-ho d'una manera resumida, es podria elaborar mapes de models de combustible a partir dels materials i/o combinació de materials següent:

## Material

**Informació puntual:** informació d'inventaris forestals: IEFC, PTGMF, etc.

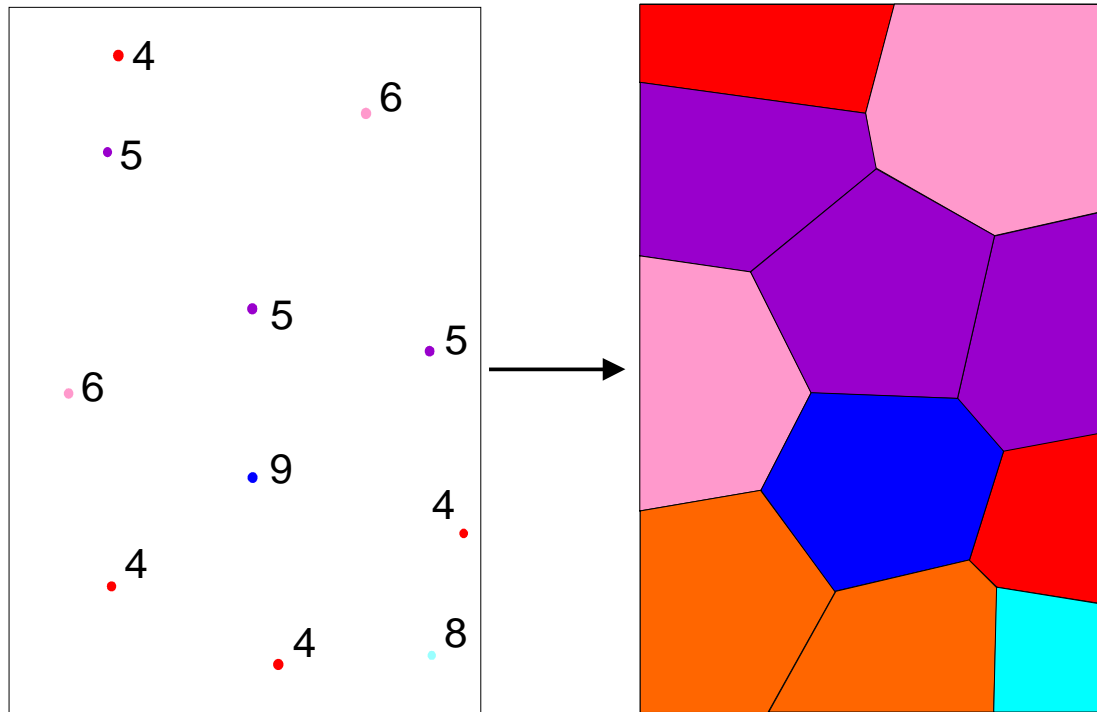
**Informació zonal:** Mapes forestals, de Vegetació o de Cobertes

---

# Metodologia: extensió de la informació

---

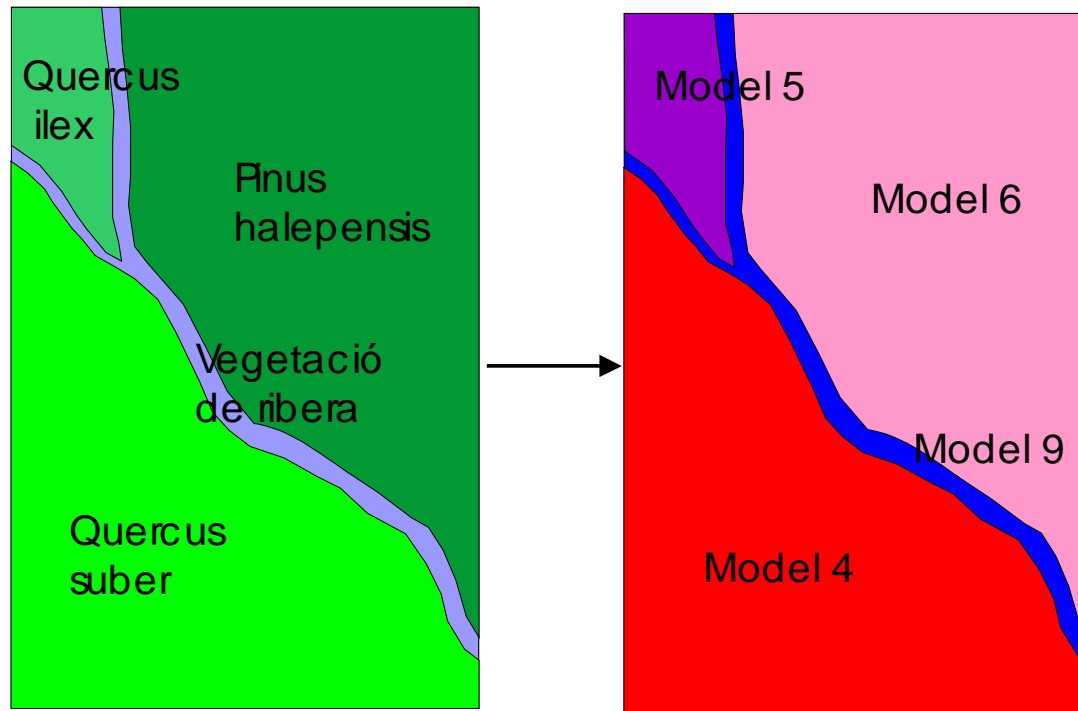
Només informació puntual (variables categòriques)



# Metodologia: extensió de la informació

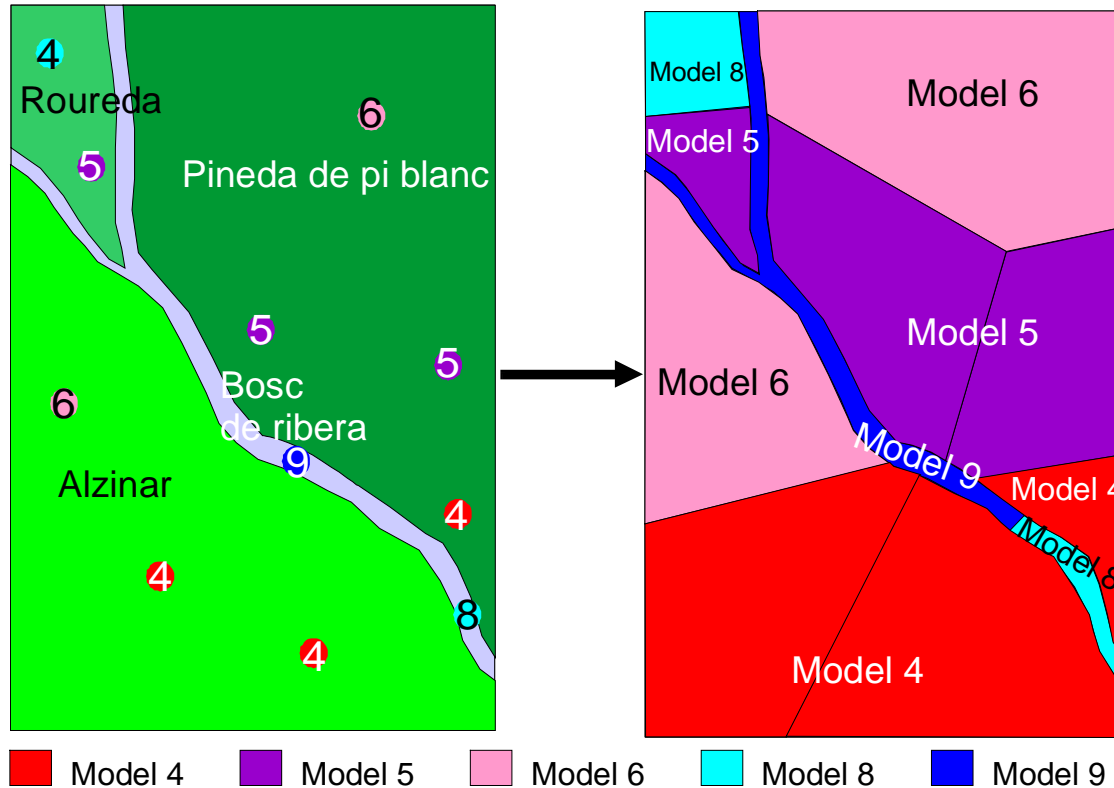
---

Només informació d'un mapa de vegetació



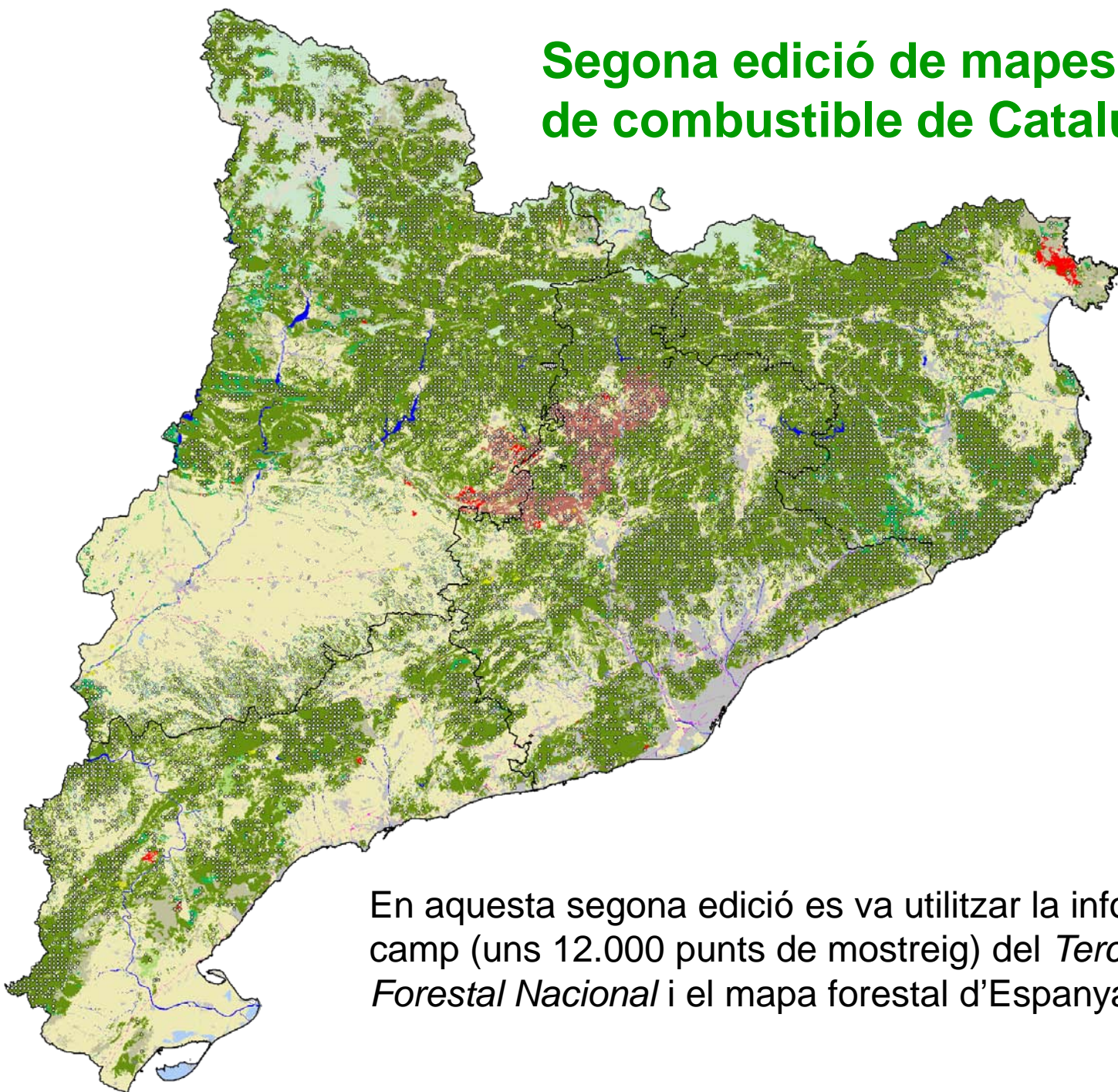
# Metodologia: extensió de la informació proposada

## Ambdós tipus d'informacions



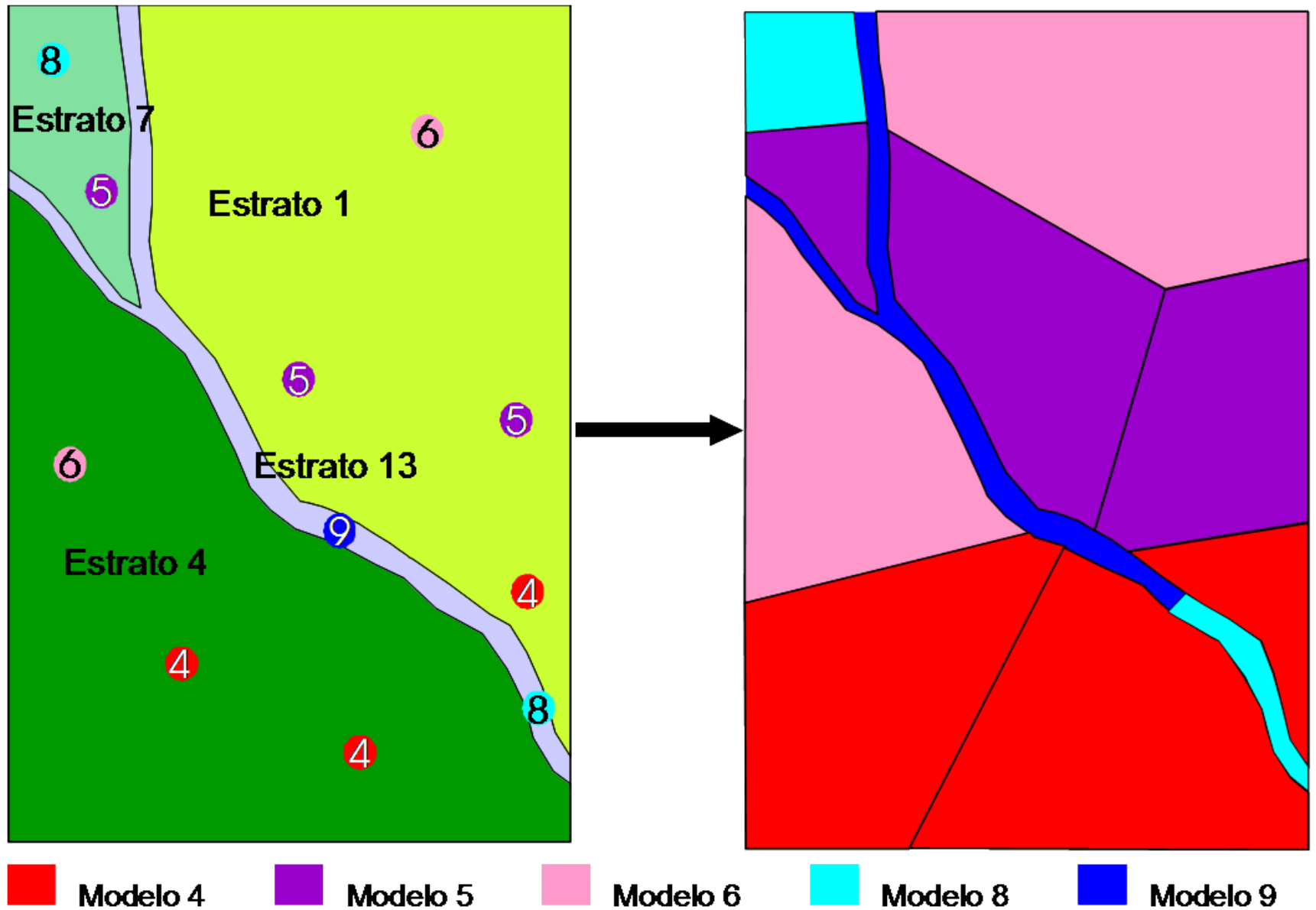


## Segona edició de mapes de models de combustible de Catalunya

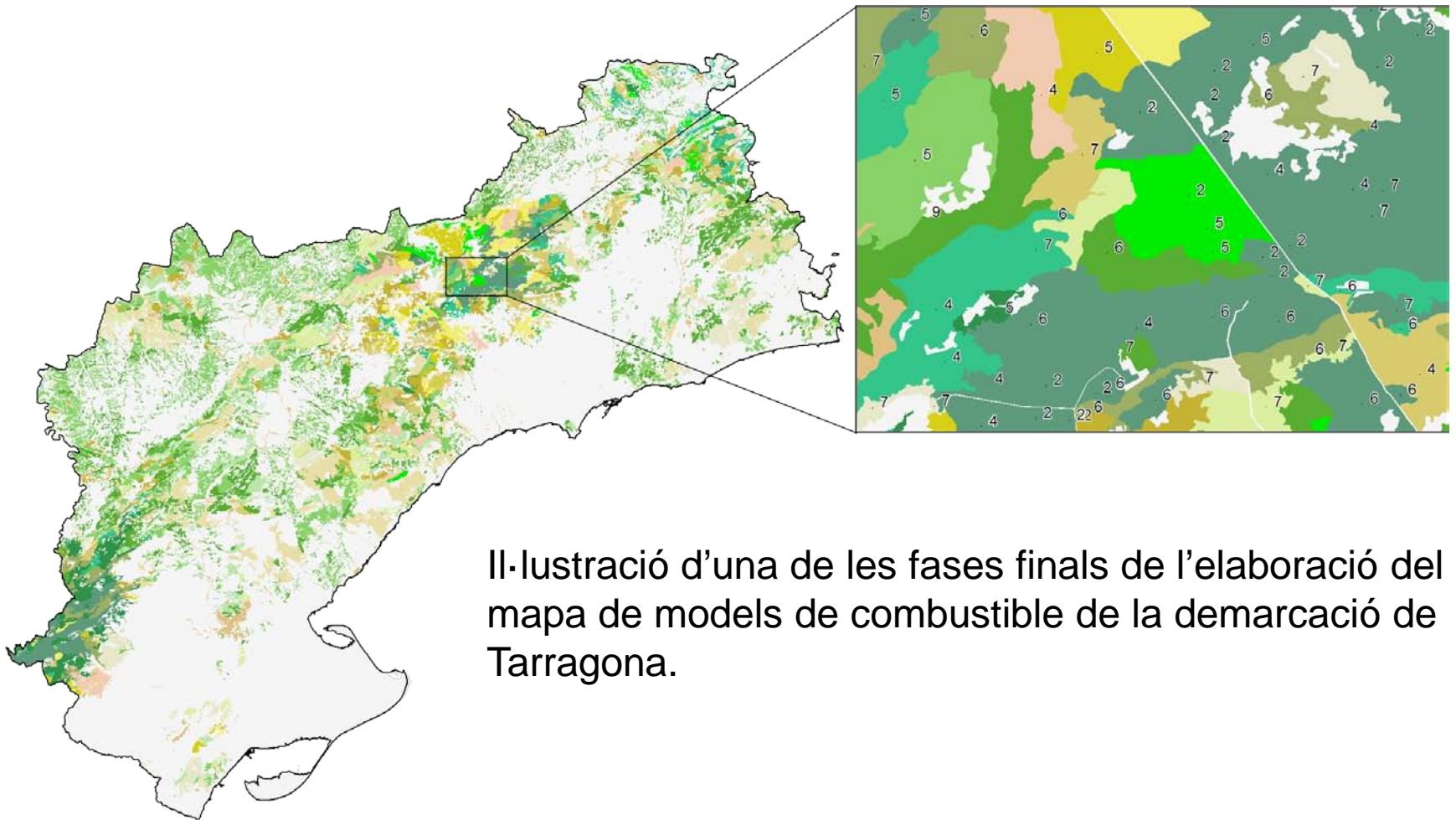


En aquesta segona edició es va utilitzar la informació de camp (uns 12.000 punts de mostreig) del *Tercer Inventario Forestal Nacional* i el mapa forestal d'Espanya (MFE50).

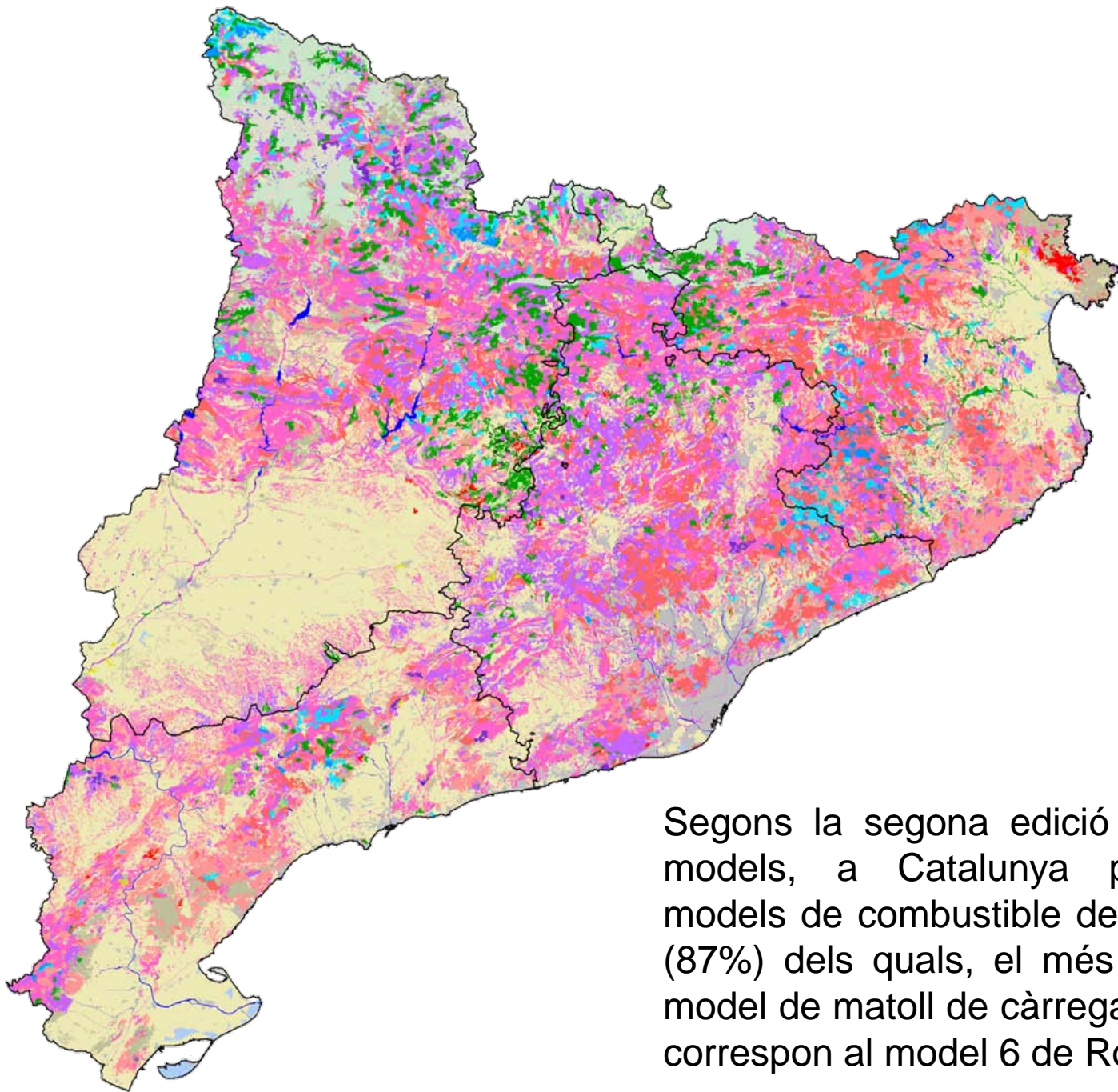
La metodologia emprada fou derivada de la utilització d'ambdós tipus d'informació.



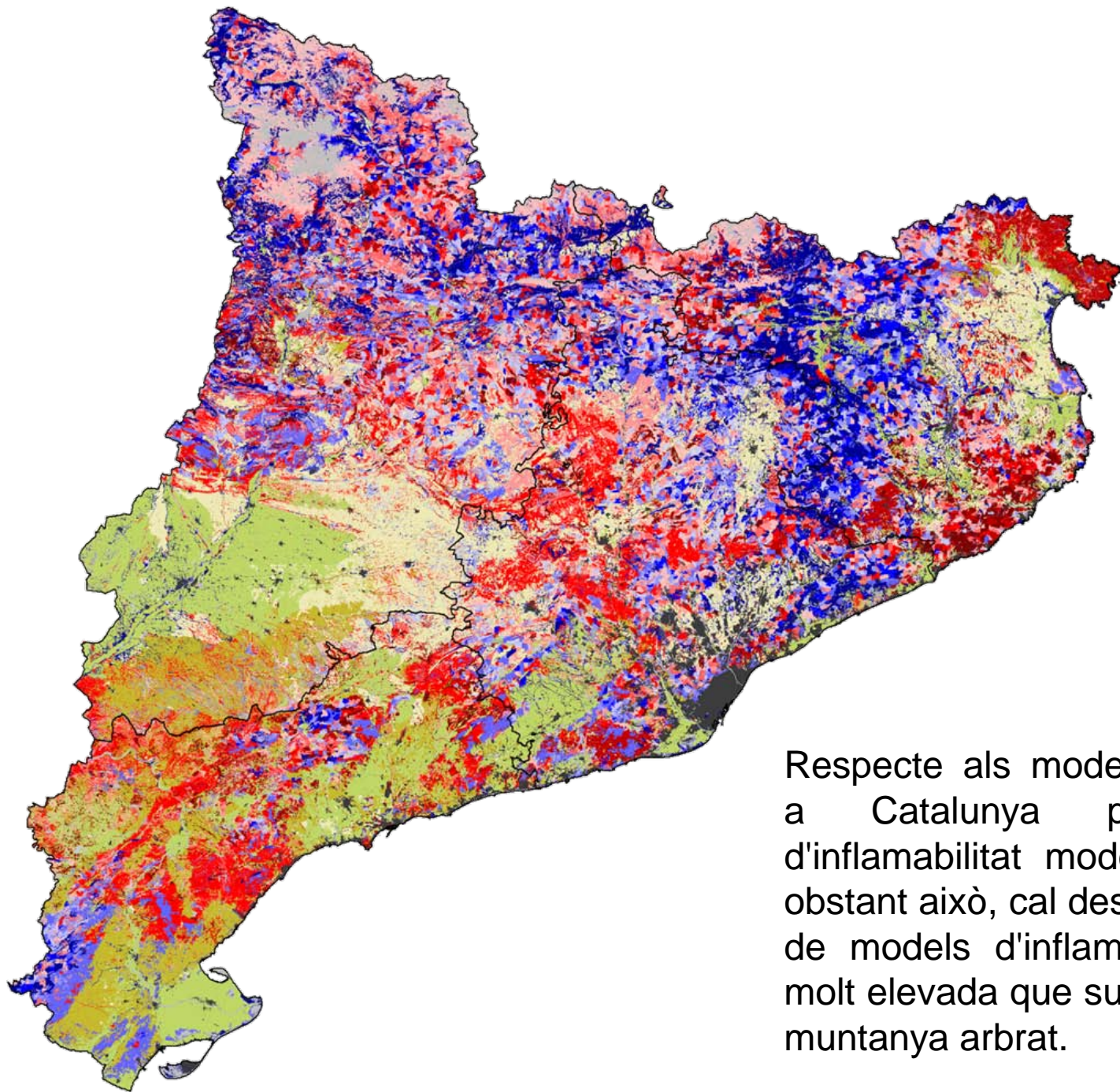
Els resultats obtinguts són una col·lecció de mapes de models de combustible i també de mapes de models d'inflamabilitat per demarcacions.



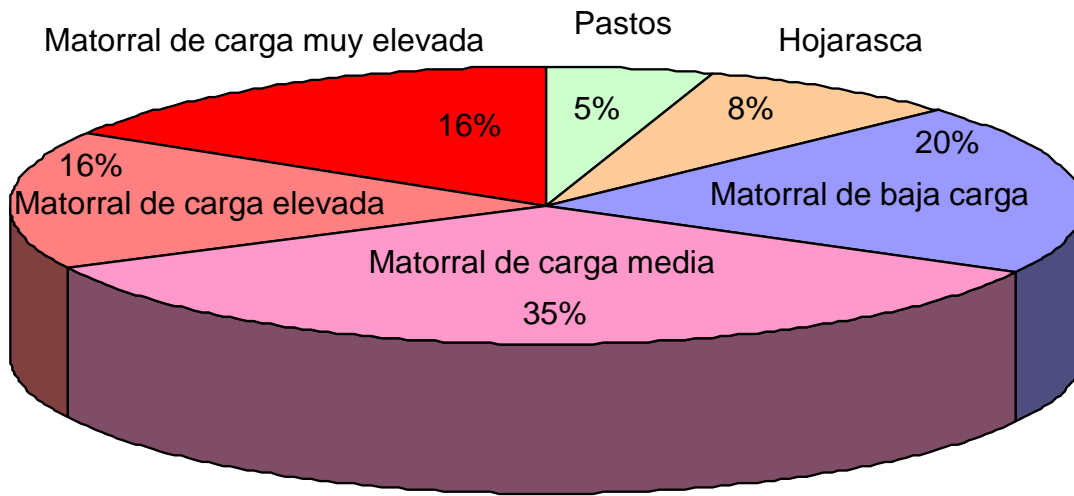
Il·lustració d'una de les fases finals de l'elaboració del mapa de models de combustible de la demarcació de Tarragona.



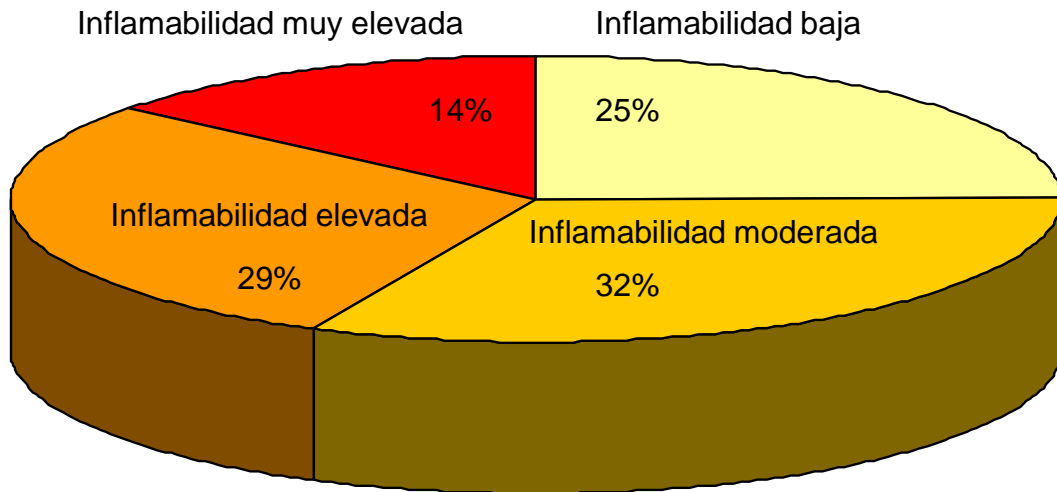
Segons la segona edició dels mapes de models, a Catalunya predominen els models de combustible del grup del matoll (87%) dels quals, el més abundant és el model de matoll de càrrega moderada, que correspon al model 6 de Rothermel



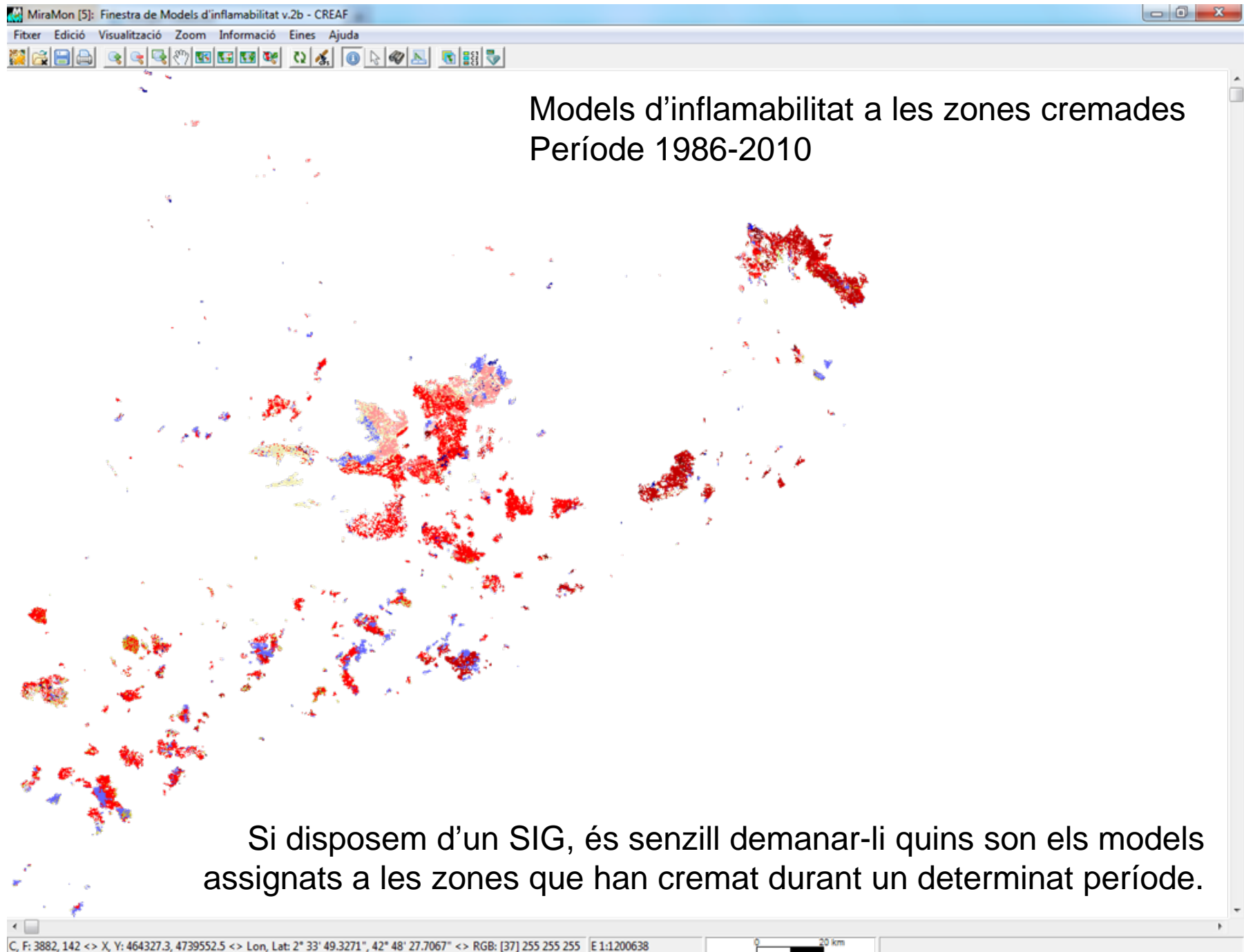
Respecte als models d'inflamabilitat, a Catalunya predominen els d'inflamabilitat moderada (32%). No obstant això, cal destacar la proporció de models d'inflamabilitat elevada i molt elevada que supera el 40% de la muntanya arbrat.

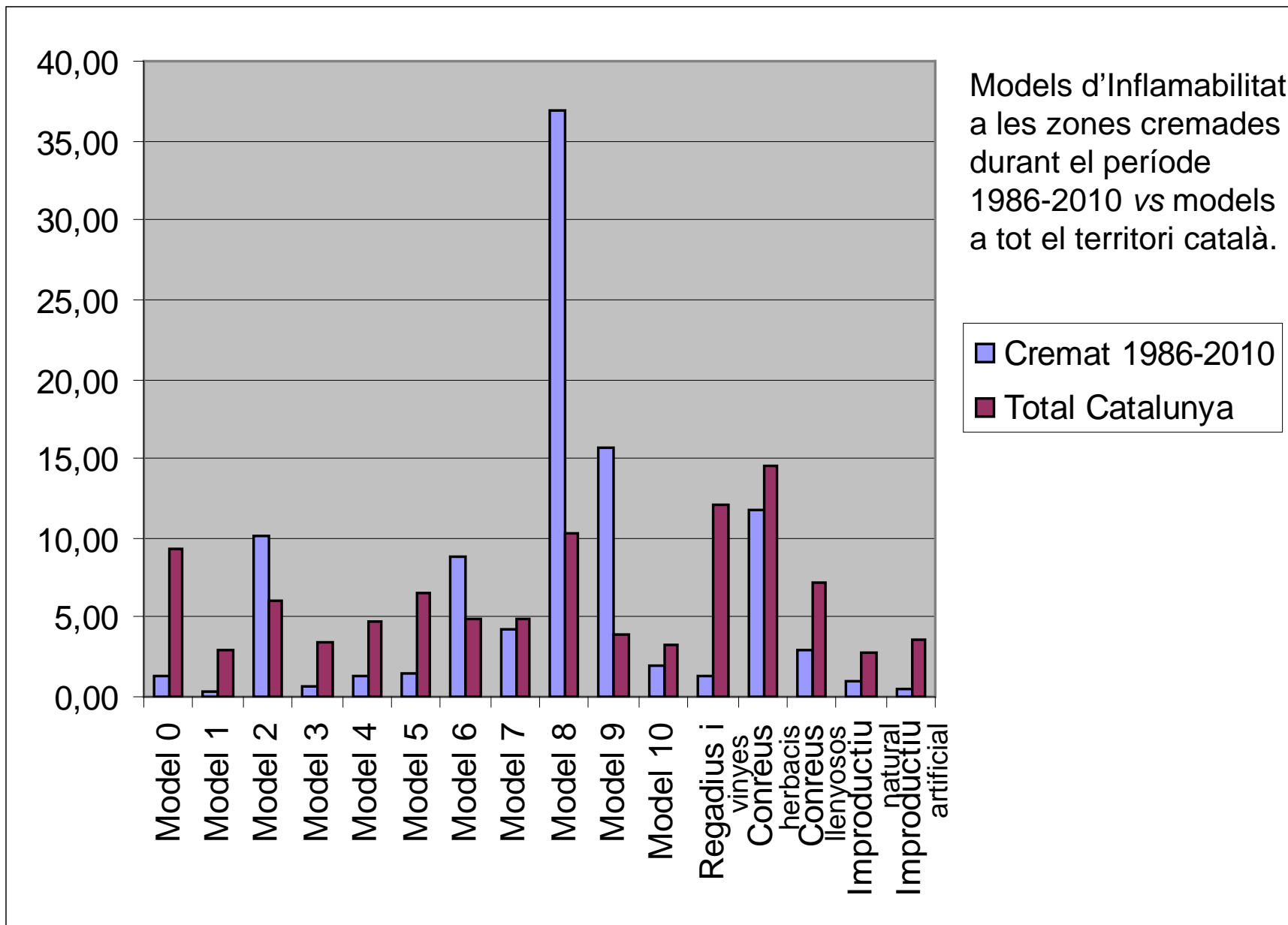


A dalt: Distribució a Catalunya per grups dels models de combustible. Pastures agrupa els models 1, 2 i 3; Fullaraca, els models 8, 9 i 10 i els models de matoll corresponen, de menor a major càrrega, als models 5, 6, 7 i 4 respectivament.



A baix: Ídem dels models d'inflamabilitat. Inflamabilitat baixa agrupa els models 0, 1 i 2; Inflamabilitat moderada, els models 3, 4 i 5; Inflamabilitat elevada, models 6, 7 i 8 i Inflamabilitat molt elevada correspon als models 9 i 10. El nombre del model correspon al percentatge d'espècies inflamables de cada parcel·la. Així, el model 0 conté menys del 10%, el 2, entre 10% i 19% i el 10, més del 100% d'espècies inflamables.





Bona part de la superfície cremada tenia assignat un model d'elevada inflamabilitat.



## I ara què? (o quan arriba la crisi)

Hem millorat molt pel que fa a cartografia temàtica digital. Avui ja es disposa de la quarta edició de l'MCSC corresponent a l'any 2009 i de la segona edició de HC.

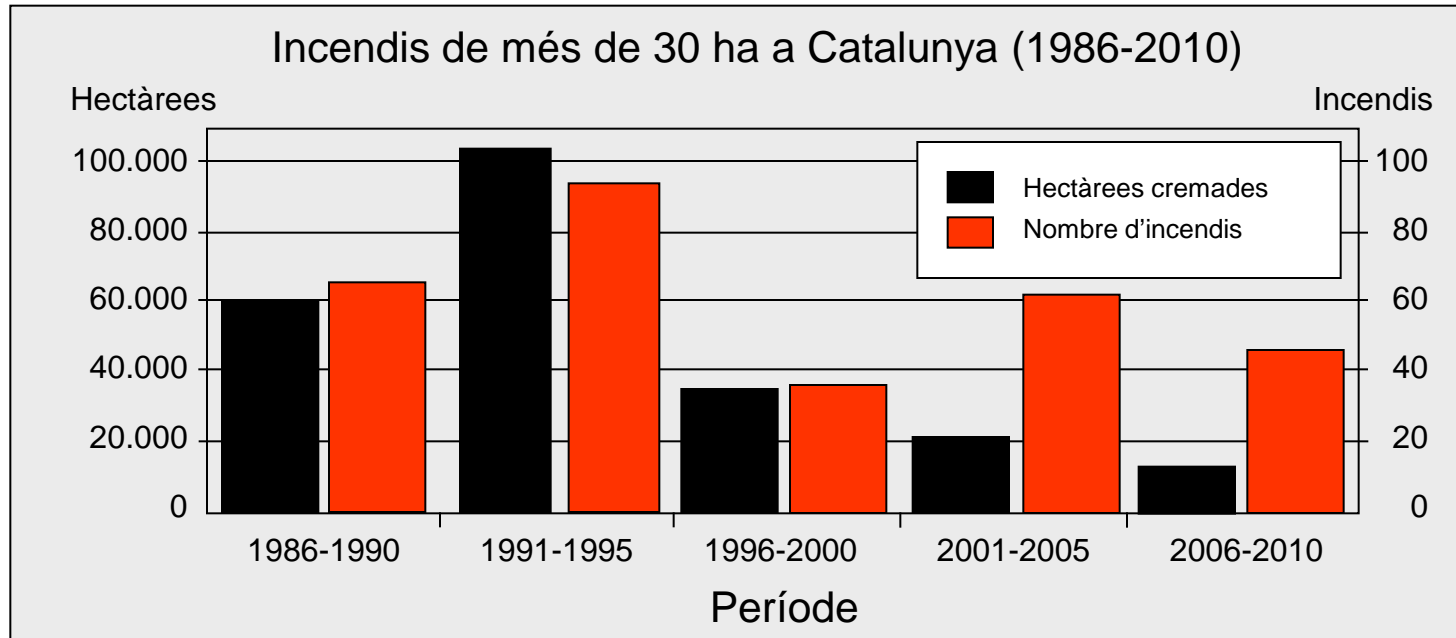
Però, pel que fa a informació de camp, seguim sense saber gaire sobre els matollars (quasi mig milió d'hectàrees).

I l'últim inventari forestal és de l'any 2000... (fa 12 anys).

I tanmateix, el país canvia... Fora bo tenir-ho present!

Si ens creiem que aquestes eines juguen algun paper en la prevenció dels incendis forestals, llavors cal tenir les dades necessàries per la seva elaboració raonablement actualitzades.

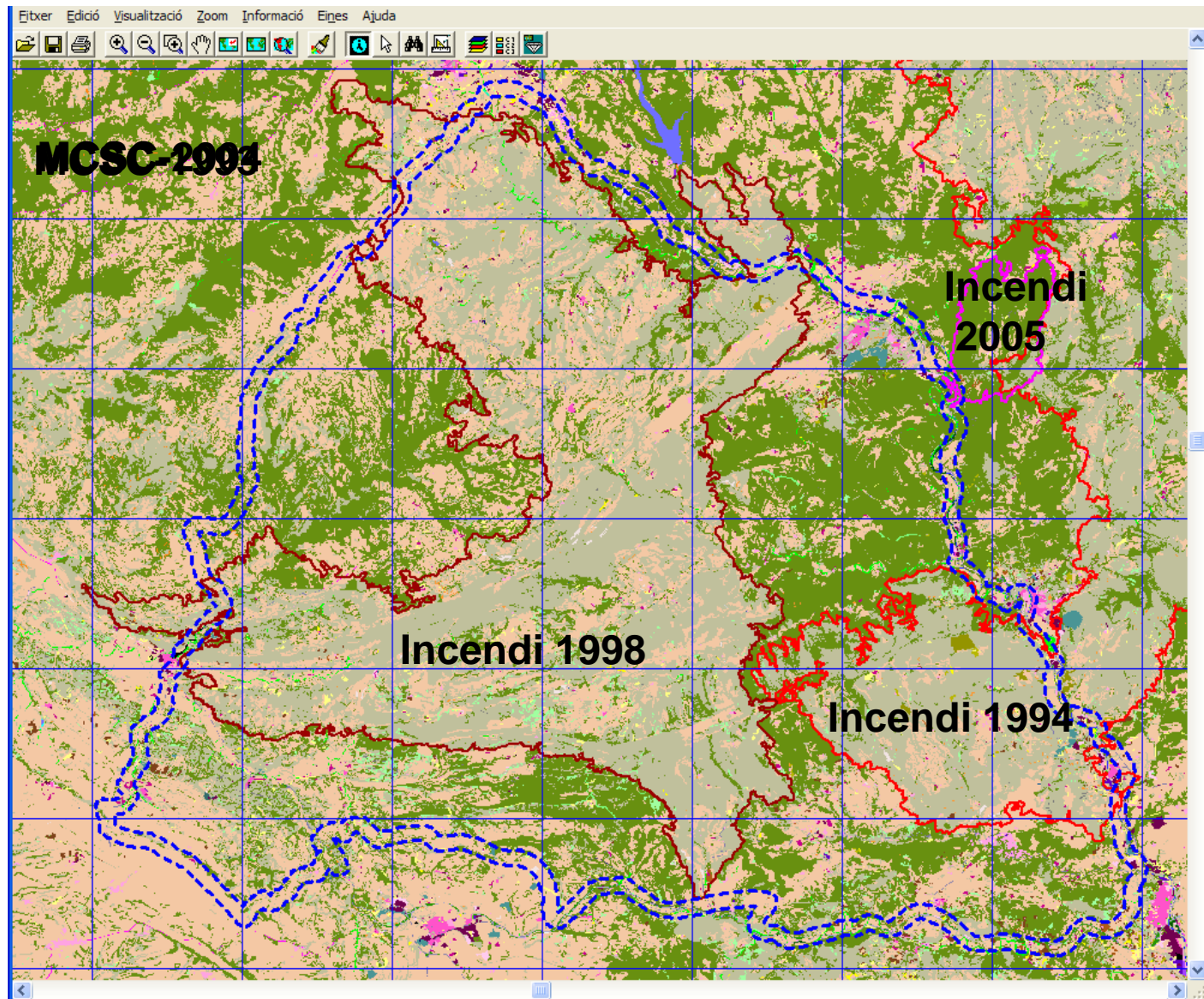
Durant el període comprés entre 1986 i 2010 els incendis forestals han cremat unes 220.000 ha cobertes sobretot de boscos i matollars



Nombre de focs i ha cremades vs mida dels focs per períodes

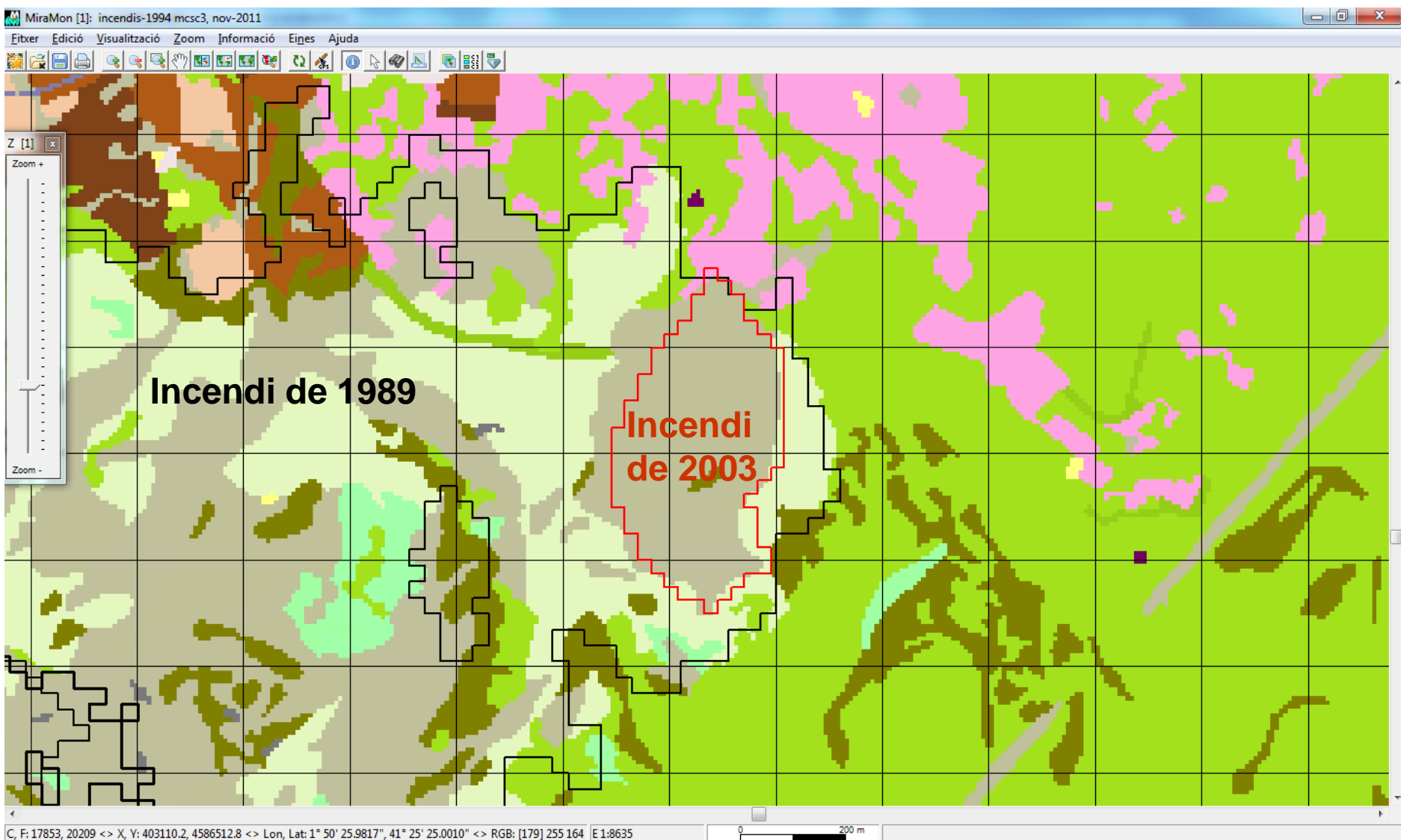
Període	focs (<100 ha)		focs (100-500 ha)		focs (500-10000 ha)		focs (>10000 ha)	
	focs	ha	focs	ha	focs	ha	focs	ha
1986-1990	11	692,41	36	7742,31	18	36213,07	1	15235
1991-1995	28	1910,13	42	10127,36	23	53904,12	1	39000
1996-2000	19	952,66	11	2251,31	5	8070,41	1	23951
2001-2005	33	1754,69	19	4512,5	10	14007,05	0	0
2006-1010	21	1207,35	21	4217,05	4	8061,56	0	0
<b>Total</b>	<b>112</b>	<b>6517,24</b>	<b>129</b>	<b>28850,53</b>	<b>60</b>	<b>120256,2</b>	<b>3</b>	<b>78186</b>

# Els incendis forestals son un dels principals motors dels canvis en els boscos...



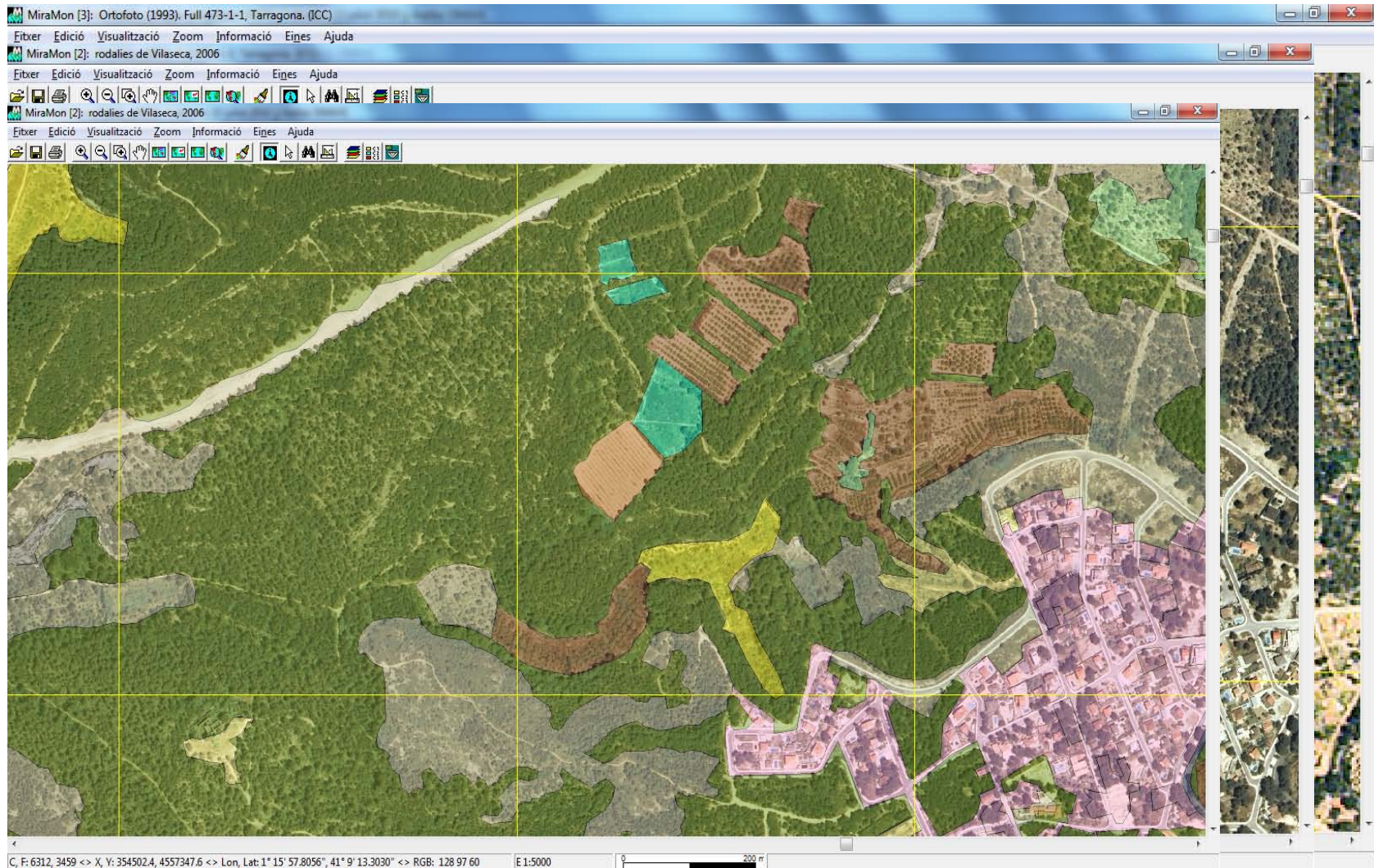
...i en les cobertes, en general

# L'efecte dels incendis perdura durant anys sobre el territori...



Sobre el mapa de 2009 encara son evidents els efectes dels focs de 2003 i 1989...

# Rodalies de Tarragona 2006



L'altre principal motor de canvi és la revegetació natural (de camps abandonats, cobertes forestals cremades. Fins al punt que compensa i fins i tot supera la destrucció de les cobertes vegetals que suposen els incendis forestals.

Entre unes coses i altres durant un període de 10 anys més de 200.000 ha canvien de tipus de coberta i per tant també de model de combustible i de model d'inflamabilitat.

Mapes de models de combustible, models d'inflamabilitat...  
en relació a la prevenció d'incendis

*gràcies per la vostra atenció*

Joanjo Ibañez  
[j.ibanez@creaf.uab.cat](mailto:j.ibanez@creaf.uab.cat)

