



CLIENT

---



**Ajuntament  
de Barcelona**

REDACCIÓ

---



BARCELONA  
REGIONAL  
AGÈNCIA  
DESENVOLUPAMENT  
URBÀ

CARRER 60, 25-27.  
EDIFICI Z, PLANTA 2  
SECTOR A, ZONA FRANCA  
08040 BARCELONA  
T 932 237 400  
F 932 237 414

[www.bcnregional.com](http://www.bcnregional.com)  
[br@bcnregional.com](mailto:br@bcnregional.com)

COORDINACIÓ

---

Marc Montlleó Balsebre, *Director Tècnic*

COL·LABORACIÓ

---

Gemma Conde Cros, *Ambientòloga*  
Gustavo Rodríguez Ferrer, *Cap d'Infraestructures d'Energia*  
Marçal Palma Bartrolí, *Tècnic de GIS*  
Jacob Cirera Val, *Ambientòleg*  
Emili del Pozo Trias, *Tècnic de GIS*

i l'equip tècnic i administratiu de Barcelona Regional

DIRECCIÓ PER PART DE L'AJUNTAMENT DE BARCELONA

---

Irma Ventayol i Ceferino, *Coordinadora de l'Oficina de Sostenibilitat*  
Ares Gabàs Masip, *Responsable de Resiliència Urbana*

I l'equip tècnic:  
Benjamí Gauchía Legal  
Andoni González Gómez  
Patricia Lacera Martínez

© 2017, BARCELONA REGIONAL



# ÍNDEX

<b>1. PRESENTACIÓ .....</b>	<b>5</b>
<b>2. ANÀLISI I DIAGNOSI .....</b>	<b>13</b>
2.1. SITUACIÓ HISTÒRICA DELS INCENDIS FORESTALS A L'ENTORN DE BARCELONA .....	15
2.2. PERILL D'INCENDI FORESTAL ACTUAL .....	22
2.2.1. METODOLOGIA EMPRADA.....	22
2.2.2. MAPA DEL PERILL D'IGNICIÓ .....	30
2.2.3. MAPA DEL PERILL DE COMPORTAMENT.....	33
2.2.4. MAPA DEL PERILL D'INCENDI FORESTAL GLOBAL ACTUAL.....	37
2.3. EFECTE DEL CANVI CLIMÀTIC EN EL PERILL D'INCENDI FORESTAL .....	39
2.4. PERILL D'INCENDI FORESTAL FUTUR .....	41
2.4.1. METODOLOGIA EMPRADA.....	41
2.4.2. MODIFICACIÓ DEL PERILL D'IGNICIÓ CONSIDERANT EL CANVI CLIMÀTIC .....	52
2.4.3. MODIFICACIÓ DEL PERILL DE COMPORTAMENT –CONSIDERANT EL CANVI CLIMÀTIC .....	53
2.4.4. MODIFICACIÓ DEL PERILL D'INCENDI FORESTAL CONSIDERANT EL CANVI CLIMÀTIC .....	54
<b>3. CONCLUSIONS.....</b>	<b>59</b>
<b>4. RECOMANACIONS.....</b>	<b>65</b>
<b>5. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>69</b>
<b>6. ANNEXOS.....</b>	<b>73</b>





# 1. PRESENTACIÓ





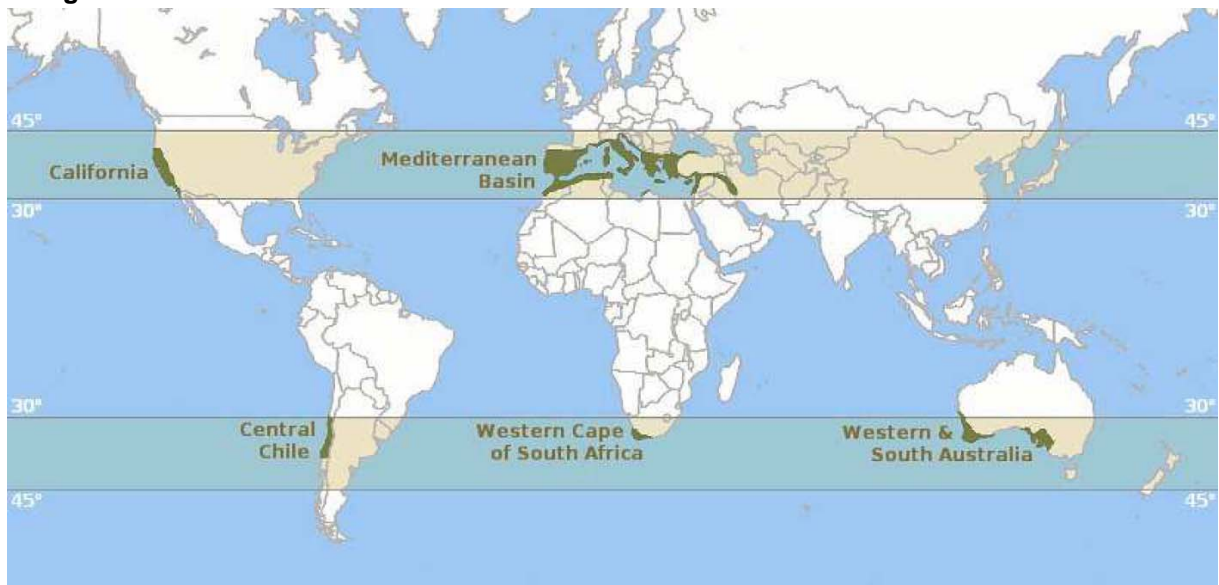
Les característiques climàtiques i biofísiques en el context del clima mediterrani fan que el perill d'incendi forestal sigui força elevat durant els mesos calorosos i secs de l'estiu.

El fet que el clima mediterrani sigui un clima en transició entre el clima temperat humit del nord i el clima tropical sec dels deserts del sud, fa que tinguem un clima amb temperatures càlides a l'estiu i suaus a l'hivern, però amb una irregularitat pluviomètrica anual força marcada. La pluja mediterrània es caracteritza per ser estacional, però amb una peculiaritat única amb la resta de climes, l'època de l'any menys plujosa coincideix amb l'època més càlida, produint-se un notable dèficit hídric.

Precisament aquesta característica climàtica única té una incidència molt directa sobre la vegetació del mediterrani, ja que durant l'estació amb més energia solar per a poder créixer és quan hi ha menys disponibilitat d'aigua, limitant el seu creixement i fent que la vegetació hagi de pendre mesures d'adaptació. Aquesta peculiaritat climàtica ha comportat que tradicionalment el clima mediterrani tinguin associat un elevat perill d'incendis forestals a l'estiu.

Al món hi ha diferents zones que tenen clima mediterrani. Es situen entre els 30 i 45 graus de latitud nord i sud i sempre en el costat occidental dels continents. La principal presència d'aquest clima es situa a la conca mediterrània (i àrees properes) però també hi ha presència de clima mediterrani a parts de l'extrem sud d'Àfrica, de l'oest d'Austràlia, de Xile, de Califòrnia i d'Oregon.

#### Imatge 1: Localització dels climes mediterranis al món



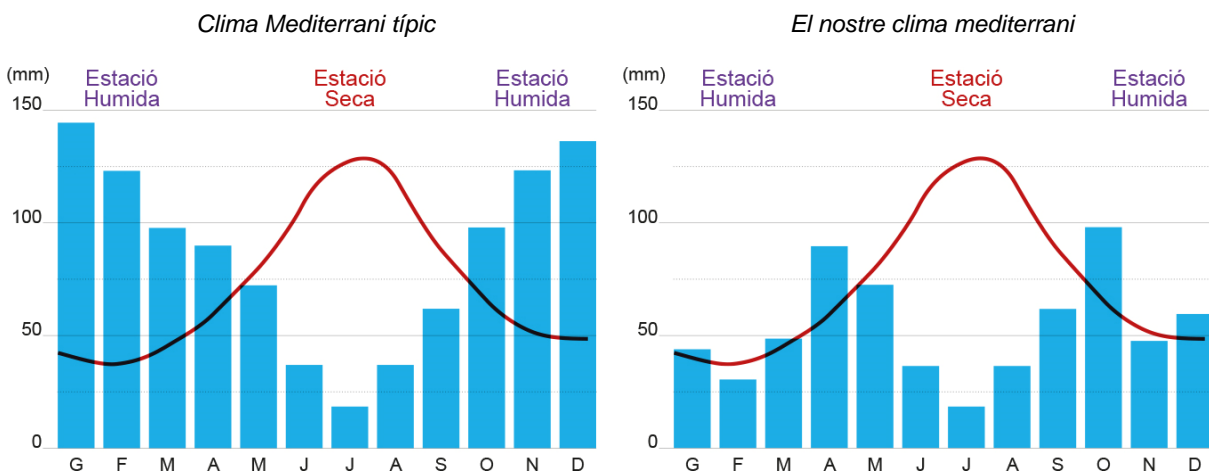
Font: El Clima Mediterrani, el canvi climàtic i l'augment del perill d'incendi. Vicent Altava

Però el clima mediterrani de Catalunya no és ben bé el model estàndard de clima mediterrani, ja que tenim una diferència que fa que el nostre clima encara sigui més extrem. Típicament el clima mediterrani té a l'hivern l'estació més humida (de novembre a febrer). Però en el nostre cas, situats a la riba occidental de la conca mediterrània, al estar a sotavent de la circulació meteorològica que ve d'oest, fa que durant l'hivern hi hagi menys pluja perquè les masses d'aire ja han descarregat una part important de la pluja al llarg del seu viatge per a la península ibèrica.

Qualsevol massa d'aire que arriba a Catalunya prèviament ha atravesat uns 1.000 km de la península ibèrica, on ha descarregat una part important del seu contingut d'aigua, arribant la massa d'aire a Catalunya ja molt seca.

A continuació es mostra el climograma típic del clima mediterrani, on coincideix que l'època més plujosa és l'època més freda (de novembre a febrer), mentre que a Catalunya l'època més plujosa es a la tardor (octubre) i a la primavera (abril). A més a Catalunya la precipitació té una reducció notable respecte la precipitació mediterrània típica.

**Imatge 2: Climograma (precipitació i temperatura) del clima mediterrani típic (esquerra) i del clima mediterrani a Catalunya, País Valencià, Murcia i Illes Balears.**



Font: El Clima Mediterrani, el canvi climàtic i l'augment del perill d'incendi. Vicent Altava

Així doncs, el nostre territori es pot dir que té un clima mediterrani extrem, ja que no només tenim una pluviometria escassa durant l'estiu, sinó que també hi ha una reducció destacada de pluja a les estacions que són humides al clima mediterrani típic. Això comporta una complexitat afegida a la problemàtica del perill d'incendis.

Però el clima no és l'únic component que intervé en el perill d'incendis, també està molt influenciat per les característiques físiques del territori, el tipus de vegetació, les pràctiques de gestió forestal i per la intervenció antròpica que es produeix en aquell territori. A més, la incidència del canvi climàtic en el perill d'incendi forestal és un altre factor a tenir en compte, que cada cop està agafant més rellevància.

Els incendis forestals són un important factor de transformació ambiental per a una àmplia varietat d'ecosistemes mundials (FAO, 2007). Tenen tant impactes globals, afectant per exemple a l'equilibri mundial de gasos d'efecte hivernacle (Chuvienco, 2008), com regionals, relacionats amb la degradació de sòls, la pèrdua de biodiversitat i danys a persones i infraestructures (Omi, 2005).

Durant el segle XX, el règim d'incendis a la mediterrània va patir canvis relacionats tant amb les característiques de l'ecosistema com amb els canvis en l'ús del sòl (l'anomenat canvi global). Amb la industrialització, les persones van migrar dels entorns rurals cap als centres industrials, cosa que va afavorir l'abandonament de les explotacions agrícoles, la reducció

de la ramaderia extensiva de pasturatge i la disminució de l'ús energètic de combustibles forestals a favor de combustibles fòssils.

Aquesta combinació de factors va donar lloc a un increment de la superfície forestal que, juntament amb el creixement i envelliment de les nombroses plantacions de les muntanyes, va canviar radicalment l'estructura del paisatge tradicional mediterrani. Es va passar d'un paisatge en mosaic compost per la dominància de cultius i pastures, i amb alternança de petites taques de boscos poc densos (per efecte de la ramaderia) i gairebé sense restes vegetals acumulades (per efecte de la recol·lecció de llenyes), a un paisatge dominat per boscos espessos i continus, amb una sobrecàrrega de material vegetal al seu interior. Aquesta acumulació de combustible, així com l'increment de superfície forestal, han permès la generació de nous tipus d'incendis amb gran poder destructiu i d'extrema dificultat en el seu control i extinció.

La freqüència i extensió dels incendis van incrementar-se significament a la conca mediterrània a partir dels anys 1970 (Pausas and Fernández-Muñoz, 2012) com a resultat de l'acumulació de combustible (Koutsias et al., 2012), als efectes ja manifestats del canvi climàtic (Lavalle et al., 2009), i als episodis climàtics extrems (Camia and Amatulli, 2009; Hoinka et al., 2009; Carvalho et al., 2011; Koutsias et al., 2012; Salis et al., 2013).

Tanmateix, per al conjunt de la regió mediterrània la superfície total cremada ha disminuït des de 1985 i el nombre d'incendis forestals ha disminuït de 2000 a 2009, amb una gran variabilitat interanual (Marques et al., 2011; San-Miguel-Ayanz et al., 2012, Turco et al., 2013). Però els grans incendis forestals, desencadenats per fenòmens climàtics extrems, han provocat un rècord de zones cremades en alguns països mediterranis durant les últimes dècades (San-Miguel-Ayanz et al., 2013).

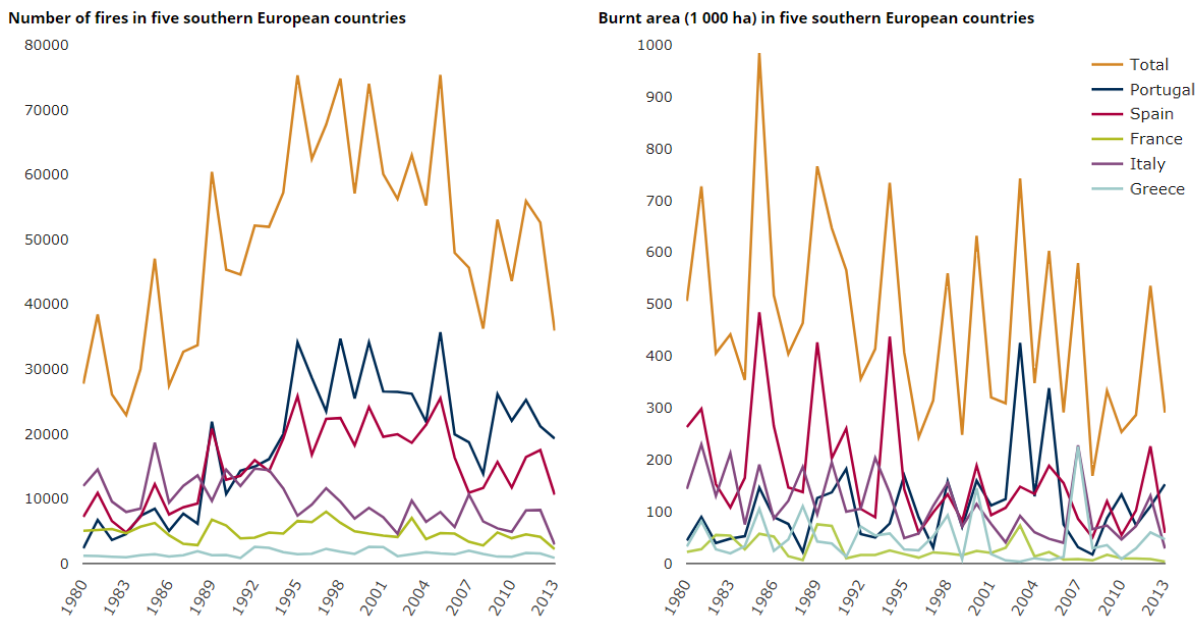
En paral·lel, la tendència de creixement de les zones urbanes que s'han expandit de forma dispersa cap a les zones forestals, fins a entrar en contacte directe amb els boscos, ha fet que s'hagin assumit els riscos que se'n deriven però sense conèixer-los en profunditat. La interacció del bosc amb l'urbà, suposa un doble repte, ja que la component urbana implica un risc per al bosc, amb nous focus d'ignicions i alhora, la component forestal suposa un risc per a l'entorn urbà, exposant a la població i béns a l'impacte de l'incendi.

Segons dades de l'Agència Europea de Medi Ambient, dels països mediterranis europeus (Portugal, Espanya, França, Itàlia i Grècia), on es produeixen un major nombre d'incendis i aquests cremen més superfície és a Portugal i Espanya.

De mitjana des de l'any 1980 fins el 2013, als 5 països del sud d'Europa es van declarar a l'any uns 49.700 incendis, dels quals més del 30% es van produir a Espanya (uns 15.200 incendis). El màxim nombre d'incendis en el conjunt dels 5 països va ser l'any 2005 amb uns 75.400 incendis, mentre que l'any 1983 va ser l'any amb menys incendis, amb uns 23.000.

A nivell de superfície cremada, en el període 1980-2013, a Europa es van cremar cada any de mitjana uns 463 milions d'hectàrees, de les quals aproximadament el 37% van ser a Espanya (uns 170 milions d'hectàrees). L'any amb major superfície cremada en el conjunt dels 5 països va ser l'any 1985 amb 984 milions d'hectàrees, mentre que l'any 2008 va ser quan es va registrar el mínim, amb 169 milions d'hectàrees.

### Imatge 3: Nombre d'incendis (esquerra) i superfície cremada (dreta) en els 5 països del sud d'Europa



Font: Agència Europea de Medi Ambient.

Segons dades del Grup Intergovernamental d'Experts sobre Canvi Climàtic (IPCC)<sup>1</sup> en el seu cinquè informe (AR5 – Fifth Assessment Report), actualment l'entorn mediterrani és l'àmbit europeu amb un major risc d'incendi.

Amb les projeccions climàtiques analitzades en aquest informe, es preveu que aquest risc encara augmenti més (Lindner et al., 2010; Carvalho et al., 2011; Dury et al., 2011; Vilén i Fernandes 2011; Arca et al., 2012; Lung et al., 2012; Pellizzaro et al., 2010). Els escenaris climàtics utilitzats en aquest cas, no van ser els escenaris més recents de l'IPCC, sinó els anteriors (SRES). En concret els escenaris són l'A1B i l'A2:

- **A1:** descriu un món futur de creixement econòmic ràpid, una demografia que assoleix un màxim a mitjans de segle i una introducció ràpida de noves i tecnologies més eficients. La família A1 es desenvolupa en tres grups: A1FI (energies fòssils), A1T (totes les fonts són d'energia alternativa) i A1B (balanç entre les energies fòssils i les alternatives).
- **A2:** descriu un món heterogeni amb un creixement econòmic i un desenvolupament tecnològic, demogràfic i cultural dels països molt diferent a tot el món.

Malgrat la diferència dels escenaris nous (RCP) amb els antics (SRES), alguns dels escenaris es consideren similars. S'acostuma a fer les següents assimilacions d'escenaris:

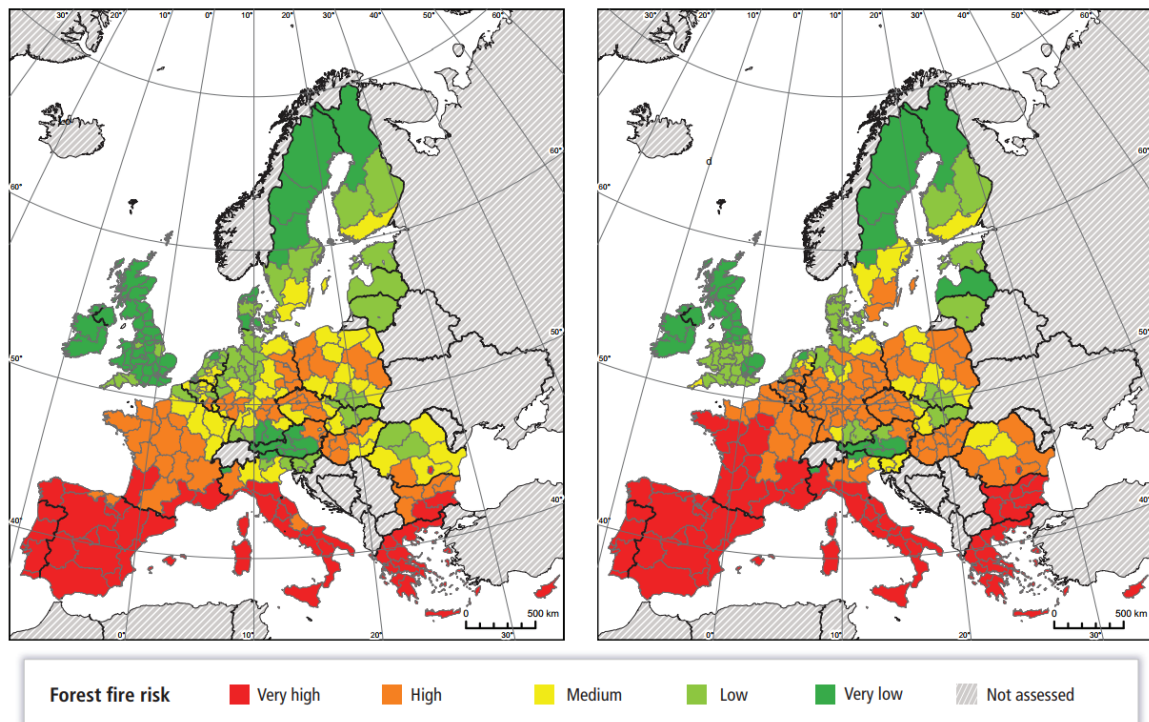
- el SRES – A1B s'assimila al RCP4.5 (escenari compromès)
- el SRES – A2 s'assimila al RCP8.5 (escenari passiu)

<sup>1</sup> El Grup Intergovernamental d'Experts sobre el Canvi Climàtic (IPCC pel seu acrònim en anglès) és l'organisme internacional de referència sobre el canvi climàtic que avalua el coneixement científic, les seves repercussions i futurs riscos, així com les mesures per adaptar-se a ell i mitigar-ne els efectes. És un organisme que depèn de les Nacions Unides, i que emet informes periòdics. El darrer informe es va publicar el 2014.

**Imatge 4: Risc d'incendi a Europa durant el període 1961–1990 i amb l'escenari de canvi climàtic en el període 2041 – 2070 (escenari d'emissions A1B)**

(a) Baseline climate (1961–1990)

(b) climate scenario 2041–2070 (A1B emission scenario)



Font: Fifth Assessment Report de l'IPCC. Capítol Europa.

A finals de segle es preveu que l'àrea cremada anual augmenti en un factor de 3 a 5 al sud d'Europa sota l'escenari climàtic A2 (Dury et al., 2011). En canvi, a una part del nord d'Europa es preveu que els incendis es tornin menys freqüents a causa de l'augment de la humitat (Rosan i Hammarlund, 2007).

Per altra banda, l'augment previst dels incendis forestals és probable que condueixi a un augment significatiu de les emissions de gasos d'efecte hivernacle (GEH) a causa de la combustió de biomassa (Pausas et al., 2008; Vilén i Fernandes, 2011; Chiriaco et al., 2013), però que es fa difícil de quantificar.

En aquest capítol es pretén analitzar el perill d'incendis actual associat a l'entorn metropolità de la ciutat de Barcelona i el perill d'incendis futur, introduint la variable de canvi climàtic.





## **2. ANÀLISI I DIAGNOSI**

- 2.1. SITUACIÓ HISTÒRICA DELS INCENDIS FORESTALS A L'ENTORN DE BARCELONA**
- 2.2. PERILL D'INCENDI FORESTAL ACTUAL**
- 2.3. EFECTE DEL CANVI CLIMÀTIC EN EL PERILL D'INCENDI FORESTAL**
- 2.4. PERILL D'INCENDIS FORESTALS FUTUR**

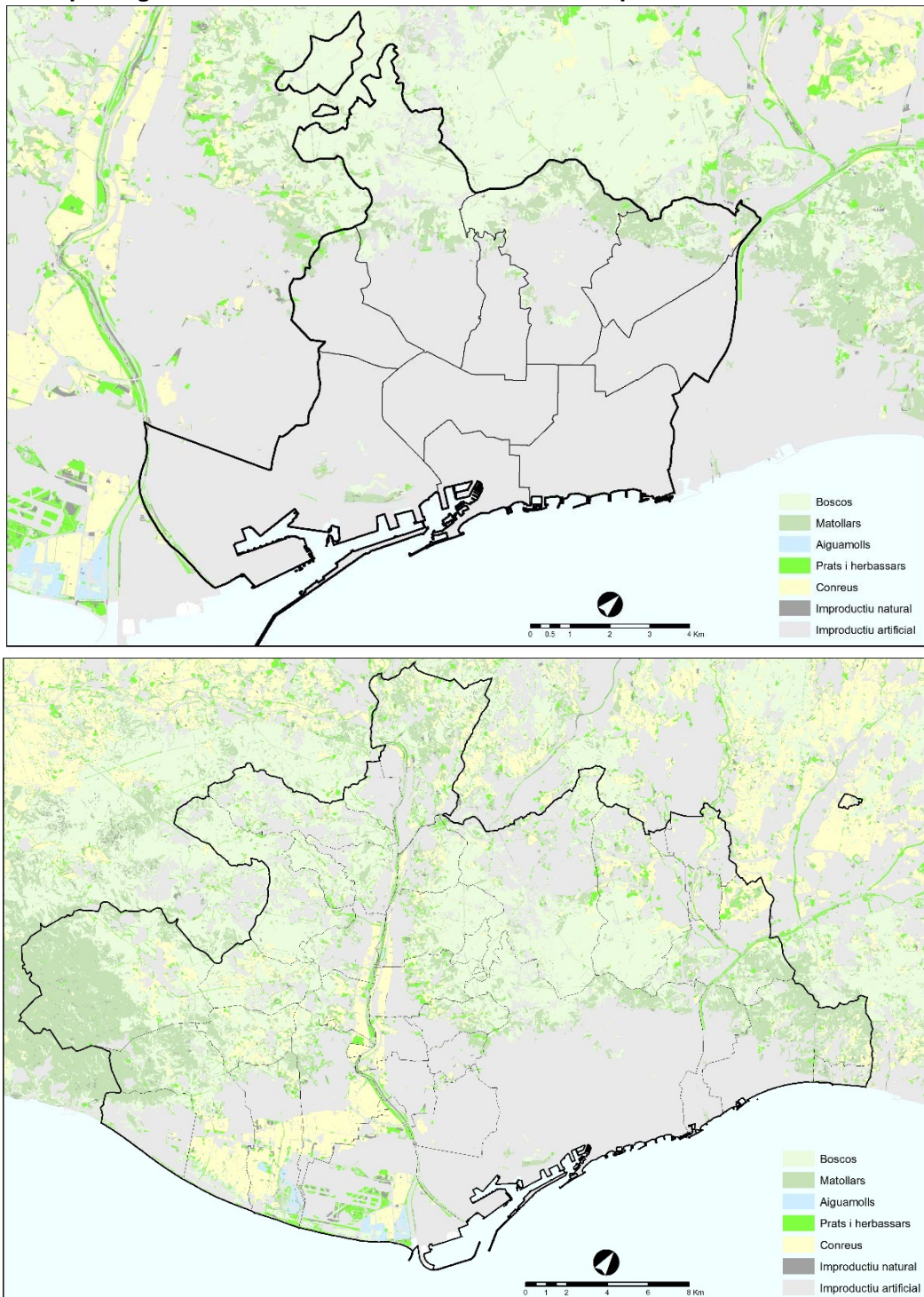




## 2.1. SITUACIÓ HISTÒRICA DELS INCENDIS FORESTALS A L'ENTORN DE BARCELONA

Barcelona té molt poca superfície forestal, ja que gran part del seu territori està totalment urbanitzat, deixant només un 20% de sòl agroforestal, situat a l'àmbit de Collserola. Però el seu entorn metropolità sí que té una presència forestal força més destacada, fent que la ciutat es pugui veure afectada indirectament per qualsevol incendi produït al seu voltant a través de l'afecció d'importants infraestructures o serveis que abasteixen a la ciutat.

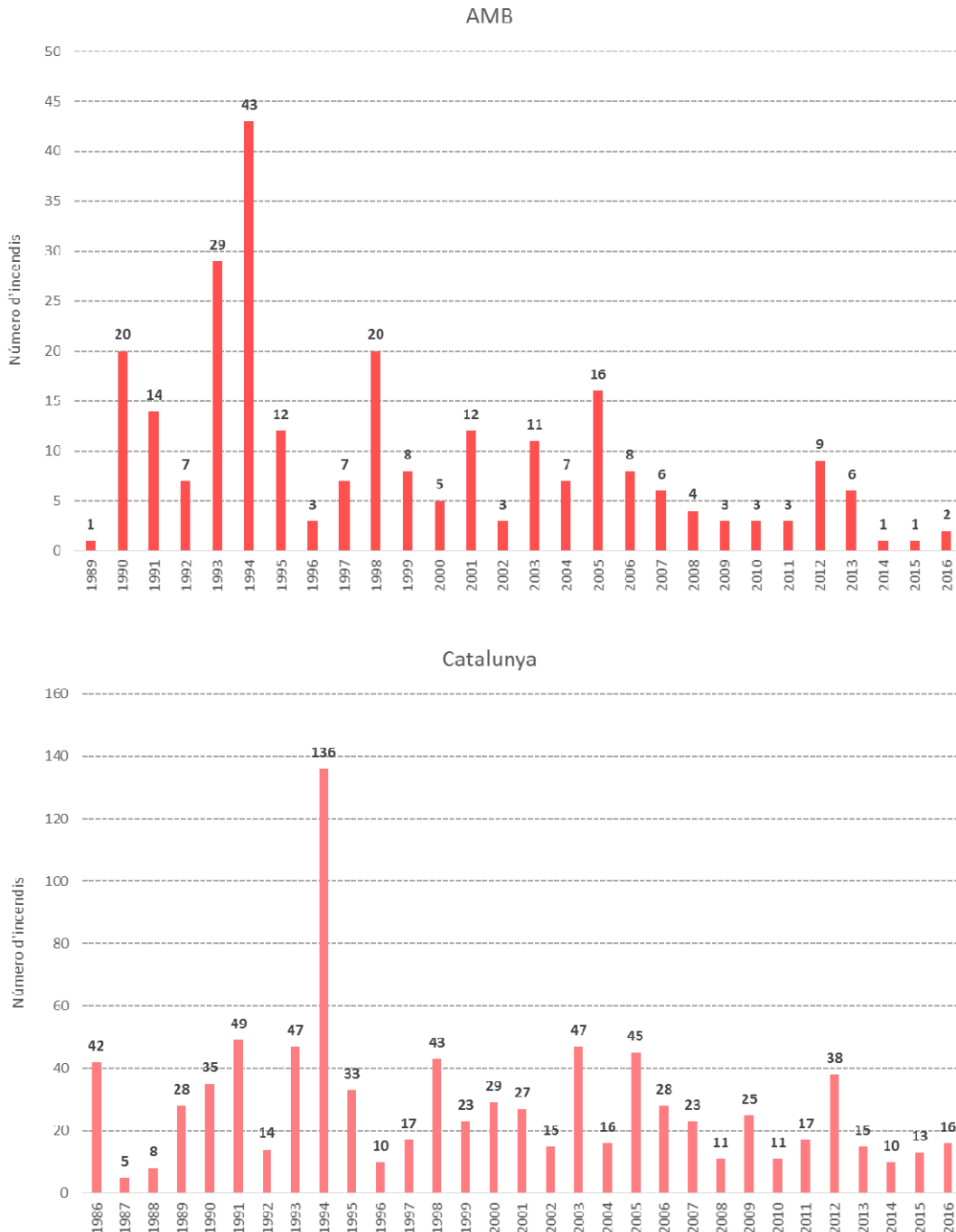
Imatge 5: Espais agroforestals de Barcelona i de l'Àrea Metropolitana de Barcelona



Font: Mapa de cobertes del sòl de Catalunya (CREAF, 2009)

Si s'analitza l'evolució històrica dels incendis de més d'1 ha ocorreguts a l'entorn metropolità i a nivell de Catalunya, es constata que la pressió és força superior a l'Àrea Metropolitana de Barcelona, ja que el ràtio de mitjana és de 0,0739 incendis anuals per a cada km<sup>2</sup> de sòl forestal, mentre que a Catalunya és de 0,0014 incendis anuals per km<sup>2</sup> de sòl forestal.

**Imatge 6: Evolució del nombre d'incendis a l'AMB i a Catalunya durant el període 1986–2016 (\*)**



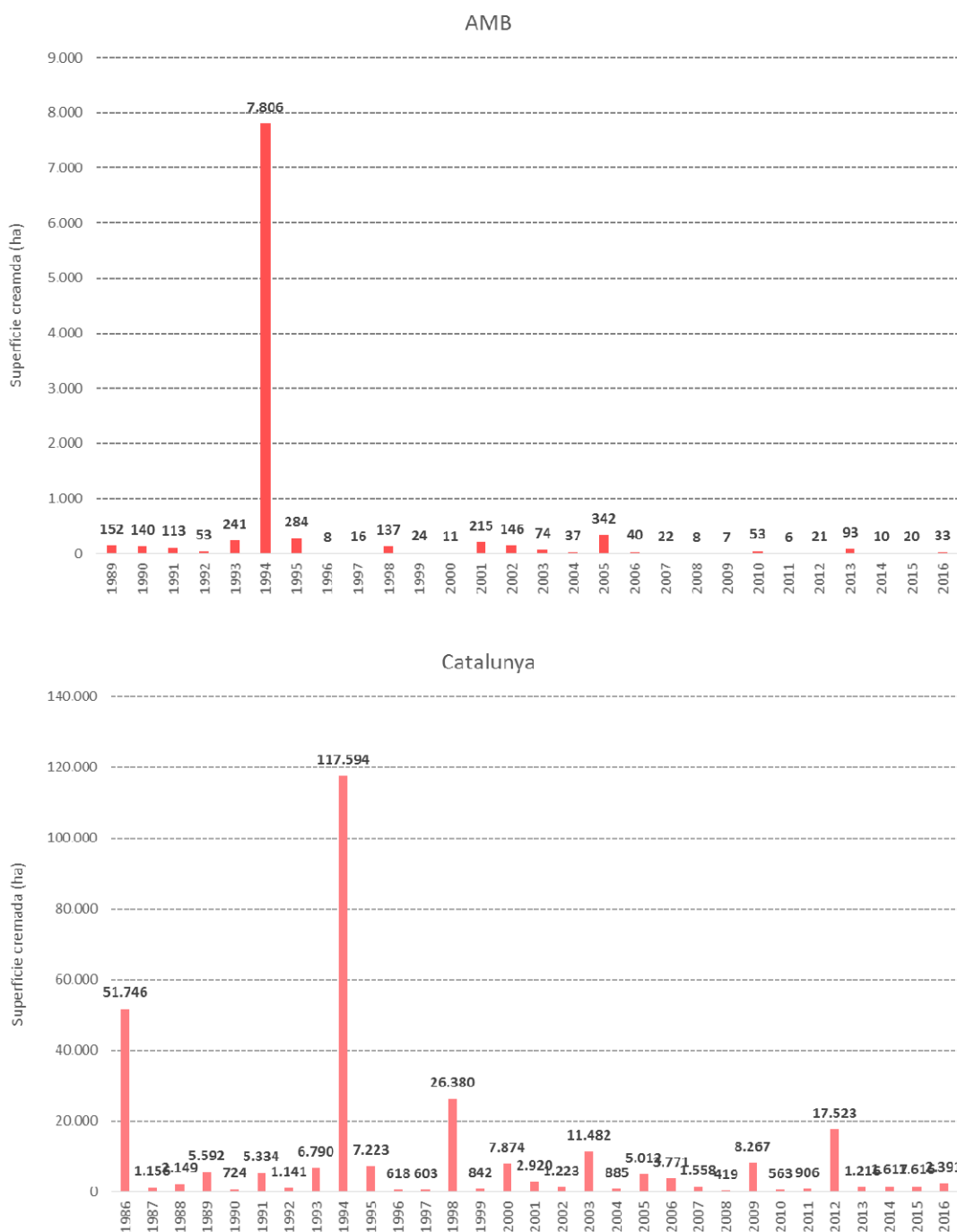
(\*) A l'AMB només hi ha dades a partir del 1989

Font: Barcelona Regional a partir de diverses fonts informacions (Generalitat de Catalunya, Diputació de Barcelona, Parc Natural de Collserola)

Si s'analitza des del punt de vista de superfície cremada, igualment es cremen més km<sup>2</sup> a l'Àrea Metropolitana que a Catalunya, però en aquest cas les diferències no són tan grans. Els ràtios de mitjana estan de l'ordre de 0,27 ha cremades anualment per cada km<sup>2</sup> de

territori a nivell de Catalunya, mentre que a l'entorn metropolitana està a l'ordre de 0,34 ha per km<sup>2</sup> (i 0,42 ha cremades anualment per km<sup>2</sup> de superfície forestal a Catalunya i 1,72 ha cremades anualment per km<sup>2</sup> de superfície forestal metropolitana).

**Imatge 7: Evolució de la superfície cremada (ha) a l'AMB i Catalunya durant el període 1986–2016 (\*)**



(\*) A l'AMB només hi ha dades a partir del 1989

Font: Barcelona Regional a partir de diverses fonts informacions (Generalitat de Catalunya, Diputació de Barcelona, Parc Natural de Collserola)

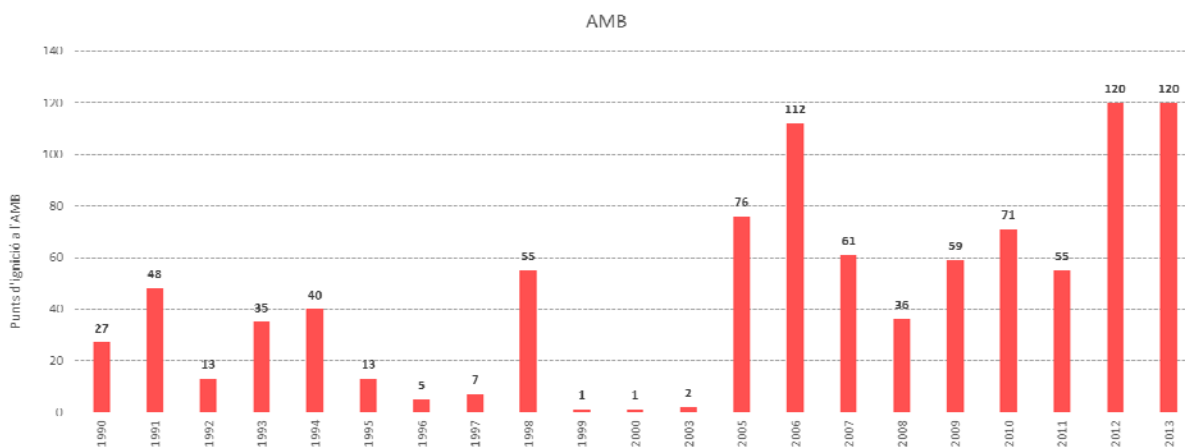
Analitzant conjuntament aquests dades, es conclou que la pressió a l'Àrea Metropolitana de Barcelona és més alta que a la resta de Catalunya, però que respecte la superfície cremada

les diferències són menors. La principal explicació seria que hi ha una major concentració de focus que poden iniciar el foc, però per altra banda també és un territori on hi ha una ràpida actuació dels mitjans d'extinció i també una elevada presència d'infraestructures viàries que permeten la ràpida arribada dels mitjans d'extinció i que alhora actuen com a tallafoc.

També és important analitzar les dades des del punt de vista de **punts d'ignició**. Els punts d'ignició són qualsevol inici de foc, però que no finalitza en incendi per la ràpida actuació dels bombers. Analitzar els punts d'ignició ens indica el grau de perill associat als factors inicials que propicien un incendi, i per tant una alta concentració dels punts d'ignició en una zona concreta ens marca un punt d'altera a tenir en compte a l'hora de prevenir-los.

A continuació es mostra l'evolució dels punts d'ignició a l'Àrea Metropolitana de Barcelona. Cal destacar l'increment que es produeix a partir del 2005.

### Imatge 8: Evolució del punts d'ignició a l'AMB durant el període 1990–2013

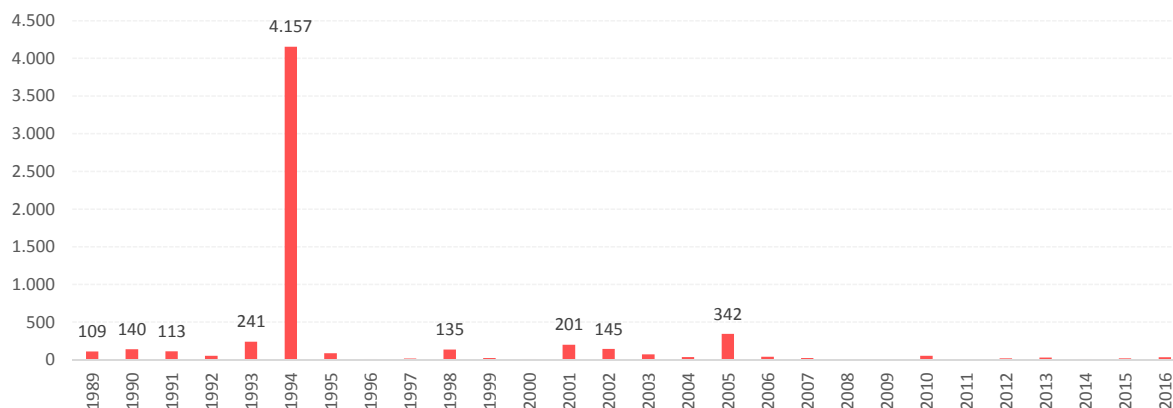


Font: Barcelona Regional a partir de diverses fonts informacions (Generalitat de Catalunya, Diputació de Barcelona, Parc Natural de Collserola)

Els anys en que s'han produït un major nombre de punts d'ignició han estat el 2006, 2012 i 2013.

A nivell de superfície cremada, destaca especialment l'any 1994, on es van produir una gran quantitat d'incendis a tota Catalunya. Aquest episodi es va produir el mes de juliol, on dues entrades d'aire càlid i sec (fins a 25° C a 1.500 m) procedent del nord d'Àfrica van causar dues onades d'incendis molt importants. La primera, la més violenta, entre el 3 i el 7 de juliol amb focs a mig Catalunya però, sobretot, devastadors al nord del Baix Llobregat, al Vallès i la Catalunya central. La segona onada, entre el 17 i el 18 de juliol, va afectar al Priorat, la Segarra i l'Alt Camp. El balanç a tota Catalunya va ser de 5 morts, 40 ferits, 45.000 hectàrees cremades i unes 7.000 persones evacuades.

Per la resta destaca que en general la superfície cremada, en general, s'ha anat reduint tot i que els punts d'ignició s'han incrementat de forma considerable.

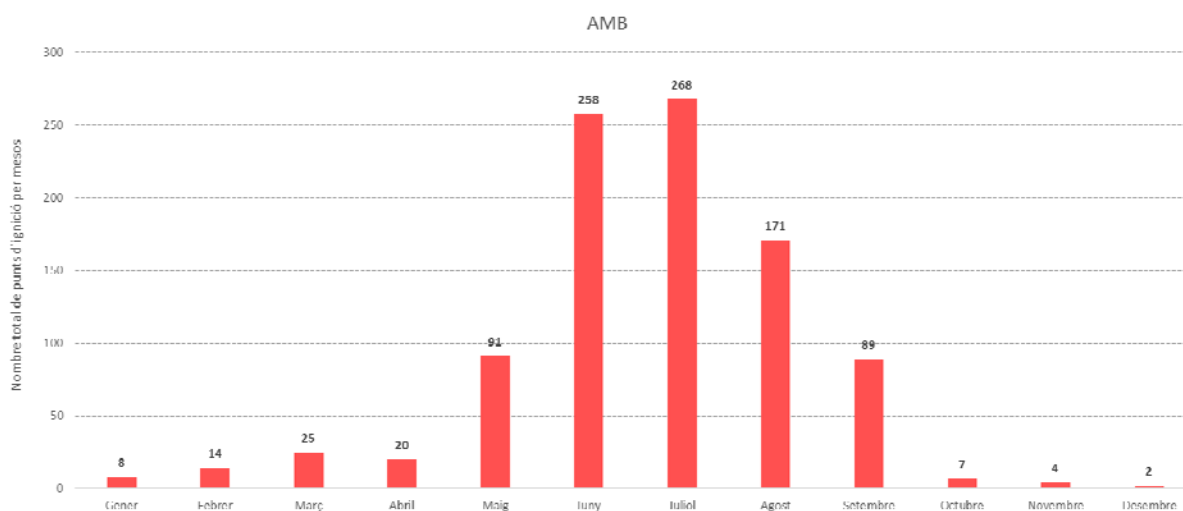
**Imatge 9: Evolució de la superfície cremada (ha) associada als punts d'ignició a l'AMB durant el període 1990–2013**

*Es destaquen les superfícies cremades per sobre de les 100 ha*

Font: Barcelona Regional a partir de diverses fonts d'informació (Generalitat de Catalunya, Diputació de Barcelona, Parc Natural de Collserola)

Si s'analitza per mesos es constata que els mesos amb major nombre de punts d'ignició són el juliol, juny i agost (per aquest ordre) amb uns 150 – 260 punts d'ignició per mes, mentre que d'octubre a febrer és el període amb menys punts d'ignició (uns 10-20 per mes).

A continuació es mostra l'evolució del nombre total de punts d'ignició que hi ha hagut en cada mes entre els anys 1990-2013.

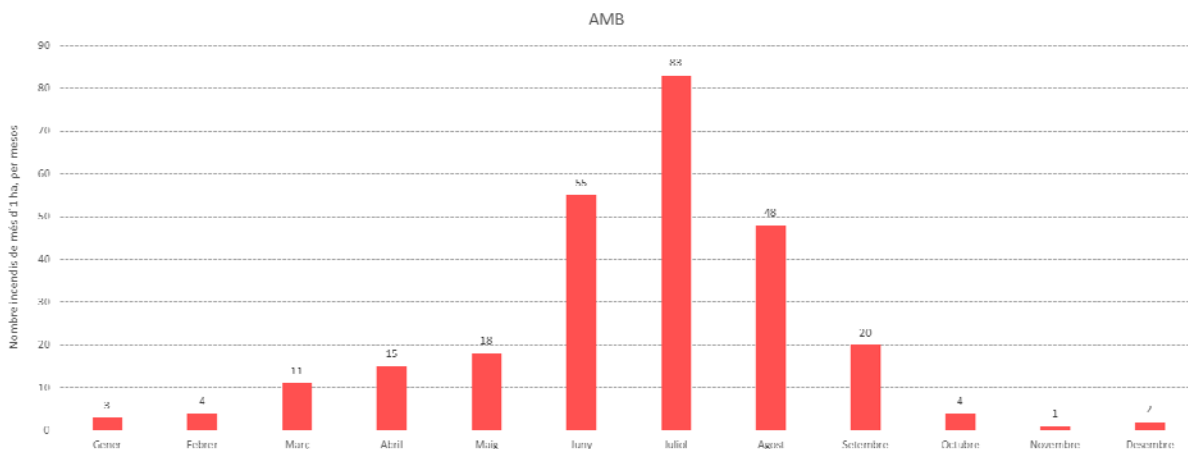
**Imatge 10: Evolució del nombre total de punts d'ignició per mesos a l'AMB durant el període 1990–2013**

Font: Barcelona Regional a partir de diverses fonts d'informació (Generalitat de Catalunya, Diputació de Barcelona, Parc Natural de Collserola)

Si es consideren només els incendis de més d'1 ha, la distribució és similar a la distribució del punts d'ignició però el nombre d'incendis es redueix.



**Imatge 11: Evolució del nombre total d'incendis de més d'1 ha per mesos a l'AMB durant el període 1989–2016**



Font: Barcelona Regional a partir de diverses fonts informacions (Generalitat de Catalunya, Diputació de Barcelona, Parc Natural de Collserola)

Per contra, el mes on es crema més superfície forestal és amb diferència l'abril, amb aproximadament unes 4.500 ha. En segon terme estan els mesos de juliol i agost, però amb una superfície afectada de 3.500 i 1.000 ha respectivament.

Segurament la causa per la qual la major superfície cremada sigui en un dels mesos on hi ha menys nombre d'incendis està associat que a l'abril encara no està activada la màxima dotació dels serveis de prevenció i extinció d'incendis.

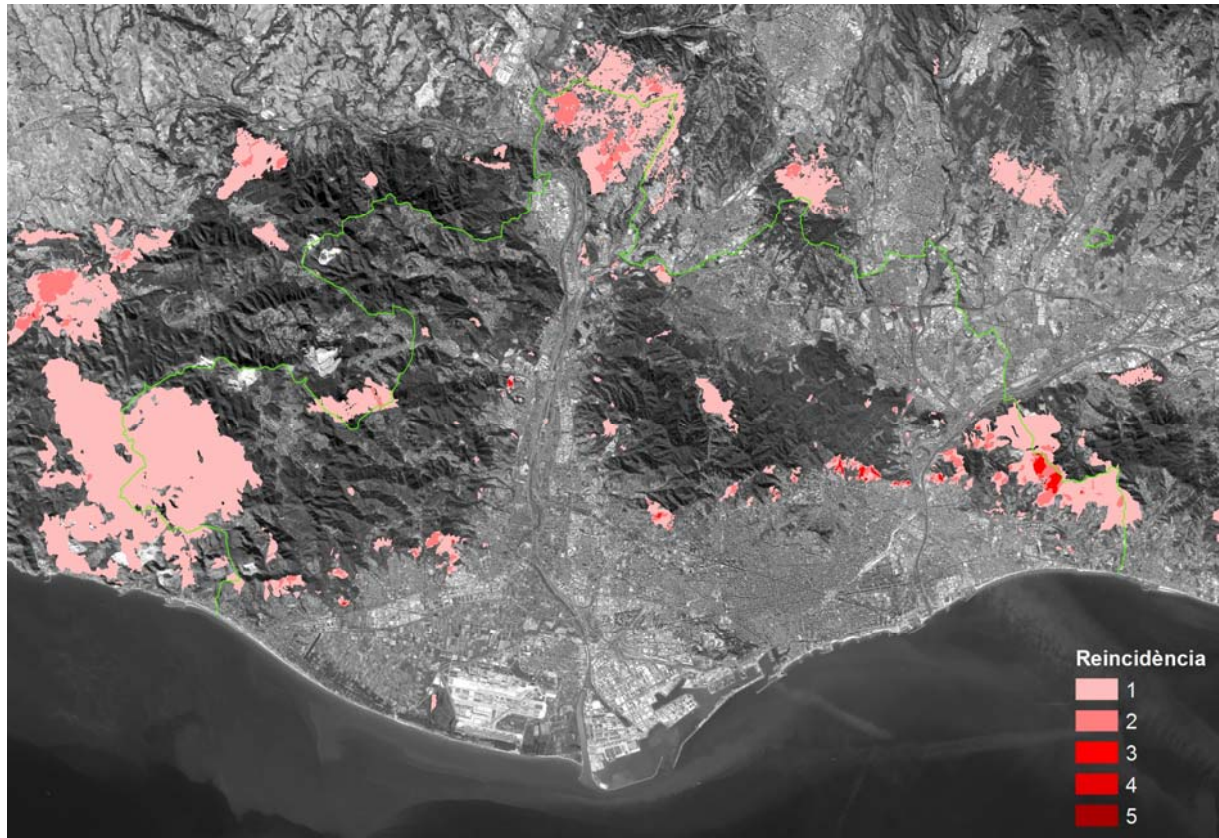
**Imatge 12: Evolució de la superfície total cremada (ha) associada als incendis, per mesos a l'AMB durant el període 1989–2016**



Font: Barcelona Regional a partir de diverses font d'informació (Generalitat de Catalunya, Diputació de Barcelona, Parc Natural de Collserola)

A la següent imatge es pot veure la recurrència i les àrees afectades per incendis a l'Àrea Metropolitana de Barcelona i el Parc del Garraf.



**Imatge 13: Reincidència dels incendis a l'ÀMB + el Parc del Garraf durant el període 1989–2016**

Font: Barcelona Regional a partir de diverses fonts d'informació (Generalitat de Catalunya, Diputació de Barcelona, Parc Natural de Collserola)

Tal i com es pot veure a l'imatge anterior, les zones més reincidentes són les que estan més properes la zona limítrof amb l'entorn urbà, és a dir, amb les zones anomenades periurbanes. Sobretot destaca la vessant marina de la Serralada de Marina (Santa Coloma de Gramanet i Badalona) i la vessant barcelonina de Collserola (sobretot els barris de Torre Baró, Canyelles i Horta).

## 2.2. PERILL D'INCENDI FORESTAL ACTUAL

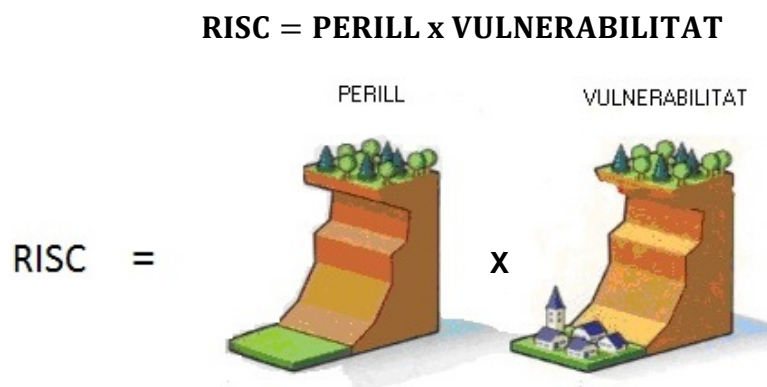
Al llarg d'aquest capítol, i seguint la nomenclatura definida per a tots els capítols de l'*Estudi dels Impactes del Canvi Climàtic a Barcelona*, s'ha estimat el perill d'incendi a l'entorn metropolità i de la ciutat de Barcelona.

A mode de recordatori, la nomenclatura establerta al *Capítol – Introducció al canvi climàtic* és la següent:

- **Perill** es pot definir com la freqüència i intensitat (o magnitud) amb la que un determinat fenomen natural o antròpic impacta en un espai determinat.
- Per **vulnerabilitat**, s'entén la predisposició intrínseca d'un sistema (subjecte, grup, element físic, ecosistema, etc.) a ser afectat per un perill.
- **Risc** és la resultant de considerar el perill i la vulnerabilitat, valorant com cada sistema es veu afectat per un perill determinat.

L'anàlisi actual i futur d'aquest capítol l'anàlisi s'ha basat en el **perill d'incendi**, amb l'objectiu de determinar tant el perill d'incendi actual com futur, incloent el canvi climàtic.

**Imatge 14: Esquema conceptual del risc, perill i vulnerabilitat**



Font: Protecció Civil i Gestió d'Emergències del Govern d'Andorra

Per altra banda, en el *Capítol X – Risc sobre les infraestructures* si que s'analitza, el perill, la vulnerabilitat i el risc associat als incendis.

### 2.2.1. METODOLOGIA EMPRADA

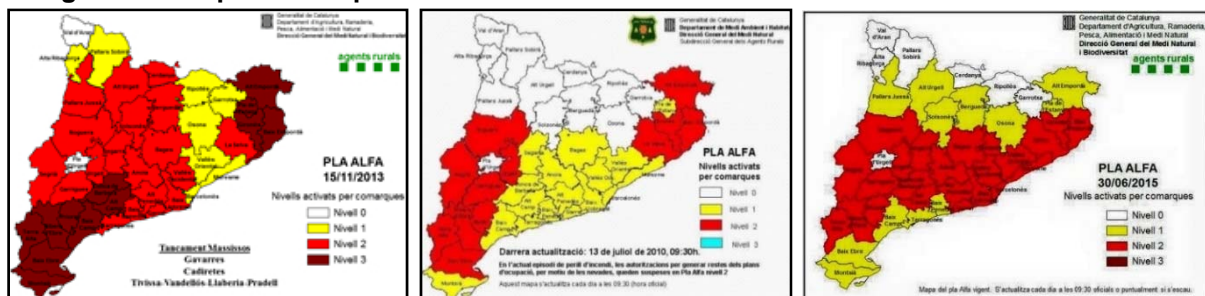
Hi ha diferents tipus de mapes que ens indiquen el perill d'incendi. A grans trets es poden diferenciar dues tipologies: els mapes dinàmics (que analitzen el perill en un període curt de temps) i els mapes estàtics (a llarg termini).

Actualment, els mapes més utilitzats per a la gestió dels incendis són els de tipus dinàmic, que analitzen la situació de perill en un moment determinat i permeten ser l'eina de suport de les administracions o organitzacions que gestionen el risc d'incendi. Aquest és el cas del

Mapa Alfa, que utilitza la Direcció General de Forest del Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació de la Generalitat de Catalunya per avaluar en el seu dia a dia el perill d'incendi forestal de forma ininterrompuda, essent l'eina que dona suport per prendre les decisions per activar el pla d'incendis, al moviment d'efectius, la coordinació amb bombers, protecció civil, etc.

Aquest tipus de mapes dinàmics, inclouen dades molt variables en el temps com la meteorologia i índex de components meteorològics o la mesura directa en camp de l'humitat dels combustibles i representen el perill en un moment molt concret.

### Imatge 15: Exemples de Mapes Alfa de diferents dies



Font: Direcció General dels Agents Rurals.

Però per a determinar el perill d'incendi en un treball de canvi climàtic, on les escales temporals són a llarg termini, els mapes dinàmics no serveixen i s'ajusten més els mapes estàtics.

Els mapes estàtics intenten representar l'estat del perill més estructural, on els factors dinàmics són considerats a partir de les mitjanes de les seves sèries i no conforme a situacions temporals o momentànies, que són objecte dels mapes dinàmics de perill. És a dir, mentre que en els mapes dinàmics s'inclou la informació meteorològica diària, en els mapes estàtics es té en consideració la informació climàtica característica de llargs períodes de temps.

Després d'una cerca de diferents metodologies de mapes estàtics, la metodologia utilitzada en aquest capítol està basada en una proposta de l'Emilio Chuvieco i en Javier Salas descrita a l'article "*¿Donde arderá el bosque? Previsión de incendios forestales mediante un SIG*", la qual s'ha adaptat al llarg d'aquest capítol en alguns aspectes puntuals.

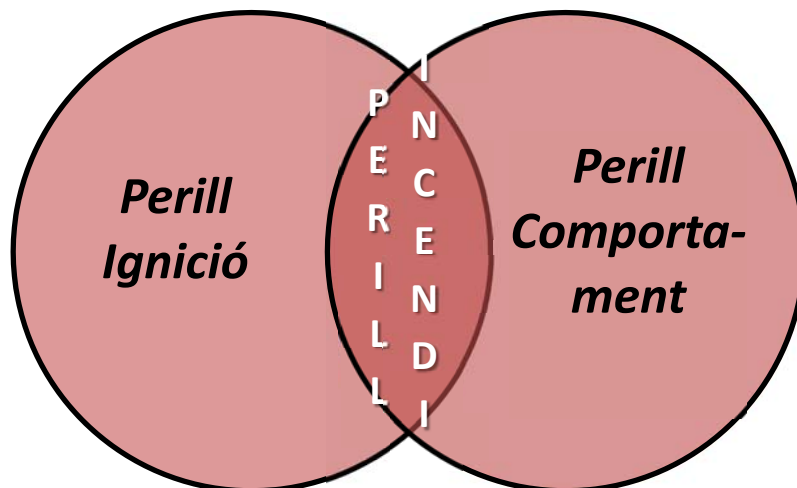
Aquesta metodologia està basada en una anàlisi amb eines SIG (Sistemes d'Informació Geogràfica) format per diverses variables que es consideren transcendents des del punt de vista de l'inici i / o propagació del foc, per després integrar-les mitjançant un índex analític de perill total.

S'ha intentat escollir les variables de perill més lligades al territori i amb certa permanència temporal, exclouent les meteorològiques, més dinàmiques però també més difícilment cartografiades, ja que es vol cartografiar el perill "permanent" o "estructural" d'incendi.

Aquesta cartografia s'ha abordat a partir d'un doble enfoc: per un cantó al perill associat a l'inici d'un incendi (perill ignició), i per l'altre al perill derivat del propi foc ja iniciat (perill de

comportament), considerant els factors que incideixen en la seva propagació. La síntesi unificada d'ambdues variables cartografiades dóna lloc al perill d'incendi total.

**Imatge 16: Esquema conceptual de la metodologia emprada**



Font: Barcelona Regional a partir de la metodologia d'Emilio Chuvieco i Javier Salas.

La metodologia establerta per Chuvieco i Salas estableix una fórmula quantitativa que permetia crear un índex de perill a partir de ponderar les diferents variables considerades. Aquesta ponderació resulta clau i és el resultat de l'estudi de la incidència històrica del foc que van analitzar els autors anteriorment (causalitat, distribució d'espècies cremades, localització, etc).

### 2.2.1.1. Metodologia perill d'ignició

En el cas del perill d'ignició, el factor que hi té més incidència és el factor antròpic, ja que segons dades dels autors (Chuvieco i Salas), més del 90% dels incendis són causats, directa o indirectament per l'home. El factor humà ha estat inclòs tenint en compte la distància a vies de comunicació, zones d'oci, xarxa elèctrica, activitats industrials amb alt perill d'incendi, així com d'altres variables associades a elements antropogènics.

El segon paràmetre a nivell d'importància en la ignició d'un foc és la vegetació. En aquest cas el paràmetre clau és la seva inflamabilitat, un aspecte molt important a l'etapa inicial d'un incendi, ja que ens indica la presència d'espècies que són inflamables.

Continuant per ordre d'importància, seguidament es va seleccionar la radiació solar directa, que ens indica la quantitat de calor que reben les diferents masses boscoses, i que indirectament afecten al possible grau d'estrés hídric de la vegetació.

Per últim també s'inclou el concepte de l'altitud, que en aquest cas té un comportament atenuat a mesura que tenim més alçada. Malgrat la nostra zona d'estudi està emmarcada en cotes molt baixes, i per tant té un perill d'ignició elevat en quasi tot el territori, a les cotes més altes de l'àrea metropolitana, aquest perill és lleugerament menor.

El resultat de la fórmula utilitzada per a determinar el perill d'ignició és la següent:

$$\text{Perill Ignició} = 4H + 3V + 2I - A$$

On:

- **H** és la distància a vies de comunicació, zones d'oci, xarxa elèctrica, activitats industrials amb alt perill d'incendi, així com d'altres variables associades a elements antropogènics.
- **V** indica la vegetació (models d'inflamabilitat)
- **I** indica la radiació solar
- **A** l'altitud.

Aquesta mateixa metodologia estableix un seguit de criteris per a poder puntuar dins de cada categoria. Aquests criteris han estat lleugerament modificats per aquest treball respecte a la versió original d'en Chuvieco i Salas, bàsicament per adaptar-ho a la informació disponible i a les característiques d'aquest territori. En general s'ha anat a un major detall que la classificació original.

A continuació es detallen els criteris utilitzats per a cadascun dels components que determinen el perill d'ignició:

El concepte H està basat en la distància a la xarxa elèctrica i a la xarxa viària, i a determinats usos que poden comportar associats un perill d'ignició mig.

**Taula 1: Puntuació concepte H (componente antròpic) del perill d'ignició**

	Puntuació	Xarxa elèctrica	Xarxa viària	Usos del sòl amb perill ignició
<b>Molt elevat</b>	20	línia + buffer (11kV = 6.7m, 25kV = 6.7m, 66kV = 6.7m, 110kV = 12.2m, 132kV = 12.4m, 220kV = 22.5m, 400kV = 30.7m)	Carreteres asfaltades (buffer de 8 metres a partir de l'eix)	
<b>Elevat</b>	18		Distància de 10 m a carreteres asfaltades	
<b>Mig</b>	13			Càmpings, cases aïllades, abocadors, residencial laxa, vies de ferrocarrils, explotacions agrícoles en terreny forestal, industrial dispers en terrenys forestals
<b>Mig - Baix</b>	3		Camins forestals (buffer 4 metres a partir de l'eix)	
<b>Baix</b>	2		Distància 5 metres a camins forestals	

*Nota: si en un punt coincideixen més d'un criteri, només puntuarà el valor més elevat.*

*Ex: autopista + línia AT, cada un amb 20 punts; el resultat final és només 20 (no 40)*

Font: Barcelona Regional a partir de la metodologia d'Emilio Chuvieco i Javier Salas.



Pel que fa al perill d'ignició de la vegetació (concepte **V**), aquest s'ha basat en els models d'inflamabilitat elaborats pel CREAM.

**Taula 2: Puntuació concepte V (vegetació) del perill d'ignició.**

	Puntuació	Inflamabilitat	Característiques d'inflamabilitat
<b>Molt elevat:</b>	20	Model d'inflamabilitat 9 i 10 (CREAF)	Fracció de Cabuda de Coberta del 90 al 100 % d'espècies molt inflamables
<b>Elevat</b>	15	Model d'inflamabilitat 6, 7, 8 (CREAF)	Fracció de Cabuda de Coberta del 60 al 89 % d'espècies molt inflamables
<b>Mig:</b>	10	Model d'inflamabilitat 3, 4, 5 (CREAF)	Fracció de Cabuda de Coberta del 30 al 59 % d'espècies molt inflamables
<b>Mig - Baix:</b>	5	Model d'inflamabilitat 0, 1, 2 (CREAF)	Fracció de Cabuda de Coberta del 0 a 29 % d'espècies molt inflamables
<b>Resta:</b>	0	resta	-

Font: Barcelona Regional a partir de la metodologia d'Emilio Chuvieco i Javier Salas.

Per a concretar el perill d'ignició associat a la radiació solar el criteri utilitzat s'ha basat en el mapa de radiació solar, elaborat per Barcelona Regional en el marc del Pla de Sostenibilitat de l'Àrea Metropolitana (PSAMB). En aquest treball el mapa de radiació solar ha estat reclassificat en 4 categories, per ajustar-lo als diferents nivells de perill, i així ser comparable amb la metodologia utilitzada.

**Taula 3: Puntuació concepte I (radiació solar) del perill d'ignició.**

	Puntuació	Radiació solar
<b>Molt elevat:</b>	20	Reclassificació mapa de radiació solar en 4 grups elaborat per Barcelona Regional
<b>Elevat</b>	15	
<b>Mig:</b>	10	
<b>Mig - Baix:</b>	5	

Font: Barcelona Regional a partir de la metodologia d'Emilio Chuvieco i Javier Salas.

Finalment s'ha tingut en consideració l'altitud com a element atenuant al perill d'ignició. Val a dir que el fet de que l'Àrea Metropolitana de Barcelona estigui a unes cotes molt baixes l'atenuació és molt menor.

**Taula 4: Puntuació concepte A (altitud) del perill d'ignició.**

	Puntuació	Alçada
<b>Molt elevat</b>	0	0 - 415 m
<b>Elevat</b>	5	415 - 771 m

Font: Barcelona Regional a partir de la metodologia d'Emilio Chuvieco i Javier Salas.

### 2.2.1.2. Metodologia perill de comportament

La cartografia del comportament del foc s'ha realitzat, igual com en el cas anterior a partir d'una fórmula quantitativa que permet establir un índex de perill mitjançant la ponderació de les diferents variables que condicionen aquest comportament.

Entre aquestes destaca la coberta vegetal com el factor més rellevant, ja que la quantitat de combustible determina el desenvolupament del foc, la dificultat de controlar-lo i la probabilitat de que tingui un comportament extrem o irregular.

Un altre factor és el pendent, molt destacat pel seu efecte en la direcció i velocitat del vent i en la dessecació dels materials, així com per la dificultat que comporta per a les tasques d'extinció.

També s'ha considerat l'orientació davant l'efecte dels vents, que poden incrementar el perill si es tracta de vents càlids i secs que provoquen descensos de l'humitat relativa de la vegetació.

Seguidament, i amb efecte atenuant com en el cas anterior, s'ha introduït la variable altitud, malgrat l'efecte a l'Àrea Metropolitana de Barcelona és molt baix.

Finalment, i també amb efecte atenuant (reduint el perill de comportament), s'han introduït les carreteres, altres infraestructures lineals i determinats usos del sòl que suposen línies d'interrupció de l'incendi, ja que actuen com a tallafocs i com a vies d'accés per als equips d'extinció.

El resultat de la fórmula utilitzada per a determina el perill de comportament és la següent:

$$\text{Perill Comportament} = 5V + 4P + 3O - A - C$$

On:

- **V** indica la vegetació (models de combustible)
- **P** indica la pendent
- **O** indica l'orientació
- **A** indica l'altitud
- **C** indica la presència de carreteres, altres infraestructures lineals i determinats usos del sòl (elements de talla-foc)

A continuació es detallen els criteris utilitzats per a cada un dels components que determinen el perill de comportament:

El concepte **V** (vegetació) està basat en els mapes de combustibilitat elaborats pel CREAM on es mesura la càrrega de combustible i la distribució d'aquesta entre els diferents estrats associada per a cada model.

**Taula 5: Puntuació concepte V (vegetació) del perill de comportament**

	<b>Puntuació</b>	<b>Combustibilitat</b>	<b>Característiques</b>
<b>Molt alt:</b>	20	Model 4	Matollars – càrrega elevada
		Model 7	Matollars – càrrega elevada
<b>Alt:</b>	17	Model 6	Matollars – càrrega moderada
<b>Mig-Alt:</b>	13	Model 5	Matollars – càrrega moderada
		Model 10	Fullaraca – càrrega moderada / elevada
<b>Moderat:</b>	10	Model 3	Pastures – càrrega moderada
		Model 9	Fullaraca – càrrega baixa
<b>Baix:</b>	5	Model 1	Pastures – càrrega baixa
		Model 2	Pastures – càrrega moderada
		Model 8	Fullaraca – càrrega baixa

Font: Barcelona Regional a partir de la metodologia d'Emilio Chuvieco i Javier Salas.

El concepte **P** està basat en el pendent. A major pendent, un incendi ja iniciat té un factor de propagació més elevat. Així les zones de major pendent són les zones on el perill de comportament és més elevat.

**Taula 6: Puntuació concepte de pendent (P) del perill de comportament**

	<b>Puntuació</b>	<b>Pendent</b>
<b>Molt alt</b>	20	> 40%
<b>Alt</b>	15	30 a 39%
<b>Mig</b>	10	20 a 29%
<b>Moderat</b>	5	10 a 19%
<b>Baix</b>	0	0 a 9%

Font: Barcelona Regional a partir de la metodologia d'Emilio Chuvieco i Javier Salas.

L'orientació també determina la rapidesa de la propagació d'un incendi. El concepte **O** s'ha ponderat seguint els criteris que va proporcionar el Servei Meteorològic de Catalunya, consultat expressament per a fer aquest anàlisi i que estan basats en l'humitat i la temperatura dels vents, no en l'orientació de la vessant.

**Taula 7: Puntuació concepte d'orientació (O) del perill de comportament**

	<b>Puntuació</b>	<b>Orientació</b>
<b>Molt alt</b>	20	Nord
<b>Alt</b>	15	Nord-Oest
<b>Mig</b>	10	Nord-Est, Sud-Est, Sud-Oest
<b>Moderat</b>	5	Sud
<b>Baix</b>	0	Est

Font: Barcelona Regional a partir de la metodologia d'Emilio Chuvieco i Javier Salas.

Per altra banda, en el comportament hi ha dos factors que atenuen el perill: l'alçada (**A**) i la presència de carreteres o elements de tallafocs (**C**)



El concepte **A**, és una atenuació molt petita, ja que les alçades a l'Àrea Metropolitana de Barcelona són força baixes. La puntuació segueix el mateix criteri que en el mapa d'ignició.

**Taula 8: Puntuació concepte A (altitud) del perill d'ignició.**

	Puntuació	Alçada
<b>Molt elevat:</b>	0	0 - 415 m
<b>Elevat</b>	5	415 - 771 m

Font: Barcelona Regional a partir de la metodologia d'Emilio Chuvieco i Javier Salas.

Per últim, el factor atenuant més important és l'associat amb els elements antròpics que poden produir un efecte de talla-foc (paràmetre **C**), com són les carreteres, vies ferroviàries, camins forestals o alguns usos del sòl.

**Taula 9: Puntuació concepte A (altitud) del perill d'ignició.**

	Puntuació	Xarxa viària	Xarxa elèctrica	Zones d'oci + usos
<b>Alt perill:</b>	20	carreteres asfaltades (buffer 8 metres a partir de l'eix)	línia + buffer (11kV = 6.7, 25kV = 6.7, 66kV = 6.7, 110kV = 12.2, 132kV = 12.4, 220kV = 22.5, 400kV = 30.7)	
<b>Alt - mig:</b>	18	Distància de 10 m a carreteres asfaltades		
<b>Mig:</b>	13			Capa de Cobertes (Nivell 3): Campings, cases aïllades, abocadors, residencial laxa, vies de ferrocarrils, explotacions agrícoles en terreny forestal, industrial dispers en terrenys forestals
<b>Mig Baix:</b>	3	Camins forestals (buffer 4 metres a partir de l'eix)		
<b>Baix:</b>	2	Distància 5 metres a camins forestals		
<b>Nul:</b>	0	Resta		

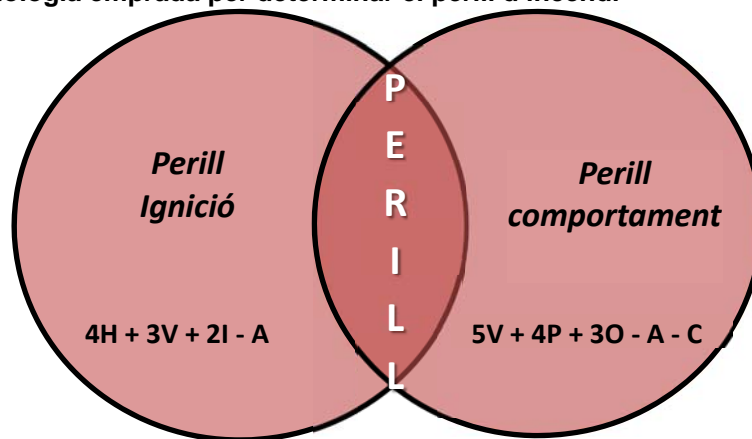
*Nota: si en un punt coincideixen més d'un criteri, només puntuarà el valor més elevat.*

Font: Barcelona Regional a partir de la metodologia d'Emilio Chuvieco i Javier Salas.

### 2.2.1.3. Metodologia perill d'incendi

Una vegada obtingut els dos mapes anteriors (el d'ignició i el de comportament) s'integren per obtenir una única cartografia sintètica del perill d'incendis forestals. Basant-nos amb la metodologia d'en Chuvieco i Salas, s'ha establert un rang de perillositat en funció de les coincidències entre aquestes dues variables, otorgant un major pes al perill associat al comportament. Aquesta ponderació proposada està basada en els documents estadístics i bibliogràfics consultats.

Imatge 17: Metodologia emprada per determinar el perill d'incendi



Font: Barcelona Regional a partir de la metodologia d'Emilio Chuvieco i Javier Salas.

La determinació de les categories finals del mapa de perill d'incendis són el resultat d'aplicar aquesta matriu.

Imatge 18: Matriu d'assignació del perill d'incendi

		Perill (Comportament)			
		PERILL	Molt alt	Alt	Moderat
Perill (Ignició)	Molt alt	Molt alt	Molt alt	Moderat	Moderat
	Alt	Molt alt	Alt	Moderat	Moderat
	Moderat	Alt	Alt	Moderat	Baix
	Baix	Moderat	Moderat	Baix	Baix
	Baix	Moderat	Moderat	Baix	Baix

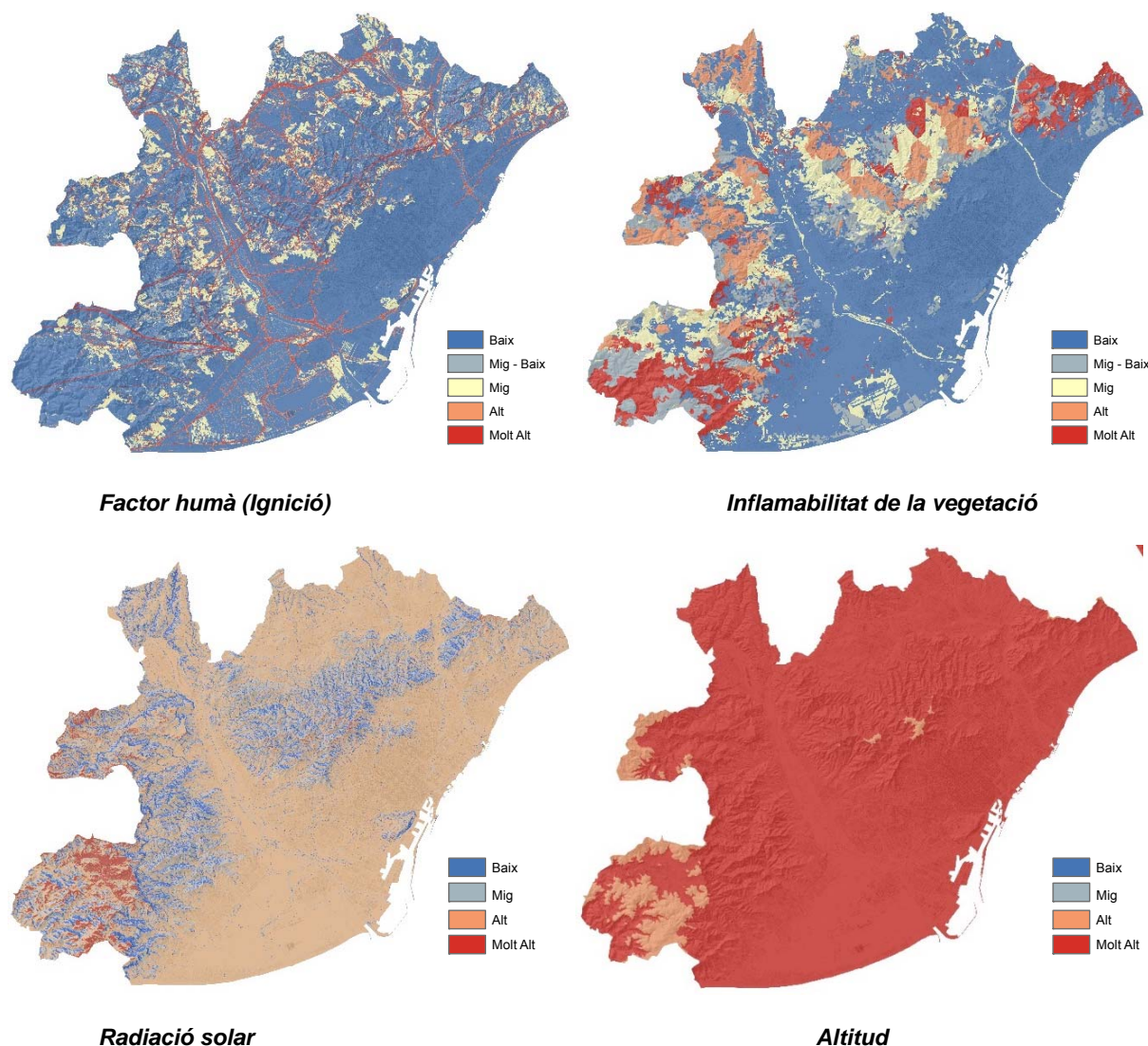
Font: Barcelona Regional a partir de la metodologia d'Emilio Chuvieco i Javier Salas.

## 2.2.2. MAPA DEL PERILL D'IGNICIÓ

Tal i com s'ha explicat anteriorment, segons la metodologia Chuvieco hi ha 4 factors principals que determinen el perill d'ignició d'un territori: el factor humà, la inflamabilitat, radiació i l'altitud.

Cadascun d'ells dóna una informació parcial, i la suma dels 4 factors dóna el perill d'ignició total.

A continuació es mostren els mapes dels 4 factors per separat.

**Imatge 19: Mapa dels paràmetres principals d'ignició a l'entorn metropolità:**

Font: Barcelona Regional

El factor que té un major pes en el perill d'ignició és el **factor humà**, ja que en gran mesura la causa antròpica està darrera de molts dels incendis que s'inicien. Tal i com es pot veure a l'imatge anterior, les zones amb un perill més elevat estan lligades a la xarxa viària principal i a la xarxa elèctrica d'alta tensió, molt associada als corredors del Llobregat i del Besòs i a les vies principals que envolten o creuen el Parc de Collserola.

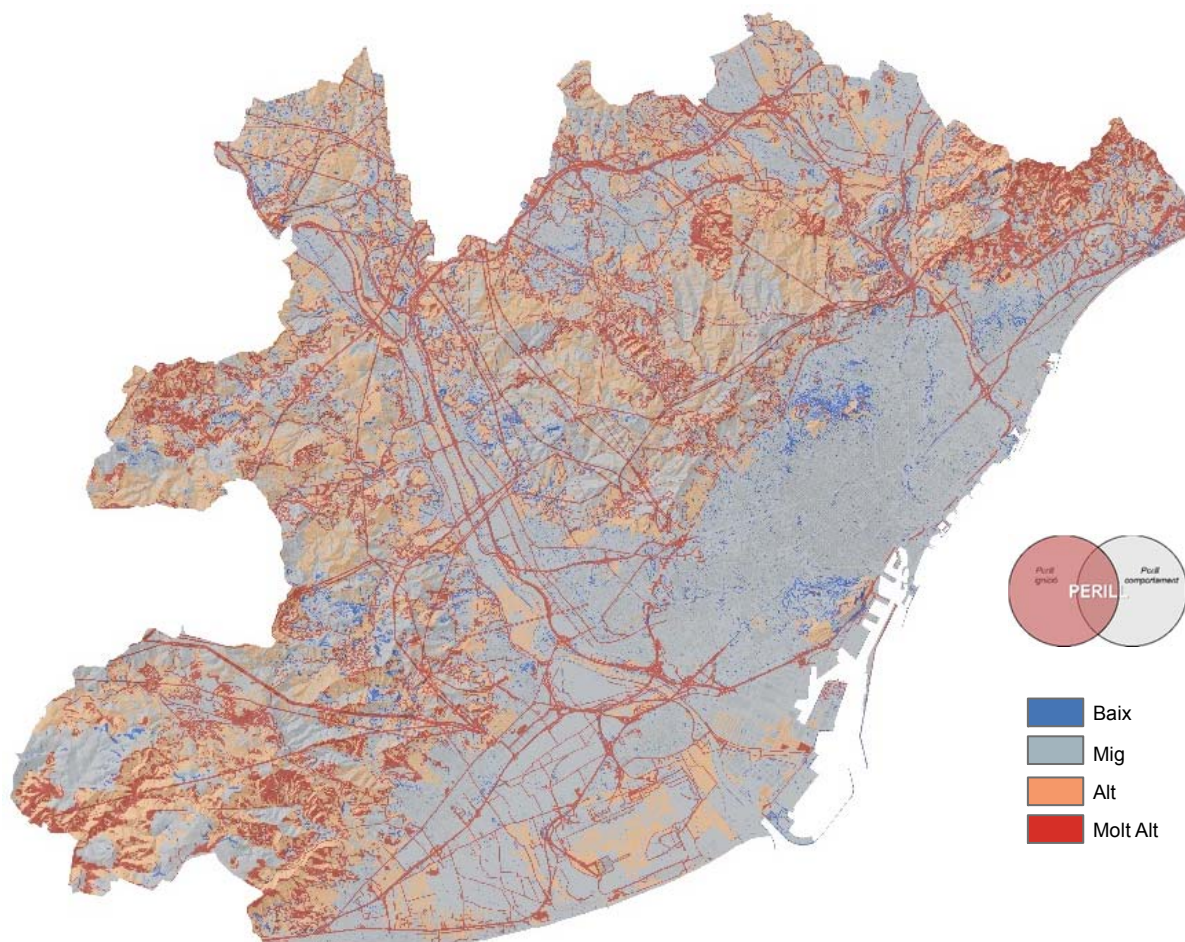
Un altra factor important és la **inflamabilitat associada a la vegetació**. Tal i com es pot veure a l'imatge anterior, les zones més inflamables es situen cap al Garraf (especialment en els municipis de Begues, Sant Climent de Llobregat i Gavà), la Serralada de Marina (els municipis de Santa Coloma, Badalona, Montcada i Reixac i Tiana) i algunes zones puntuals de Collserola (Cerdanyola del Vallès) i de les muntanyes d'Ordal (Corbera de Llobregat).

Menor pes té el factor de **radiació solar**. Les zones amb un perill més elevat es situen a la zona del Garraf (els municipis de Begues i la part muntanyosa de Gavà) i a les muntanyes d'Ordal (municipi de Corbera de Llobregat).

Pel que fa al factor **d'altitud**, tot l'àmbit de l'AMB té un perill molt alt, excepte les zones més elevades del Garraf, les muntanyes d'Ordal i de Collserola, que tenen un perill alt.

Finalment, la integració dels 4 factors principals d'ignició, ens dona el mapa de perill d'ignició a l'entorn metropolità.

**Imatge 20: Mapa de perill d'ignició a l'entorn metropolità**



Font: Barcelona Regional

Tal i com es pot veure a l'anterior imatge, les zones que tenen un perill d'ignició més elevat estan molt determinades per les principals vies de comunicació viàries i la xarxa elèctrica. A més també hi ha altres zones amb un perill elevat que es centren a la vessant marina de la Serralada Litoral, a algunes parts de Collserola, com la vessant barcelonina o la part central del parc (Les Planes i La Floresta), o la zona forestal entre Sant Cugat i Cerdanyola del Vallès. Altres zones que també destaquen, són la del Garraf o part de la muntanya d'Ordal.

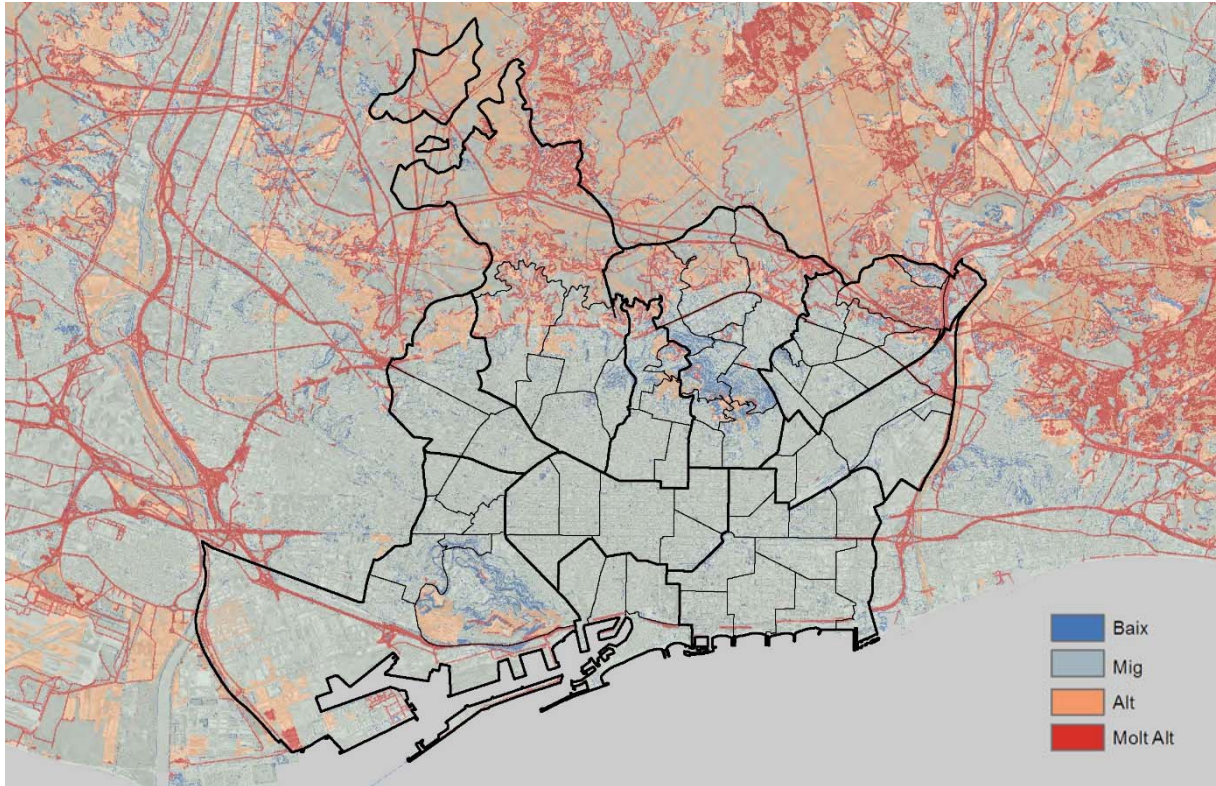
Per contra, i com és lògic, les parts més planeres de l'Àrea Metropolitana, és on es concentra gran part del continu urbà metropolità i gran part del Parc Agrari del Baix Llobregat, són les zones on el perill d'ignició és més baix.

A l'àmbit concret de Barcelona, tal i com es pot veure a la següent imatge, les zones de major perill d'ignició es concentren a la vessant barcelonina de Collserola, destacant especialment els barris de Torre Baró, Horta, Sant Genís del Agudells i Vallvidrera, el Tibidabo i les Planes.



També altres zones que destaquen, però amb menor grau de perill són la vessant marina de Montjuïc, i algunes zones dels barris de Pedralbes, Montbau i Sarrià.

**Imatge 21: Mapa de perill d'ignició a Barcelona**



Font: Barcelona Regional

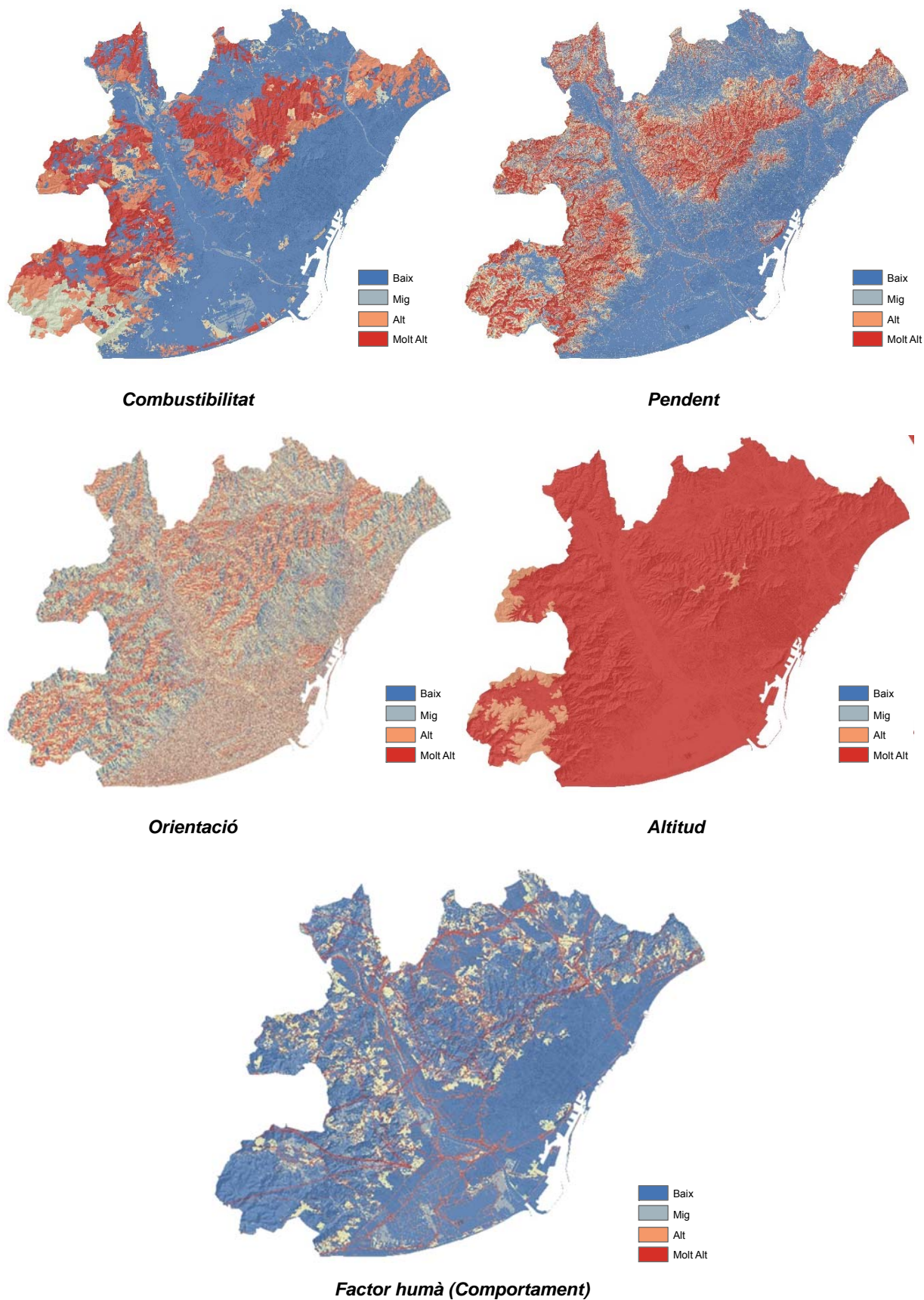
### 2.2.3. MAPA DEL PERILL DE COMPORTAMENT

Tal i com s'ha explicat a l'apartat de metodologia, els principals factors analitzats per determinar el perill de comportament són 5: combustibilitat de la vegetació, pendent, orientació, altitud i factor humà.

Cada un d'ells ens dóna una informació parcial, i la suma dels 5 factors ens dona el perill de comportament total.

A continuació es mostren els mapes dels 5 factors per separat.

**Imatge 22: Mapa dels paràmetres principals de comportament a l'entorn metropolità: combustibilitat, pendent, orientació, altitud i factor humà.**



Font: Barcelona Regional



El factor que té un major pes en el perill de comportament és la **combustibilitat de la vegetació**, ja que és l'element que ens determina un cop iniciat l'incendi, la quantitat de combustible que té per continuar cremant un incendi. A l'entorn metropolità, tal i com es mostra a l'imatge, les zones amb major grau de combustibilitat es situen a Collserola, a la zona de les muntanyes d'Ordal i a la zona forestal del Garraf.

Un altra factor important és el **pendent**. Tal i com es pot veure a l'imatge anterior, les zones amb major pendent es situen al llarg de tota la serralada litoral, incloent Garraf, les muntanyes d'Ordal, Collserola i serralada de Marina.

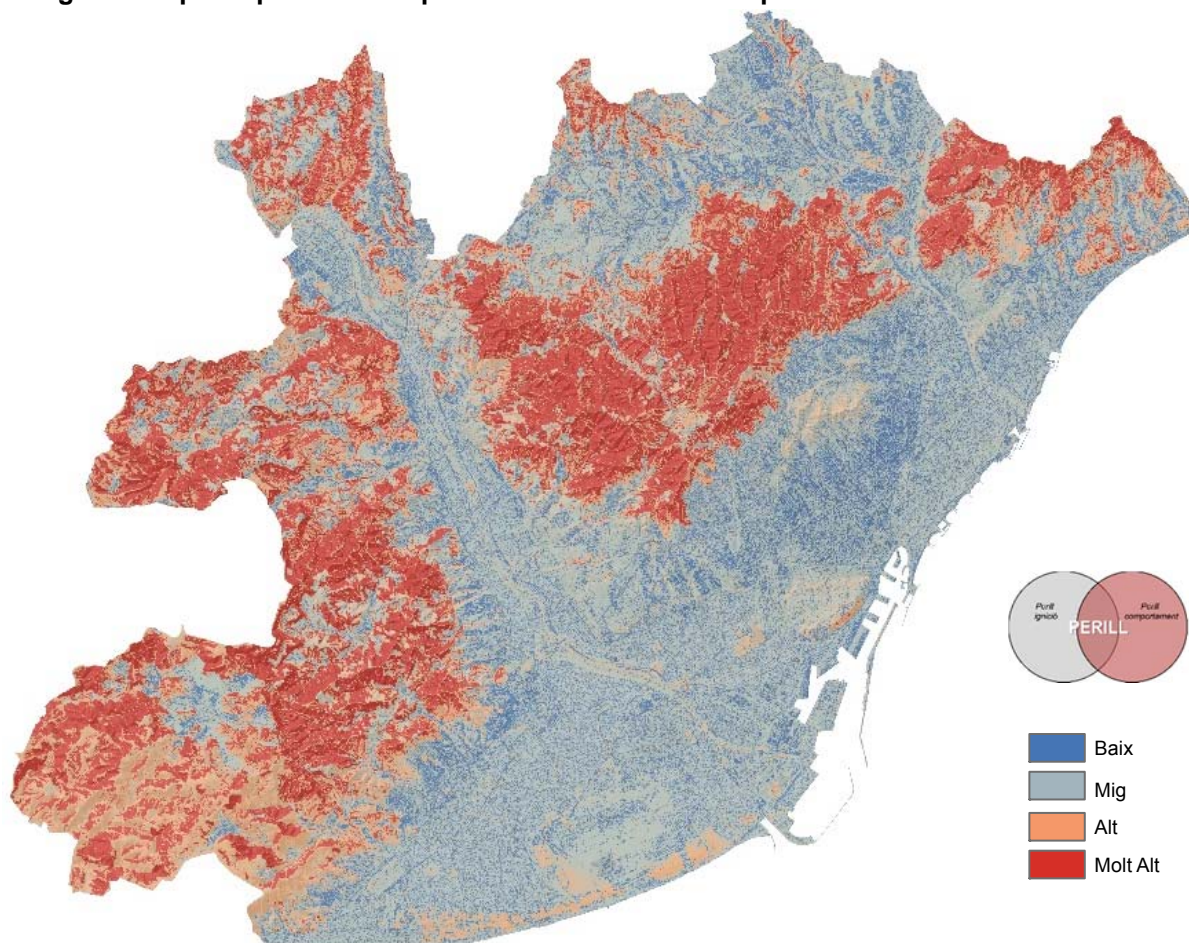
Menor pes té el factor de l'**orientació**, a més de que aquest té una distribució territorial més diversificada, sense predomini clar de zones amb major perill.

Pel que fa al factor **d'altitud**, tal i com ja s'ha esmentat, tot l'àmbit de l'AMB té un perill molt alt, excepte les zones més elevades del Garraf, les muntanyes d'Ordal i de Collserola.

Un altre factor atenuant és el **factor humà**, que en aquest cas actua com a talla-foc. Tal i com es pot veure a l'imatge anterior, aquest efecte tall es centra en les vies de comunicació i en usos del sòl situats a la perifèria de les grans masses boscoses metropolitanes.

Finalment, la integració d'aquets 5 factors, ens dona el mapa de perill de comportament a l'entorn metropolità.

#### Imatge 23: Mapa de perill de comportament a l'entorn metropolità

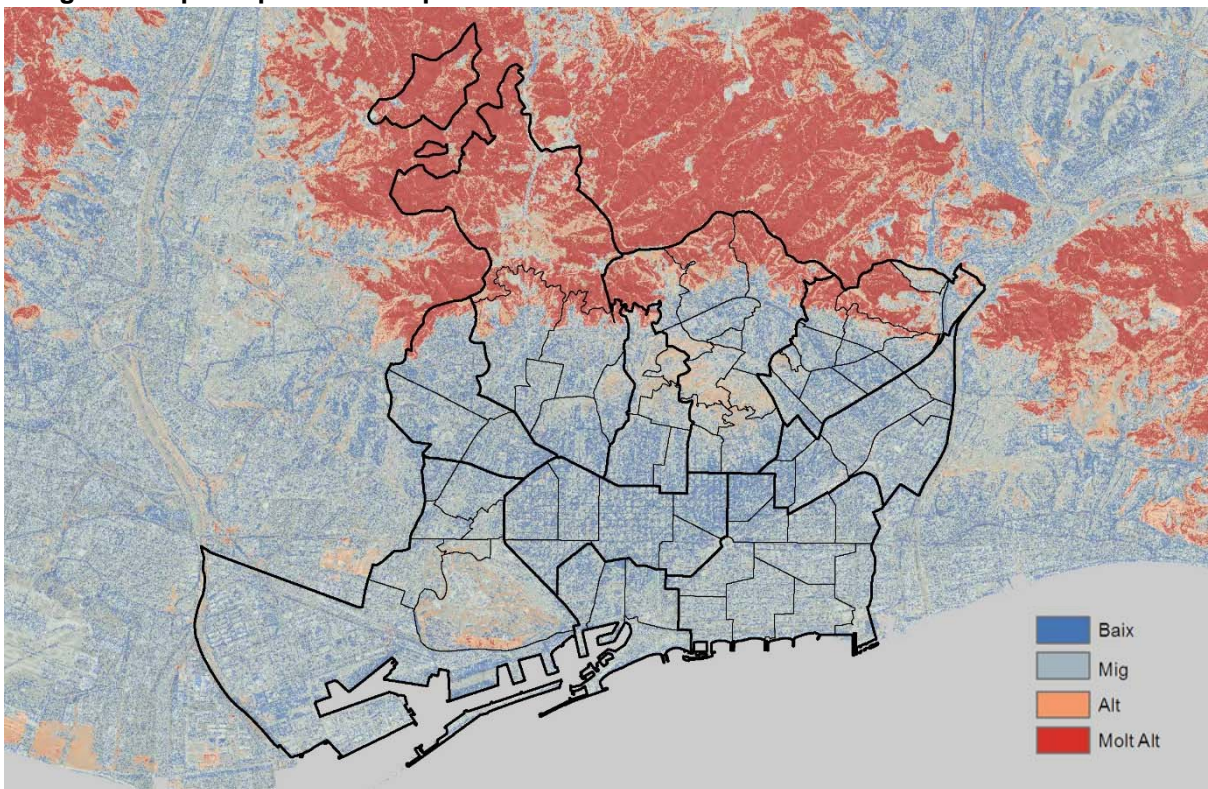


Tal i com es pot veure a l'anterior imatge, les zones que tenen un perill de comportament més elevat estan molt determinades per les zones més boscoses de l'Àrea Metropolitana. Destaca sobretot la zona de Collserola, seguit de la Serralada de Marina, la zona forestal del Garraf i de les muntanyes d'Ordal. En aquest anàlisi té molt de pes el factor combustibilitat i també el factor pendent, centrant-se així a les muntanyes vinculades a la serralada litoral.

Per contra, i com és lògic, les parts més planeres de l'Àrea Metropolitana que és on es concentra gran part del continu urbà metropolità i gran part del Parc Agrari del Baix Llobregat, són les zones on el perill de comportament és més baix.

A l'àmbit concret de Barcelona, tal i com es pot veure a la següent imatge, les zones de major perill de comportament es concentren a la vessant barcelonina de Collserola, destacant especialment els barris de Vallvidrera, el Tibidabo i les Planes, Sant Genís del Agudells, Montbau, Horta, Canyelles i Torre Baró.

**Imatge 24: Mapa de perill de comportament a Barcelona**



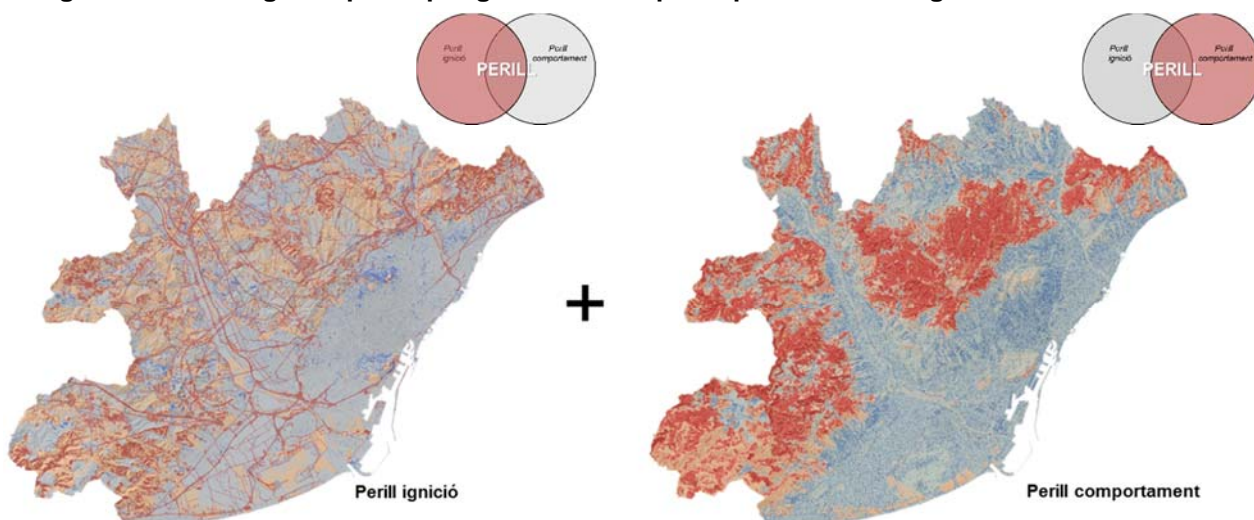
Font: Barcelona Regional



## 2.2.4. MAPA DEL PERILL D'INCENDI FORESTAL GLOBAL ACTUAL

Finalment per obtenir el mapa d'incendis global hem d'integrar el perill d'ignició associat a la fase inicial del foc, amb el perill de comportament, associat a la fase on el foc iniciat crema en funció de la càrrega de combustible i dels elements intrínsecs del territori.

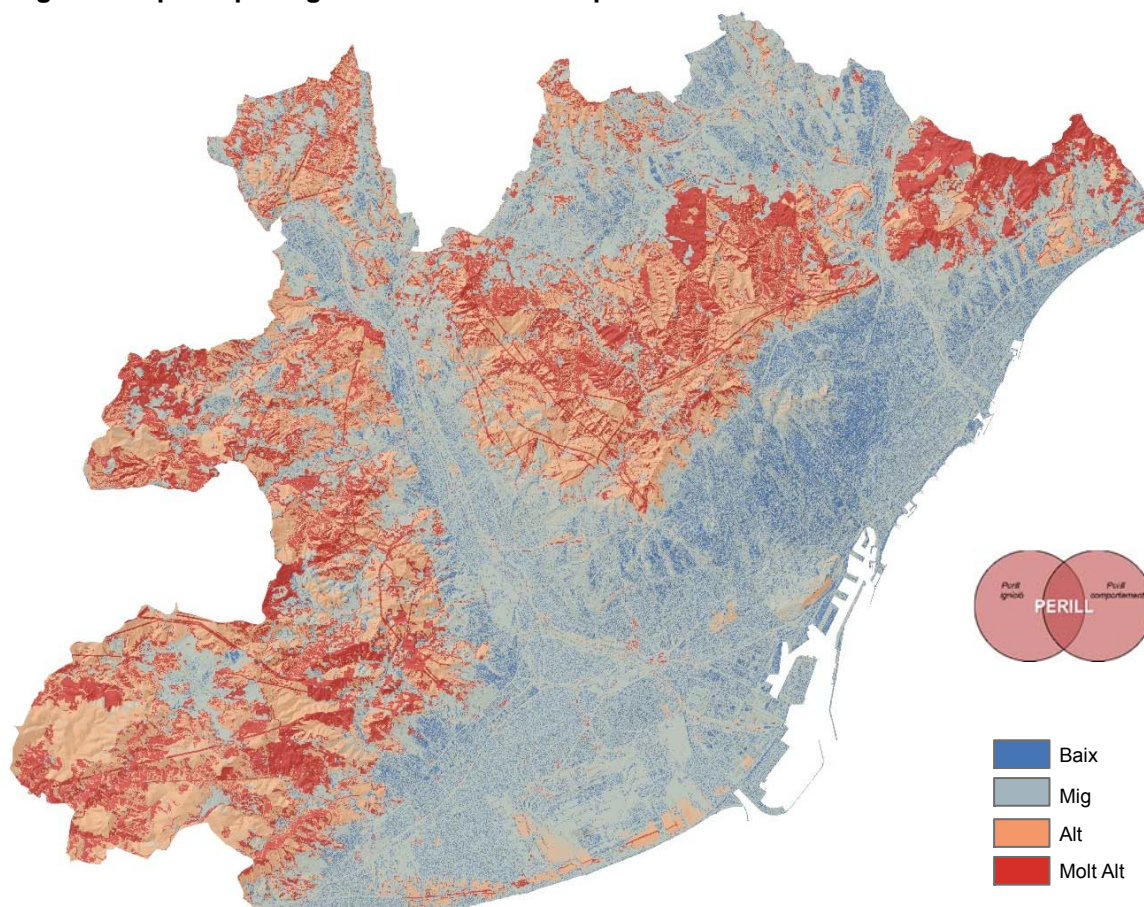
**Imatge 25: Metodologia emprada per generar el mapa de perill d'incendi global**



Font: Barcelona Regional

El resultat de creuar ambdós mapes és el mapa de perill global actual a l'entorn metropolità.

**Imatge 26: Mapa de perill global a l'entorn metropolità a l'actualitat**

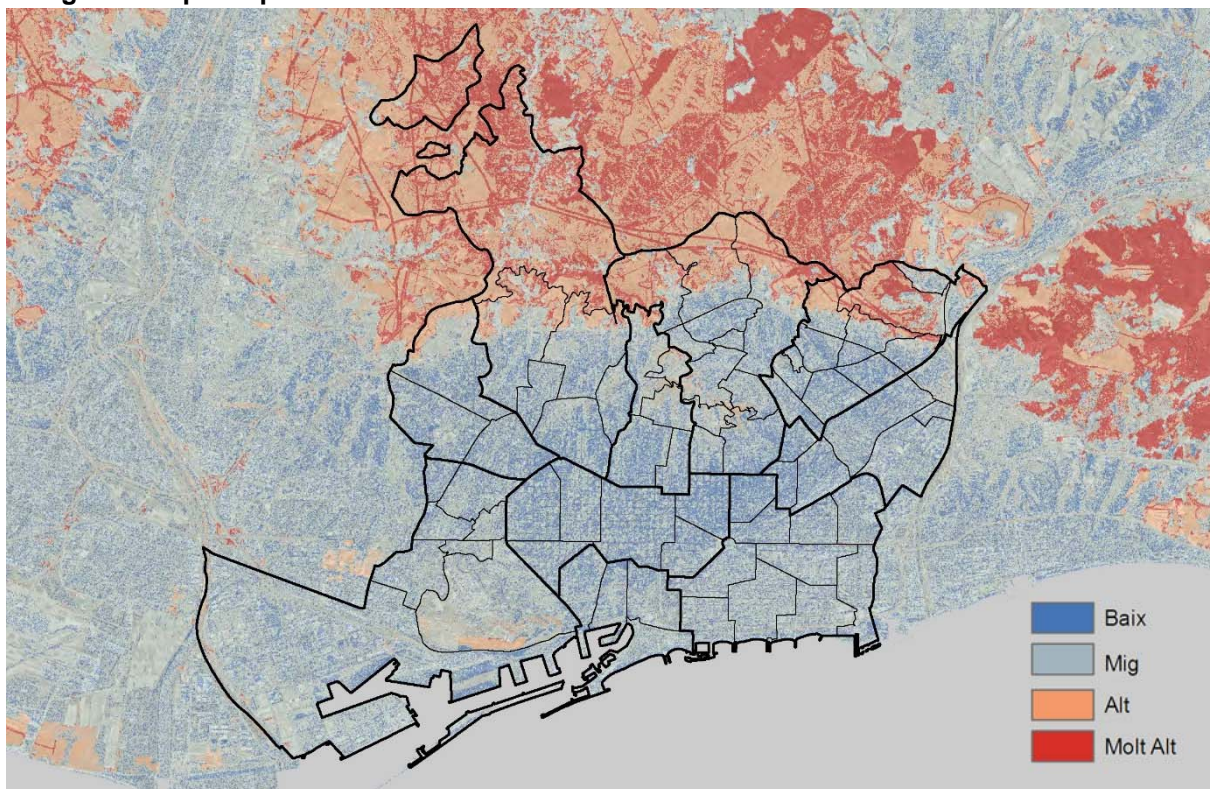


Font: Barcelona Regional

Tal i com es pot veure a l'anterior imatge, les zones que tenen un perill d'incendi més elevat es situen sobretot la zona la Serralada de Marina, a la zona de Collserola, sobretot per l'àmbit nord-est, i en menor mesura a algunes zones forestals del Garraf i de les muntanyes d'Ordal. Per contra, i com és lògic, les parts més planeres tenen un perill d'incendi baix.

Pel que fa a l'àmbit de Barcelona, tal i com es pot veure a la següent imatge, les zones de major perill d'incendi es concentren a la vessant barcelonina de Collserola, destacant especialment els barris de Vallvidrera, el Tibidabo i les Planes, Horta, Canyelles i Torre Baró.

**Imatge 27: Mapa de perill total a Barcelona**



Font: Barcelona Regional



## 2.3. EFECTE DEL CANVI CLIMÀTIC EN EL PERILL D'INCENDI FORESTAL

La precipitació i la temperatura són els principals factors ambientals que influeixen en l'estat de la vegetació i per tant determinen el comportament dels incendis forestals (intensitat, velocitat, capacitat de contenció dels tallafocs...). El canvi climàtic afecta principalment a aquests factors, el que està provocant que la freqüència, estacionalitat i gravetat dels incendis forestals variïn. Tot apunta a que el canvi climàtic portarà una disminució de les precipitacions durant la temporada de primavera, sobretot a final de segle, que juntament amb l'entrada primerenca (avançament a l'època d'estiu) i recurrent de les onades de calor, contribuiran a que es donin les condicions ambientals idònies per incrementar el perill d'incendis forestals.

Però per altra banda, segons el *Tercer informe sobre el canvi climàtic a Catalunya* existeix una tendència a que disminueixin el nombre d'incendis forestals i l'àrea cremada anualment, cosa que es justifica per la millora de la prevenció i la gestió del risc. L'anàlisi detallada del període 1970-2010, que es va dur a terme en col·laboració amb el Servei de Prevenció d'Incendis Forestals de la Generalitat de Catalunya (SPIF), corrobora aquestes observacions (Turco et al., 2013b).

Amb l'objectiu d'eliminar l'heterogeneïtat de les sèries, l'anàlisi establert en el *Tercer informe sobre el canvi climàtic a Catalunya*, només va considerar els incendis que van cremar una àrea superior a 0,5 ha. Per poder discriminar la influència dels factors climàtics de tota la resta (com ara la prevenció o l'extinció), es va basar en un model de regressió multilíneal (MLR) en funció de la precipitació i la temperatura.

Els resultats van permetre descobrir que la tendència actual expressada en escala logarítmica i obtinguda com la mitjana de mil simulacions és de  $-0,042$  incendis/any, però que hauria estat de  $+0,016$  incendis/any com a conseqüència del forçament climàtic (Turco et al., 2014).

**Imatge 28: Evolució nombre incendis forestal (a) i de l'àrea cremada (b) considerant solament influència dels factors climàtics (banda taronja) i de tots els factors (banda vermella)**

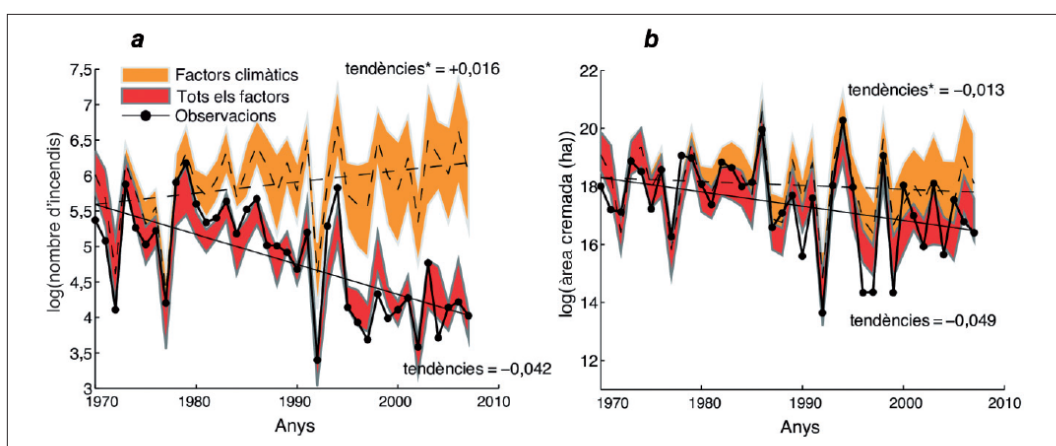


FIGURA 6.4. Evolució del nombre d'incendis forestals (a) i de l'àrea cremada (b) considerant solament la influència dels factors climàtics (banda taronja) i de tots els factors (banda vermella). L'amplitud de la banda dona una idea del grau d'incertesa i inclou el 90 % de l'interval de confiança de les simulacions fetes a partir dels diversos RCM. Les tendències tenen una significança del 95 % i s'expressen en escala logarítmica (logaritmes naturals).

Font: Figura modificada a partir de Turco et al. (2014).

Font: Tercer informe sobre el canvi climàtic a Catalunya (2016)

Aquesta diferència revela la importància de les tasques d'extinció i de prevenció d'incendis, la millora de les quals ha comportat passar d'una tendència positiva associada al canvi climàtic a una tendència negativa pel que fa al nombre anual d'incendis (Turco et al., 2013b, 2013a).

En el cas de l'àrea cremada, en comptes de ser de  $-0,049$  ha/any hauria estat de  $-0,013$  ha/any (Turco et al., 2014). El fet que la tendència de la superfície cremada també sigui lleugerament negativa quan només es considera l'efecte climàtic implica que una inflamabilitat més gran del combustible quedi compensada per un canvi en l'estructura (com és el cas de la matèria fina morta).

La possible evolució futura sota l'escenari climàtic A1B, estableix un augment del nombre d'incendis que, per contra, no es detecta en el cas de l'extensió de l'àrea cremada; suposant, en ambdós casos, que les mesures de prevenció i de gestió de l'emergència no canvien. També es mostra la incertesa associada a la dispersió generada pels onze models climàtics regionals (RCM) i la incertesa total estimada per mitjà de la realització de mil simulacions a cadascun dels models. La diferència entre ambdues és molt petita, cosa que indica que la dispersió és deguda, principalment, als models regionals. Cal dir que la incertesa és molt elevada quan es tracta dels escenaris de superfície cremada.

**Imatge 29: Evolució nombre incendis forestal (a) i de l'àrea cremada (b) considerant solament influència dels factors climàtics (banda taronja) i de tots els factors (banda vermella)**

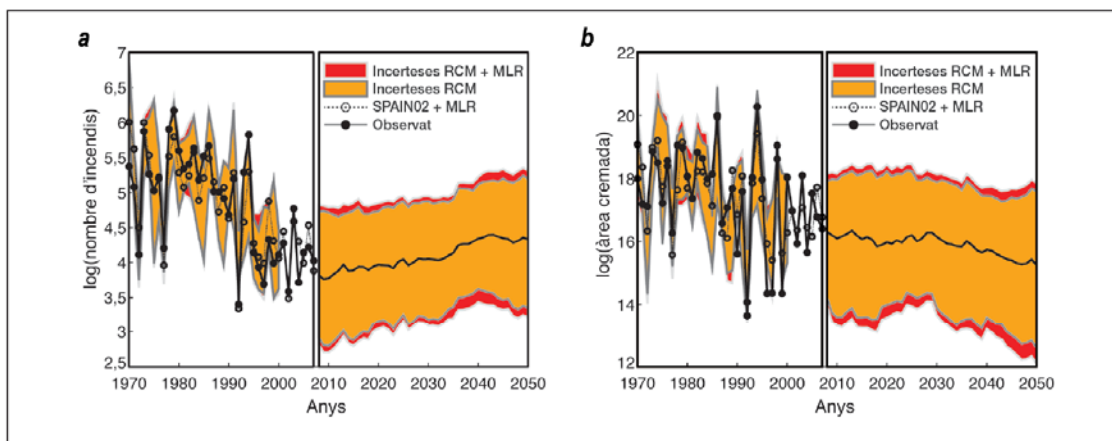


FIGURA 6.5. Evolució present i futura (a) del nombre d'incendis i (b) de l'àrea cremada a Catalunya. La línia negra amb rodones plenes correspon a les observacions i la de les rodones buides, a la modelització a partir de les dades de la Spain02.

La banda taronja mostra el conjunt de sortides del *downscaling* sobre els RCM amb el 90 % d'interval de confiança; la banda vermella mostra les sortides després d'aplicar mil simulacions a cada RCM, i la línia negra contínua és la mitjana mòbil per un interval de deu anys de la mitjana de tots els models.

Font: Figura modificada a partir de Turco et al. (2014).

Font: Tercer informe sobre el canvi climàtic a Catalunya (2016)

Finalment l'anàlisi realitzat en el marc del *Tercer informe sobre el canvi climàtic a Catalunya*, cal considerar el possible desenvolupament de nous tipus d'episodi, ja sigui en zones on ara no són habituals (com ara els incendis de muntanya) o bé fora del període d'estiu (com ara els incendis d'hivern i de primavera). Així mateix, el nombre d'episodis excepcionals (com, per exemple, els incendis del juliol del 1994) podria augmentar tenint en compte l'augment de les condicions crítiques a l'estiu. Aquests episodis quedarien dins de la banda d'incertesa ja comentada.

## 2.4. PERILL D'INCENDI FORESTAL FUTUR

Un cop sabem el perill d'incendis actual, analitzat en l'apartat anterior, cal analitzar si el perill en el futur s'agreuja amb el canvi climàtic i sobretot a quines zones es concentrarà més aquest perill.

### 2.4.1. METODOLOGIA EMPRADA

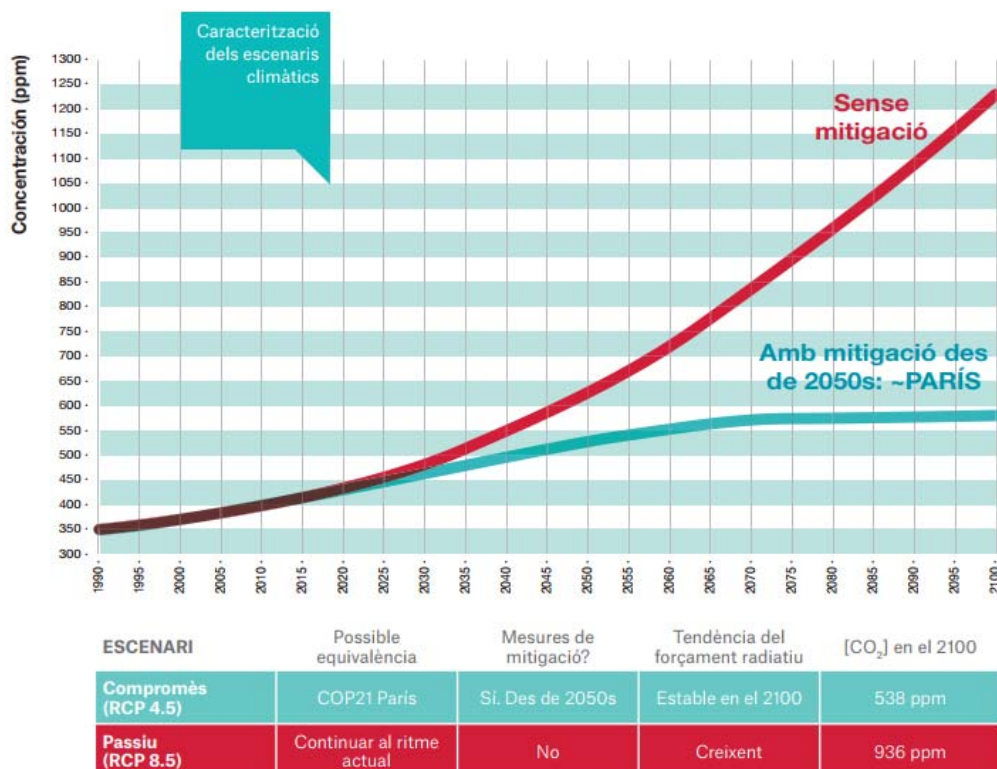
Per saber la incidència que pot tenir el canvi climàtic en el perill d'incendis a l'àrea metropolitana, s'ha elaborat una metodologia pròpia per a tenir una primera aproximació de com pot variar el perill en el futur amb la component climàtica.

Aquesta metodologia ha estat dissenyada en funció de la informació disponible, tant climàtica, d'idoneïtat topoclimàtica actual i futura, així com basada en les conclusions de diferents estudis sobre els efectes del canvi climàtic a la vegetació del nostre entorn. També s'ha utilitzat en tots els casos la informació més recent i de major resolució.

La informació climàtica s'ha basat en els resultats del treball de l'AMB *Escenaris climàtics regionalitzats a l'Àrea Metropolitana de Barcelona (Projecte ESAMB), 2016*.

Tal i com es detalla en el *Capítol – Introducció al canvi climàtic* majoritàriament en quasi tots els capítols les projeccions de futur s'han realitzat pels escenaris climàtics compromès (RCP4.5) i passiu (RCP8.5). Però en aquest capítol s'ha utilitzat l'escenari més extrem (escenari passiu o escenari RCP8.5) i a finals de segle.

**Imatge 30: Principals escenaris climàtics analitzats en aquest treball**



Font: Ajuntament de Barcelona

Tal i com es detalla al *Capítol- Introducció al canvi climàtic* les característiques d'aquests escenaris són:

- L'**escenari compromès** (o també RCP4.5) representa assolir els objectius de reducció d'emissions de l'Acord de París de 2015. En aquest escenari, la concentració de GEH (Gasos amb Efecte d'Hivernacle) arribaria a ser superior a l'actual a final de segle, però l'increment s'atenuaria a partir del 2030 a fi de limitar l'augment màxim de la temperatura global del planeta a 1,5-2°C.
- L'**escenari passiu** (o també RCP8.5), en canvi, representa la situació en què no s'assolirien els objectius marcats a París, de manera que les concentracions de GEH a finals de segle serien molt superiors a les actuals. L'augment de temperatura global superaria àmpliament els 2°C.

De forma resumida, la metodologia plantejada es basa principalment en els següents anàlisis:

- Analitzar la idoneïtat climàtica actual de la vegetació de l'AMB
- Analitzar les zones on el canvi climàtic comportarà un major estrès a la vegetació
- Estimació de la "idoneïtat futura", tenint en compte les variables climàtiques anteriors
- Estimació dels possibles canvis associat a les zones de més perill
- Recalcular el risc futur, partint del risc actual i incorporant els criteris anteriors de canvi climàtic

A continuació es detalla la metodologia utilitzada en les diferents fases

#### 2.4.1.1. Idoneïtat topoclimàtica actual

L'anàlisi de l'estat actual de les principals espècies llenyoses de l'AMB amb les condicions climàtiques actuals s'ha realitzat amb la informació disponible de l'*Atlas d'idoneïtat topoclimàtica d'espècies llenyoses de la Península Ibèrica*. Aquest Atlas representa un conjunt de mapes digitals que mostren el grau d'adequació a les condicions climàtiques actuals de les principals espècies que formen els boscos a tota la Península Ibèrica.

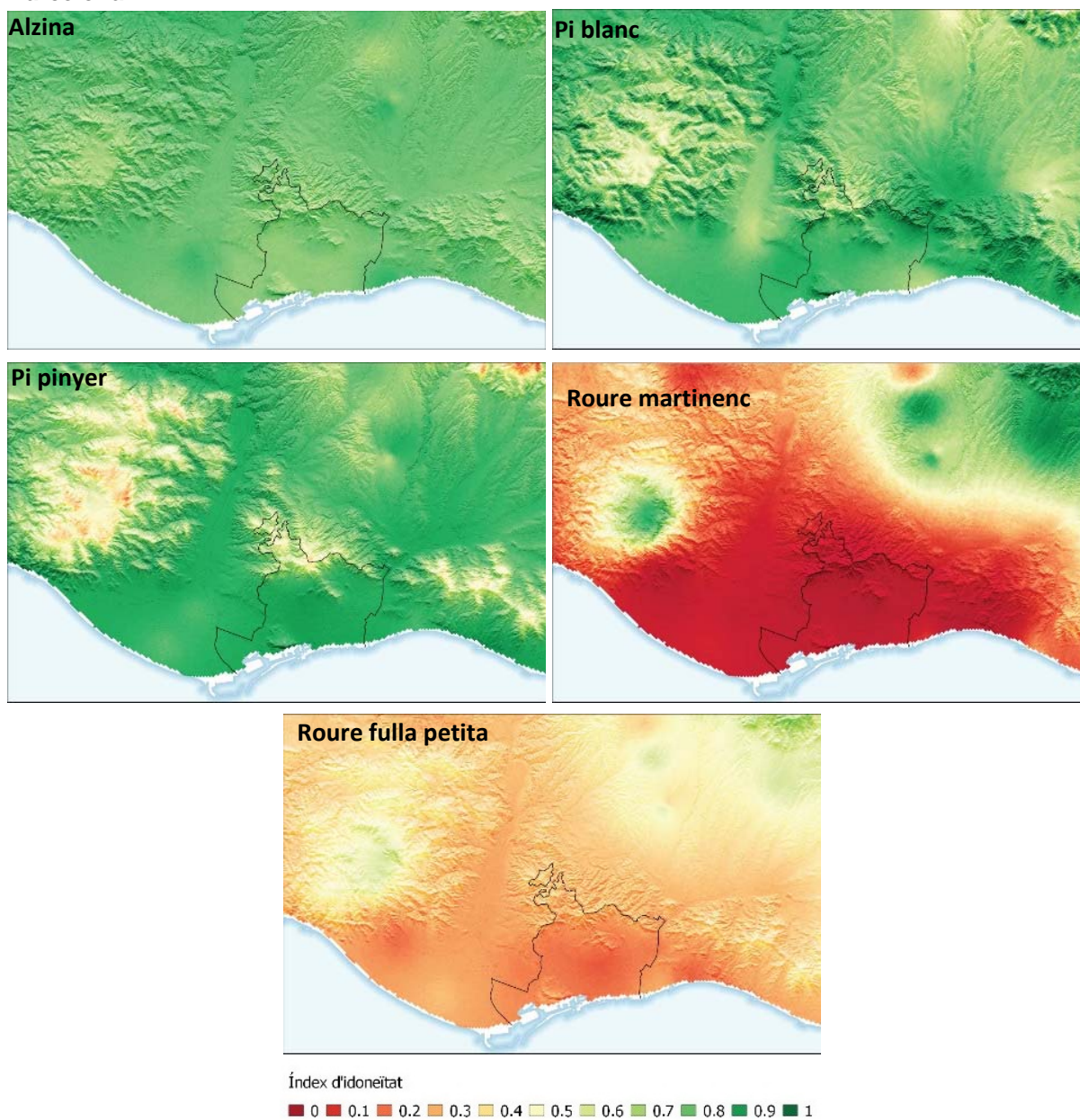
L'atles defineix un nínxol ecològic mitjançant el tractament estadístic de dades topogràfiques (altitud, pendents i superfície de fricció), dades climàtiques (temperatura mitjana, precipitació, radiació solar, amplitud tèrmica, evapotranspiració potencial o disponibilitat hídrica) i substrat (geologia i edafologia).

Els resultats finals mostren el grau d'adequació a les condicions climàtiques i topogràfiques de les principals espècies que formen els boscos. Amb aquests mapes podem saber, per a cada 200 metres del territori de la Península, quina és la idoneïtat topoclimàtica. El concepte d'idoneïtat és similar a la vegetació potencial però sense cap mena d'assumpció respecte a la vegetació climàtica esperada.

En aquest anàlisi, s'han seleccionat els mapes de l'atles referents a les espècies principals dels boscos presents a aquest entorn: pi blanc (*Pinus halepensis*), alzina (*Quercus ilex*), pi pinyer (*Pinus pinea*), roure martinenc (*Quercus pubescens*) i roure de fulla petita (*Quercus faginea*).



**Imatge 31: Idoneïtat topoclimàtica actual dels 5 principals boscos de l'àrea metropolitana de Barcelona**



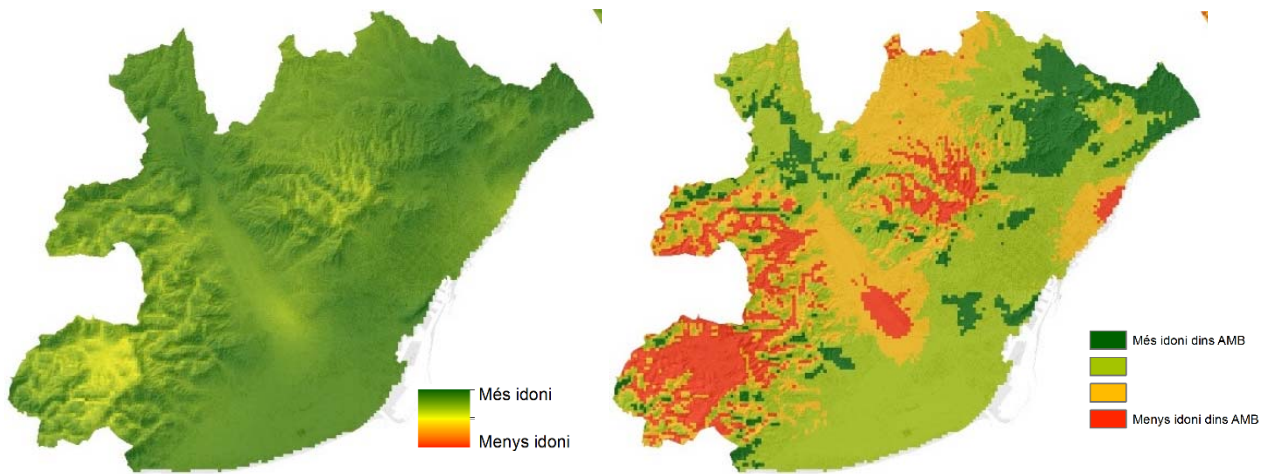
Font: Barcelona Regional a partir de l'Atles d'idoneïtat topoclimàtica (CREAF)

Bàsicament aquests mapes mostren que les 3 espècies amb major idoneïtat topoclimàtica actual són l'alzina, el pi blanc i el pi pinyer. Mentre que les espècies que actualment tenen una menor idoneïtat topoclimàtica són el roure de fulla petita i sobretot el roure martinenc.

A partir de cada un dels 5 mapes topoclimàtics, es realitza una reclassificació en 4 categories d'idoneïtat i es creuen amb les zones on hi ha presència de cada espècie. Així obtenim el mapa idoneïtat real, és a dir només a les zones on hi ha presència de l'espècie en qüestió.

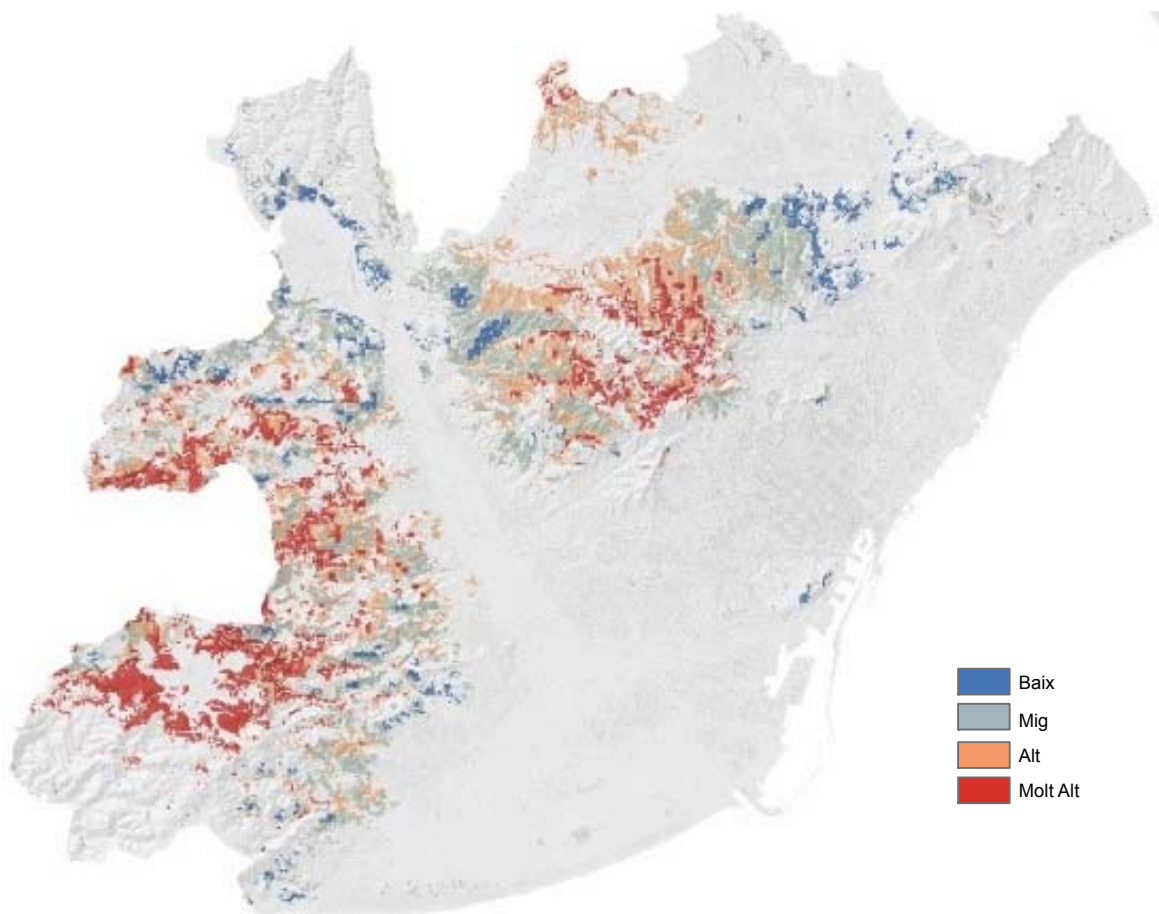
A continuació es mostra l'exemple que s'ha realitzat amb aquest anàlisi en el cas del pi blanc.

**Imatge 32: Metodologia per a determinar la vulnerabilitat topoclimàtica del pi blanc a la zones on hi és present.**



Atles topoclimàtic del pi blanc

Pi blanc reclassificat en 4 categories de vulnerabilitat



Vulnerabilitat topoclimàtica del pi blanc, reclassificat en 4 categories i en les zones on hi és present

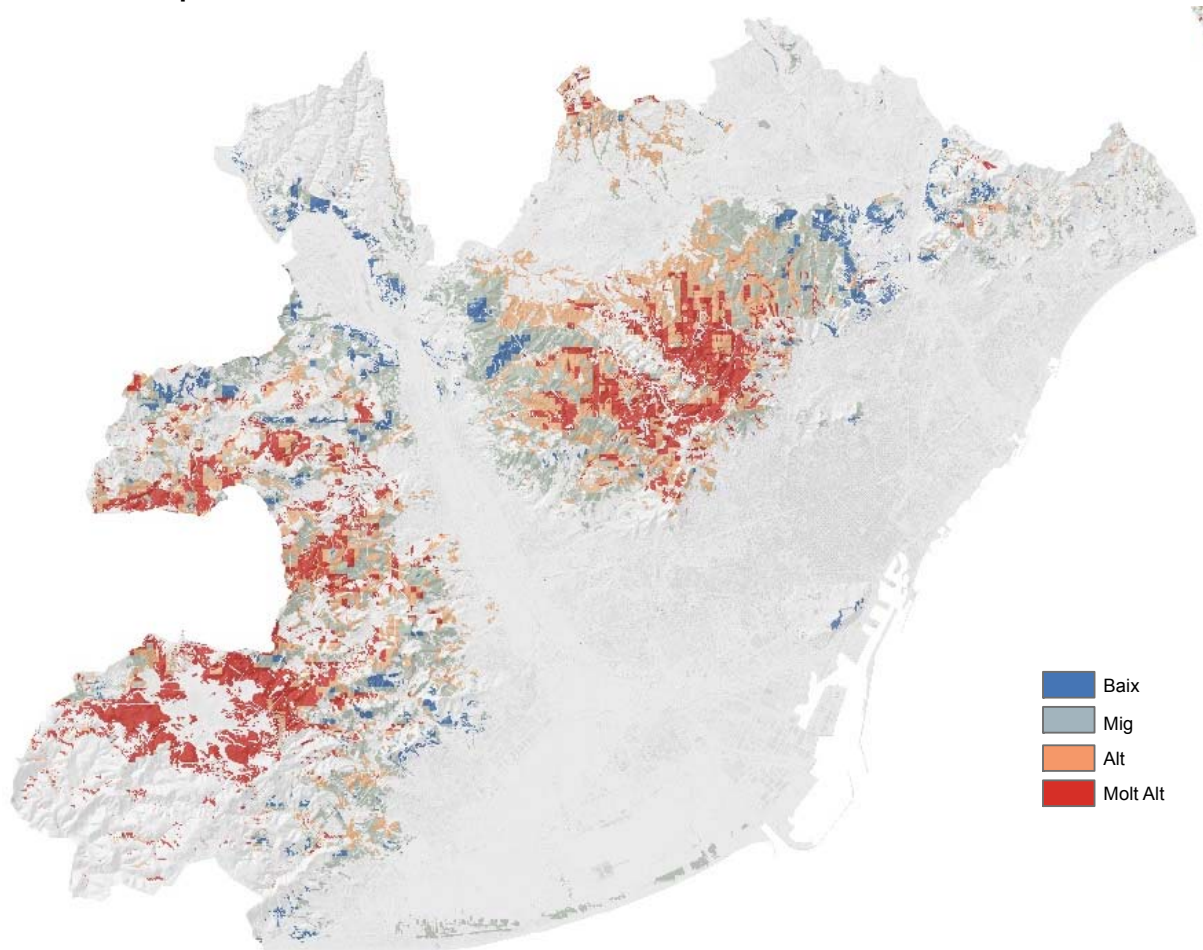
Font: Barcelona Regional



Aquest mateix exercici s'ha realitzat amb la resta de les espècies presents a l'àrea metropolitana: pi pinyer, alzina, roure martinenc i roure de fulla petita.

Unint el resultat de totes aquestes 5 espècies més abundants a l'àrea metropolitana, ens dona una imatge de les zones on realment hi ha aquesta vegetació, i el seu nivell d'adequació topoclimàtica.

**Imatge 33: Vulnerabilitat topoclimàtica a les zones amb boscos de pi blanc, pi pinyer, alzina, roure de fulla petita i roure martinenc**



Font: Barcelona Regional

Tal i com es pot veure les zones on actualment els boscos tenen una major vulnerabilitat (on les condicions actuals no són de les més adequades) es situen a la zona central de Collserola i a algunes parts del Garraf i de les muntanyes d'Ordal.

Per contra les zones que tindran una menor vulnerabilitat són les zones forestals situades entre Collserola i la Serralada de Marina (Montcada i Cerdanyola), i les zones entre Collserola i Muntanyes d'Ordal (El Papiol, Sant Andreu de la Barca i Cobera de Llobregat)

#### **2.4.1.2. Zones amb major incidència del canvi climàtic**

Per analitzar la incidència que pot tenir el canvi climàtic en el futur, ens hem basat amb les variacions de temperatura i precipitació que hi haurà l'àrea metropolitana a finals de segle, tenint en compte el canvi climàtic.

La informació climàtica s'ha extret de l'estudi realitzat per l'Àrea Metropolitana, el Servei Meteorològic de Catalunya i Barcelona Regional d'*Escenaris climàtics regionalitzats a l'Àrea Metropolitana de Barcelona (Projecte ESAMB)*.

Per a l'anàlisi d'aquest capítol d'incendis s'ha considerat l'escenari més extrem, el que anomenem **escenari passiu** (o també RCP8.5), del qual s'han utilitzat les següents variables climàtiques:

- La **temperatura mitjana en els mesos d'estiu** (juny, juliol i agost), a finals de segle, (2070-2100). S'ha escollit la temperatura de l'estació de l'estiu, ja que és l'època de l'any que es considera més crítica des del punt de vista del perill d'incendis.
- La **precipitació mitjana anual**, a finals de segle (2070-2100). En aquest cas s'ha escollit la variable anual i no la dels mesos d'estiu, ja que en el perill d'incendi és important l'anàlisi tenint en compte tota la pluja al llarg de l'any, que en gran part determina l'estat de la vegetació.

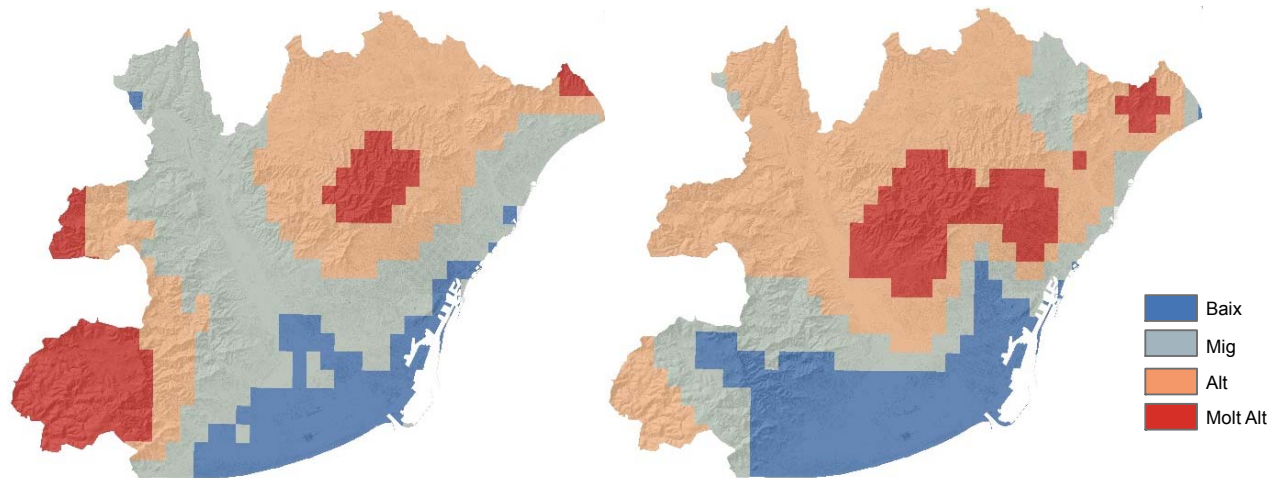
Posteriorment s'integren les dues variables seguint el criteri mostrat en la matriu següent. A mode de resum, les zones on la vegetació tindrà un efecte més crític pel canvi climàtic seran les que coincideixi un major increment de temperatura amb una major reducció de precipitació. S'ha donat un major pes a la temperatura, ja que és la principal variable climàtica que modifica els altres paràmetres relacionats amb el perill d'incendi.

		TEMPERATURA			
		++++T	+++T	++T	+T
PRECIPIT.	---PPT	Molt Alt	Molt Alt	Mig	Mig
	--- PPT	Molt Alt	Alt	Mig	Mig
	-- PPT	Alt	Alt	Mig	Baix
	- PPT	Mig	Mig	Baix	Baix

Font: Barcelona Regional

A continuació es mostren els mapes parcials d'increment de temperatura i reducció de precipitació.

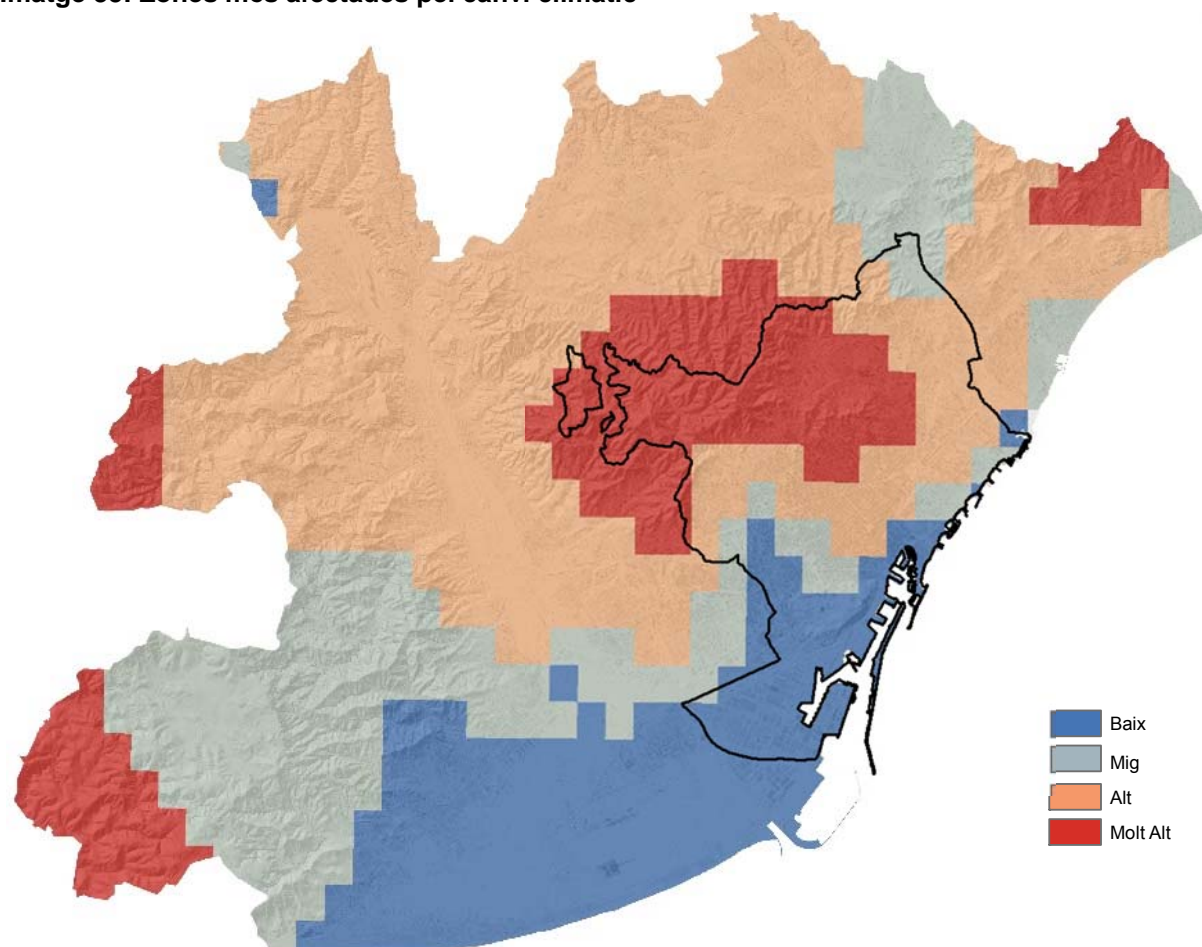
**Imatge 34: Increment de temperatura mitjana en els mesos d'estiu (esquerra) i reducció de precipitació mitjana anual (dreta)**



Font: Barcelona Regional a partir de Projecte ESAMB (AMB, SMC, BR)

I l'integració final de les dues variables, determinant el grau final d'afecció del canvi climàtic.

**Imatge 35: Zones més afectades pel canvi climàtic**

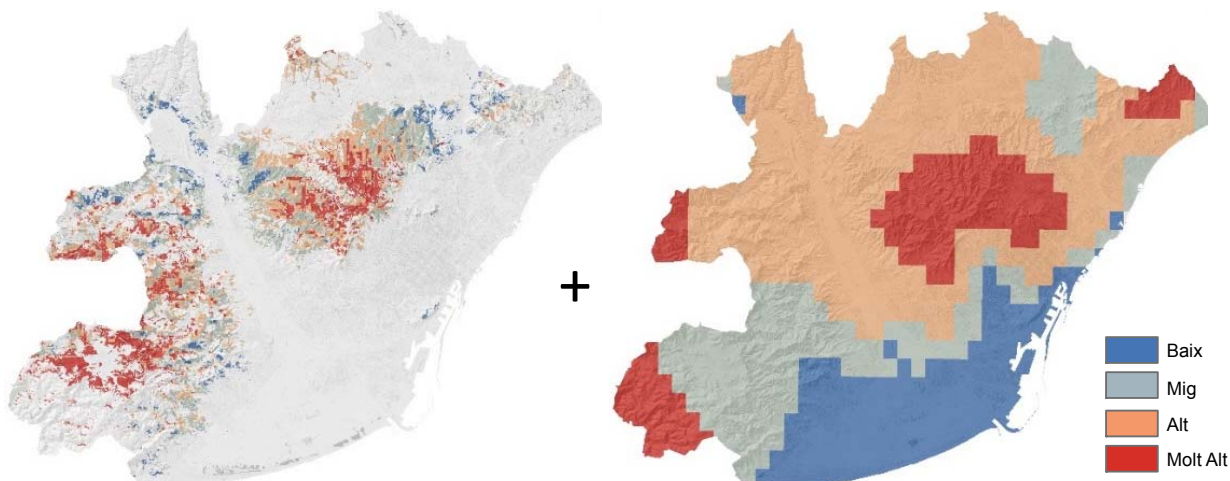


Font: Barcelona Regional

### 2.4.1.3. Vulnerabilitat futura

Per determinar la idoneïtat futura s’ha creuat la idoneïtat actual de les espècies llenyoses amb les zones més afectades pel canvi climàtic. El resultat és una estimació de la vulnerabilitat futura de les espècies llenyoses tenint en consideració el canvi climàtic.

**Imatge 36: Vulnerabilitat actual de les espècies llenyoses (esquerra) i zones més afectades pel canvi climàtic (dreta)**



Font: Barcelona Regional

L’integració de les dues variables segueix el criteri mostrat en la següent matriu, donant més pes a la incidència del canvi climàtic sobre l’idoneïtat, ja que el primer és l’origen dels principals canvis, mentre que el segon és la resposta a la seva adaptació.

Vulnerabilitat enfrent CC		CANVI CLIMÀTIC			
		Molt Alt	Alt	Mig	Baix
IDONEÏTAT	Baixa	Molt Alt	Molt Alt	Mig	Mig
	Mitja	Molt Alt	Alt	Mig	Mig
	Alta	Alt	Alt	Mig	Baix
	Molt Alta	Mig	Mig	Baix	Baix

Font: Barcelona Regional

A mode d’exemple, les zones que actualment tenen una bona idoneïtat, amb el canvi climàtic poden:

- continuar tenint una bona idoneïtat en el futur si s’ubiquen en zones on el canvi climàtic no incrementa la seva vulnerabilitat (poc increment de temperatura i poca reducció de precipitació)
- reduir la seva idoneïtat en el futur, si s’ubiquen en zones on el canvi climàtic comporta molts canvis que augmenta la seva vulnerabilitat (molt increment de temperatura i molta reducció de precipitació).

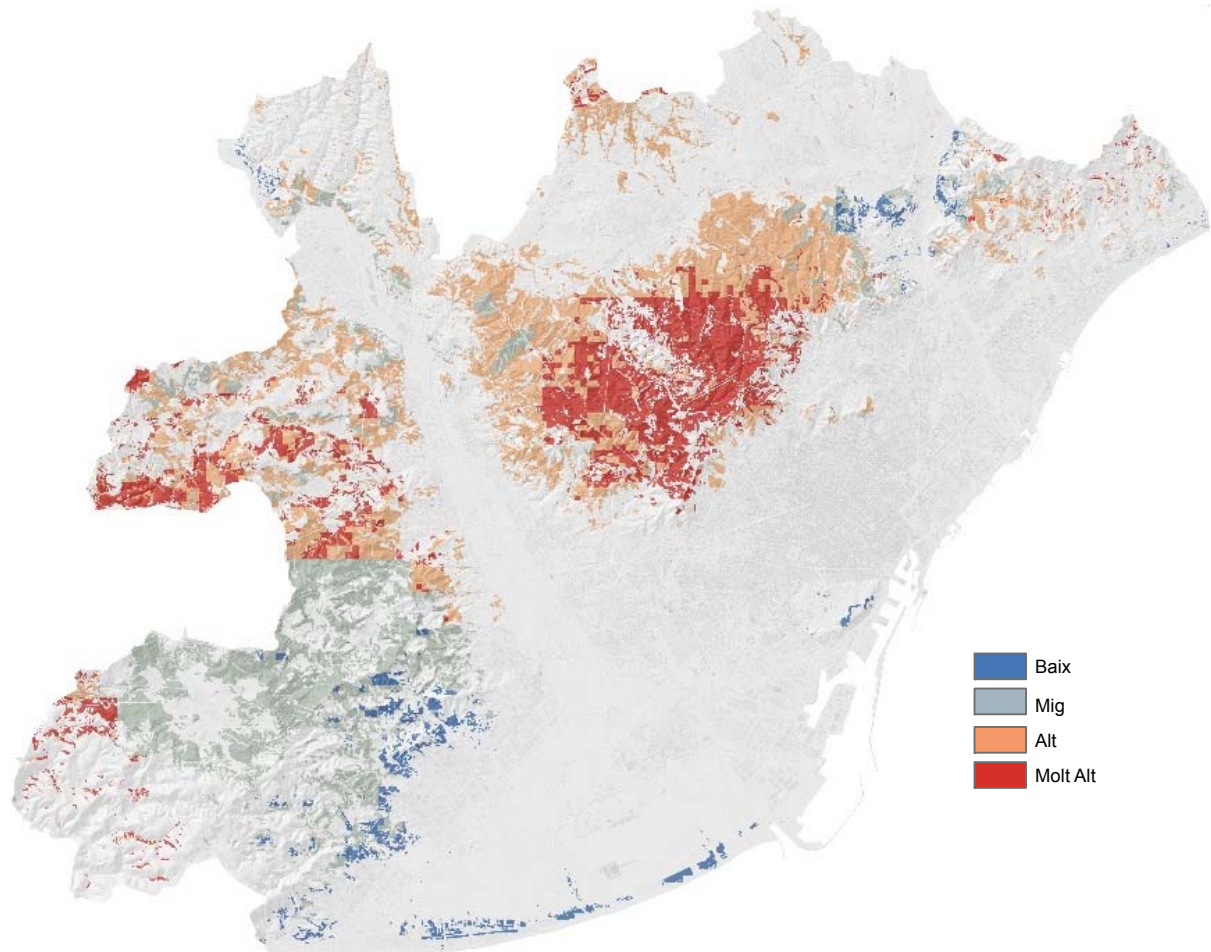


I a grans trets les zones que actualment tenen una baixa idoneïtat, amb el canvi climàtic poden:

- continuar tenint una baixa idoneïtat en el futur si s'ubiquen en zones on el canvi climàtic no incrementa la seva vulnerabilitat (poc increment de temperatura i poca reducció de precipitació)
- mort de l'espècie per l'empitjorament de les condicions climàtiques (molt increment de la temperatura i molta reducció de la precipitació).

Aquest creuament s'ha realitzat en el conjunt de les 5 espècies llenyoses analitzades amb les futures condicions amb el canvi climàtic, donant com a resultat el següent mapa:

**Imatge 37: Vulnerabilitat futura de les espècies llenyoses amb el canvi climàtic**



Font: Barcelona Regional

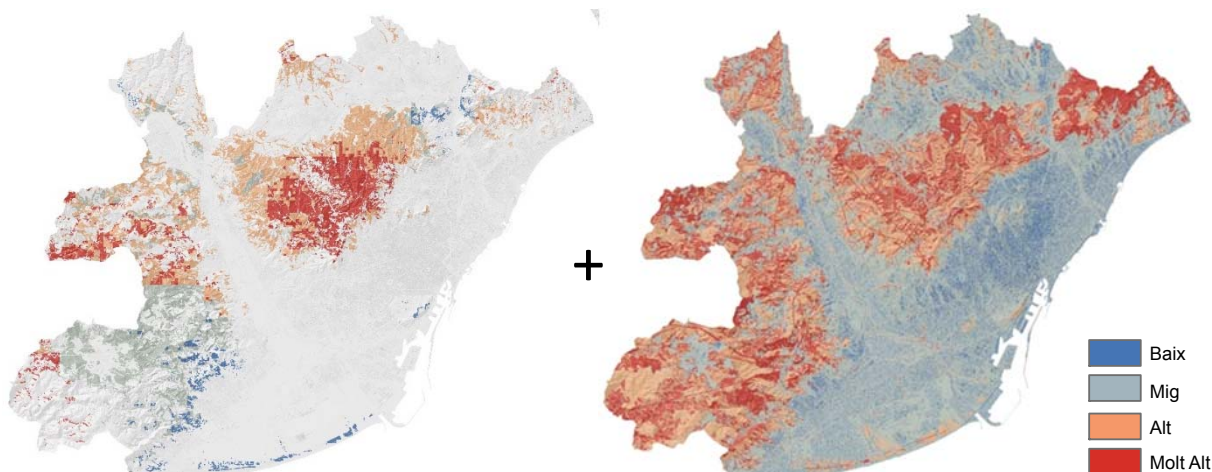
En el futur les zones amb una major vulnerabilitat tenint en compte el canvi climàtic es centren sobretot a Collserola, a la vessant barcelonina i de forma puntual a les muntanyes d'Ordal.

En canvi gran part de la Garraf la seva vulnerabilitat futura serà baixa, és a dir que el canvi climàtic no li suposarà un canvi gaire notable a la situació actual.

### 2.4.1.4. Estimació dels possibles canvis

Per últim per estimar els possibles canvis es fa una estimació dels possibles canvis que comportarà el canvi climàtic mitjançant el creuament del mapa de vulnerabilitat enfront el canvi climàtic de les espècies llenyoses amb el risc d'incendi actual.

Imatge 38: Vulnerabilitat actual de les espècies llenyoses (esquerra) i risc incendi actual (dreta)



Font: Barcelona Regional

L'estimació que s'ha adoptat en aquest treball es resumeix en la següent taula, on s'estableix per a cada cas de vulnerabilitat i de risc actual, la suposició que s'ha adoptat per a calcular el risc d'incendi futur.

Vulnerabilitat CC	PERILL ACTUAL	EFFECTES	APROXIMACIÓ FUTURA	MODIFICA DEL MAPA DE PERILL ACTUAL? MAPA PERILL FUTUR
<b>Baixa</b>	Baix	Les condicions d'adequació topoclimàtica i els valors de CC es mantenen igual	El risc es manté igual	No
	Mig			
	Alt			
	Molt Alt			
<b>Mitja</b>	Baix	Es manté igual	El risc es manté igual	No
	Mig	Una mica d'estrès climàtic	La vegetació es manté però està més seca.	Incrementa +1 nivell el grau d'inflamabilitat
	Alt	Estrès climàtic	La vegetació es manté però està més seca.	Incrementa +2 nivells el model d'inflamabilitat
	Molt Alt	Zona incendiada	Substitució per pi blanc	Adaptar el model de combustibilitat i inflamabilitat al pi blanc
<b>Alta</b>	Baix	Estrès climàtic	La vegetació es manté però està més seca.	Incrementa +2 nivells el grau d'inflamabilitat
	Mig	Estrès climàtic	La vegetació es manté però pateix estrès hídric	Incrementa +3 nivells el grau d'inflamabilitat
	Alt	Zona incendiada	Substitució per pi blanc	Adaptar el model de combustibilitat i inflamabilitat al pi blanc
	Molt Alt	Zona incendiada	Substitució per pi blanc	Adaptar el model de combustibilitat i inflamabilitat al pi blanc
<b>Molt Alta</b>	Baix	Estrès climàtic	La vegetació es manté però pateix estrès hídric	Incrementa +4 nivells (màxim) el grau d'inflamabilitat
	Mig	Zona incendiada	Substitució per pi blanc	Adaptar el model de combustibilitat i inflamabilitat al pi blanc
	Alt	Zona incendiada	Substitució per pi blanc	Adaptar el model de combustibilitat i inflamabilitat al pi blanc
	Molt Alt	Zona incendiada	Substitució per pi blanc	Adaptar el model de combustibilitat i inflamabilitat al pi blanc

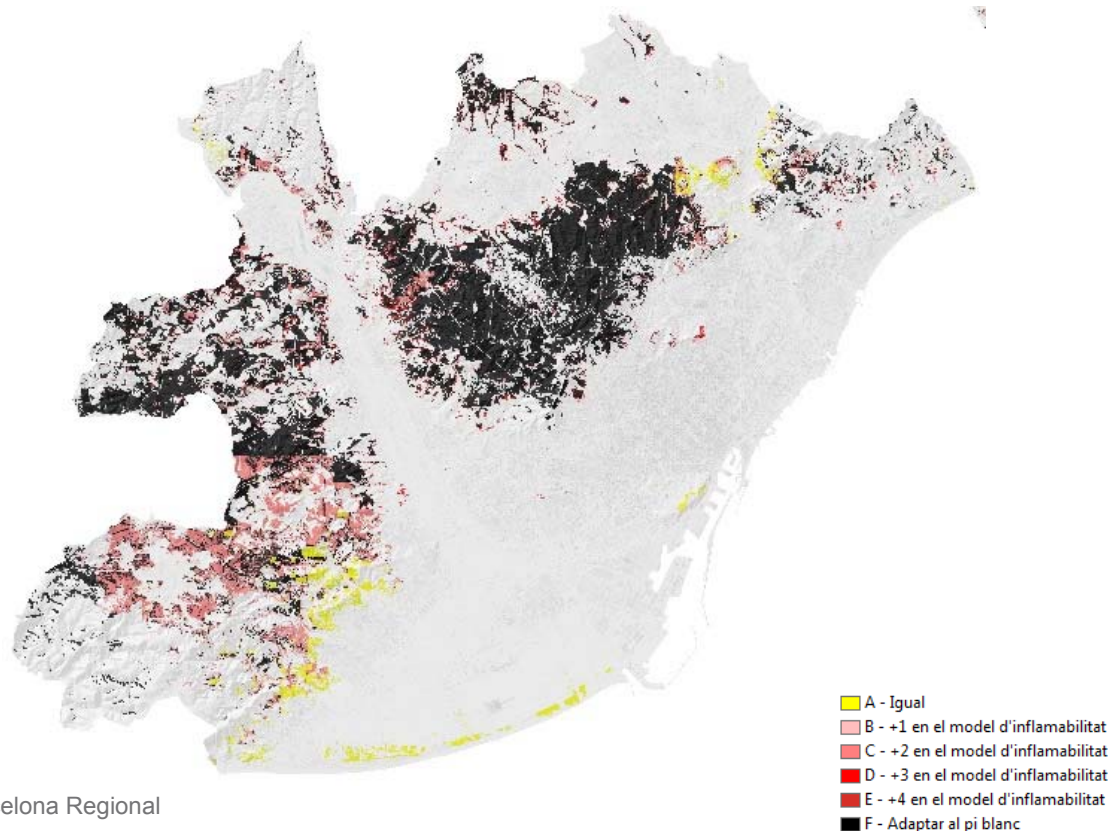
Font: Barcelona Regional

Cal esmentar que segons l'establert en el *Capítol V – Biodiversitat*, el pi blanc en un escenari de canvi climàtic serà l'espècie que tindrà una major idoneïtat topoclimàtica.

Aquesta conclusió, ha fet que en la taula anterior, en el moment de plantejar els canvis que hi haurà en un futur a les zones de perill actual, com que estem fent un escenari a final de segle, s'hagi adoptat la suposició que en algun moment d'ara al 2100 es cremi, i que en cas que sigui una zona cremada, sigui substituïda per la presència del pi blanc.

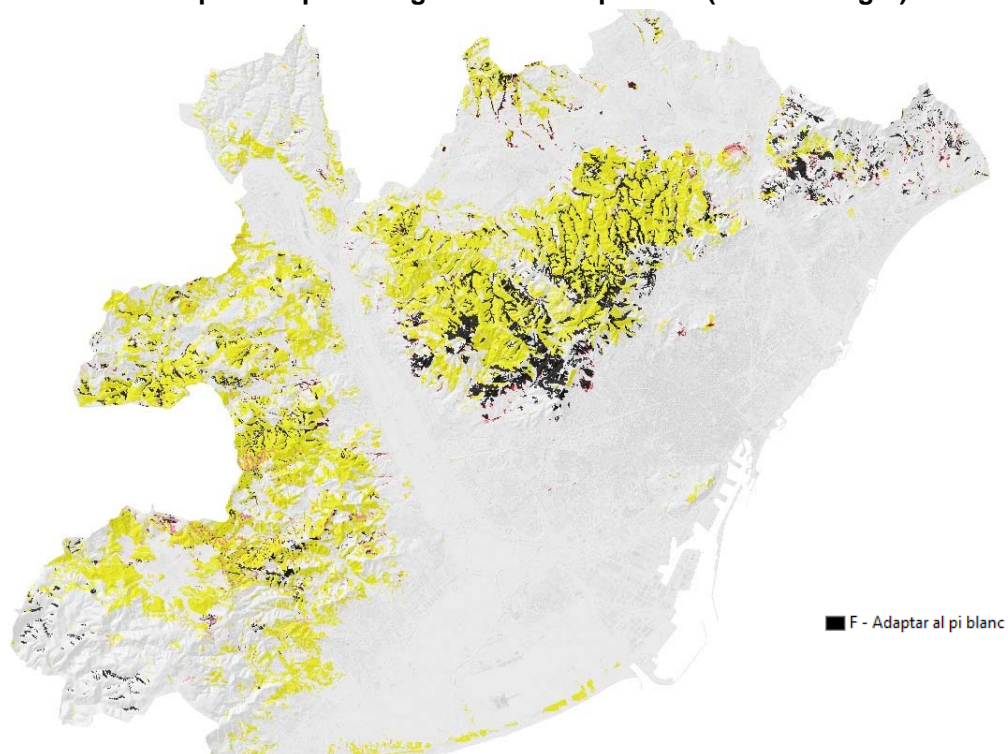
Com a mostra dels canvis associats a aquesta metodologia, en els següents mapes es mostra totes les zones que tenen un canvi.



**Imatge 39: Zones de canvi introduint la variable de canvi climàtic**

Font: Barcelona Regional

I també totes les zones on s'ha substituït l'espècie actual per pi blanc (marcat en negre). Gran part de les zones on s'ha instaurat el pi és situen a la vessant solei de Collserola i Serralada de Marina.

**Imatge 40: Zones on es preveu que hi hagi substitució a pi blanc (en color negre)**

Font: Barcelona Regional

Finalment, amb aquests criteris s'ha recalculat el perill, donant així el mapa de perill futur.

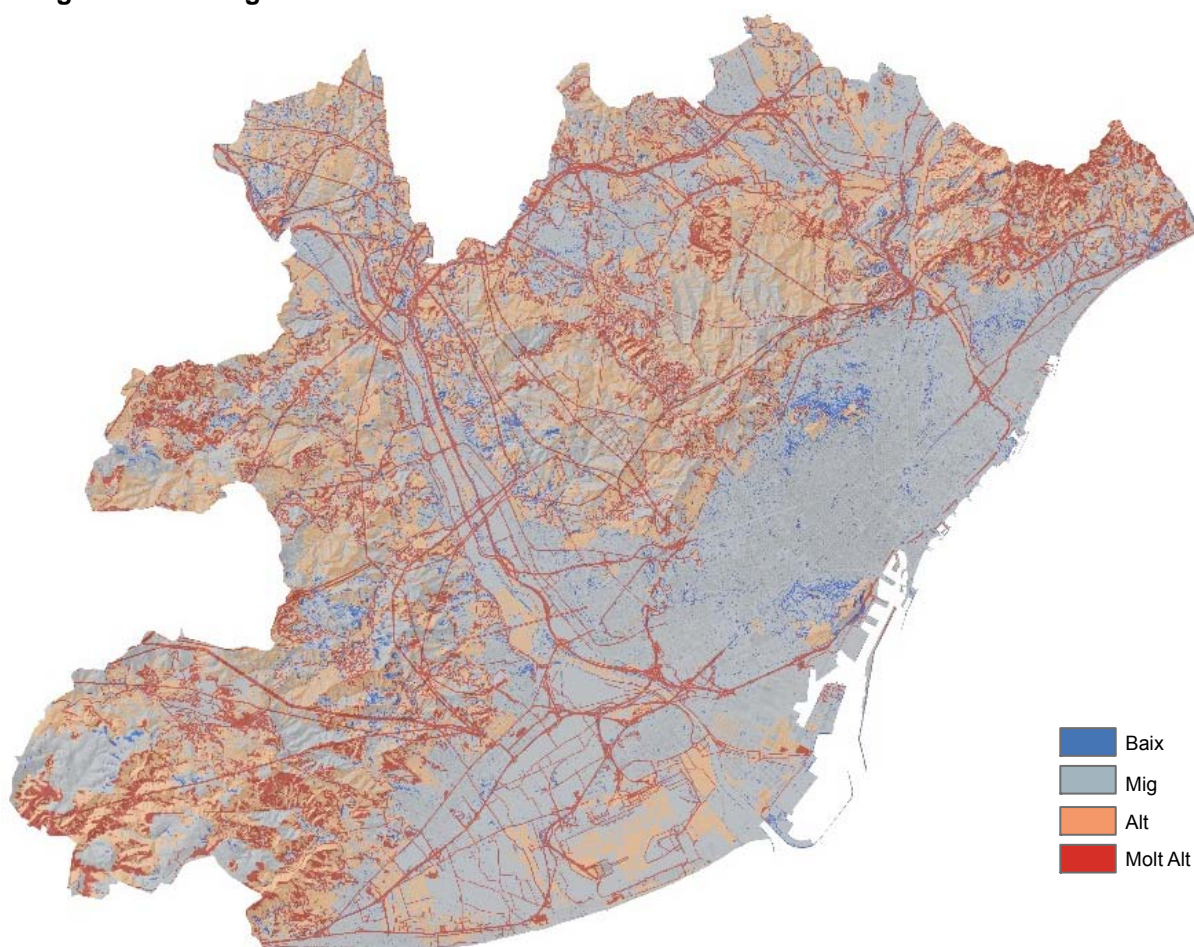


## 2.4.2. MODIFICACIÓ DEL PERILL D'IGNICIÓ CONSIDERANT EL CANVI CLIMÀTIC

A partir de la metodologia detallada anteriorment s'ha recalculat el perill d'ignició futur.

Tal i com es pot veure a la següent imatge, les zones que tenen un perill d'ignició continuen estant molt lligades a les principals vies de comunicació viàries i la xarxa elèctrica d'alta i sobretot a la vessant marina de la Serralada Litoral, a algunes parts de Collserola, com a la vessant barcelonina o la part central de central del parc (Les Planes i La Floresta).

**Imatge 41: Perill d'ignició amb canvi climàtic**



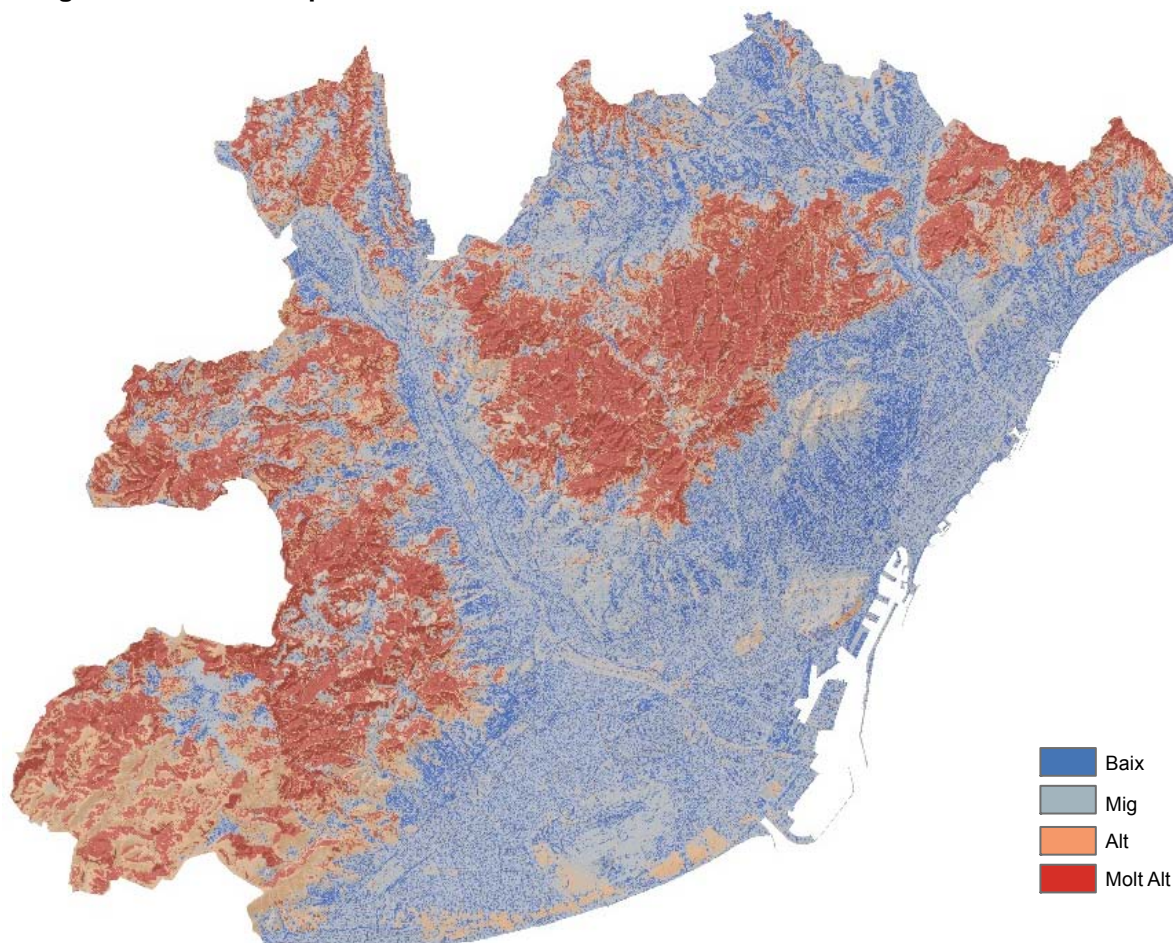
Font: Barcelona Regional

Respecte al perill d'ignició actual, el futur es veu un lleuger increment del perill, però poc rellevant. Les zones amb un major increment es situen a la vessant marina de la Serralada Litoral i a algunes zones interiors del Garraf.

### 2.4.3. MODIFICACIÓ DEL PERILL DE COMPORTAMENT – CONSIDERANT EL CANVI CLIMÀTIC

També s'ha recalculat el perill de comportament tenint en compte els possibles efectes del canvi climàtic. Tal i com es pot veure a següent imatge, les zones que tenen un perill de comportament més elevat continuen situant-se a la zona de Collserola, la Serralada de Marina i la zona forestal del Garraf i de les muntanyes d'Ordal.

Imatge 42: Perill de comportament amb canvi climàtic



Font: Barcelona Regional

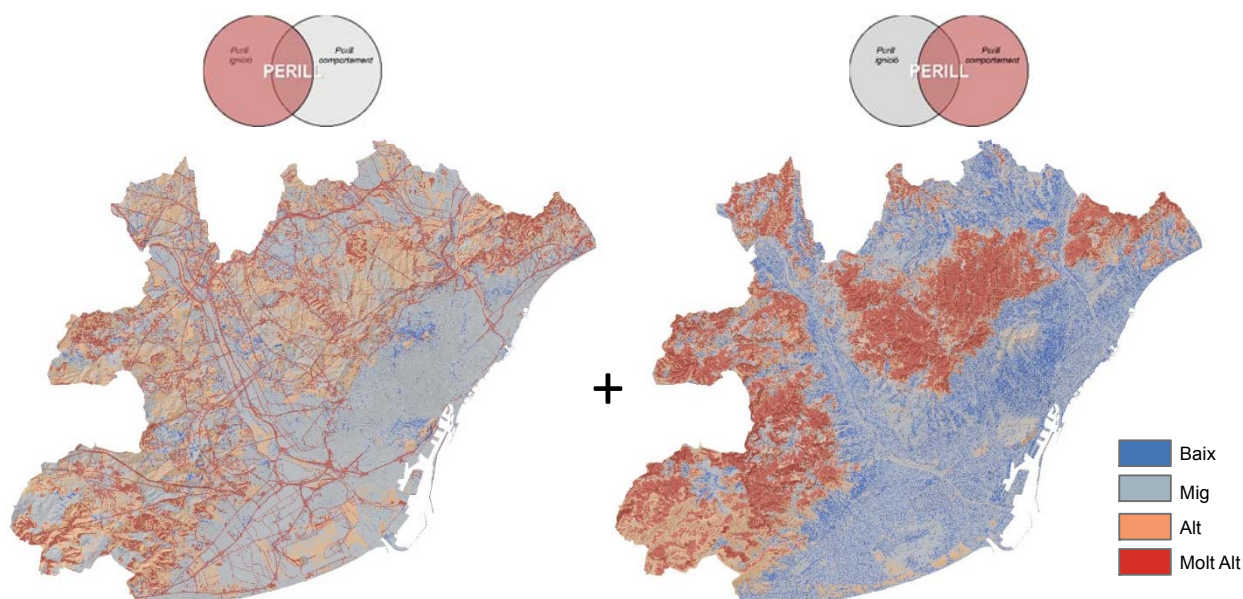
Com en el cas del perill d'ignició, l'increment de perill que suposa el canvi climàtic és poc rellevant, malgrat aquest perill s'accentua sobretot a la zona de Collserola i part de la zona forestal del Garraf.



## 2.4.4. MODIFICACIÓ DEL PERILL D'INCENDI FORESTAL CONSIDERANT EL CANVI CLIMÀTIC

A partir de la conjunció del mapa d'ignició futur i del mapa de comportament futur, s'obté una aproximació al mapa de perill d'incendi tenint en compte la variable de canvi climàtic.

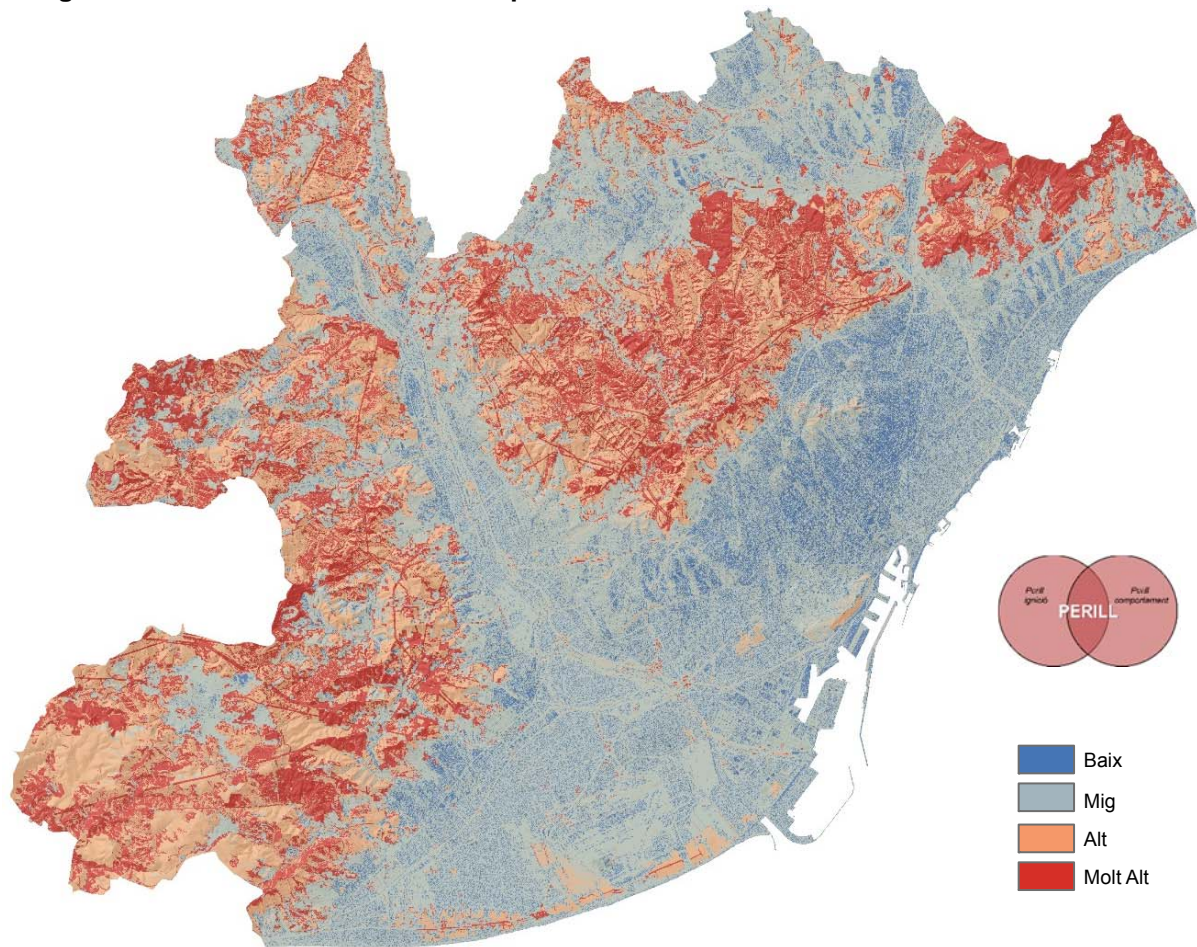
**Imatge 43: Metodologia per obtenir el mapa de perill d'incendi global futur, amb la component de canvi climàtic. Mapa de perill d'ignició (esquerra) i mapa de perill de comportament (dreta)**



Font: Barcelona Regional

El resultat final del perill d'incendis amb el canvi climàtic ens mostra un mapa força similar al perill d'incendi actual, però amb un petit increment generalitzat del perill. Malgrat s'aprecia que el perill augmentarà en el futur, es pot dir que els canvis no impliquen ni un canvi de zones de risc ni una concentració específica d'aquests canvis en relació al perill. Segons el resultat, la vegetació present a l'AMB tindrà un estrès hídric i de temperatura addicional, però en part la vegetació tindrà marge per "absorbir" aquesta incidència climàtica des del punt de vista del risc d'incendis.

Les zones amb major perill seran les associades a la serralada de Marina, a la vessant barcelonina de Collserola i a la vessant de Collserola propera a la vessant del Besòs. I de forma més puntual a les zones més forestals del Garraf i una part de les muntanyes de l'Ordal.

**Imatge 44: Perill d'incendi com a conseqüència del canvi climàtic**

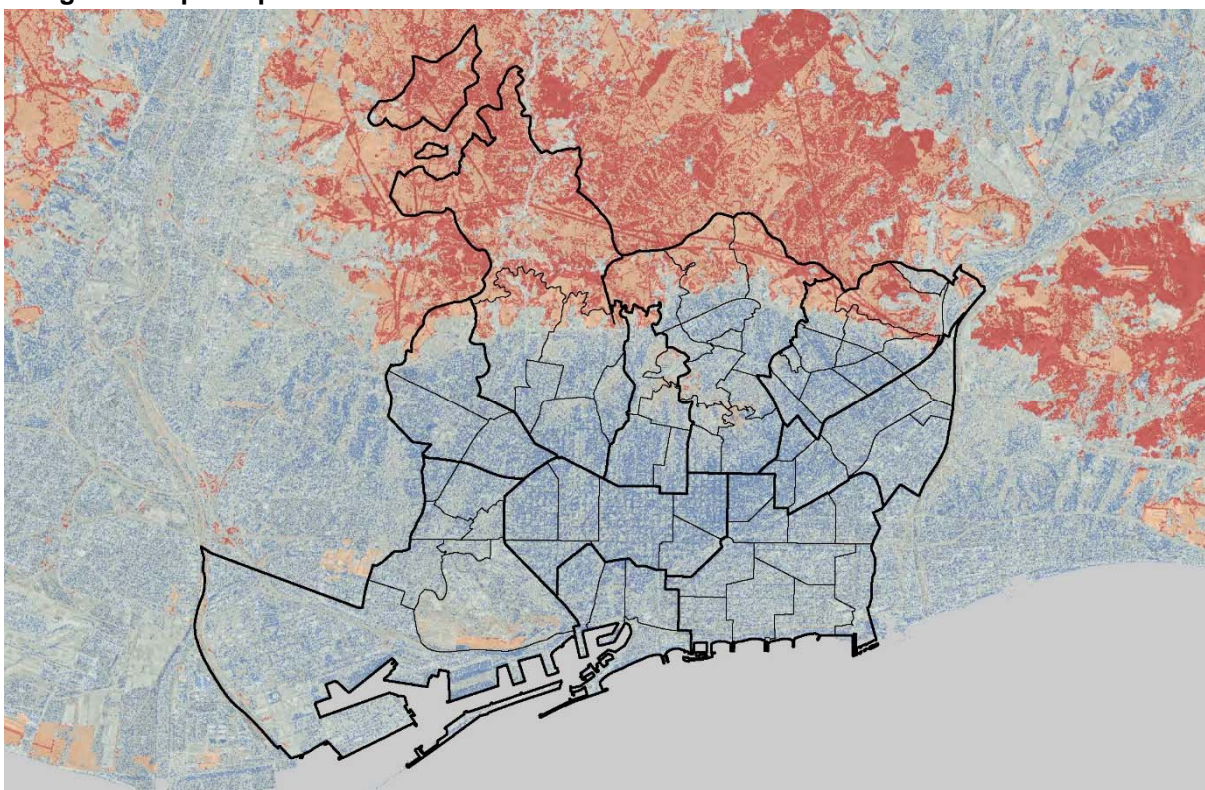
Font: Barcelona Regional

En el cas de Barcelona, es veu un increment generalitzat a tota la vessant barcelonina de Collserola. Els barris on es preveu que en un futur tinguin uns nivells de perill més elevats són els barris de Vallvidrera, el Tibidabo i les Planes, Sant Genís dels Agudells, Montbau, Horta, Canyelles i Torre Baró.

L'àmbit on es preveu un increment del perill més destacat és el barri de Vallvidrera, el Tibidabo i les Planes.



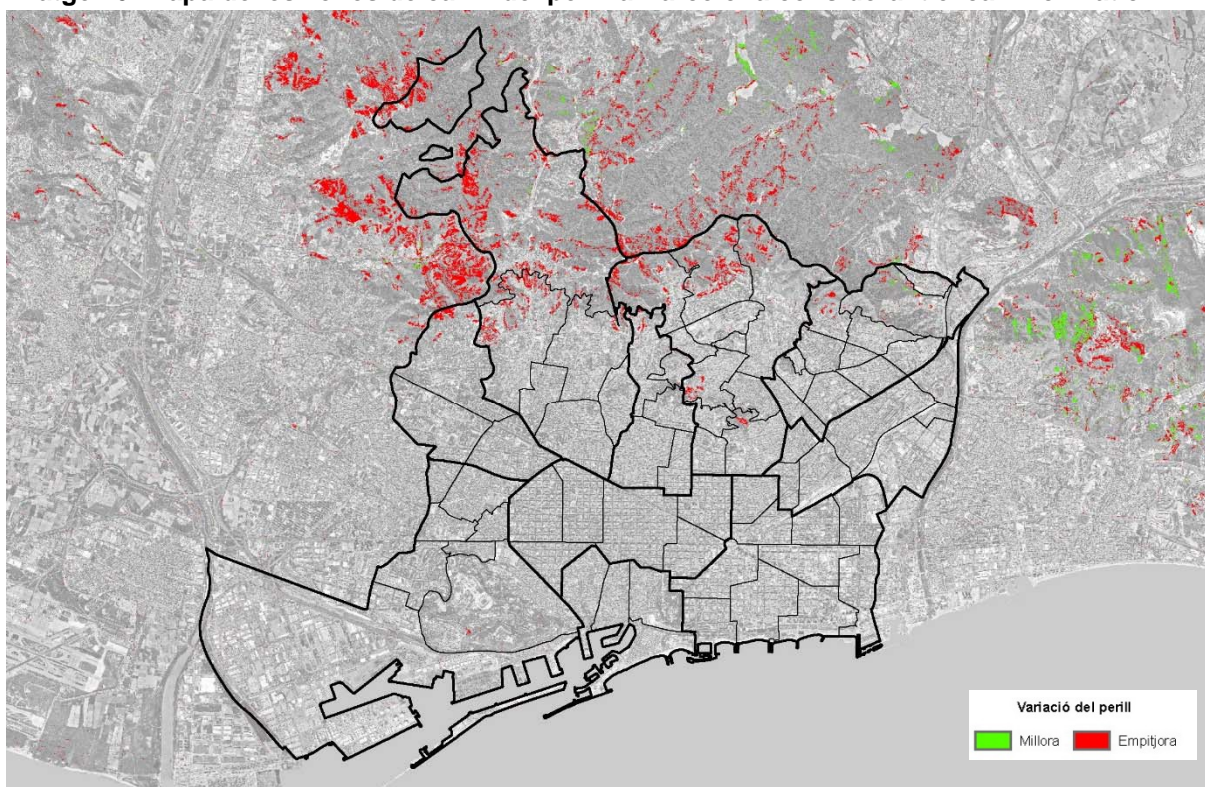
**Imatge 45: Mapa de perill a Barcelona considerant el canvi climàtic**



Font: Barcelona Regional

A continuació es mostren les zones on es produeixen millores o empitjoraments del perill d'incendi incorporant la variable del canvi climàtic.

**Imatge 46: Mapa de les zones de canvi del perill a Barcelona considerant el canvi climàtic**



Font: Barcelona Regional

Tal i com es veu a l'imatge anterior en el terme municipal de Barcelona, la gran major de canvis induïts pel canvi climàtic suposen un empitjorament de la situació de partida, és a dir un augment del perill degut a l'efecte de l'increment de temperatura i reducció de precipitació sobre la vegetació d'aquest àmbit.

Gran part de les zones amb un increment del perill d'incendi forestal es situen a la vessant litoral - oest de Collserola (districte de Sarrià – Sant Gervasi i els municipi de Sant Just Desvern, Sant Feliu de Llobregat i Molins de Rei).





### 3. CONCLUSIONS





El foc ha cremat ecosistemes durant centenars de milions d'anys, i ha ajudat així a donar forma a la distribució global dels mateixos i al manteniment de l'estructura i funció de les comunitats propenses als incendis. Al contrari del que podria semblar, la ràpida extinció dels incendis forestals ha generat càrregues i continuïtats de combustible en els boscos que, sota certes circumstàncies meteorològiques, es veuen afectats per un incendi forestal, són tècnicament impossibles d'extingir. Això és el que s'anomena la paradoxa de l'extinció.

Tal i com s'ha pogut veure en aquest capítol, en general el perill d'incendis als entorns mediterranis és força elevat en els mesos d'estiu, on coincideix l'època més càlida de l'any amb l'època menys plujosa, produint-se un notable dèficit hídric.

A més a més, el clima mediterrani de Catalunya encara és més extrem ja que al estar a sotavent de la circulació meteorològica que ve d'oest, fa que durant les estacions típicament humides del mediterrani, ens arribi menys pluja perquè les masses d'aire han descarregat una part important de la pluja al llarg del seu recorregut per la península ibèrica.

Al conjunt de la regió mediterrània la superfície total cremada ha disminuït des de 1985 i el nombre d'incendis ha disminuït de 2000 a 2009 (amb una gran variabilitat anual). Però els grans incendis forestals, desencadenats per fenòmens climàtics extrems, han provocat un rècord de zones cremades en alguns països mediterranis durant les últimes dècades.

Segons dades de l'Agència Europea de Medi Ambient, entre els països mediterranis europeus, Espanya i Portugal són on es produeixen un major nombre d'incendis i on aquests cremen més superfície.

Per analitzar el perill d'incendis a Barcelona, degut a que la seva superfície forestal és molt reduïda, s'ha optat per un anàlisi a nivell metropolità, ja que així també s'observarà la possible incidència amb les infraestructures metropolitanes que Barcelona necessita pel seu funcionament (veure *Capítol X – Risc sobre les infraestructures*).

Comparant l'Àrea Metropolitana de Barcelona amb Catalunya, es veu que la ràtio "nombre d'incendis" és més elevat a l'AMB, amb força diferència. Això indica una major pressió antròpica en l'entorn metropolità, respecte a la resta de Catalunya. Si s'analitza la superfície cremada, l'AMB continua sent superior, però la diferència amb la resta de Catalunya és menor. La principal explicació és que hi ha una major concentració de focus que poden iniciar el foc, però també és un territori on hi ha una ràpida actuació dels mitjans d'extinció i una elevada presència d'infraestructures viàries que permeten la ràpida arribada dels mitjans d'extinció i que alhora aquestes vies actuen com a tallafoc.

A nivell de reincidència, les zones metropolitanes que han tingut més vegades incendis són les que estan més properes la zona limítrof amb l'entorn urbà. Sobretot d'estaca la vessant marina de la Serralada de Marina (Santa Coloma de Gramenet i Badalona) i la vessant barcelonina de Collserola (sobretot els barris de Torre Baró, Canyelles i Horta).

A través de la metodologia utilitzada en aquest treball, basada en els treballs d'Emilio Chuvieco i Javier Salas, s'ha obtingut un mapa de perill incendi actual (integrant el perill d'ignició i el perill de comportament) on es constata que les zones amb un perill d'incendi més elevat es situen sobretot la zona la Serralada de Marina, a la zona de Collserola, sobretot per l'àmbit nord-est, i en menor mesura a algunes zones forestals del Garraf i de les muntanyes d'Ordal. Per contra, i com és lògic, les parts més planeres tenen un perill d'incendis baix.

Pel que fa a l'àmbit de Barcelona, les zones de major perill d'incendis forestals es concentren a la vessant barcelonina de Collserola, destacant especialment els barris de Vallvidrera, el Tibidabo i les Planes, Horta, Canyelles i Torre Baró.

Per altra banda també s'ha volgut analitzar el perill d'incendi futur tenint en compte la variable de canvi climàtic. Cal dir que és difícil poder diferenciar clarament els canvis associats al canvi global (canvi d'usos del sòl, creixement urbanístic enmig de les masses forestals, etc) del canvi climàtic. Segons dades del *Tercer informe sobre el canvi climàtic a Catalunya* es veu una tendència a que disminueixin el nombre d'incendis forestals i l'àrea cremada anualment, cosa que es justificava per la millora de la prevenció i la gestió del risc.

Amb l'objectiu de discriminar la influència dels factors climàtics de tota la resta (com ara la prevenció o l'extinció), l'anàlisi realitzat en el *Tercer informe sobre el canvi climàtic a Catalunya* es va basar en un model de regressió multilíneal (MLR) en funció de la precipitació i la temperatura. Els resultats van permetre descobrir que la tendència actual expressada en escala logarítmica i obtinguda com la mitjana de mil simulacions és de  $-0,042$  incendis/any, però que hauria estat de  $+0,016$  incendis/any a conseqüència del forçament climàtic. En el cas de l'àrea cremada, en comptes de ser de  $-0,049$  ha/any hauria estat de  $-0,013$  ha/any. El fet que la tendència de la superfície cremada també sigui lleugerament negativa quan només es considera l'efecte climàtic implica que una inflamabilitat més gran del combustible queda compensada per un canvi en l'estructura (com és el cas de la matèria fina morta).

Aquesta diferència revela la importància de les tasques d'extinció i de prevenció d'incendis, la millora de les quals ha comportat passar d'una tendència positiva associada al canvi climàtic a una tendència negativa pel que fa al nombre anual d'incendis.

La possible evolució futura sota un escenari de canvi climàtic, establiria un augment del nombre d'incendis que, per contra, no es detecta en el cas de l'extensió de l'àrea cremada; suposant, en ambdós casos, que les mesures de prevenció i de gestió de l'emergència no canviïn.

En aquest capítol s'ha realitzat també un mapa del perill futur mitjançant una aproximació amb metodologia pròpia, on s'ha volgut incloure la component de canvi climàtic. L'escenari climàtic emprat ha estat l'escenari passiu (RCP8.5) i a final de segle.

El perill d'incendis futur, considerant la variable de canvi climàtic ens mostra una situació similar al perill d'incendi actual, però amb un petit increment generalitzat del perill. Els canvis no impliquen ni un canvi de zones de risc ni una concentració específica d'aquests canvis en el perill.

Les zones amb major perill seran les associades a la serralada de Marina, a la vessant barcelonina de Collserola i a la vessant de Collserola propera a la vessant del Besòs. I de forma més puntual a les zones més forestal del Garraf i a part de les muntanyes de l'Ordal.

En el cas concret de Barcelona, es veu un increment generalitzat a tota la vessant de Collserola. Els barris on es preveu que en un futur tinguin uns nivells de perill més elevats són els barris de Vallvidrera, el Tibidabo i les Planes, Sant Genís dels Agudells, Montbau, Horta, Canyelles i Torre Baró.

L'àmbit on es preveu que hi haurà un increment del perill d'incendi més destacat és en el barri de Vallvidrera, el Tibidabo i les Planes.





## 4. RECOMANACIONS





## Serveis de planificació i extinció dels incendis

El coneixement del perill d'incendis és un element bàsic en la planificació i gestió d'aquest element intrínsec a l'entorn mediterrani i en la gestió de l'emergència. Cal conèixer els factors que condicionen el perill i la variació d'aquest en funció de paràmetres més estables per així plantejar actuacions estructurals que en redueixin l'afecció que pot tenir sobre el territori a llarg termini.

És per això que és important disposar de sistemes integrats de gestió del perill, que es puguin concentrar en les zones on s'ha detectat que tenen un perill d'incendis actual elevat.

En el cas de Barcelona, on el perill es concentra a la vessant de Collserola, cal continuar amb els serveis de prevenció i extinció que fins ara han actuat, amb especial atenció a les zones destacades en aquest capítol.

Tenir molt en compte en la planificació i implantació dels mitjans d'extinció el límit urbà-forestal dels barris de muntanya de la ciutat.

## Estructures forestals planificades

Disposar d'estructures forestals planificades que no permetin el desenvolupament del comportament del foc fins a límits inadmissibles (fora de capacitat d'extinció) es postula com la màxima per afrontar els reptes i riscos dels grans i destructius incendis forestals.

Treballar per l'augment de la gestió forestal sostenible dels boscos de Collserola. En un entorn metropolità com el barceloní, malauradament s'ha anat reduint el sector silvícola com un sector econòmic estable i actiu. Aquest fet, unit a que la major part dels boscos són privats i amb manca de gestió forestal, propicien que els boscos del Parc Natural de Collserola continguin força biomassa acumulada (igual que gran part de les muntanyes metropolitanes) per un procés rellevant d'aforestació.

En aquest sentit caldria promoure i vetllar per la gestió forestal sostenible finalitats amb els següents objectius:

- Reduir la biomassa disponible als boscos per reduir el perill d'incendi i evitar l'estress hídric de la vegetació
- Buscar una sortida econòmica als subproductes de l'explotació forestal, fent especial èmfasi en els recursos energètics.
- Augmentar la gestió forestal per millorar que les masses forestals puguin ser veritables embornals de CO<sub>2</sub>
- Augmentar la biodiversitat
- Tenir boscos més madurs i amb una distribució de cohorts diversa
- Augmentar la resiliència dels boscos als possibles efectes del canvi climàtic, dels incendis, dels efectes per clima extrem, efectes per possibles plagues, etc
- Evitar l'acumulació de combustible o la implantació d'espècies molt inflamàbles en focus amb gran perill d'ignició.

## **Augmentar el coneixement de la possible incidència del canvi climàtic sobre el perill d'incendi.**

- Incrementar el coneixement dels efectes del canvi climàtic sobre els sistemes naturals del municipi i la seva incidència amb el perill d'incendi.
- Realitzar un seguiment de l'evolució ecològica de les parcel·les de les principals comunitats naturals (prats d'albellatge, brolles, garrigues, màquies, alzinars, alzinars amb roures i pinedes de pi blanc i pi pinyer) dels dos vessants de la serra de Collserola al llarg dels anys.
- Aprofundir en el coneixement de l'evolució de la idoneïtat dels alzinars i de les pinedes de pi blanc en funció de les variacions climàtiques i microclimàtiques.
- Avaluar la resposta a les pertorbacions produïdes per incendis, incendis controlats, punts d'ignició, tallades arreu i aclarides selectives de les principals comunitats naturals a través de parcel·les de seguiment en els vessants nord i sud de la serra de Collserola. En funció dels resultats obtinguts, reavaluar l'aproximació al mapa de perill futur i realitzar actuacions controlades (reducció de densitats, substitució progressiva de comunitats vegetals, etc.) per reduir el perill d'incendi de les zones més crítiques

## 5. BIBLIOGRAFIA







- Chuvieco, Emilio i Salas, Javier (1992). Departament de Geografia, Universidad de Alcalà de Henaras. “¿Donde arderá el bosque? Previsión de incendios forestales mediante un SIG”. Presentat al congrés de la EASIGYT.
- ÀREA METROPOLITANA DE BARCELONA, SERVEI METEOROLÒGIC DE CATALUNYA I BARCELONA REGIONAL (2016). Escenaris climàtics regionalitzats a l'Àrea Metropolitana de Barcelona.(Projecte ESAMB)
- Chuvieco, Emilio, Martínez, Susana, Román, María Victoria, et al. *Integration of ecological and socio-economic factors to assess global vulnerability to wildfire*
- Banqué, M., Cusó, M., Martínez-Vilalta, J., Vayreda, J. (2016). *Avaluació i cartografia dels serveis ecosistèmics dels boscos de Catalunya. Oficina Catalana del Canvi Climàtic. CREAF.*
- Ninyerola, M., Pons, X., Roure, J.M. (2007). *Atlas climàtic digital de la península ibèrica i idoneïtat d'espècies arbòries: Anàlisi dels efectes d'un possible canvi climàtic. Atzavara 15.*
- Peñuelas, J., Filella, i Sabaté, S. I Gracia, C. (2005). *Sistemas naturales: ecosistemas terrestres. En Llebot J. E., Queralt, A. I Rodó, J. (ed). Informe sobre el canvi climàtic a Catalunya. Institut d'Estudis Catalans. Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya: 517-553.*
- Sabaté, S. (2011). *Els efectes del canvi climàtic sobre els boscos i la producció forestal. Seminari: “Boscos i Canvi Climàtic a Catalunya: recomanacions per a la gestió i conservació dels recursos forestals. Solsona 15-16 de desembre de 2011”.*
- Generalitat de Catalunya i Institut d'Estudis Catalans. *Tercer informe sobre el canvi climàtic a Catalunya. 2016.*
- Generalitat de Catalunya i Institut d'Estudis Catalans. *Segon informe sobre el canvi climàtic a Catalunya. 2010.*



## 6. ANNEXOS







## Mapes

1. Situació actual: Perill d'ignició
2. Situació actual: Perill de comportament
3. Situació actual: Perill incendi forestal total (ignició + comportament)
4. Perill d'incendi forestal futur tenint en compte el canvi climàtic
5. Variació del perill d'incendi forestal amb el canvi climàtic







