

## Mapes de models d'inflamabilitat. Resum

A diferència dels models de combustible, no hi ha cap estàndard per als models d'inflamabilitat. Tot i que en la bibliografia consultada (tècnica i científica) s'esmenta l'elaboració de cartografia sobre inflamabilitat, no s'explica de manera clara com elaborar-la.

Després dels focs de 1994 (any del gran incendi del Bages-Berguedà) el CREAM va elaborar un protocol per elaborar mapes de models de combustible i de models d'inflamabilitat dels boscos de Catalunya. Fins ara, s'han elaborat dues versions dels mapes de models a escala de 1:250 000 i amb un àmbit d'aplicació comarcal. La versió 2, ampliada amb informació en matollars i prats, s'empra com a cartografia de base en el projecte de millora del mapa de predicció del perill diari d'incendi forestal.

La definició de la versió 1 dels models d'inflamabilitat (contempla totes les espècies dels estrats arbòri i arbustiu del bosc) no permet discriminar visualment el perill d'incendi en èpoques diferents de l'estiu. Pràcticament tot el territori (a excepció dels boscos de ribera i d'alguns caducifolis de fulla ampla) és altament inflamable. D'alguna manera, el mapa reflecteix la facilitat amb què un incendi es pot estendre pel bosc, és a dir, a mesura que incrementa el model cadascun representa una possibilitat més elevada que l'anterior d'estendre's un incendi. La versió 1 només mostra els models d'inflamabilitat en bosc.

La definició de la versió 2 dels models d'inflamabilitat (contempla l'estat de la virosta i les espècies molt inflamables -tot l'any i a l'estiu-, majoritàriament de l'estrat arbustiu i herbaci del bosc) sembla no discriminar visualment les zones més sensibles a cremar en un incendi, aparentment subestima la inflamabilitat de determinades zones. D'alguna manera, el mapa reflecteix la facilitat amb què un incendi es pot estendre pel bosc i en determinades zones la dificultat amb què es pot iniciar un incendi (en aquestes zones no es pot determinar si un foc es pot estendre o no). La versió 2 només mostra els models d'inflamabilitat en bosc.

Un estudi intern del CREAM mostra que tant la versió 1 com la versió 2 són estadísticament significatives a l'hora de predir les zones més inflamables del bosc entre 2000 i 2010, però cap de les dues té una significació estadística més gran que l'altra, és a dir, no es pot establir a priori si una versió és millor que l'altra a l'hora d'estimar la inflamabilitat.

La definició dels models de la versió 1 i de la versió 2 és força diferent, tant pel que fa als estrats contemplats com el grau d'inflamabilitat específica, i per tant no són comparables. De fet la primera versió defineix 10 models i la segona, 11. En canvi, sí són comparables la versió 2 i la versió 2b en les zones de bosc coincidents.

L'assignació d'un model d'inflamabilitat en matollars i prats en la versió 2b no permet determinar bé la seva inflamabilitat intrínseca ja que totes les formacions amb una mateixa composició específica, independentment de la seva estructura, tenen el mateix model. La versió 2b, doncs, a diferència de les versions 1 i 2, mostra els models d'inflamabilitat en les zones de bosc, matollars, prats i en certa manera, també mostra el possible comportament del foc als conreus.

En aquests moments, s'està treballant en l'elaboració d'una nova versió del mapa (versió 3) que reflecteixi millor la inflamabilitat entesa com la probabilitat o facilitat d'estendre's un incendi per les diferents formacions vegetals presents a Catalunya.



## Mapes de models d'inflamabilitat

Arrel de la gran quantitat de superfície cremada l'estiu de 1994 (més de 84.000 ha, de les quals unes 39.000 van cremar en el gran incendi del Bages-Berguedà), l'aleshores Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca (DARP) de la Generalitat de Catalunya, va encarregar al Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF) l'elaboració d'una sèrie de mapes que reflectissin el perill d'incendi (Mapa de Models d'Inflamabilitat) i el possible comportament del foc (Mapa de Models de Combustible).

Existeix un cert consens internacional a fer servir els models de combustible definits per diferents autors del Servei Forestal dels Estats Units (Rothermel, Anderson, Scott i altres) o del Canadà (Nadeau), sobretot per homogeneitzar els diversos models de predicció de la propagació dels incendis forestals (BEHAVE, FARSITE, PROMETHEUS). En canvi, no hi ha cap estàndard per als models d'inflamabilitat. De fet, tot i que en la bibliografia consultada, tant tècnica com científica, s'esmenta l'elaboració de cartografia sobre la inflamabilitat no s'explica de manera clara com obtenir-la.

El present document explica la metodologia emprada en l'elaboració dels mapes d'inflamabilitat que podeu trobar a la web de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya, i a la web del CREAM (<http://www.creaf.uab.cat/mmci/index.htm>). Aquesta web contempla altres aspectes interessants relacionats amb aquests mapes, per la qual cosa és recomanable la seva visita.

### **Punt d'inflamació, inflamabilitat específica i grau d'inflamabilitat**

El **punt d'inflamació** d'un combustible és la temperatura a partir de la qual el material és capaç d'emetre gasos que formin una flama en posar-se en contacte amb una font tèrmica pilot. Si aquesta flama s'estén pel combustible, aquest entra en combustió per inflamació. Es tracta, doncs, d'una de les formes d'originar-se el foc.

El punt d'inflamació del material vegetal depèn de factors intrínsecs de les espècies com ara la capacitat de la planta per mantenir o perdre humitat, la quantitat i naturalesa de les substàncies volàtils inflamables que conté i la superfície o contorn vegetal, però també depèn de condicions externes com ara el clima, les variables meteorològiques actuals i precedents, el tipus de sòl, etc.

S'anomena **inflamabilitat específica** a la mesura de la facilitat amb què una determinada espècie pot emetre una flama davant d'un focus calòric constant. El que es mesura és, d'una banda, el temps d'espera fins a l'aparició de la flama davant d'un focus de calor constant (temps d'inflamació) i, de l'altra, el percentatge d'assaigs positius.

La bibliografia consultada sobre inflamabilitat específica són dos estudis dels quals se'n comenten els trets principals a continuació.

En l'estudi de Valette de 1990, revisió de l'estudi elaborat el 1979, es van emprar 50 mostres d'un gram de pes de diferents parts de les principals espècies de plantes mediterrànies (teixits en creixement i d'anys anteriors, fulles caigudes, flors obertes i marcides, fulles joves i adultes). En l'estudi d'Elvira i Hernando de l'any 1989, el

nombre d'assaigs per espècie era de 75 i corresponien a mostres heterogènies d'un gram de pes provinents dels branquillons laterals i terminals verds recollits al camp.

Cal tenir en compte que en cada estudi les fonts de calor emprades no eren iguals, ni en potència ni en les seves característiques. A més, en l'estudi d'Elvira i Hernando es van fer diverses proves amb mostres de 19 espècies amb diferents fonts tèrmiques i es van obtenir resultats diferents.

Una taula de doble entrada (Valette, 1990) freqüència vs. temps, permet assignar a cada espècie assajada un valor indicatiu d'inflamabilitat específica (taula 1).

Temps mig d'inflamació (s)	Percentatge d'assaigs positius (%)					
	> 95	95-90	90-85	85-80	80-50	< 50
< 12,5	5	4	3	3	2	1
12,5-17,5	4	3	3	2	1	1
17,5-22,5	3	3	2	2	1	0
22,5-27,5	3	2	2	1	0	0
27,5-32,5	2	2	1	1	0	0
> 32,5	2	1	1	0	0	0

Taula 1: Valor d'inflamabilitat en funció del percentatge d'assaigs positius i el temps mig d'inflamació.

La inflamabilitat específica pren valors del 0 al 5 i corresponen a espècies:

- 0 - poc inflamables
- 1 - feblement inflamables
- 2 - moderadament inflamables
- 3 - inflamables
- 4 - altament inflamables
- 5 - extremadament inflamables

L'estudi d'Elvira i Hernando dona valor nul d'inflamabilitat específica si el temps d'ignició és superior als 60 segons. En ambdós estudis es van prendre mostres al llarg de l'any per veure com varia la inflamabilitat específica, tot i que en l'estudi d'Elvira i Hernando el mostreig no va ser tan exhaustiu i no hi ha dades per a tots els mesos.

Ambdós estudis van comprovar que hi ha espècies, com ara els eucaliptus, que són molt inflamables tot l'any (a causa de la presència d'olis essencials altament inflamables), d'altres, com ara el boix, que són molt poc inflamables (a causa de l'estructura coriàcia de les fulles) i d'altres que al llarg de l'any presentaven una inflamabilitat específica relativament baixa, però molt elevada a l'estiu, com el gerd o la gatosa.

Aquest comportament al llarg de l'any permet distingir quatre grups segons el valor d'inflamabilitat en cada època. D'aquesta manera, cada espècie es pot integrar en un dels quatre grups segons el seu **grau d'inflamabilitat** específica al llarg de l'any:

- Grau 1 - Espècies molt inflamables durant gairebé tot l'any
- Grau 2 - Espècies molt inflamables durant l'estiu
- Grau 3 - Espècies moderadament inflamables
- Grau 4 - Espècies poc inflamables

Elvira i Hernando estableixen una classificació de les més de 50 espècies estudiades i les assignen en un d'aquests quatre grups (taula 2).

Molt inflamables tot l'any	Molt inflamables durant l'estiu	Moderadament inflamables	Poc inflamables
<i>Calluna vulgaris</i> <i>Erica arborea</i> <i>Erica australis</i> * <i>Erica soparia</i> <i>Eucalyptus</i> sp. <i>Genista falcata</i> * <i>Genista hirsuta</i> * <i>Phyllirea angustifolia</i> <i>Pinus halepensis</i> <i>Quercus ilex</i> <i>Rosmarinus officinalis</i> <i>Thymus granatensis</i> * <i>Thymus vulgaris</i>	<i>Anthyllis cytisoides</i> <i>Brachypodium ramosum</i> <i>Cistus ladanifer</i> <i>Lavandula latifolia</i> <i>Lavandula stoechas</i> <i>Pinus pinaster</i> (¹) <i>Pinus pinea</i> <i>Pinus radiata</i> <i>Quercus suber</i> <i>Rubus idaeus</i> <i>Stipa tenacissima</i> <i>Thymus zigys</i> * <i>Ulex parviflorus</i>	<i>Arbutus unedo</i> <i>Cistus albidus</i> <i>Cistus crispus</i> <i>Cistus laurifolius</i> <i>Cistus salviifolius</i> <i>Cytisus scoparius</i> <i>Cytisus striatus</i> * <i>Erica multiflora</i> <i>Genistella tridentata</i> * <i>Juniperus oxycedrus</i> <i>Ononis tridentata</i> <i>Osyris alba</i> <i>Pinus pinaster</i> (¹) <i>Quercus coccifera</i> <i>Quercus faginea</i> <i>Retama sphaerocarpa</i> <i>Rhamnus lycioides</i> <i>Rubus ulmifolius</i> <i>Stauracanthus boivinii</i> * <i>Teline linifolia</i>	<i>Buxus sempervirens</i> <i>Cytisus multiflorus</i> * <i>Daphne gnidium</i> <i>Halimium commutatum</i> * <i>Olea europaea</i> <i>Pistacia lentiscus</i> <i>Rhamnus alaternus</i> <i>Rubia peregrina</i>

Taula 2: Classificació d'espècies segons el grau d'inflamabilitat establerta per Elvira i Hernando el 1989. Les espècies amb un asterisc (\*) corresponen a espècies no presents a Catalunya. (¹) La taula original d'Elvira i Hernando assigna el pinastre al grup 2 i al 3 alhora, però s'ha considerat del grup 2.

El CREA ha emprat la taula 2 en l'assignació dels models d'inflamabilitat a l'hora de confeccionar el mapa d'inflamabilitat. Malgrat això, algunes espècies s'han considerat en grups diferents als de la taula original, ja que així corresponia a criteri expert.

## Models d'inflamabilitat

Un model d'inflamabilitat és un índex que descriu de manera indirecta el perill d'una formació vegetal d'incendiar-se. Es defineix segons el grau de recobriment de les espècies presents en la formació vegetal i de la facilitat o dificultat amb què s'inflamen (grau d'inflamabilitat).

Com s'ha esmentat a l'inici del present document, no existeix cap estàndard a l'hora de definir o emprar un índex que pugui reflectir el perill d'incendi. És per això que quan el 1994 el DARP va demanar una cartografia per determinar la possibilitat que s'estengui un foc, el CREA va definir uns models d'inflamabilitat per tal d'assignar-ne un a cadascuna de les estacions de mostreig de l'IEFC i generar la cartografia associada.

Segons la disponibilitat de nova informació o nous mètodes, el CREA ha elaborat diverses versions dels mapes de models d'inflamabilitat, que tot seguit es detallen.

### Models d'inflamabilitat v.1

El mapa de models d'inflamabilitat v.1 es va elaborar segons el protocol establert en l'elaboració de resultats de l'Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya (IEFC) entre 1996 i 2000. Les dades provenen de l'IEFC i corresponen al període 1989-1998 segons la comarca.

Els mapes s'elaboraven per comarques a mesura que finalitzava el procés de càlcul de resultats de l'inventari. Les estacions de mostreig de l'IEFC aporten la informació

del model que s'assignava en gabinet, sota criteri expert, en funció de la composició específica, el grau d'inflamabilitat d'aquestes espècies i el seu recobriment a cadascuna de les més de 10.600 estacions de mostreig distribuïdes a l'atzar a raó d'una per km<sup>2</sup> de bosc.

Es van definir 10 models, de menys inflamabilitat a més, en funció de dos criteris:

- El valor d'inflamabilitat de cada espècie a l'estiu (moment en què el percentatge d'humitat és més baix i per tant el valor d'inflamabilitat és el més alt).
- La suma dels percentatges de recobriment de les espècies agrupades segons el grau d'inflamabilitat.

La taula 3 recull els models i la seva definició segons els criteris esmentats.

Model	Definició
1	Recobriment inferior al 75% d'espècies amb inflamabilitat de grau 4.
2	Recobriment superior al 75% d'espècies amb inflamabilitat de grau 4.
3	Recobriment superior al 25% d'espècies de grau 3 i superior al 75% d'espècies de grau 4.
4	Recobriment superior al 75% d'espècies de grau 3.
5	Recobriment superior al 10% d'espècies de graus 1 i 2 i superior al 75% d'espècies de grau 3.
6	Recobriment superior al 25% d'espècies de graus 1 i 2.
7	Recobriment superior al 50% d'espècies de graus 1 i 2.
8	Recobriment superior al 75% d'espècies de graus 1 i 2.
9	Recobriment superior al 100 % d'espècies de graus 1 i 2.
10	Recobriment superior al 150% d'espècies de graus 1 i 2.

Taula 3: Definició dels models d'inflamabilitat (versió 1) segons el grau d'inflamabilitat i el recobriment de les diferents espècies trobades a les estacions de mostreig de l'IEFC.

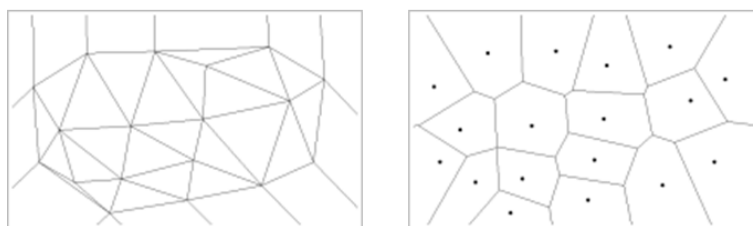
L'agrupació de les espècies segons el seu grau d'inflamabilitat correspon a la ja establerta en l'estudi d'Elvira i Hernando més l'assignació de la resta d'espècies arbòries i arbustives trobades a l'IEFC i que no eren a la llista inicial. A la taula 4 es mostra l'assignació, segons dades bibliogràfiques disponibles (\*) i criteri d'expert, d'algunes d'aquestes espècies.

Molt inflamables tot l'any	Molt inflamables durant l'estiu	Moderadament inflamables	Poc inflamables
<i>Calicotome spinosa</i> *! <i>Phillyrea latifolia</i> * <i>Phillyrea media</i>	<i>Cedrus</i> sp. *! <i>Cupressus sempervirens</i> *! <i>Cytisus scoparius</i> <i>Cytisus villosus</i> <i>Genista scorpius</i> <i>Pinus nigra</i> <i>Pinus sylvestris</i> <i>Pseudotsuga menziesii</i> <i>Rosmarinus officinalis</i> ! <i>Thymus vulgaris</i>	<i>Cistus monspelliensis</i> * <i>Juniperus communis</i> <i>Juniperus phoenicea</i> <i>Quercus</i> sp.	<i>Castanea sativa</i> * <i>Fagus sylvatica</i> <i>Hedera helix</i> <i>Lonicera</i> sp. <i>Prunus avium</i> <i>Pteridium aquilinum</i> <i>Ruscus aculeatus</i> <i>Smilax aspera</i> <i>Viburnum tinus</i>  Caducifolis de fulla ample o de ribera (gèneres <i>Acer</i> , <i>Alnus</i> *, <i>Betula</i> , <i>Fraxinus</i> , <i>Populus</i> , <i>Platanus</i> , etc.)

Taula 4: Assignació de les principals espècies arbòries i arbustives trobades a l'IEFC que no tenien assignació bibliogràfica prèvia. Les espècies amb un asterisc (\*) corresponen a espècies trobades a la bibliografia. Les espècies marcades amb un signe d'admiració (!) corresponen a espècies que, per criteri expert, s'han considerat d'un grup diferent al documentat a la bibliografia.

L'assignació del model estació per estació en gabinet estava força pensada, sobretot, per determinar el possible perill d'incendi durant l'estiu ja que, com s'ha esmentat abans, el percentatge d'humitat (tant de les plantes com, molt sovint, el de l'ambient que les envolta) és força baix.

L'extensió de la informació puntual de cada estació de mostreig es va fer mitjançant l'algorisme de Thiessen, el qual estén la informació de dues estacions veïnes fins a la meitat de la seva distància i, a diferència d'altres mètodes d'interpolació, no genera valors intermedis (figura 1). En la primera edició dels mapes de models, encara no estava prou desenvolupat el programari MiraMon (Pons, X. 2011), però incorporava un mòdul equivalent a l'actual FAGOVAL (anomenat THIEZON) que permetia estendre, sobre un valor de fons constant, la informació de valors puntuals.



**Figura 1:** Poligons de Thiessen. Esquerra: xarxa triangular establerta entre les distàncies entre parcel·les. Dreta: diagrama de poligons formats amb les bisectrius dels triangles.

L'extensió de la informació es va fer sobre la superfície que ocupa cadascuna de les set zones predefinides a les quals es van adaptar les diferents categories de bosc que estableix el Mapa Forestal de Catalunya (MFC, 1986-1996). Aquestes set zones, definides a criteri d'expert al CREAM, són:

- 1 - Coníferes (*Abies alba*, *Pinus* sp., *Cedrus* sp., *Picea abies*, etc.).
- 2- Plantacions d'*Eucalyptus* sp.
- 3 - Alzinars.
- 4 - Suredes.
- 5 - Rouredes.
- 6 - Castanyedes, fagedes i altres caducifolis (*Acer* sp., *Betula* sp., *Corylus avellana*, *Fraxinus* sp., *Populus tremula*, *Sorbus* sp., *Ulmus* sp.).
- 7 - Plantacions de *Platanus* sp. i *Populus* sp. i vegetació de ribera (vernedes, salzes, gatelledes, *Robinia pseudoacacia*, *Tilia* sp.).

Abans d'estendre la informació dels models per cadascuna de les zones, com a conseqüència de l'escala del Mapa Forestal de Catalunya (1:100 000), inferior a l'error de posicionament de les estacions de mostreig de l'IEFC (entre 100 i 5 metres segons si el posicionament es feia sobre fotografia aèria o ortofotomapa 1:5 000 respectivament), es feia un test de correspondència entre les espècies dominants del mapa i de les estacions de mostreig. La comprovació realitzada era:

- 1<sup>a</sup> espècie segons l'IEFC *versus* 1<sup>a</sup> espècie segons l'MFC.
- 1<sup>a</sup> espècie segons l'IEFC *versus* 2<sup>a</sup> espècie segons l'MFC.
- 2<sup>a</sup> espècie segons l'IEFC *versus* 1<sup>a</sup> espècie segons l'MFC.
- 2<sup>a</sup> espècie segons l'IEFC *versus* 2<sup>a</sup> espècie segons l'MFC.

Les estacions de mostreig que no passen el test de correspondència en primera instància es mouen 100 metres en X o en Y (independentment de la seva precisió en el posicionament) per comprovar si coincideix l'espècie dominant (o secundària) amb

la indicada al mapa forestal. Finalment, amb les estacions que passen el test es procedeix a estendre la informació. Si en processar una comarca, les veïnes ja tenien dades de models eren incorporades per així comptar amb un major nombre de dades i omplir més extensió de territori. En l'apartat d'Anàlisi i discussió s'explica la rellevància d'aquest fet.

Al final del procés d'extensió dels valors sobre les zones de vegetació, encara poden quedar àrees fora de la influència de cap estació de mostreig, sobretot boscos fragmentats, boscos amb canvis d'espècie dominant en vessants oposats i formacions de ribera. Per evitar que aquestes zones quedin sense valor en el mapa final es fa l'histograma per a cada zona de vegetació per determinar-ne el model més abundant i un cop determinat s'assigna a les àrees corresponents a cada zona sense valor estès.

El resultat de l'extensió de la informació és un ràster de 25 m de mida de píxel on a les zones que l'MFC estableix que és bosc hi ha la informació dels models i la resta són les cobertes restants del mapa forestal (matollar, prats, conreus, etc.) sense assignació d'inflamabilitat (vegeu el mapa 1 a l'annex 1).

## **Models d'inflamabilitat v.2**

El mapa de models d'inflamabilitat v.2 es va elaborar segons el protocol establert en l'elaboració de resultats i publicació dels indicadors ecològics del Tercer Inventari Forestal Nacional (IFN3) l'any 2004. Les dades provenen de la realització de l'IFN3 a Catalunya entre 2000 i 2001.

L'elaboració dels mapes de models d'inflamabilitat es fa mitjançant el mòdul de MiraMon FAGOVAL, el qual estén, seguint l'algorisme de Thiessen, els valors de cada model de cada estació de mostreig de l'IFN3 sobre la superfície que ocupa cada unitat de vegetació o «estrat» definit en el Mapa Forestal d'Espanya (MFE50) per a cadascuna de les quatre demarcacions de Catalunya.

Els models d'inflamabilitat s'assignen en gabinet a partir d'una sèrie de dades preses al camp en cadascuna de les més de 11.000 estacions de mostreig distribuïdes a raó d'una per km<sup>2</sup> a sobre d'una xarxa UTM regular amb pas de malla de 1.000 metres. Les dades són:

- Fracció de cabuda coberta (FCC) arbòria (sense solapament de capçades).
- Ocupació de cada espècie arbòria en l'estrat arbori.
- FCC de les diverses espècies arbòries en estat de desenvolupament -regeneració- (sense solapament de capçades).
- FCC de les diverses espècies arbustives trobades (pot haver solapament vertical i per tant el valor de recobriment total a l'estació pot depassar el 100 %).
- FCC de l'estrat herbaci (de 0 a 100 %), si les gramínies hi són presents (sí / no) i, en cas afirmatiu, si hi dominen.
- Estat de compactació de la fullaraca (laxa o compacta).

El procés per assignar un model d'inflamabilitat establert al seu dia per a l'elaboració dels mapes segueix la següent pauta:

- 1) Es calculen els recobriments dels següents estrats:
  - a. Estrat arbori: Correspon a la fracció de cabuda coberta de les espècies de port arbori presents a l'estació de mostreig de l'IFN3.

- b. Estrat arbustiu-herbaci: Correspon a la suma de les fraccions de cabuda coberta dels arbustos, dels arbres en fase de desenvolupament (regeneració) i de les herbes segons les dades de camp de l'IFN3.
- 2) A cada espècie (arbòria o arbustiva) se li assigna un valor de grau d'inflamabilitat contingut en un tesaurus (taula de correspondències) i es calcula el recobriment de les espècies considerades molt inflamables segons la bibliografia consultada, si bé algunes espècies es van classificar com a tals sota criteri expert del CREAM (taula 5) en cadascun dels estrats anteriors.
- a. Estrat arbori: El recobriment d'espècies molt inflamables es calcula segons l'ocupació de cada espècie i el seu grau d'inflamabilitat.
- b. Estrat arbustiu-herbaci: El recobriment d'espècies molt inflamables arbustives i arbòries en procés de desenvolupament (regeneració) es calcula segons la seva ocupació i el seu grau d'inflamabilitat. Pel que fa a l'estrat herbaci, es considera que si les espècies dominants són gramínies tot el recobriment és molt inflamable; si només hi són presents però no dominen, la meitat del recobriment és molt inflamable; i si no hi són presents a l'estrat, el recobriment d'espècies molt inflamables és 0. El recobriment d'espècies molt inflamables de l'estrat correspon a la suma dels recobriments calculats dels arbustos, de la regeneració i de les herbes.
- 3) Un cop calculats els recobriments, si el recobriment total de l'estrat arbustiu-herbaci és igual o superior al 70 %, el model d'inflamabilitat s'assigna segons el recobriment d'espècies molt inflamables trobades en aquest estrat.
- 4) Quan el recobriment total de l'estrat arbustiu-herbaci no arriba al 70 %, el model d'inflamabilitat s'assigna segons si la virosta és laxa o compacta. En el primer cas, el model s'assigna a partir del recobriment d'espècies molt inflamables de l'estrat arbori i en el segon cas, de l'estrat arbustiu-herbaci.

Espècies molt inflamables tot l'any o durant l'estiu
Coníferes de fulla petita o escamiformes: <i>Abies alba</i> , <i>Larix decidua</i> , <i>Pinus uncinata</i> , <i>Picea abies</i> , <i>Taxus baccata</i> , <i>Thuja</i> sp.
Papil·lionàcies arbustives: Gèneres <i>Adenocarpus</i> , <i>Cytisus</i> , <i>Genista</i> , <i>Retama</i> , <i>Teline</i> , <i>Spartium</i> .
Altres espècies: <i>Asparagus acutifolius</i> , <i>Globularia alypum</i> , <i>Helichrysum stoechas</i> .

**Taula 5:** Espècies trobades a l'IFN3 que o bé no constaven al tesaurus de la versió 1 o bé es va considerar oportú assignar-les en un grup d'inflamabilitat específica diferent. La seva catalogació com a molt inflamables tot l'any o durant l'estiu s'ha fet sota criteri expert del CREAM

El model d'inflamabilitat es calcula com el valor sencer del recobriment d'espècies molt inflamables de l'estrat a partir del qual, segons les pautes abans esmentades, es contempla l'assignació, dividit entre 10. Tots els valors més grans de 10 (recobriment d'espècies molt inflamables superior al 100 %) s'assigna de nou a 10. La taula 6 recull la definició dels models de la versió 2.

En la versió 2 no va ser necessari cap test de correspondència entre les espècies de l'IFN3 i les dels estrats del Mapa Forestal de Espanya atès que l'MFE50 és la base cartogràfica de l'IFN3 i ambdues bases provenen de la Direcció General per a la Biodiversitat del Ministeri de Medi Ambient.



Model	Definició
0	FCC del 0 a 9 % d'espècies molt inflamables
1	FCC del 10 a 19 % d'espècies molt inflamables
2	FCC del 20 a 29 % d'espècies molt inflamables
3	FCC del 30 a 39 % d'espècies molt inflamables
4	FCC del 40 a 49 % d'espècies molt inflamables
5	FCC del 50 a 59 % d'espècies molt inflamables
6	FCC del 60 a 69 % d'espècies molt inflamables
7	FCC del 70 a 79 % d'espècies molt inflamables
8	FCC del 80 a 89 % d'espècies molt inflamables
9	FCC del 90 a 99 % d'espècies molt inflamables
10	FCC superior al 100 % d'espècies molt inflamables

**Taula 6:** Definició dels models d'inflamabilitat (versió 2) segons el grau d'inflamabilitat i el recobriment de les diferents espècies trobades a les estacions de mostreig de l'IFN3.

El resultat de l'extensió de la informació és un ràster de 25 m de mida de píxel on a les zones que el MFE50 estableix que és bosc hi ha la informació dels models i la resta són les cobertes restants del mapa forestal (matollar, prats, conreus, etc.) sense assignació d'inflamabilitat (vegeu el mapa 2 a l'annex 1).

### Models d'inflamabilitat v.2 ampliada

Arrel del conveni de col·laboració amb el Servei de Prevenció d'Incendis Forestals de la Generalitat de Catalunya per a la millora del mapa de predicció del perill diari d'incendi forestal, es va elaborar una nova cartografia de models d'inflamabilitat a partir de la versió 2.

A diferència de les dues versions anteriors, aquesta versió aporta informació sobre el model d'inflamabilitat en altres cobertes amb vegetació que no són boscos (matollars, prats i conreus). Per elaborar aquesta capa el primer que es va fer va ser incrementar la mida de píxel de 25 a 50 metres. A continuació, el ràster amb els models de la segona versió en bosc es va retallar per adaptar-lo al que el Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya de 1993 (MCSC-1) considera bosc. La superfície de bosc cremada en els incendis ocorreguts a Catalunya entre 1993 i 2003 es va restar a aquesta delimitació per actualitzar-la i es va sumar a la delimitació de matollars, és a dir, es va considerar que la regeneració post-incendi donava pas a una estructura tipus matollar, perquè si bé podia haver espècies arbòries, aquestes tindrien un port arbustiu. Com que la delimitació del bosc que fa l'MCSC-1 i l'MFE50 pot ser diferent, en les zones que l'MCSC-1 delimita com a bosc però l'MFE50 no, un procés d'extensió de les dades amb el mòdul de MiraMon FAGOVAL, mitjançant l'algorisme de Thiessen, permet acabar d'adaptar la informació dels models existents a la superfície de bosc en aquestes zones.

Per a les zones que l'MCSC-1 delimita com a matollars (incloses les zones de bosc cremades) i com a prats es va emprar la informació sobre les diferents formacions presents que aporta la Cartografia dels Hàbitats de Catalunya (CHC, 1998-2003) a les quals es va assignar un model d'inflamabilitat en gabinet segons criteri d'expert i bibliografia i es va estendre la informació mitjançant l'algorisme de Thiessen (a l'annex 3 se'n detalla l'assignació).

En les zones de conreus, en comptes d'assignar un model es van agrupar els diversos tipus de conreus delimitats a la CHC en d'altres categories en funció del seu possible comportament davant d'un foc. D'aquesta manera una primera categoria la formen els conreus de regadiu (herbacis i llenyosos) i les vinyes, que són poc susceptibles als

incendis, una altra categoria la formen els conreus herbacis de secà, que segons si són verds o secs poden atenuar o propagar un incendi i la darrera categoria la formen els conreus llenyosos de secà.

El resultat de l'extensió de la informació i assignació de models és un ràster de 50 m de mida de píxel on a les zones que l'MCSC-1 estableix que és bosc hi ha la informació dels models de la versió 2, a les zones que l'MCSC-1 estableix com a matollars i prats hi ha la informació dels models d'inflamabilitat assignats a les categories de la cartografia d'hàbitats, a les zones de conreus, la nova classificació i la resta la formen els improductius naturals (roquissars, tarteres, aigua, zones denudades) i artificials (zones urbanes, vies de comunicació, etc.). Vegeu el mapa 3 a l'annex 1.

## Anàlisi i discussió

### Versió 1

En la versió 1 del mapa de models d'inflamabilitat l'assignació del model, estació per estació i en gabinet, estava pensada, sobretot, per determinar el possible perill d'incendi durant l'estiu ja que, com s'esmenta en l'apartat d'elaboració del mapa, el percentatge d'humitat (tant de les plantes com, molt sovint, el de l'ambient que les envolta) és força baix i per tant, en general, el perill que es produeixi un incendi o que es propagui és més alt. Per assignar el model es considerava la composició específica de l'estació de mostreig (espècies dels estrats, principalment, arbori i arbustiu) i el seu recobriment, com també l'estructura (vertical i horitzontal) indicada en el croquis del full de camp. Aquest darrer fet fa que les estacions on domina una espècie determinada puguin tenir models diferents ja que no tots els boscos d'aquella espècie són iguals.

En la següent taula es mostra, en nombre d'estacions, la distribució del model d'inflamabilitat assignat a les estacions de mostreig de l'IEFC en què domina cadascuna de les 15 espècies més abundants a Catalunya. La presència o dominància d'una espècie s'estableix a partir del percentatge en àrea basal, així una espècie és dominant si el seu percentatge en àrea basal a l'estació de mostreig supera el 50 %.

Espècie	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	Estacions
<i>Pinus halepensis</i>	2	18	28	9	4	67	296	577	822	206	2.029
<i>Pinus sylvestris</i>		3	5	2	19	128	442	712	570	123	2.004
<i>Quercus ilex</i>	5	47	59	18	24	104	332	556	453	47	1.645
<i>Pinus nigra</i>		3	1	2	3	21	144	384	515	177	1.250
<i>Quercus suber</i>	15	64	62	23	8	11	84	100	155	35	557
<i>Pinus uncinata</i>					2	37	126	194	111	19	489
<i>Quercus humilis</i>		4	49	60	74	66	62	55	32	6	408
<i>Pinus pinea</i>	10	32	19	8	1	11	29	95	107	23	335
<i>Fagus sylvatica</i>	1	185	10	3	30	11	9	6	11		266
<i>Quercus cerrroides</i>			5	6	7	23	28	33	26	3	131
<i>Pinus pinaster</i>	8	21	14	8	1	3	7	17	28	15	122
<i>Abies alba</i>				1		6	28	66	12		113
<i>Castanea sativa</i>		15	5	7	6	14	6	15	36		104
<i>Quercus petraea</i>		8	14	25	15	15	5	2	1		85
<i>Quercus faginea</i>				1	1	10	15	18	17	6	68

**Taula 7:** Distribució dels models en les estacions on domina cadascuna de les 15 espècies més abundants a Catalunya. En negreta s'indica el model més cops assignat en el total d'estacions on domina i en cursiva i gris, els dos valors següents.

Tot i la variabilitat en la distribució dels models segons l'espècie dominant, s'observa que els models més abundants són els d'elevada inflamabilitat.

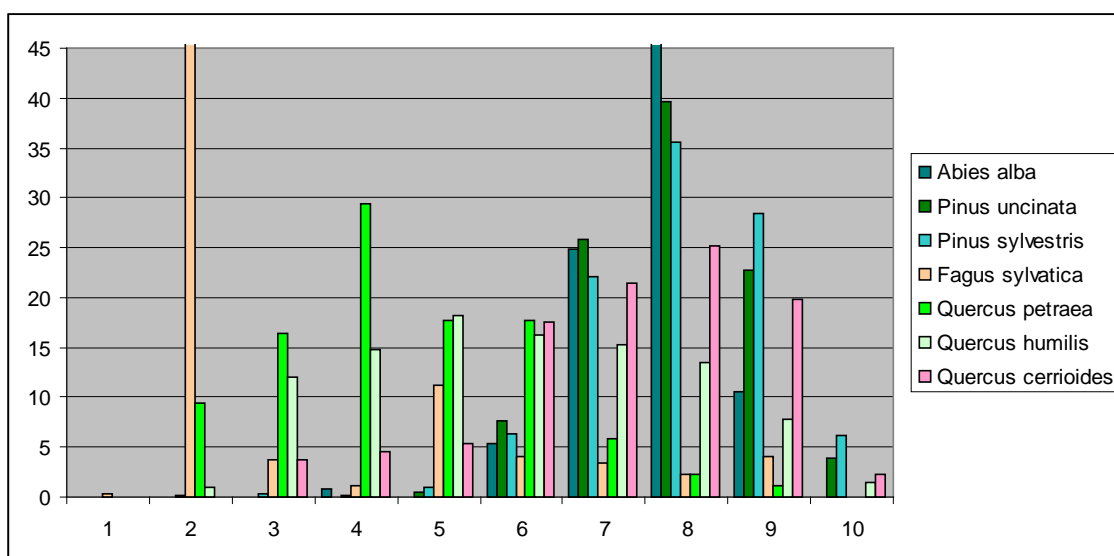
Fins i tot en espècies subalpines i boreals de coníferes, els models majoritaris són els 8 i 9, mentre que en espècies caducifòlies (*Quercus humilis*, *Q. cerrroides* i *Q. petraea*), els models queden més repartits (figura 2) i amb valors màxims inferiors.

El cas del faig és diferent, ja que majoritàriament té assignat un model de baixa inflamabilitat (model 2). El percentatge d'estacions en què domina el faig i s'ha assignat un model 2 voreja el 70%, però en el gràfic s'ha tallat per poder comparar

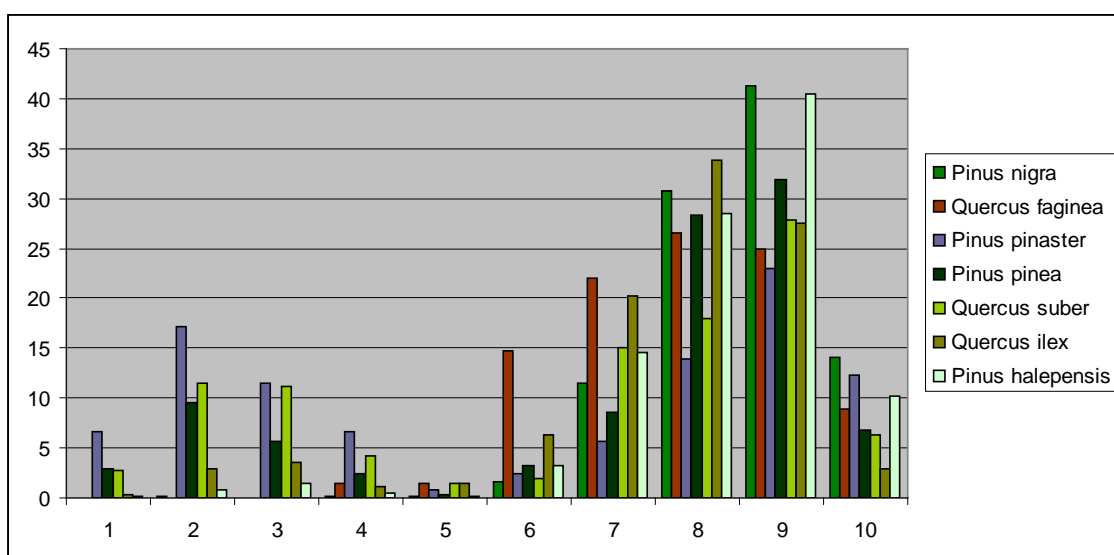
millor les diferents espècies. De la mateixa manera, el percentatge en què a les estacions on domina l'abet s'ha assignat el model 8 (58%) també s'ha truncat per allargar l'histograma de la resta d'espècies i poder-les comparar.

En espècies mediterrànies (figura 3), els models més assignats són clarament els d'elevada inflamabilitat, però en espècies com el pinastre, la surera i el pi pinyer (i en menor grau, també l'alzina) s'observa una bimodalitat entre models 2 i 3, encara que en proporcions inferiors al 20 %, i els models més inflamables.

En boscos dominats per altres espècies (la majoria caducifolis de fulla ampla i espècies de ribera), el model d'inflamabilitat assignat més cops és el model 2 (seguit dels models 5, 6, 8 i 7). Un cas a part és l'eucaliptus, que quan domina, més del 50 % de les estacions tenen assignat un model 7 o superior.



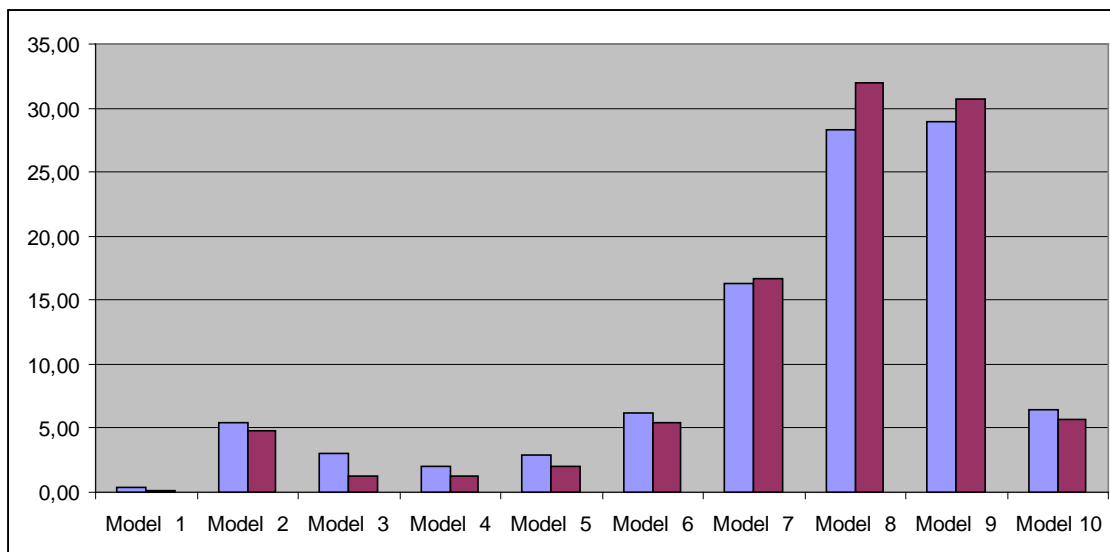
**Figura 2:** Distribució en percentatge dels models d'inflamabilitat (versió 1) assignats en les estacions on dominen espècies arbòries no mediterrànies.



**Figura 3:** Distribució en percentatge dels models d'inflamabilitat (versió 1) assignats en les estacions on dominen espècies arbòries mediterrànies.

L'extensió de la informació de les estacions de mostreig de l'IEFC, mitjançant l'algorisme de Thiessen sobre les zones de vegetació definides a l'MFC, depèn de la diferent distribució del bosc per comarques i de la distribució a l'atzar de les

estacions de mostreig (una cada km<sup>2</sup> de bosc). Això fa que la proporció de models assignats en superfície pugui ser diferent de la proporció inicial en nombre d'estacions (figura 4).

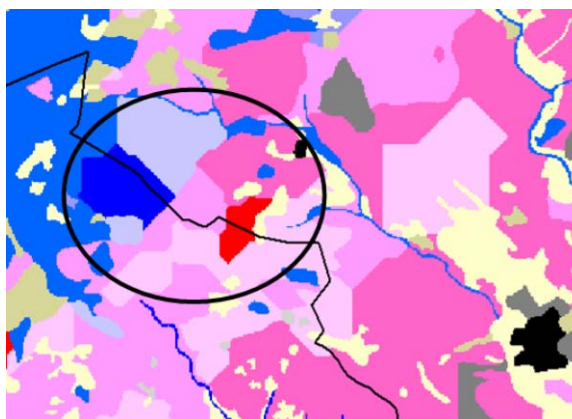


**Figura 4:** Distribució en percentatge dels models d'inflamabilitat (versió 1) en nombre d'estacions de mostreig (blau) i en superfície (granat) a tot Catalunya.

Com mostra el gràfic, els models majoritaris són d'elevada inflamabilitat (models 8 i 9). Aquest fet s'explica d'una banda, pel fet d'assignar el model d'inflamabilitat de cara a l'estiu (que, alhora, depèn de l'assignació del grau d'inflamabilitat de les diferents espècies no documentades a la bibliografia) i, de l'altra, del procés d'extensió de les dades i el grau de fragmentació del bosc.

L'elevada proporció de models 7, 8 i 9 dificulta la discriminació entre les zones molt inflamables a causa de l'estructura i composició específica del bosc i les zones molt inflamables a causa de l'extensió (o assignació a posteriori) de la informació. A més, en superfície la proporció de models de baixa inflamabilitat està clarament per sota que en nombre d'estacions, cosa que dificulta encara més la discriminació entre inflamabilitats molt elevades.

Tal com s'esmenta en l'apartat d'elaboració del mapa, si en processar una comarca determinada les del voltant ja tenien models assignats, aquests s'incorporaven, cosa que permet mantenir la continuïtat dels models a banda i banda de la delimitació comarcal (figura 5).



**Figura 5:** Encerclat en negre es mostra un exemple de continuïtat entre models a banda i banda de la delimitació comarcal entre la Selva, a dalt, i el Vallès Oriental, a baix.

Si no es consideressin les comarques del voltant, el procés d'extensió de les dades donaria resultats que podrien estar força apartats de la realitat, ja que la vegetació no segueix els límits administratius i, per tant, la continuïtat dels models en les zones de vegetació per inflamabilitat definides a partir del Mapa Forestal de Catalunya quedaria truncada per aquesta delimitació artificial. L'ordre d'elaboració dels mapes comarcals es mostra a la figura 6.

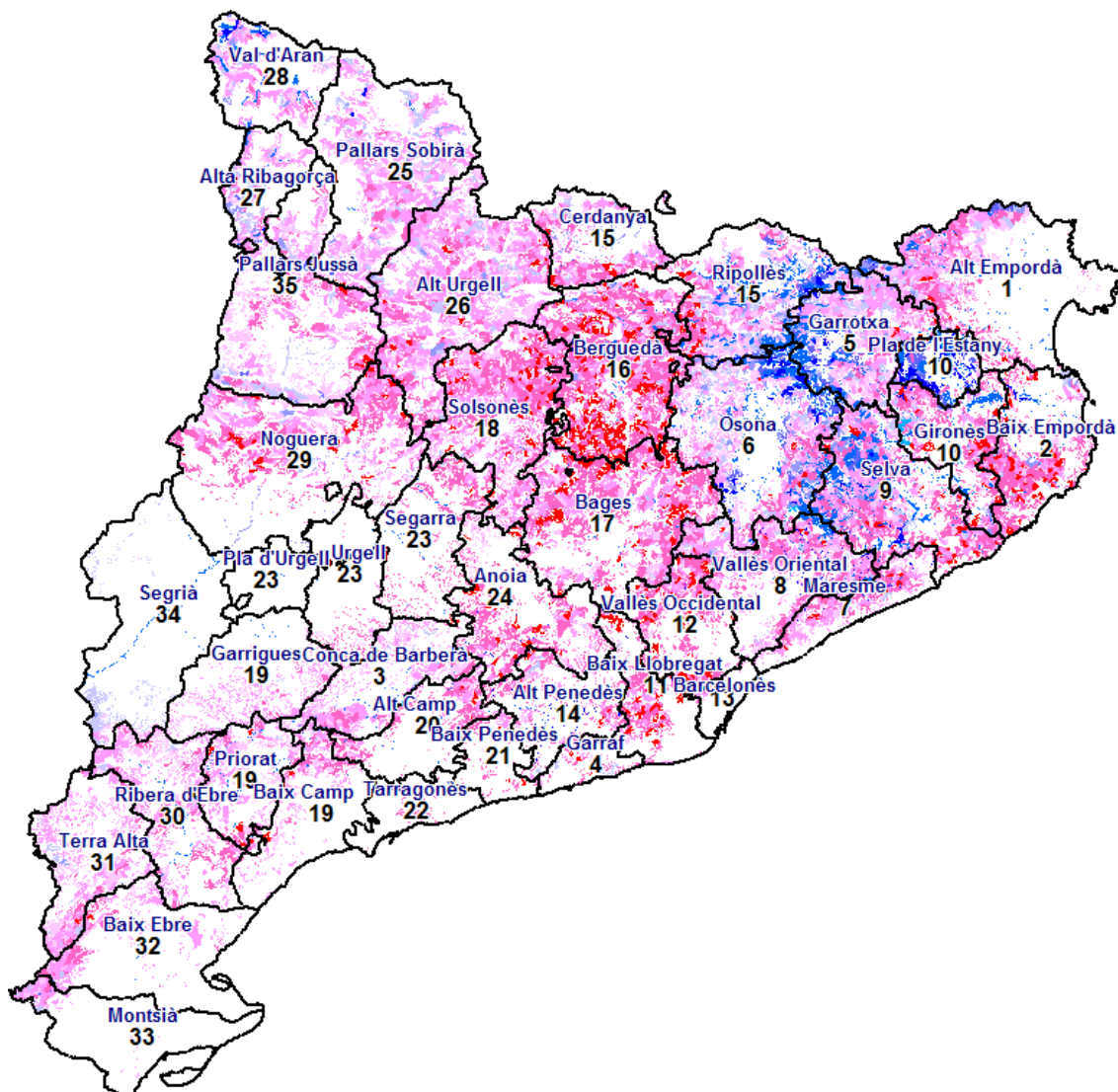


Figura 6: Ordre d'elaboració dels mapes comarcals de models d'inflamabilitat. Les comarques amb el mateix número es van processar en bloc.

La cartografia de base per estendre la informació (Mapa Forestal de Catalunya) té una escala d'1:100 000, però el ràster final té una mida de píxel de 25 metres. La distància mínima entre estacions de mostreig en una àrea d'extensió és de 100 metres (quatre píxels). L'escala final és 1:250 000 i l'àmbit d'aplicació és comarcal. En àmbits menors (municipi, parcel·la o finca) la informació no té la mateixa validesa atès que l'escala del mapa no és l'adiant.

## Versió 2

Davant de la dificultat a l'hora de discriminar les zones d'elevada inflamabilitat, en la versió 2 es va decidir excloure la possible subjectivitat a l'hora d'assignar el model d'inflamabilitat (enfocat de cara a l'estiu) i automatitzar el procés a partir d'una sèrie de dades preses al camp. Per altra banda, es va decidir també modificar la definició dels models per evitar l'excessiu pes de l'estrat arborel que tenia en la

versió 1 (vegeu el procés en l'apartat d'elaboració del mapa). D'aquesta manera, l'assignació del model es focalitza en la inflamabilitat intrínseca de les diferents formacions vegetals de gra més fi trobades a les estacions de mostreig de l'IFN3 (estrats arbustiu, herbaci, regeneració i virosta). El fet que l'estrat arbori intervingui menys a l'hora d'assignar el model d'inflamabilitat fa que estacions de mostreig que tenen espècies arbòries de grau d'inflamabilitat 1 o 2, si el sotabosc està format per espècies poc inflamables, el model d'inflamabilitat és més baix que si es considerés l'estrat arbori, ja que el recobriment arbori acostuma a ser força elevat.

La proporció d'estacions en què el model s'assigna a partir de l'estrat arbori és d'un 14 % (poc més de 1.600 estacions, de les quals 473, un 4 % del total d'estacions, tenen recobriment arbori molt inflamable superior al 60 %). En el 86 % restant de les estacions, el model d'inflamabilitat s'assigna a partir de l'estrat arbustiu-herbaci.

Tot i canviar la definició i procés d'assignació del model d'inflamabilitat, el fet de continuar considerant l'estructura (en aquest cas, dels estrats de gra més fi) fa que, igual que passava en la versió 1, en aquesta versió 2 en les estacions de mostreig on domina una espècie determinada els models assignats són diversos ja que l'estructura interior pot ser molt diferent.

En la següent taula es mostra, en nombre d'estacions, la distribució del model d'inflamabilitat assignat a les estacions de mostreig de l'IFN3 en què domina cadascuna de les 14 espècies més abundants a Catalunya (en l'IFN3 no es distingia entre *Quercus humilis* i *Quercus cerrroides*). La presència o dominància d'una espècie s'estableix a partir del percentatge en àrea basal, així una espècie és dominant si el seu percentatge en àrea basal a l'estació de mostreig supera el 50 %.

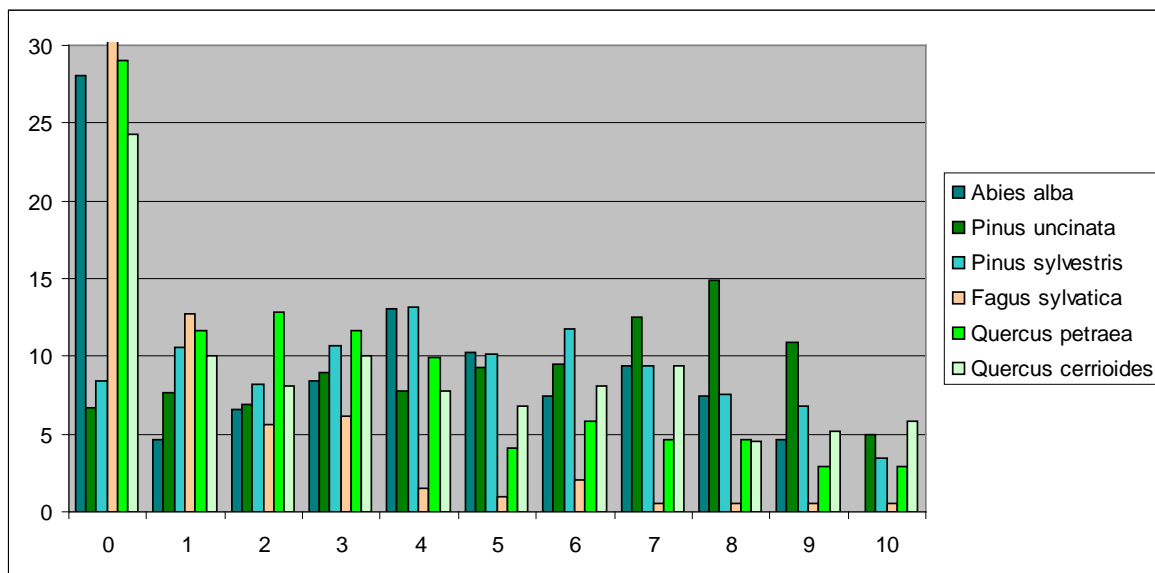
Espècie	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	Estacions
<i>Pinus halepensis</i>	40	86	127	196	228	<b>251</b>	221	203	161	120	205	1.838
<i>Pinus sylvestris</i>	135	169	132	171	<b>211</b>	162	188	151	121	109	55	1.604
<i>Quercus ilex</i>	179	186	<b>187</b>	156	163	114	111	87	82	44	52	1.361
<i>Pinus nigra</i>	67	54	67	111	102	111	<b>148</b>	136	95	69	81	1.041
<i>Pinus uncinata</i>	35	40	36	47	41	49	50	66	<b>78</b>	57	26	525
<i>Quercus suber</i>	13	22	28	31	44	50	70	51	52	50	<b>81</b>	492
<i>Quercus cerrroides</i> (*)	<b>75</b>	31	25	31	24	21	25	29	14	16	18	309
<i>Pinus pinea</i>	19	22	10	17	15	15	29	28	26	19	<b>39</b>	239
<i>Fagus sylvatica</i>	<b>135</b>	25	11	12	3	2	4	1	1	1	1	196
<i>Quercus petraea</i>	<b>50</b>	20	22	20	17	7	10	8	8	5	5	172
<i>Quercus faginea</i>	<b>23</b>	20	17	19	9	10	12	11	6	6	7	140
<i>Pinus pinaster</i>	6	7	2	6	12	13	10	15	11	<b>16</b>	15	113
<i>Abies alba</i>	<b>30</b>	5	7	9	14	11	8	10	8	5		107
<i>Castanea sativa</i>	<b>42</b>	9	5		3	1	3	1				64

**Taula 8:** Distribució dels models en les estacions on domina cadascuna de les 14 espècies més abundants a Catalunya. *Quercus cerrroides*, marcat amb un asterisc (\*), inclou també *Quercus humilis*. En negreta s'indica el model més cops assignat en el total d'estacions on domina i en cursiva i gris, els dos valors següents.

A diferència del que passava en la versió 1, en aquesta versió 2 el model assignat més sovint als boscos on domina una espècie determinada no sempre és d'elevada inflamabilitat, sinó que estan força repartits.

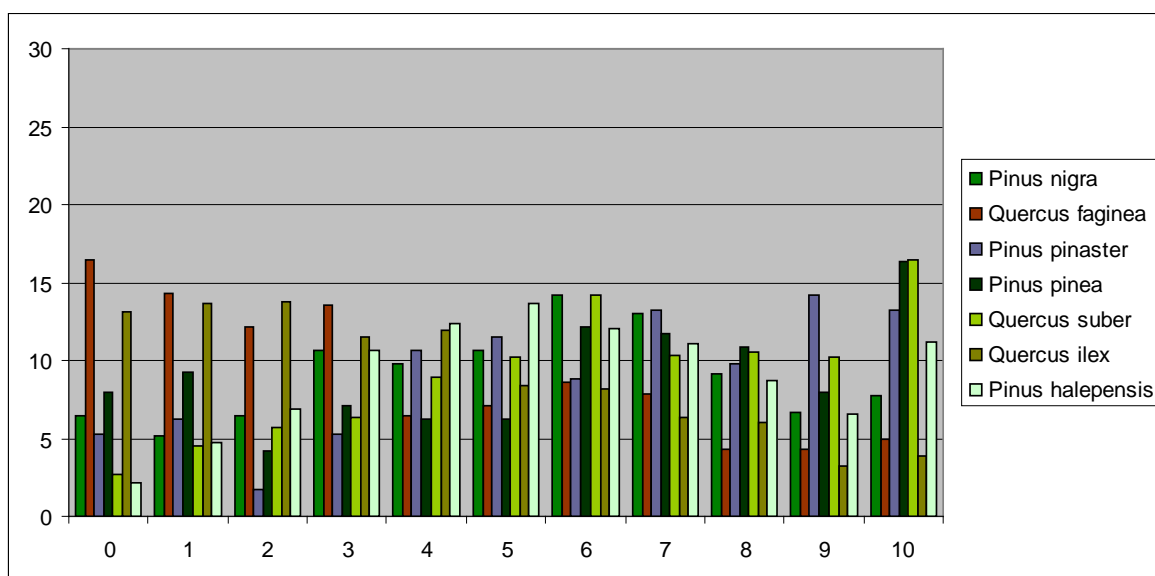
En espècies subalpines i boreals de coníferes com ara l'abet i el pi roig, els models majoritaris són d'inflamabilitat baixa (models 0 i 4 respectivament). En espècies com

l'abet, el faig, el roure de fulla gran i el roure martinenc més del 25 % de les estacions on dominen s'ha assignat un model d'inflamabilitat 0 (menys d'un 10 % d'espècies molt inflamables). En el cas del faig, el percentatge d'estacions amb model 0 és de gairebé el 70 %, però en el gràfic s'ha tallat per poder comparar millor les diferents espècies (figura 7).



**Figura 7:** Distribució en percentatge dels models d'inflamabilitat (versió 2) assignats en les estacions on dominen espècies arbòries no mediterrànies.

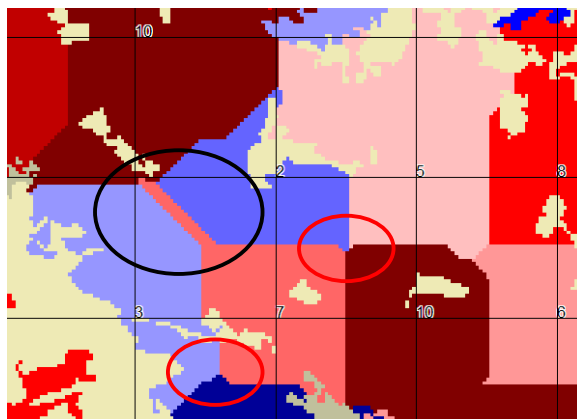
En espècies mediterrànies (figura 8), la distribució dels models assignats és força homogènia. En alguns casos, com el roure de fulla petita, no hi ha un model majoritari, sinó que els diferents models s'han assignat en una proporció similar (entre un 5 % i un 10 %) cadascun. En d'altres casos, com ara el pi blanc, el pi pinyer, el pinastre i la surera, la distribució segueix una normal amb moda de 4 a 7 i un increment en el darrer model (model 10).



**Figura 8:** Distribució en percentatge dels models d'inflamabilitat (versió 2) assignats en les estacions on dominen espècies arbòries mediterrànies.

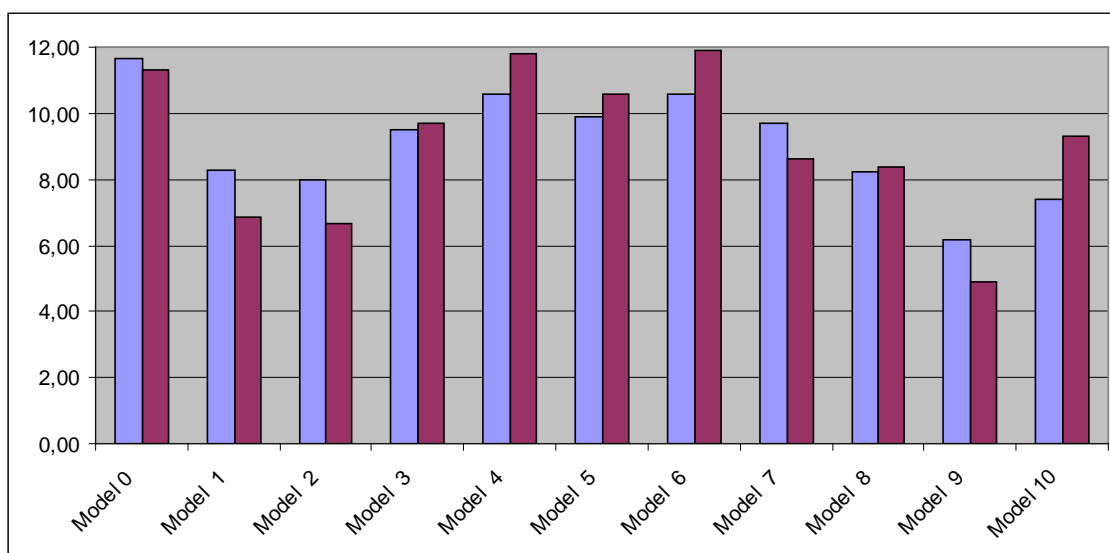


La base cartogràfica emprada en l'extensió de la informació (estrats de l'MFE50) està més compartimentada que en la versió 1 ja que considera les espècies més abundants (fins a tres espècies), la seva ocupació i l'estat de la massa forestal. La distribució de les estacions de mostreig (una cada km<sup>2</sup>) no és a l'atzar, sinó que segueix una malla regular UTM d'1 km, però no totes les estacions estan en els encreuaments de la malla, les coordenades reals de l'establiment de l'estació poden estar desplaçades respecte la malla i, per tant, a l'hora d'estendre la informació es creen artefactes en forma de passadissos entre valors diferents (figura 9).



**Figura 9:** Encerclat en negre es mostra un exemple de passadís creat entre dos valors oposats en diagonal i en vermell es mostren dos artefactes creats per la situació de les estacions de mostreig (coordenades desplaçades respecte la malla d'un quilòmetre).

El procés d'extensió i l'assignació a posteriori fa que la distribució dels models en superfície i en nombre d'estacions, igual que en la versió 1, pugui ser diferent en cada estrat, per província i a tot Catalunya (figura 10).



**Figura 10:** Distribució en percentatge dels models d'inflamabilitat (versió 2) en nombre d'estacions de mostreig (blau) i en superfície (granat) a tot Catalunya.

Com mostra el gràfic, en nombre d'estacions de mostreig gairebé tots els models són presents entre el 8 % i el 10 % (excepte els models 9 i 10, amb una presència menor) i el model majoritari (poc més del 11 %) és el model 0. En superfície, els models menys abundants en nombre d'estacions (models 1, 2 i 9) es veuen menysvalorats, mentre que el model 10 es veu sobrevalorat en l'extensió de les dades (també els models 4 i 6).

A diferència de la versió 1 que no deixava discriminar entre zones d'elevada inflamabilitat, aquesta versió sembla no discriminar les zones d'inflamabilitat baixa i molt baixa, gairebé una quarta part dels boscos tenen un recobriment inferior al 30 % d'espècies molt inflamables (models 0, 1 i 2).

L'elevada proporció de model 0 es pot deure a estacions de mostreig amb sotabosc poc inflamable (encara que l'estrat arboreu pugui estar format per espècies molt inflamables), a estacions sense sotabosc (plantacions, alguns boscos molt tancats de faig i altres espècies) i a estacions amb virosta compacta. En alguns llocs això pot representar una infravaloració de la inflamabilitat. En aquests moments, s'està treballant en l'elaboració d'una nova versió que reflecteixi millor la inflamabilitat d'aquestes zones.

D'altra banda, l'elevada proporció de model 10 es deu a estacions de mostreig on, en general, el recobriment d'espècies molt inflamables a l'estrat arbustiu-herbaci supera el 100 %. Cal tenir en compte que aquest estrat aplega el recobriment de les espècies arbustives del matollar que forma el sotabosc (que pot depassar el 100 %, ja que hi pot haver solapament vertical amb la presència de lianes, esbarzers, etc.), les espècies arbòries en fase de creixement (regeneració) i les espècies herbàcies.

El model 0 és el majoritari en 25 estrats de l'MFE50 i el model 10, en més d'una desena (figura 11), i per tant s'acaben assignant als boscos pertanyents a aquests estrats que poden representar superfícies força diferents.

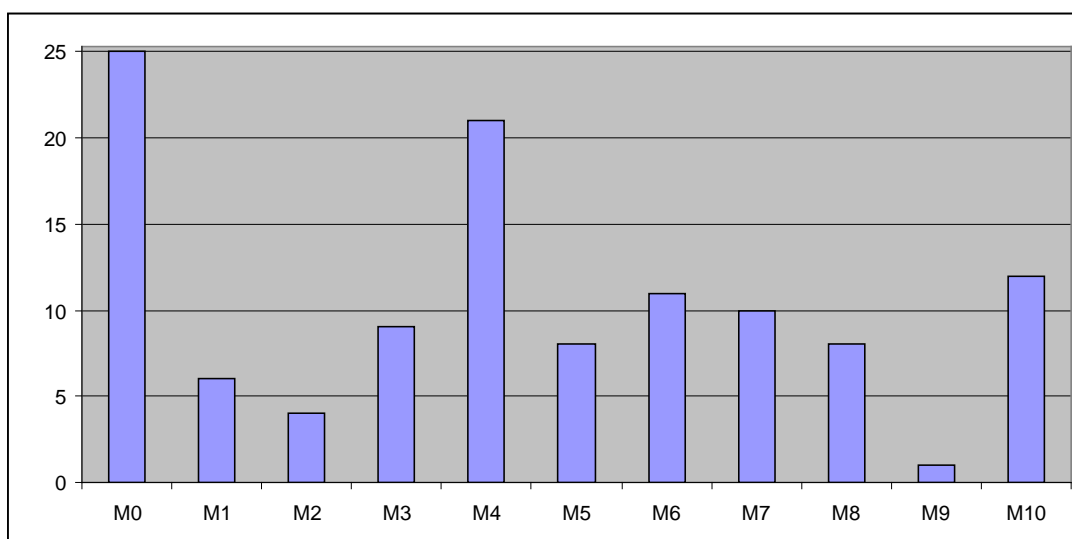
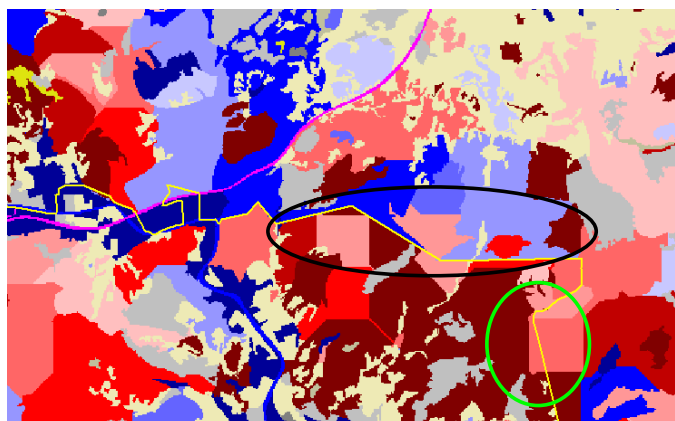


Figura 11: Nombre d'estrats a Catalunya segons el model d'inflamabilitat (versió 2) majoritari.

Com mostra el gràfic, el model 9 és majoritari tan sols en un estrat (concretament a l'estrat 16 de Girona, compost per pi roig). Els models 4 i 0 són majoritaris a més de 20 estrats a tot Catalunya i el model 10 en més d'una desena. Cal tenir en compte que els estrats definits a l'MFE50 són independents entre províncies (encara que puguin tenir la mateixa composició específica, ocupació de les espècies i estat de la massa). Això fa que, per exemple, dels 25 estrats on s'ha assignat el model 0 per ser majoritari, alguns d'ells coincideixin en estructura i composició entre províncies, i per tant, el nombre real d'estrats a Catalunya, pot ser menor.

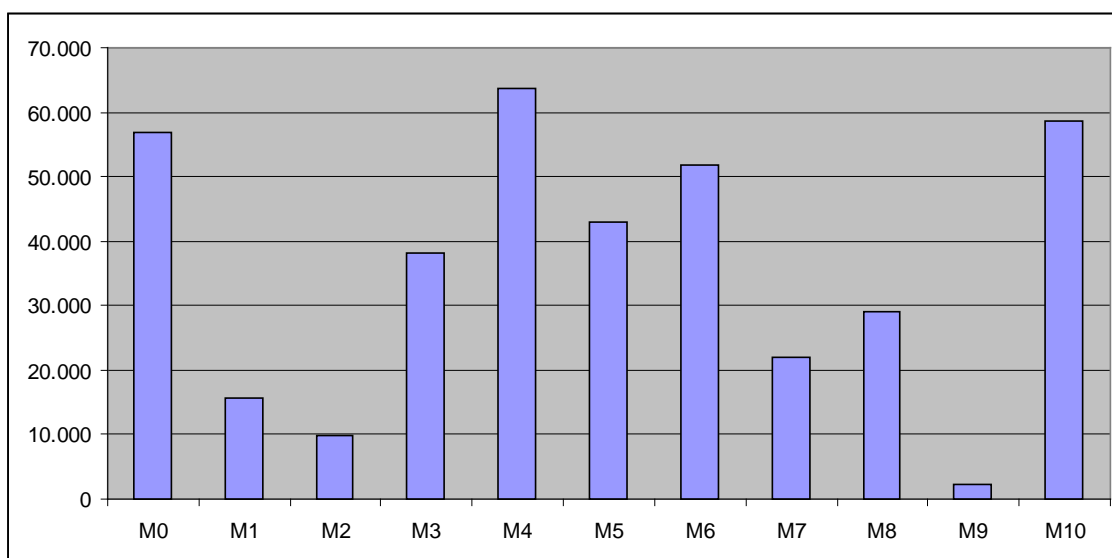
Tot i continuar la delimitació dels estrats entre províncies, no sempre continua la seva definició. Per això, a més dels artefactes mostrats a la figura 9, el procés d'extensió de les dades provoca discontinuïtats dels models a les fronteres entre províncies (figura 12). Això es podria solventar analitzant la definició dels diferents estrats a les quatre províncies, però no garanteix la continuïtat de tots els estrats

entre províncies ja que sovint les diferències són en l'estat de la massa i l'ocupació de l'espècie principal i no és fàcil assignar correspondències.



**Figura 12:** Encerclat en negre es mostra un exemple de discontinuïtat entre models a banda i banda de la delimitació provincial (línia groga). Encerclat en verd es mostra un exemple de continuïtat.

En superfície, els diferents models assignats a posteriori s'estenen abastament diferent nombre d'hectàrees (figura 13). Tot i que el model 0 és el més assignat en diferents estrats, en superfície s'estenen més els models 10 i 4.



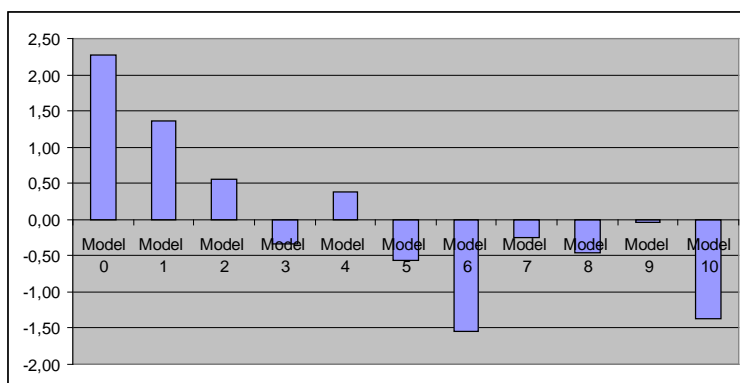
**Figura 13:** Superfície en hectàrees afegides per extensió dels models d'inflamabilitat (versió 2) assignats als diferents estrats en el conjunt de Catalunya.

En percentatge, però, el model 10 s'estén més d'un 60 % més del que s'estén a partir de les dades de les estacions de mostreig. Pel que fa als models 0 i 4 (els més assignats) s'estenen per un 45-50 % més de la superfície que ja hi havia. Això es deu al fet que el nombre d'estacions de mostreig per km<sup>2</sup> dels diferents estrats de l'IFN3 pot ser molt diferent (des d'1 estació / 100 ha fins a aproximadament 1 / 1000 ha).

La cartografia de base per estendre la informació (Mapa Forestal d'Espanya a Catalunya) té una escala d'1:50 000, però el ràster final té una mida de píxel de 25 metres, per analogia amb la versió 1. La distància mínima entre estacions de mostreig en una àrea d'extensió és de 1.000 metres (40 píxels). L'escala final és 1:250 000 i l'àmbit d'aplicació és provincial o comarcal. En àmbits menors (municipi, parcel·la o finca) la informació no té la mateixa validesa atès que l'escala del mapa no és l'adient.

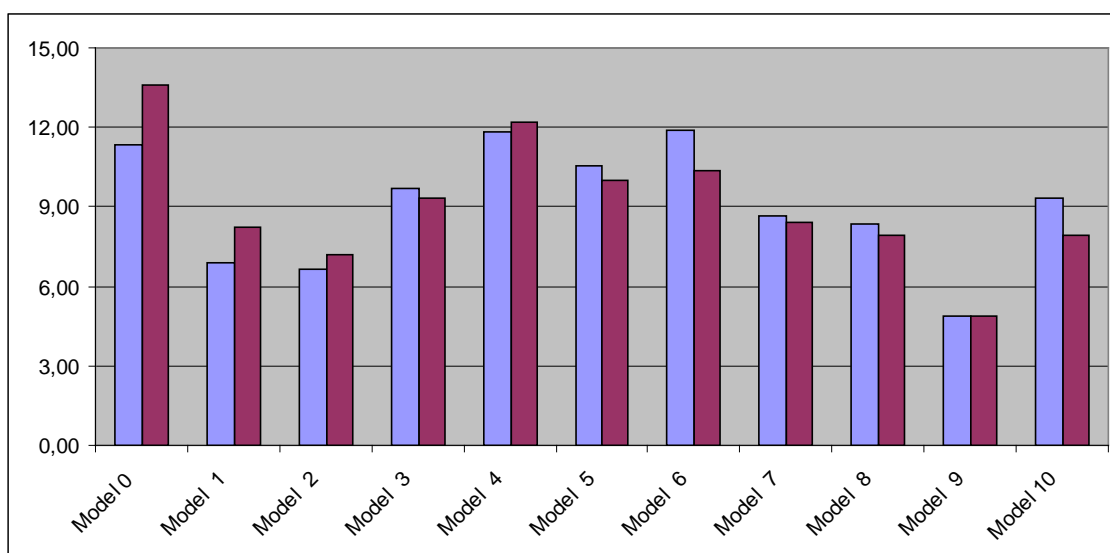
## Versió 2 ampliada (2.1)

En aquesta versió, elaborada arrel del conveni amb el Servei de Prevenció d'Incendis Forestals (SPIF) de la Generalitat de Catalunya per al projecte de millora del mapa de predicció del perill diari d'incendi forestal, els models d'inflamabilitat en bosc són els mateixos que en la versió 2. Malgrat això, primer s'ha incrementat la mida de píxel de 25 metres a 50 i després, els models s'han adaptat a la superfície que el Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya de 1993 (MCSC-1) determinava com a bosc, menys la superfície dels incendis ocorreguts entre 1993 i 2003, la qual s'ha afegit a la superfície de matollar que determina l'MCSC-1. Això explica les diferències trobades en comparar la distribució dels models d'ambdues versions al bosc (figura 14).



**Figura 14:** Diferències en el percentatge de superfície entre el model d'inflamabilitat en bosc de la versió 2 i la versió 2.1 (versió 2 ampliada). Els valors positius guanyen representativitat en la versió 2b i els negatius la perden.

La figura 15 mostra la distribució al bosc, en percentatge de superfície, dels models d'inflamabilitat de les versions 2 i 2.1. Els models 0, 1 i 2 incrementen la proporció de presència a causa de l'adaptació dels models a la delimitació del bosc de l'MCSC-1, mentre que els models 5, 6 i 10 (entre d'altres), la perden, en general, a causa d'haver restat la superfície dels boscos cremats entre 1993 i 2003.

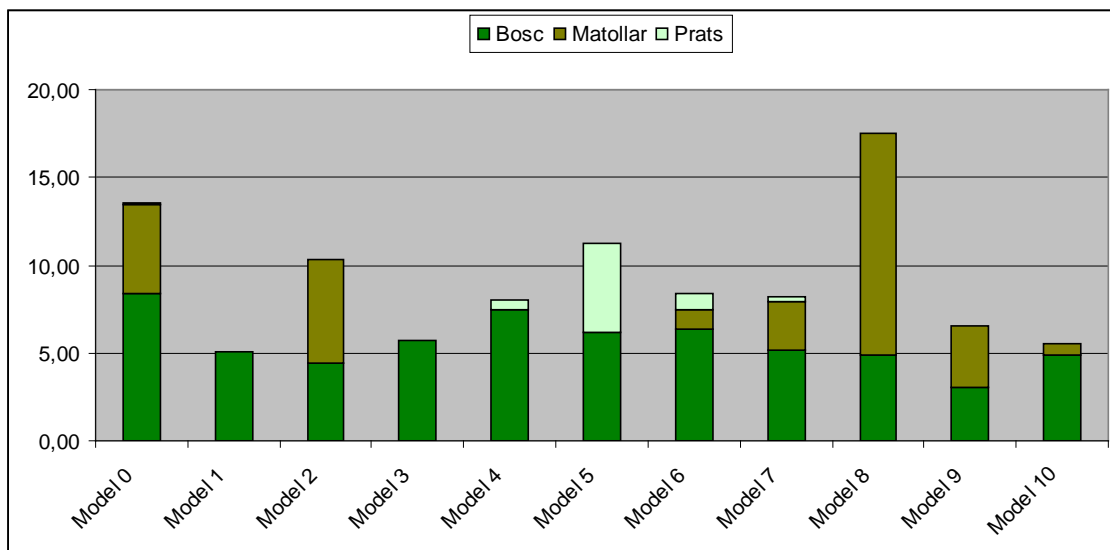


**Figura 15:** Distribució en percentatge de superfície dels models d'inflamabilitat de la versió 2 (blau) i de la versió 2.1 (granat) al bosc.

En aquesta versió s'ha assignat un model d'inflamabilitat a les zones que el mapa de cobertes determina com a matollars i com a prats. Emprant la informació de les formacions de matollars i prats de la Cartografia dels Hàbitats de Catalunya s'ha

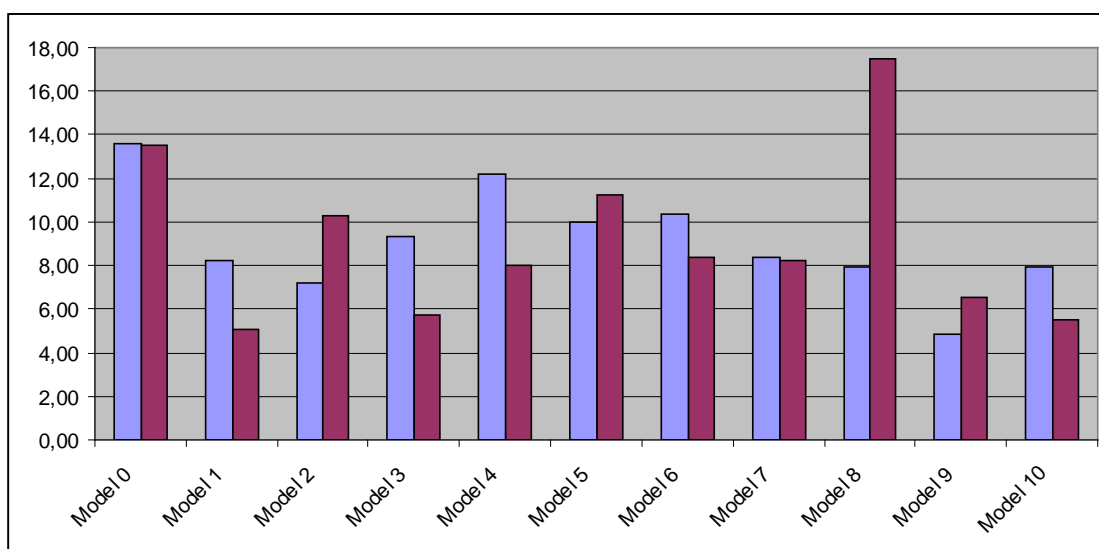
assignat un model en gabinet amb un protocol semblant a l'emprat en la versió 1, és a dir, considerant l'època més desfavorable per a la vegetació, l'estiu.

El resultat d'estendre la informació als nous estrats (matollars i prats) modifica l'histograma de la distribució dels models d'inflamabilitat de la versió 2.1 (figura 16). Els models 1 i 3 no han vist incrementada la seva proporció. Els models que han vist més incrementada la superfície són, per ordre, el 8, 5, 2 i 0.



**Figura 16:** Distribució dels models d'inflamabilitat (versió 2 ampliada o 2.1) a Catalunya diferenciant boscos, matollars i prats.

El fet d'assignar un model a una categoria cartogràfica que no defineix bé l'estructura, sinó només la composició específica fa que totes les formacions amb la mateixa composició, independentment de la seva estructura, tinguin el mateix model. Això, i el fet de considerar el bosc cremat en el període 1993-2003 com a matollar sense tenir en compte la seva evolució en aquests 10 anys, contribueix a modificar la distribució dels models a Catalunya.



**Figura 17:** Distribució en percentatge de superfície dels models d'inflamabilitat (versió 2.1) en les zones de bosc (blau) i en les zones forestals (bosc, matollars i prats).

En la distribució final dels models (figura 17) el model 8 multiplica la seva representativitat per més de 2 cops. Els models 2, 9 i 5 també incrementen la seva proporció, mentre que els models 3, 4, 6 i 10 veuen minvada la seva proporció.

La cartografia de base per estendre la informació (Mapa Forestal d'Espanya) i la cartografia emprada per assignar els models en matollars i prats (Cartografia dels Hàbitats de Catalunya) tenen una escala d'1:50 000, però el ràster final té una mida de píxel de 50 metres ja que la base cartogràfica per al projecte de millora del mapa de predicció del perill diari d'incendi forestal està elaborada amb aquesta mida de píxel. La distància mínima entre estacions de mostreig en una àrea d'extensió del bosc és de 1.000 metres (40 píxels) i l'assignació en matollars i prats es fa per formació vegetal. L'escala final és 1:250 000 i l'àmbit d'aplicació és provincial o comarcal. En àmbits menors (municipi, parcel·la o finca) la informació no té la mateixa validesa atès que l'escala del mapa no és l'adient.

## Conclusions

En l'elaboració dels mapes de models d'inflamabilitat hi ha dos punts del procés decisius. El primer punt és la definició dels models (quins estrats es contemplen, quines espècies es consideren, l'assignació del seu grau d'inflamabilitat, els intervals en què repartir el recobriment de les espècies, etc.). El segon punt és el procés d'extensió de les dades sobre les zones de vegetació.

La definició de la versió 1 dels models d'inflamabilitat (contempla totes les espècies de tots els estrats) no permet discriminar visualment el perill d'incendi en èpoques diferents de l'estiu. Per exemple, a la tardor els models d'inflamabilitat de les zones on predominen espècies molt inflamables a l'estiu segurament seran diferents, però el mapa no ho reflecteix. Pràcticament tot el territori (a excepció dels boscos de ribera i d'alguns caducifolis de fulla ampla) és altament inflamable.

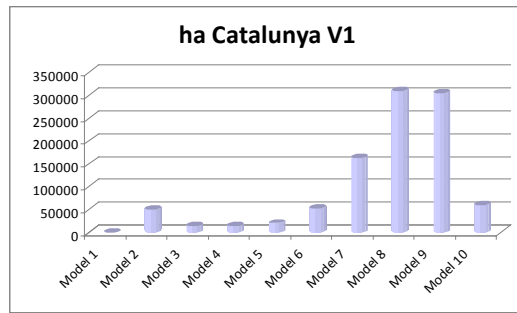
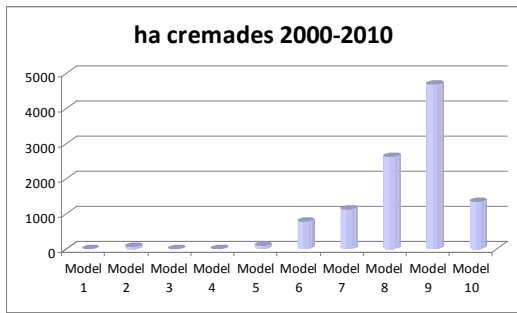
La definició de la versió 2 dels models d'inflamabilitat (contempla les espècies molt inflamables tot l'any i a l'estiu, majoritàriament de l'estrat arbustiu-herbaci) sembla no discriminar visualment les zones més sensibles a patir un incendi, aparentment subestima la inflamabilitat de determinats llocs. Pràcticament tots els models estan presents en un 8-10 % de la superfície de bosc.

L'assignació d'un model a les diferents formacions de matollars (s'inclouen els boscos cremats entre 1993 i 2003) i prats en la versió 2.1 no permet determinar bé la inflamabilitat d'aquestes formacions, ja que l'assignació es fa només a partir de la composició específica sense considerar l'estructura (totes les formacions amb una mateixa composició específica, independentment del recobriment i alçada de les plantes, tenen el mateix model), ni l'evolució de les zones cremades en aquests 10 anys (al llarg del temps de recuperació de la vegetació després d'un incendi la composició específica i l'estructura de les formacions van canviant).

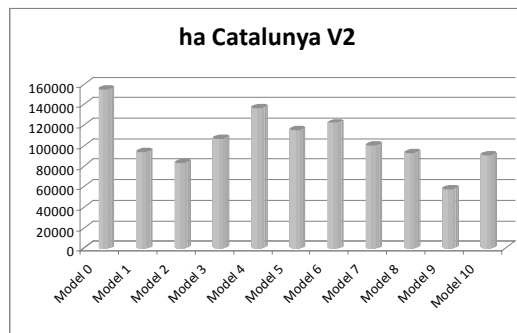
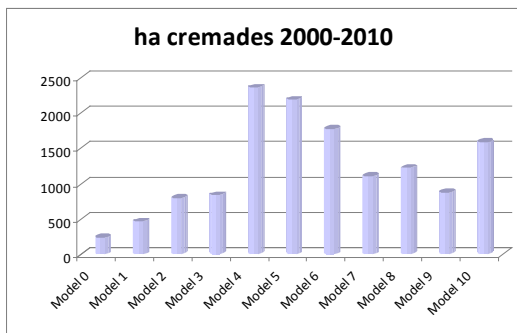
Respecte a l'extensió de la informació, com més valors iguals hi hagi a cada zona de vegetació (i, alhora, com més extensa sigui), més s'estendrà aquest valor i més pes final tindrà en superfície per assignar-lo a d'altres zones sense informació. Això explica la diferència de la freqüència dels models en nombre d'estacions i en superfície de les versions 1 i 2. En la versió 2.1 l'histograma final queda força modificat en afegir els matollars i els prats.

Un estudi recent elaborat al CREAM mostra que tant la versió 1 com la versió 2 són estadísticament significatives a l'hora de predir les zones més inflamables del bosc entre 2000 i 2010 (figures 18 i 19), però cap de les dues té una significació estadística més gran que l'altra, és a dir, no es pot establir a priori si una versió és millor que l'altra a l'hora d'estimar la inflamabilitat.

L'estudi analitza els models d'inflamabilitat d'ambdues versions en els boscos cremats entre els anys 2000 i 2010 i mostra que, en percentatge, els models més afectats pels incendis d'aquest període eren els d'inflamabilitat més elevada i els menys afectats els d'inflamabilitat baixa.



**Figura 18:** Esquerra: Superfície cremada en els incendis ocorreguts a Catalunya entre 2000 i 2010 de cada model d'inflamabilitat (versió 1). Dreta: Superfície total que ocupa cada model d'inflamabilitat (versió 1) a Catalunya.



**Figura 19:** Esquerra: Superfície cremada en els incendis ocorreguts a Catalunya entre 2000 i 2010 de cada model d'inflamabilitat (versió 2). Dreta: Superfície total que ocupa cada model d'inflamabilitat (versió 2) a Catalunya.

La definició dels models d'inflamabilitat de la versió 1, en considerar l'estructura global del bosc (totes les espècies del estrats arbori i arbustiu per igual) fa que el mapa reflecteixi, d'alguna manera, la facilitat amb què un incendi es pot estendre pel bosc, és a dir, a mesura que incrementa el model cadascun representa una possibilitat més elevada que l'anterior d'estendre's un incendi. En canvi, no permet determinar les zones més perilloses perquè s'iniciï un incendi.

La definició dels models d'inflamabilitat de la versió 2, en considerar la virosta i l'estrat herbaci en l'assignació dels models fa que el mapa reflecteixi, a més de la facilitat amb què un incendi es pot estendre pel bosc, les zones de bosc on, per la seva composició específica i estructura, es podria iniciar un incendi i les zones on la possibilitat d'iniciar-se un foc és molt petita o nul·la. En aquestes darreres zones no es pot determinar amb quina facilitat o dificultat es podria estendre un incendi i, per tant, en queda infravalorada la inflamabilitat.



## Bibliografia

CARTOGRAFIA DELS HÀBITATS A CATALUNYA (1998-2003). Grup de Recerca de Geobotànica i Cartografia de la Vegetació. URL: <http://www.ub.edu/geoveg/index.php>

ELVIRA, L.M.; HERNANDO, C. (1989). Inflamabilidad y energía de las especies de sotobosque: estudio piloto con aplicación a los incendios forestales. Colección Monografías Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA), 99 pp., Madrid.

IBÀÑEZ J. J, VAYREDA J. i PONS X. (2000) Mapes de models de combustible i d'inflamabilitat del Parc de Collserola. A F. Llimona et al. (eds.). *I Jornades sobre la Recerca en els sistemes naturals de Collserola: aplicacions a la gestió del Parc*. Consorci Parc de Collserola.

INVENTARI ECOLÒGIC I FORESTAL DE CATALUNYA (1989-1998). Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals. URL: <http://www.creaf.uab.cat/iefc/>

MAPA DE COBERTES DEL SÒL DE CATALUNYA (1993). Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals. URL: <http://www.creaf.uab.cat/mcsc/>

MAPA FORESTAL DE ESPAÑA. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. URL: <http://www.marm.es/es/biodiversidad/temas/montes-y-politica-forestal/mapa-forestal/>

MATA T., BURRIEL J. A., IBÀÑEZ J. J. y VAYREDA J. (2007) Mapas de modelos de combustible y de modelos de inflamabilidad en Cataluña. WildFire2007 - 4ª Conferencia Internacional sobre Incendios Forestales. URL: [http://www.fire.uni-freiburg.de/sevilla-2007/contributions/doc/cd/SESIONES\\_TEMATICAS/ST4/Mata\\_et\\_al\\_SPAIN\\_UAB.pdf](http://www.fire.uni-freiburg.de/sevilla-2007/contributions/doc/cd/SESIONES_TEMATICAS/ST4/Mata_et_al_SPAIN_UAB.pdf)

MODELS DE COMBUSTIBLE I MODELS D'INFLAMABILITAT. Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals. URL: <http://www.creaf.uab.cat/mmci/index.htm>

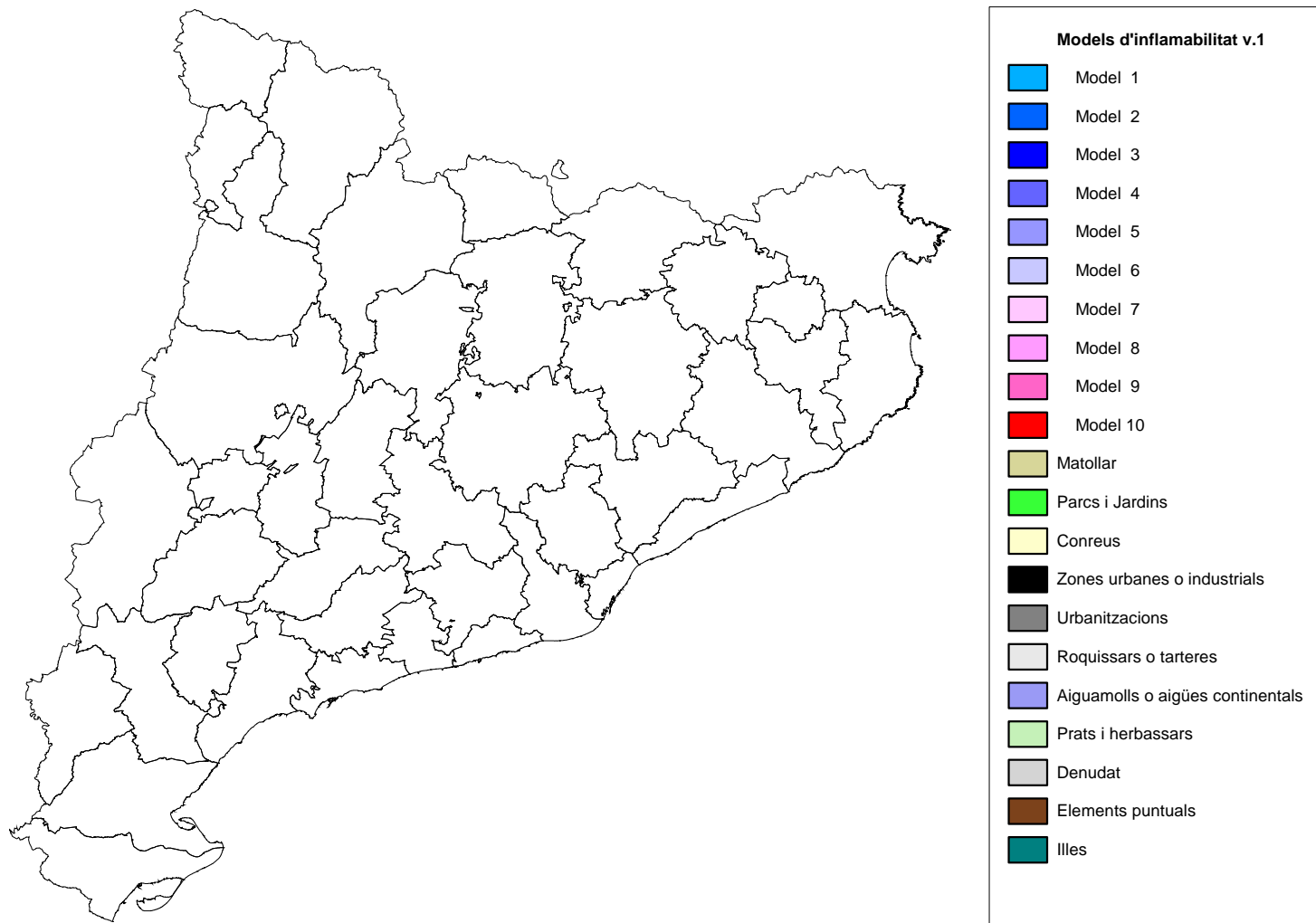
PONS, X.; (2011). MiraMon. Geographic Information System and Remote Sensing Software. Cerdanyola del Vallès, CREA. ISBN: 84-931323-5-7

TERCER INVENTARIO FORESTAL NACIONAL. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. URL: [http://www.marm.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/inventario-forestal-nacional/index\\_Tercer\\_inventario\\_forestal\\_nacional.aspx](http://www.marm.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/inventario-forestal-nacional/index_Tercer_inventario_forestal_nacional.aspx)

VALETTE, J. Ch. (1990). Inflammabilité d'espèces forestières méditerranéennes: Conséquences sur la combustibilité des formations forestières. *Revue Forestière Française* 42: 76-92

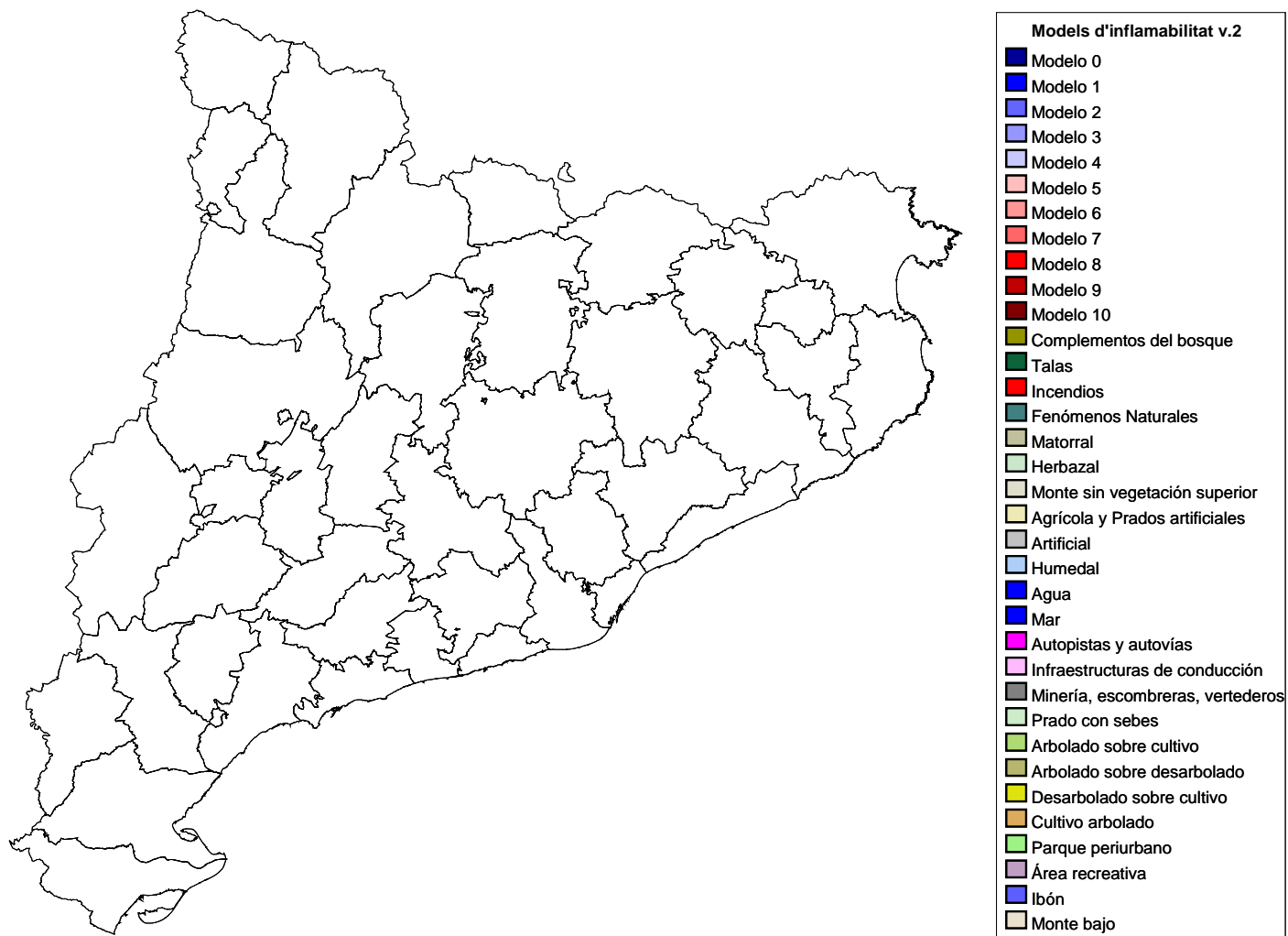
## Annex 1

### Mapa 1. Models d'inflamabilitat v.1



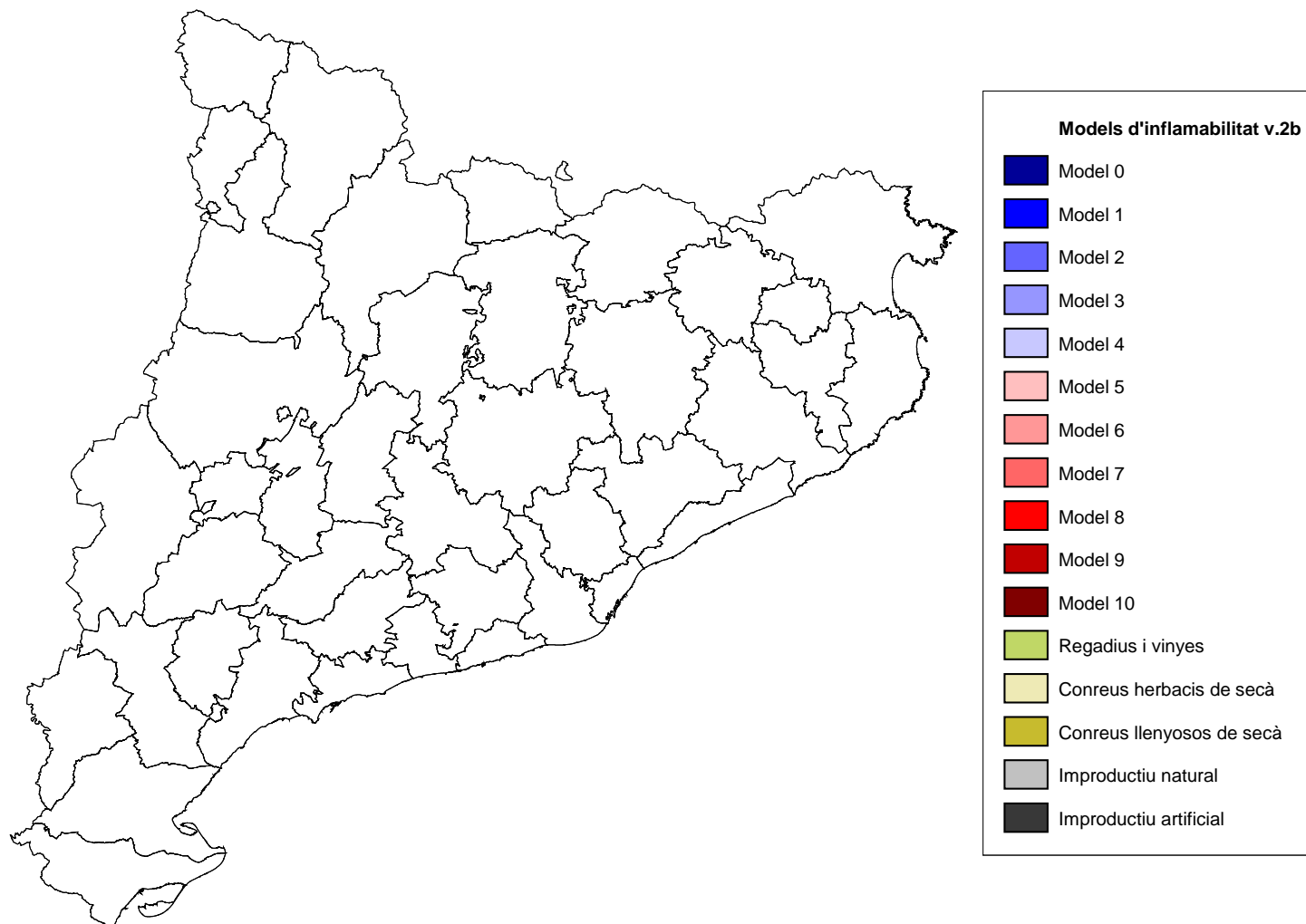
Models d'inflamabilitat (versió 1). Els models només són presents en les zones de bosc.

## Mapa 2. Models d'inflamabilitat v.2



Modelos d'inflamabilitat (versió 2). Els models només són presents en les zones de bosc.

### Mapa 3. Models d'inflamabilitat v.2.1



Models d'inflamabilitat (versió 2.1). Els models són presents en les zones de bosc, matollars i prats. Els conreus s'han agrupat segons el possible comportament davant del foc.

## Annex 2

Reproduir el procés d'elaboració original és força complicat atesa l'evolució constant del programa MiraMon i d'altres Sistemes d'Informació Geogràfica.

La versió 1 del mapa de models d'inflamabilitat es va elaborar amb alguns mòduls d'Idrisi (@ Clark University 1987-1993) com POINTRAS (rasteritza vectors de punts), HISTO (elabora taules de freqüències a partir dels valors d'un ràster), OVERLAY (retalla ràsters segons una màscara), CROSSTAB (creua dos ràsters i dona la taula de freqüències), RECLASS i ASSIGN (ambdós mòduls reclassifiquen valors d'un ràster a d'altres valors per intervals, el primer i valor per valor, el segon) i alguns mòduls de MiraMon (@ X. Pons 1994) com CANVICOO (canvia les coordenades en X o en Y segons un valor de tolerància), DELCOORD (elimina certes coordenades d'un vector de punts segons unes condicions determinades), CANVIATR (canvia l'atribut d'un punt pel d'un altre si les coordenades d'ambdós no depassen una certa tolerància), THIEZON (estén la informació puntual per àrees amb un valor concret), TIRAPOL (rasteritza vectors estructurats), CREAMAS (crea ràsters en àmbits definits), IMGRL (comprimeix i descomprimeix ràsters) i MOSAIC (afegeix la informació d'un ràster a un altre, generalment d'àmbit més gran que l'afegit).

La versió 2 del mapa de models d'inflamabilitat es va elaborar íntegrament amb els mòduls de MiraMon.

La versió 2.1 del mapa de models d'inflamabilitat es va elaborar amb el mòdul de MiraMon FAGOVAL per estendre la informació dels models a cadascun dels tipus de vegetació (boscos, matollars i prats). Per a les reclassificacions dels conreus i dels improductius es va emprar la funció RECLASS de la Calculadora de MiraMon.

En futures versions que es puguin elaborar a mesura que s'actualitza la informació de les característiques de la vegetació, el procés queda força simplificat.

A continuació es mostra com a exemple el fitxer de processament per lots emprat per elaborar de nou el mapa de models d'inflamabilitat de la versió 2 a la província de Barcelona. En negreta es destaquen fitxers annexes necessaris per a l'elaboració del mapa descrits a continuació.

```
@echo off

setlocal enabledelayedexpansion
path=c:\miramon;%path%

for /L %%f in (1,1,36) do (
    Copy SelEstrat.MMC Estrat%%f.MMC
    if %%f LSS 10 (set "rfgv=Fgv%%f_0%%f") else (set "rfgv=Fgv%%f_%%f")
    SubstXT Estrat%%f.MMC RASTER_FIN "!rfgv!"
    SubstXT Estrat%%f.MMC ESTRATO "%%f"
    CalcImg Estrat%%f.MMC
    Canvirel 1 !rfgv!.rel ATTRIBUTE_DATA NODATA "100"
    Canvirel 1 !rfgv!.rel ATTRIBUTE_DATA NODATADef "NODATA"
    TiraVec 1 Punts.pnt !rfgv! !rfgv! 0 1 1 /CAMP=MI_2141
    Canvirel 1 !rfgv!.rel ATTRIBUTE_DATA NODATA "0"
    Canvirel 1 !rfgv!.rel ATTRIBUTE_DATA NODATADef "NODATA"
    FagoVal !rfgv!.img !rfgv!_fin 3 100 M /ITERAR_AUTO
    del !rfgv!.img
    del !rfgv!.rel
    CanviRel 1 !rfgv!_finI.Rel COLOR_TEXT Simb_Vers "4"
    CanviRel 1 !rfgv!_finI.Rel COLOR_TEXT Simb_SubVers "5"
    CanviRel 1 !rfgv!_finI.Rel COLOR_TEXT Color_Paleta "Inflam_1.dbf"
)
CalcImg JuntaEstrats.MMC
CombiCap Estrats0.img Infl08.img /FCSV= std.CSV /SEPARA=; /NCOL=80
pause
copy JuntaEstrats.MMC JuntaModels.MMC
```

```

SubstTXT JuntaModels.MMC Infl08 Inflam_08
for /L %%f in (1,1,36) do (
    if %%f LSS 10 (set "nest=0%%f") else (set "nest=%%f")
    for /F "tokens=1,2" %%g in (lstrec.txt) do (
        set "estrat=%%g"
        set "valor=%%h"
        if "%%g"=="%%f" (
            copy recEstrat.MRC rc!nest!.MRC
            SubstTXT rc!nest!.MRC NOU_VALOR !valor!
            copy AsgnModel.MMC Asgn!nest!.MMC
            SubstTXT Asgn!nest!.MMC V_ESTRAT !nest!
            SubstTXT Asgn!nest!.MMC N_ESTRAT !estrat!
            CalcImg Asgn!nest!.MMC
            SubstTXT JuntaModels.MMC Fgv!estrat!_!nest!_fin strt!nest!
            CanviRel 1 strt!!nest!.I.Rel COLOR_TEXT Simb_Vers "4"
            CanviRel 1 strt!!nest!.I.Rel COLOR_TEXT Simb_SubVers "5"
            CanviRel 1 strt!!nest!.I.Rel COLOR_TEXT Color_Paleta "Inflam_1.dbf"
        )
    )
)
)
CalcImg JuntaModels.MMC
CanviRel 1 inflam_08I.Rel COLOR_TEXT Simb_Vers "4"
CanviRel 1 inflam_08I.Rel COLOR_TEXT Simb_SubVers "5"
CanviRel 1 inflam_08I.Rel COLOR_TEXT Color_Paleta "Inflam_1.dbf"
CalcImg AfegirNoBosc.MMC

```

El fitxer **SeiEstrats.MMC** és una plantilla per anar seleccionant els diferents estrats de cada província i desar-los en fitxers independents amb el valor 100.

```

[Formula]
Expressio=( [Raster]=ESTRATO)*100

[Sortida]
Fitxer=RASTER_FIN.img
Tipus=byte-RLE
Titul=Base fagoval estrat ESTRATO
Desc_valors=
Fitxer_categories=
Valor_Fons=
Reservar_V_Fons=0
Stretch=0
Truncar=0

[Variables]
Raster=Estrats0.img

```

El fitxer de la calculadora de MiraMon **JuntaEstrats.MMC** consigna com s'han de juntar els estrats amb els models ja estesos.

```

[Formula]
Expressio=CVR(CVR(CVR(CVR(CVR([R1],[R2]),CVR([R3],[R4])),CVR(CVR([R5],[R6]),CVR([R7],[R8]))),CVR(CVR([R9],[R10]),CVR([R11],[R12]))),CVR(CVR(CVR([R13],[R14]),CVR([R15],[R16])),CVR(CVR(CVR([R17],[R18]),CVR([R19],[R20])),CVR(CVR(CVR([R21],[R23]),CVR([R24],[R25])),CVR(CVR(CVR([R26],[R27]),CVR([R28],[R29])),CVR(CVR(CVR([R30],[R31]),CVR([R32],[R33])),CVR([R34],[R35],[R36]))))))))

[Sortida]
Fitxer=Infl08.img
Tipus=byte-RLE
Titul=Nous models d'inflamabilitat - Barcelona
Desc_valors=
Fitxer_categories=
Valor_Fons=NODATA
Reservar_V_Fons=0
Stretch=0
Truncar=0

```

```
[Variables]
R1=Fgv1_01_fin.img
R2=Fgv2_02_fin.img
R3=Fgv3_03_fin.img
R4=Fgv4_04_fin.img
R5=Fgv5_05_fin.img
R6=Fgv6_06_fin.img
R7=Fgv7_07_fin.img
R8=Fgv8_08_fin.img
R9=Fgv9_09_fin.img
R10=Fgv10_10_fin.img
R11=Fgv11_11_fin.img
R12=Fgv12_12_fin.img
R13=Fgv13_13_fin.img
R14=Fgv14_14_fin.img
R15=Fgv15_15_fin.img
R16=Fgv16_16_fin.img
R17=Fgv17_17_fin.img
R18=Fgv18_18_fin.img
R19=Fgv19_19_fin.img
R20=Fgv20_20_fin.img
R21=Fgv21_21_fin.img
R23=Fgv23_23_fin.img
R24=Fgv24_24_fin.img
R25=Fgv25_25_fin.img
R26=Fgv26_26_fin.img
R27=Fgv27_27_fin.img
R28=Fgv28_28_fin.img
R29=Fgv29_29_fin.img
R30=Fgv30_30_fin.img
R31=Fgv31_31_fin.img
R32=Fgv32_32_fin.img
R33=Fgv33_33_fin.img
R34=Fgv34_34_fin.img
R35=Fgv35_35_fin.img
R36=Fgv36_36_fin.img
```

El fitxer **Istrec.txt** recull el model majoritari a cada estrat i cal fer-lo durant la pausa del fitxer de processament per lots a partir del resultat d'un Combicap entre els estrats inicials i els models estesos en primera instància.

```
1 7
2 5
3 6
4 5
5 9
6 7
7 7
8 10
9 5
10 5
11 11
12 7
13 7
14 7
15 9
16 7
17 10
18 8
19 8
20 9
21 6
23 9
24 6
25 6
26 9
```

```
27 6
28 7
29 1
30 10
31 8
32 7
33 11
34 1
35 2
36 4
```

El fitxer **recEstrat.MRC** és una plantilla que permet reclassificar cada estrat al model d'inflamabilitat majoritari. El valor 100 és el valor que per defecte el mòdul de MiraMon FAGOVAL substitueix per cadascun dels models.

```
100 NOU_VALOR
```

El fitxer de la Calculadora de MiraMon **AsgnModel.MMC** permet assignar el model majoritari a cada estrat.

```
[Formula]
Expressio=RECL([rcV_ESTRAT],[Raster])

[Sortida]
Fitxer=strtV_ESTRAT.img
Tipus=byte-RLE
Titol=Models a l'estrat N_ESTRAT
Desc_valors=
Fitxer_categories=
Valor_Fons=NODATA
Reservar_V_Fons=0
Stretch=0
Truncar=0

[Variables]
Raster=FgvN_ESTRAT_V_ESTRAT_fin.img

[Reclassificadors]
rcV_ESTRAT=rcV_ESTRAT.MRC
```

El fitxer de la Calculadora de MiraMon **AfegirNoBosc.MMC** afegeix les cobertes no boscoses als models estesos mitjançant una operació de transparència o COVER.

```
[Formula]
Expressio=CVR([Inflam_08] ,RECL([recEstratNoBosc],[EstratsNoBosc]))

[Sortida]
Fitxer=ModelsInflamabilitat_v2.img
Tipus=byte-RLE
Titol=Models d'inflamabilitat (versió 2)
Desc_valors=Model
Fitxer_categories=
Valor_Fons=NODATA
Reservar_V_Fons=0
Stretch=0
Truncar=0

[Variables]
Inflam_08=Inflam_08.img
EstratsNoBosc=EstratsNoBosc.img

[Reclassificadors]
recEstratNoBosc=recEstratNoBosc.MRC
```



## Annex 3

Llista de formacions vegetals arbustives, herbàcies i conreus de la Cartografia dels Hàbitats de Catalunya i model d'inflamabilitat assignat a partir de dades bibliogràfiques i criteri expert.

<b>Matollars</b>	<b>Model</b>
<b>Neret i nabiu</b>	
Neretars (matollars de <i>Rhododendron ferrugineum</i> ), acidòfils, d'indrets ben innivats de l'alta muntanya	0
Matollars nans de nabius ( <i>Vaccinium uliginosum</i> , <i>V. myrtillus</i> ), acidòfils, de l'alta muntanya	0
<b>Bàlec i ginebró</b>	
Matollars baixos de ginebró ( <i>Juniperus nana</i> ), de vessants solells de l'estatge subalpí	7
Balegars (matollars de <i>Genista balansae</i> ), silicícules, d'indrets secs, sovint solells, de l'estatge montà	7
Matollars prostrats de boixerola ( <i>Arctostaphylos uva-ursi</i> ), de vessants rocosos, de l'alta muntanya pirinenca	7
Ginebredes (matollars o bosquines de <i>Juniperus communis</i> ) de la muntanya mitjana	7
Matollars d' <i>Empetrum hermaphroditum</i> , acidòfils, d'indrets ben innivats de l'estatge alpí	7
Balegars (matollars de <i>Genista balansae</i> ), silicícules, de vessants solells de l'alta muntanya	7
Matollars prostrats de boixerola ( <i>Arctostaphylos uva-ursi</i> ), de l'estatge montà, als Prepirineus i a les muntanyes catalanídiques centrals i meridionals	7
<b>Gòdua i bruguerola</b>	
Landes d' <i>Erica vagans</i> , silicícules, dels estatges altimontà i subalpí, als Pirineus centrals	0
Landes de bruguerola ( <i>Calluna vulgaris</i> ), acidòfiles	0
Landes de gòdua ( <i>Sarothamnus scoparius</i> ), acidòfiles i mesòfiles, de la muntanya mitjana plujosa (i de terra baixa)	0
Landes nanes de nabius ( <i>Vaccinium spp.</i> ) amb bruguerola ( <i>Calluna vulgaris</i> ), acidòfiles, de l'estatge montà, als Pirineus centrals	0
Landes de bruc d'aiguamoll ( <i>Erica tetralix</i> ), acidòfiles i higròfiles, de l'estatge subalpí dels Pirineus	0
<b>Matollars postrats</b>	
Matollars prostrats d'herba pedrera ( <i>Loiseleuria procumbens</i> ), acidòfils, d'indrets ventosos i freds de l'alta muntanya	2
Matollars prostrats de savina de muntanya ( <i>Juniperus sabina</i> ), de costers solells i rocosos, als estatges altimontà i subalpí	2
Matollars baixos o postrats amb <i>Dryas octopetala</i> , <i>Salix Pyrenaica</i> , ... d'obacs calcaris, ben innivats, de l'alta muntanya	2
Matollars xeroacàntics de <i>Genista horrida</i> , calcícules, de carenes i vessants pedregosos, ventosos, dels Prepirineus centrals	2
Matollars xeroacàntics d'erició ( <i>Erinacea anthyllis</i> ), calcícules, de carenes i vessants ventosos, amb sòl esquelètic, dels Prepirineus i de les muntanyes catalanídiques centrals i meridionals	2
Matollars xeroacàntics amb <i>Astragalus massiliensis</i> , dels caps de penya-segats del territori ruscínic	2
<b>Falgars</b>	
Falgars (poblaments de <i>Pteridium aquilinum</i> )	8
<b>Bosquines de caducifolis joves</b>	
Bosquines d'arbres caducifolis joves, procedents de rebrot o de colonització, estadis inicials del bosc	6
<b>Avellanoses</b>	
Avellanoses (bosquines de <i>Corylus avellana</i> ), amb <i>Polystichum setiferum</i> , ... Mesohigròfiles, dels barrancs i fondals ombrívols de terra baixa (i de l'estatge submontà), als territoris olositànic i catalanídic septentrional	0
Avellanoses (bosquines de <i>Corylus avellana</i> ), mesòfiles o mesoxeròfiles, d'ambients secs de la muntanya mitjana	0
Avellanoses (bosquines de <i>Corylus avellana</i> ), mesohigròfiles, d'ambients frescals de la muntanya mitjana	0
<b>Bardisses</b>	
Bardisses amb aranyoner ( <i>Prunus spinosa</i> ), esbarzers ( <i>Rubus spp.</i> ), ... mesòfiles, de la muntanya mitjana	7
Clarianes de bosc amb <i>Epilobium angustifolium</i> , gerderes ( <i>Rubus idaeus</i> ), gatell ( <i>Salix caprea</i> ), ... de l'estatge subalpí (i del montà)	7
Bardisses amb roldor ( <i>Coriaria myrtifolia</i> ), esbarzer ( <i>Rubus ulmifolius</i> ), ... de terra baixa (i de l'estatge montà)	7
Bardisses amb púdol ( <i>Rhamnus alpinus</i> ), gavarreres de muntanya ( <i>Rosa vosagiaca</i> , <i>R. pimpinellifolia</i> , <i>R. mollis</i> , ...), ... dels estatges altimontà i subalpí dels Pirineus orientals	7
Bardisses d'espina-verda ( <i>Paliurus spina-christi</i> ), sovint amb perelloner ( <i>Pyrus spinosa</i> ), d'ambients secs de terra baixa, al territori ruscínic	7
<b>Boixedes</b>	
Boixedes (matollars de <i>Buxus sempervirens</i> ), de la muntanya mitjana (i de les contrades mediterrànies)	0

Matollars de corner ( <i>Amelanchier ovalis</i> ), boix ( <i>Buxus sempervirens</i> ), espina cervina ( <i>Rhamnus saxatilis</i> ),... calcícoles, de costers rocosos, secs, de la muntanya mitjana	0
<b>Estepes i brucs</b>	
Bruguerars amb dominància o abundància de bruc d'escombres ( <i>Erica scoparia</i> ), silicícoles, dels sòls profunds i poc secs de terra baixa (i de l'estatge montà)	10
Estepars d'estepa de muntanya ( <i>Cistus laurifolius</i> ) i <i>Lavandula pedunculata</i> , acidòfils, de la muntanya mitjana del territori catalanidic central	8
Brolles amb <i>Genista linifolia</i> , silicícoles, de les contrades mediterrànies marítimes, al territori catalanidic septentrional	8
Brolles amb escruixidor ( <i>Adenocarpus telonensis</i> ), silicícoles, de les contrades mediterrànies marítimes, al territori catalanidic septentrional i central	8
Estepars d'estepa de muntanya ( <i>Cistus laurifolius</i> ), de la muntanya mitjana, dels Pirineus i dels territoris ruscínic i catalanidic septentrional	8
Matollars (estepars i brolles) silicícoles de terra baixa	9
Bruguerars dominats per bruc boal ( <i>Erica arborea</i> ), silicícoles, dels costers i dels sòls secs de les contrades mediterrànies marítimes	10
Bruguerars amb dominància o abundància de bruc vermell ( <i>Erica cinerea</i> ), silicícoles, de les contrades mediterrànies plujoses	10
<b>Brolles de romaní i bruc d'hivern</b>	
Matollars amb espigol ( <i>Lavandula angustifolia</i> ) i/o ginestell ( <i>Genista cinerea</i> ), calcícoles, de la muntanya mitjana poc plujosa	8
Timonedes d'esperbonella ( <i>Sideritis scordioides</i> ) calcícoles, de les contrades interiors seques	8
Brolles de romaní ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ) amb dominància o abundància de <i>Genista biflora</i> , calcícoles, de les contrades mediterrànies seques i poc fredes, sobretot a les terres interiors àrides	8
Argelagars (matollars densos de <i>Genista scorpius</i> ) calcícoles, de terra baixa i de la muntanya mediterrània	10
Brolles i timonedes amb ruac ( <i>Ononis tridentata</i> ), trincola ( <i>Gypsophila hispanica</i> ), ... dels sòls guixencs, sobretot a les contrades interiors	8
Brolles de romaní ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ) -i timonedes-, amb foixarda ( <i>Globularia alypum</i> ), bufalaga ( <i>Thymelaea tinctoria</i> ),... calcícoles de terra baixa	8
Matollars de tomaní ( <i>Lavandula stoechas</i> ), silicícoles, de sòls secs de terra baixa	8
Brolles calcícoles amb dominància d'esteperola ( <i>Cistus clusii</i> ), albada ( <i>Anthyllis cytisoides</i> ),... de les contrades mediterrànies càlides	8
<b>Joncedes, salicornars...</b>	
Herbassars junciformes de <i>Spartina versicolor</i> , de vores dels estanys, llargament inundades o poc salines, del litoral	0
Jonqueres de <i>Juncus maritimus</i> , de sòls poc salins, llargament inundats, del litoral i de les contrades interiors	0
Matollars amb dominància de <i>Salsola vermiculata</i> (siscallars), salat blanc ( <i>Atriplex halimus</i> ),... halonitròfils, de sòls àrids	0
Vegetació (salicornars, prats, jonqueres, ...) dels sòls salins, poc o molt humits o, fins i tot, temporalment inundats, de les terres interiors àrides	0
Bosquines de salzes de muntanya (sobretot <i>Salix bicolor</i> ), amb un estrat inferior de megafòrbies, de les vores de torrents de l'estatge subalpí	0
Vegetació (salicornars, prats, jonqueres, ...) dels sòls salins, poc o molt humits o, fins i tot, inundats, del litoral	0
<b>Bosquines de pi blanc</b>	
Bosquines de pi blanc ( <i>Pinus halepensis</i> ) procedents de colonització	9
<b>Bosquines d'alzina i roures</b>	
Màquies amb barreja d'alzina ( <i>Quercus ilex</i> ) i roures ( <i>Quercus spp.</i> ), de les terres mediterrànies	7
Màquies amb llor ( <i>Laurus nobilis</i> )	7
Màquies amb barreja de carrasca ( <i>Quercus rotundifolia</i> ) i roures ( <i>Quercus spp.</i> ), de les terres mediterrànies	7
Bosquines dominades per matabou ( <i>Bupleurum fruticosum</i> ), sovint fent el mantell marginal d'alzinars, de terra baixa	7
<b>Arboç</b>	
Arboçars (màquies d' <i>Arbutus unedo</i> ) de terra baixa i de la muntanya mediterrània	0
<b>Màquia litoral (margalló, llentiscle, ullastre,</b>	
Ginestars de ginesta vera ( <i>Spartium junceum</i> ), de les contrades mediterrànies (sobretot les marítimes)	2
Màquies i garrigues amb margalló ( <i>Chamaerops humilis</i> ), llentiscle ( <i>Pistacea lentiscus</i> ), ullastre ( <i>Olea europaea</i> var. <i>sylvestris</i> ),... de les contrades mediterrànies càlides	2
Murtars (garrigues de <i>Myrtus communis</i> ), de les contrades mediterrànies càlides	2
Cadequers (màquies o garrigues amb <i>Juniperus oxycedrus arborescent</i> ) de les costes rocoses del litoral	2
Savinoses (màquies o garrigues amb <i>Juniperus phoenicea</i> subsp. <i>eumediterranea arborescent</i> ) de les costes rocoses del litoral	2
<b>Màquia continental (coscoll)</b>	
Cadequers (màquies o garrigues amb <i>Juniperus oxycedrus arborescent</i> ) no litorals	2

Savinoses (màquies o garrigues amb <i>Juniperus phoenicea</i> subsp. <i>phoenicea</i> arborescent) calcícoles, de les contrades mediterrànies no litorals	2
Garrigues de coscoll ( <i>Quercus coccifera</i> ), sense plantes termòfiles o gairebé, d'indrets secs, sovint rocosos, de terra baixa i de l'estatge submontà	2
Ginestars oberts de ginesta vimenera ( <i>Retama sphaerocarpa</i> ), de les contrades mediterrànies seques, a les terres interiors àrides	2
<b>Canyars i canyissars</b>	
Canyissars	2
Canyars de vores d'aigua	9
<b>Espartars i càrritx</b>	
Comunitats dominades per càrritx ( <i>Ampelodesmos mauritanica</i> ), de les contrades càlides de terra baixa	9
Espartars d'albardí ( <i>Lygeum spartum</i> ), de les terres interiors àrides	9
<b>Vegetació de rambla (baladre, aloc, salix sp.)</b>	
Sargars (de <i>Salix purpurea</i> , <i>S. elaeagnos</i> , ...) amb <i>Myricaria germanica</i> en sòls llimosos	0
Baladrars, de les rambles del territori catalanídic meridional (i central)	0
<b>Prats i herbassars</b>	
<b>Prats humits</b>	
Sarronars (comunitats dominades per <i>Chenopodium bonus-henricus</i> ) i altres herbassars nitròfils d'alta muntanya	0
Poblaments de jonques ( <i>Scirpus</i> sp.), d'aigües salabroses	0
Herbassars megafòrbics de l'estatge subalpí dels Pirineus	0
Comunitats dominades per mansega ( <i>Cladium mariscus</i> ), de vores d'aigua de terra baixa	0
Herbassars graminoides de jonca d'estany ( <i>Scirpus lacustris</i> )	0
Jonqueres de jonc boval ( <i>Scirpus holoschoenus</i> ) i herbassars graminoides higròfils, de terra baixa (i de la muntanya mitjana)	0
Jonqueres i herbassars humits de la muntanya mitjana (i de l'estatge subalpí)	0
<b>Molleres</b>	
Molleres de <i>Carex fusca</i> , poc o molt àcides, dels Pirineus	0
Molleres de <i>Carex davalliana</i> ,... alcalines, dels Pirineus	0
<b>Prats d'alta muntanya</b>	
Prats amb <i>Festuca nigrescens</i> , <i>Trifolium thalii</i> , <i>Ranunculus gouanii</i> ,... calcícoles i mesòfils, de l'alta muntanya pirinenca	5
Gespets (prats de <i>Festuca eskia</i> ), sovint esglaonats, acidòfils, dels vessants solells de l'alta muntanya pirinenca	5
Prats de <i>Sesleria coerulea</i> , <i>Carex sempervirens</i> , <i>Ranunculus thora</i> ,... calcícoles i mesòfils, de l'alta muntanya pirinenca	5
Prats oberts de <i>Festuca borderi</i> i <i>Saxifraga bryoides</i> , de l'estatge subnivall dels Pirineus	5
Prats de <i>Carex curvula</i> , acidòfils, de l'estatge alpí	5
Gespets (prats de <i>Festuca eskia</i> ) tancats, acidòfils, de l'alta muntanya pirinenca	5
Prats de pèl caní ( <i>Nardus stricta</i> ), acidòfils i higròfils, de l'alta muntanya pirinenca	5
Prats de <i>Kobresia myosuroides</i> , calcícoles, de l'estatge alpí dels Pirineus	5
Prats de <i>Festuca airoides</i> o de <i>F. yvesii</i> , acidòfils, de l'alta muntanya pirinenca	5
Prats de pèl caní ( <i>Nardus stricta</i> ) o de <i>Bellardiocloa variegata</i> , acidòfils i mesòfils, de l'alta muntanya pirinenca	5
Prats d'ussona ( <i>Festuca gautieri</i> ) i comunitats anàlogues, calcícoles i mesoxeròfils, de l'alta muntanya pirinenca	5
<b>Prats de l'estatge montà-subalpí</b>	
Prats acidòfils i mesòfils, amb <i>Festuca nigrescens</i> , <i>Deschampsia flexuosa</i> , <i>Primula intricata</i> , <i>Gentiana acaulis</i> ,... generalment en terreny calcari, de l'estatge subalpí dels Prepirineus orientals	5
Prats amb <i>Sesleria coerulea</i> , <i>Cirsium acaule</i> , ... calcícoles i mesoxeròfils, dels estatges montà i subalpí dels Pirineus	5
Prats de pèl caní ( <i>Nardus stricta</i> ), acidòfils, de l'estatge montà de la Vall d'Aran	5
Prats de sudorn ( <i>Festuca spadicea</i> ) amb cornera ( <i>Cotoneaster integerrimus</i> ), calcícoles, d'obacs altimontans dels Prepirineus centrals	5
Prats amb sudorn ( <i>Festuca spadicea</i> ), <i>Leuzea entauroides</i> ,... calcícoles i mesoxeròfils, de vessants solells de l'estatge subalpí dels Pirineus	5
Prats amb dominància de <i>Brachypodium pinnatum</i> , calcícoles i mesòfils, dels estatges montà i subalpí dels Pirineus centrals	5
Prats acidòfils i mesòfils, amb <i>Agrostis capillaris</i> i <i>Potentilla montana</i> , de l'estatge montà del Montseny	5
Prats silicícules i mesòfils amb <i>Agrostis capillaris</i> , <i>Festuca nigrescens</i> , <i>Anthoxanthum odoratum</i> (gram d'olor),... dels estatges montà i subalpí dels Pirineus	5
Prats, sovint emmatats, d' <i>Ononis striata</i> , <i>Anthyllis montana</i> , <i>Globularia cordifolia</i> (lluqueta),... calcícoles i xeròfils, de la muntanya mitjana i de l'estatge subalpí, sobretot als Prepirineus	5
Prats amb <i>Astragalus sempervirens</i> subsp. <i>catalaunicus</i> , <i>Sideritis hyssopifolia</i> (herba del bàlsam), <i>Festuca ovina</i> , <i>Avenula pratensis</i> , ... calcícoles i mesoxeròfils, de l'estatge subalpí (i del montà) dels Pirineus	5

centrals	
Prats calcícoles i mesòfils, amb <i>Festuca nigrescens</i> , <i>Plantago media</i> (plantatge), <i>Galium verum</i> (espunyidella groga), <i>Cirsium acaule</i> ,... de la muntanya mitjana i de l'estatge subalpí dels Pirineus i de les terres properes	5
Prats acidòfils i mesòfils, amb <i>Antennaria dioica</i> (pota de gat), <i>Deschampsia flexuosa</i> ,... de la zona culminal del Montseny	5
Prats basòfils i xeròfils, amb <i>Festuca ovina</i> , <i>Avenula iberica</i> , <i>Bromus erectus</i> , <i>Brachypodium phoenicoides</i> , <i>Seseli montanum</i> , <i>Teucrium pyrenaicum</i> (angelins),... de l'estatge montà dels Pirineus	5
<b>Prats de muntanya mitjana</b>	
Pradells de teròfits ( <i>Aira caryophyllaea</i> , <i>Vulpia myuros</i> , <i>Filago minima</i> , <i>Trifolium arvense</i> ,...), silícícoles i sovint de sòls arenosos, de la muntanya mitjana	6
Prats amb abundància de <i>Bromus erectus</i> i <i>Cirsium tuberosum</i> , ... calcícoles i mesoxeròfils, de la muntanya mitjana poc seca als territoris catalanídics meridional i central i al Montsec	6
Prats de sudorn ( <i>Festuca paniculata</i> ), poc o molt acidòfils, dels indrets arrecerats, sovint en vessants rocosos, de l'estatge subalpí dels Pirineus	6
Llistonars (prats secs de <i>Brachypodium retusum</i> ), i pradells terofítics silícícoles, mediterranis	6
Prats, sovint emmatats, de pelaguers ( <i>Stipa pennata</i> ), calcícoles i xeròfils, de la muntanya mitjana poc plujosa	6
Joncedes i prats, sovint emmatats, d' <i>Aphyllanthes monspeliensis</i> , -i timonedes associades- calcícoles, de la muntanya mitjana poc plujosa i de terra baixa	
Prats silícícoles i xeròfils, amb <i>Agrostis capillaris</i> , <i>Seseli montanum</i> , <i>Festuca ovina</i> , <i>Dichanthium ischaemum</i> ,... de la muntanya mitjana pirinenca i del Montseny	6
<b>Prats de terra baixa</b>	
Fenassars (prats de <i>Brachypodium phoenicoides</i> ), amb <i>Euphorbia serrata</i> , <i>Galium lucidum</i> (espunyidella blanca),... xeromesòfils, de sòls profunds de terra baixa i de la baixa muntanya mediterrània	7
Llistonars (prats secs de <i>Brachypodium retusum</i> ), i prats terofítics calcícoles, de terra baixa	7
Prats sabanoides d'albellatge ( <i>Hyparrhenia hirta</i> ), de vessants solells de les contrades marítimes	7
Prats subnitrofils de teròfits (o cardassars), amb <i>Aegilops geniculata</i> (traiguera), <i>Bromus rubens</i> , <i>Medicago rigidula</i> , <i>Carthamus lanatus</i> , ... de terra baixa	7
Prats, sovint emmatats, de pelaguers ( <i>Stipa offneri</i> , <i>S. pennata</i> , <i>S. capillata</i> ) amb teròfits, calcícoles i xeròfils, de terra baixa (i de l'estatge submontà)	7
<b>Conreus</b>	
<b>Conreus abandonats, zones poc vegetades</b>	
Conreus abandonats	4
Vegetació ruderal no associada a àrees urbanes o industrials	4
Àrees forestals sotmeses a tala intensa (< 30% de recobriment arbòri)	4
Àrees revegetades: mines a cel obert, pistes d'esquí, ...	4
<b>Conreus herbacis de regadiu</b>	
Conreus herbacis intensius: hortalisses, flors, maduixeres, ...	15
Conreus herbacis extensius de regadiu o de contrades molt plujoses	15
Arrossars	15
<b>Conreus herbacis de secà</b>	
Conreus herbacis extensius de secà	16
Conreus herbacis intensius: sobretot cereals i farratges	16
<b>Vinyes</b>	
Vinyes	15
<b>Conreus llenyosos de regadiu</b>	
Fruiterars, principalment de regadiu: sobretot conreus de pomeres ( <i>Pyrus malus</i> ), de presseguers ( <i>Prunus persica</i> ), pereres ( <i>Pyrus communis</i> ) i d'altres rosàci	15
Camps d'avellaners ( <i>Corylus avellana</i> )	15
Conreus de cítrics	15
<b>Conreus llenyosos de secà</b>	
Fruiterars alts, predominantment de secà: conreus d'oliveres ( <i>Olea europaea</i> ), d'ametllers ( <i>Prunus dulcis</i> ), de garrofers ( <i>Ceratonia siliqua</i> ),..	17
<b>Prats de dall</b>	
Prats dalladors amb fromental ( <i>Arrhenatherum elatius</i> ) dels estatges submontà i montà, principalment dels Pirineus	0
Prats amb <i>Cynosurus cristatus</i> , mesòfils, intensament pasturats, de la muntanya mitjana (i de l'estatge subalpí)	0
Prats dalladors, generalment amb <i>Gaudinia fragilis</i> , de la terra baixa plujosa, als territoris ruscínic i catalanídics septentrional	0
Prats dalladors mesohigròfils i comunitats anàlogues, dels estatges altimontà i subalpí dels Pirineus	0
<b>Pastures intensives</b>	
Camps condicionats com a pastura intensiva	0