


## COOPEREM

# Cooperació operativa d'emergències i prevenció d'incendis

EFA169/16/COOPEREM

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
| <b>Títol Lliurable</b>   |  | <b>Versió</b>  |  |
| <b>E 5. Estudi de vulnerabilitat transfronterer de les zones habitades dels municipis de la Jonquera i el Pertús</b> |  | <b>CAT</b>   |  |
| <b>Data d'entrega d'aquesta versió</b>   |  | <b>Estat</b>   |  |
| <b>26/03/2020</b>  |  | <input type="checkbox"/> Esborrany <input type="checkbox"/> En revisió |  |
|  |  | <input checked="" type="checkbox"/> Definitiu                          |  |
| <b>Soci coordinador del lliurable</b>  |  | <b>Autors</b>  |  |
|  <b>Diputació de Girona</b>       |  | <b>Ramon Noguer Feixas. Direcció i redacció</b>                        |  |
|  |  | <b>Isabel Riera Duran. Redacció</b>                                    |  |

**Interreg**  
POCTEFA  
COOPEREM



Projecte cofinançat pel Fons Europeu de Desenvolupament  
Regional

## Índex de continguts

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 1.     | Introducció.....   | 1  |
| 2.     | Metodologia.....   | 3  |
| 3.     | Normativa existent.....  | 7  |
| 3.1.   | Normativa aplicable a la vessant sud .....   | 7  |
| 3.2.   | Normativa aplicable a la vessant nord.....   | 9  |
| 3.3.   | Discussió sobre l'aplicació de la normativa.....   | 10 |
| 3.3.1. | En el Cas Català.....  | 10 |
| 3.3.2. | En el cas francès.....   | 11 |
| 4.     | Anàlisi i modelatge dels incendis tipus potencials a la província de Girona i al Departament dels Pirineus Orientals .....                   | 13 |
| 4.1.   | Contextualització dels incendis forestals a Catalunya.....   | 13 |
| 4.2.   | Contextualització dels incendis forestals al Departament dels <i>Pyénées-Orientales</i> ..   | 23 |
| 5.     | Diagnosi de la situació de risc actual per als municipis de la Jonquera i del Pertús .....   | 31 |
| 6.     | Diagnosi de la situació de vulnerabilitat actual per a les zones d'interfase urbana-forestal dels municipis de la Jonquera i el Pertús ..... | 35 |
| 6.1.   | Factors analitzats .....   | 37 |
| 6.1.1. | Avaluació de l'entorn .....  | 37 |
| 6.1.2. | Vegetació a les proximitats .....  | 39 |
| 6.1.3. | Vulnerabilitat dels elements constructius.....   | 41 |
| 6.1.4. | Vulnerabilitat subjectiva .....  | 44 |
| 6.1.5. | Recull dels factors utilitzats per a l'anàlisi.....  | 44 |
| 7.     | Disseny de la franja perimetral de protecció/prevenió.....   | 47 |
| 7.1.   | Factors implicats.....   | 51 |
| 7.1.1. | Models de classificació de la vegetació.....   | 51 |
| 7.1.2. | Comportament del foc .....   | 54 |
| 7.2.   | Característiques de les edificacions.....  | 57 |
| 8.     | Càlcul de l'amplada mínima de franja necessària.....   | 61 |
| 9.     | Aplicació de la metodologia als municipis de la Jonquera i el Pertús .....   | 70 |
| 10.    | Funcionament de l'eina "Calculadora de franges v1Beta" .....   | 73 |
| 11.    | Resultats i conclusions.....   | 77 |
| 12.    | Recursos consultats .....  | 83 |
| 12.1.  | Bibliografia .....   | 83 |

|       |                  |    |
|-------|------------------|----|
| 12.2. | Webgrafia.....   | 85 |
| 12.3. | Cartografia..... | 86 |
| 13.   | Acrònims.....    | 88 |

## Índex de taules

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| Taula 1.  | Classificació dels incendis segons el patró de propagació i els seus factors determinants   | 16 |
| Taula 2.  | Caracterització dels incendis tipus amb potencial afectació a la província de Girona ...  | 17 |
| Taula 3.  | Perímetres de Protecció Prioritària de la Província de Girona .....   | 18 |
| Taula 4.  | Perill bàsic d'incendi forestal (Superfície i percentatge) .....  | 20 |
| Taula 5.  | Dades generals dels incendis en el període 1968 - 2014.....   | 21 |
| Taula 6.  | Situacions sinòptiques de risc potencial d'incendi al PPP l'Albera.....   | 22 |
| Taula 7.  | Incendis forestals rellevants al Departament (Període 1974 – 2015). Font: <i>PDPFCI Des Pyrénées-Orientales 2016 – 2022</i> ..... | 25 |
| Taula 8.  | Incendis de més de 50 hectàrees del període 2006-2015. Font: <i>PDPFCI Des Pyrénées-Orientales 2016 – 2022</i> .....              | 29 |
| Taula 9.  | Perillositat dels models de combustible .....   | 40 |
| Taula 10. | Distància entre la vegetació i l'edificació. Obtenció del nivell de risc per a l'edificació. Font: Gallardo, 2014 .....           | 42 |
| Taula 11. | Mesures de prevenció d'incendis segons el risc de les edificacions.....   | 43 |
| Taula 12. | Perillositat dels models de combustible.....  | 54 |
| Taula 13. | Paràmetres per a l'obtenció del nivell de risc per a l'edificació. Font: Gallardo, 2014. 59                                       |    |
| Taula 14. | Mesures de prevenció d'incendis segons el risc de les edificacions. Font: Gallardo, 2014 .....                                    | 60 |

## Índex de figures

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| Figura 1. | Gràfic de l'evolució del número d'incendis i superfície cremada a Catalunya (1986 – 2019). Font: SPIF, Generalitat de Catalunya ..... | 14 |
| Figura 2. | Mapa de l'Índex de perill de les Zones Homogènies de Règim de la província de Girona .....  | 15 |
| Figura 3. | Mapes de distribució potencial dels incendis tipus amb afectació a la província de Girona .....                                       | 17 |
| Figura 4. | Mapa dels perímetres de Protecció Prioritària de la Província de Girona .....   | 18 |
| Figura 5. | Mapa de perill bàsic d'incendi forestal de la província de Girona .....   | 20 |
| Figura 6. | Gràfic de l'afectació dels incendis forestals al PPP (1986-2019) .....  | 21 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 7. Nombre anual d'incendis forestals al Departament dels Pirineus Orientals. Font: PDPFCI Des Pyrénées-Orientales 2016 – 2022 .....                  | 24 |
| Figura 8. Gràfic de superfície anual dels incendis forestals al Departament dels Pirineus Orientals. Font: PDPFCI Des Pyrénées-Orientales 2016 – 2022 ..... | 25 |
| Figura 9. Mapa del número d'incendis forestals per municipi d'inici. Període 1974-2014. Font: PDPFCI Des Pyrénées-Orientales 2016 – 2022 .....              | 26 |
| Figura 10. Distribució geogràfica des incendis forestals en el període 1944 a 2015. Font: PDPFCI Des Pyrénées-Orientales 2016 – 2022 .....                  | 27 |
| Figura 11. Gràfic de la distribució del nombre i superfícies dels incendis per classe de superfície. Font: PDPFCI Des Pyrénées-Orientales 2016 – 2022 ..... | 28 |
| Figura 12. Distribució mensual de les superfícies (esquerra) i nombre (dreta) d'incendis forestals. Font: PDPFCI Des Pyrénées-Orientales 2016 – 2022 .....  | 28 |
| Figura 13. Esquema de l'efecte Föhn .....   | 31 |
| Figura 14. Comparativa de treballs planificats vers treballs realitzats .....   | 33 |
| Figura 15. Classificació de la vegetació segons eFIREcom. Font: eFIREcom .....  | 40 |
| Figura 16. Estructura de la vegetació a les franges de protecció. Font: DDTM 66. Pyrénées-Orientales.....   | 48 |
| Figura 17. Estructura de la vegetació a l'entorn de les edificacions i vials. Font: <i>Guide du résident en forêt, interface forêt / habitat</i> .....      | 48 |
| Figura 18. El triangle del foc .....  | 51 |
| Figura 19. Imatges de comportament d'incendi i geometria de la flama obtinguda .....  | 56 |
| Figura 20. Esquema de franja a zona d'interfase. Font: Gallardo, 2014.....  | 58 |
| Figura 21. Esquema del càlcul de la distància euclidiana.....   | 62 |
| 62  |    |
| Figura 22. Vista general del càlcul de distàncies .....   | 62 |
| Figura 23. Exemple de la primera sortida del càlcul de distància menys L <sub>Fx4</sub> .....   | 63 |
| Figura 24. Esquema del doble càlcul de distància menys L <sub>Fx4</sub> i L <sub>Fx2</sub> .....  | 64 |
| Figura 25. Exemple 1 de la sortida del doble càlcul de distància menys L <sub>Fx4</sub> i L <sub>Fx2</sub> .....  | 65 |
| Figura 26. Exemple 2 de la sortida del doble càlcul de distància menys L <sub>Fx4</sub> i L <sub>Fx2</sub> .....  | 65 |
| Figura 27. Esquema de l'efecte vent sobre la geometria de la flama .....  | 68 |
| Figura 28. Esquema dels supòsits d'alineació del xoc Front - Franja.....  | 68 |
| Figura 29. Formulari de valoració de la vulnerabilitat .....  | 71 |
| Figura 30. Mapa d'ubicació del punt i representació gràfica dels resultats .....  | 72 |
| Figura 31. Càlcul de la radiació segons calculadora.....  | 72 |
| Figura 32. Imatge del formulari d'entrada de dades de la calculadora .....  | 73 |
| Figura 33. Desplegable dels models de combustible.....  | 73 |
| Figura 34. Desplegable de les humitats .....  | 74 |
| Figura 35. Desplegable de l'alineació del xoc.....  | 74 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 36. Desplegable de la densitat de capçades .....                                     | 74 |
| Figura 37. Entrada de tones de combustible sec.....   | 75 |
| Figura 38. Entrada distància matoll – primera branca.....                                   | 75 |
| Figura 39. Entrada del pendent mitjà .....  | 75 |
| Figura 40. Exemple de sortida de la “Calculadora de franges v1Beta” .....                   | 76 |
| Figura 41. Gràfic de dispersió dels resultats globals.....                                  | 77 |
| Figura 42. Gràfic de dispersió dels resultats del bloc “Entorn” .....                       | 78 |
| Figura 43. Gràfic dispersió dels resultats del bloc Vegetació .....                         | 78 |
| Figura 44. Gràfic de dispersió dels resultats del bloc “Construcció” .....                  | 79 |
| Figura 45. Gràfic de dispersió dels resultats objectius .....                               | 79 |
| Figura 46. Gràfic de dispersió de la comparació dels resultats Objectius i Subjectius ..... | 80 |

Aquest estudi de vulnerabilitat transfronterera de les zones habitades dels municipis de la Jonquera i el Pertús es redacta per encàrrec de la Diputació de Girona, en el marc del projecte europeu POCTEFA – COOPEREM.

L'any 2015 la Comissió Europea aprovà el Programa INTERREG V-A POCTEFA 2014-2020 (Programa operatiu de cooperació territorial Espanya – França – Andorra), en què es preveu suport amb finançament del fons FEDER (Fons Europeu de Desenvolupament Regional) pels projectes escollits.

El 2018 la candidatura del projecte COOPEREM (Cooperació Operativa d'Emergències i Prevenció d'Incendis) va resultar programat i, en conseqüència, se li va atorgar el finançament FEDER de l'esmentat programa.

El projecte preveu actuar en 3 àmbits: la millora de la capacitat de coordinació operativa i d'intervenció conjunta dels serveis d'extinció (acció 3), la millora dels sistemes d'informació sobre prevenció d'incendis i del seu intercanvi transfronterer (acció 4), i el reforç de les mesures de prevenció en l'àmbit transfronterer de la Jonquera - El Pertús (acció 5).

L'acció 5, liderada per la Diputació de Girona, preveu la realització d'una activitat consistent en un estudi de vulnerabilitat transfronterera de les zones habitades dels municipis de la Jonquera i el Pertús, que inclou un diagnòstic de la situació de risc actual, una anàlisi dels incendis potencials i una proposició de mesures complementàries de prevenció apropiades per fer front als riscos detectats.

**Interreg**  
POCTEFA  
COOPEREM



Projecte cofinançat pel Fons Europeu de Desenvolupament  
Regional



## 1. Introducció

En les darreres dècades s'ha fet paleses importants variacions en el comportament dels incendis forestals arreu del territori, aquests s'han vist modificats en funció de l'estructura del paisatge que hi tenien associada. En termes generals, l'abandonament dels camps de conreu, la important reducció de les activitats agroforestals i silvopastorals tradicionals, la disminució de la presència del foc de baixa i mitjana intensitat a l'ecosistema i l'èxode rural han estat els principals motius que han afavorit una major acumulació de combustible en superfície, accentuada a partir de mitjans del segle passat.

Les conseqüències principals que s'hi fan més patents són un augment en superfície i en volum de biomassa donant com a resultat un bosc continu i homogeni, baixa presència d'espais agraris que el fragmentin i una estructura forestal densa, amb continuïtat entre els estrats herbacis, arbustius i arboris que el converteixen en un espai extremadament vulnerable a patir incendis d'alta intensitat.

D'altra banda, la major presència d'infraestructures i construccions a aquests espais però desvinculats de la seva activitat, juntament amb un augment de la freqüentació com a espai d'oci, esdevenen focus de risc per a la massa forestal. Alhora aquests són elements que poden veure's afectats en cas d'incendi i que en la majoria de casos fan augmentar substancialment la complexitat de l'emergència i de la coordinació de l'operatiu per a afrontar-la.

Aquesta reducció de les activitats vinculades a l'aprofitament dels recursos forestals va afavorir que a partir de la dècada dels 80 comencessin a donar-se lloc els GIF (Grans Incendis Forestals) els quals es caracteritzen per afectar grans superfícies i per superar els mitjans d'extinció, sigui per intensitat o per velocitat de propagació.

La presència d'incendis d'aquestes característiques va propiciar el replantejament de si els mitjans i els recursos presents eren els adequats per la realitat forestal i, en conseqüència, que s'anessin modificant a mesura que també ho feia la dinàmica de comportament dels incendis. Hi hagué un reforç dels sistemes de prevenció i sobretot dels cossos d'extinció fent-los cada vegada més efectius i capaços de combatre i eliminar els incendis de baixa i mitjana intensitat. Aquesta tendència va tenir com a resultat l'eliminació de l'efecte del foc com a modelador del paisatge i com a agent de l'ecosistema i, per tant, va afavorir encara una major acumulació de combustible als espais forestals, augmentant així les possibilitats d'ocurrència de GIF.

Altrament, en els últims anys s'està vivint un gir substancial en la forma d'entendre els incendis forestals, s'està consolidant un canvi de paradigma per a donar resposta a la realitat actual. Aquest canvi està basat en l'estudi i comprensió del comportament dels incendis que poden ocórrer en funció de la zona i sota unes condicions meteorològiques concretes.

En aquest sentit, l'intens estudi que s'ha realitzat els darrers anys ha permès arribar a importants conclusions amb aplicacions pràctiques en l'àmbit de l'extinció i de la prevenció d'incendis.

Pel cas de l'extinció, permeten anticipar-se al moviment que podrà tenir l'incendi, definir prioritats d'actuació, establir una estratègia per a fer-hi front, han permès passar d'atacar l'incendi a gestionar-lo.

Pel que fa a l'objecte del present document, en termes de prevenció d'incendis s'ha definit un gran nombre de mesures per a reduir els efectes negatius que puguin tenir els incendis: mesures que permeten disminuir la probabilitat d'ignicions, reduir el risc que aquestes s'acabin desenvolupant donant lloc a incendis, disminuir la vulnerabilitat dels elements que es trobin en espais forestals, indicacions per a una gestió forestal adaptada a l'incendi esperat per evitar que superi la capacitat d'extinció, adequació de les infraestructures utilitzades pels mitjans de prevenció i extinció (punts d'aigua, vies de comunicació, punts de guaita, etc.), l'elaboració de normativa que regula les activitats i infraestructures que es desenvolupen als espais forestals, entre d'altres.

En aquest sentit, el fet que l'afectació dels incendis hagi anat evolucionant al llarg de les darreres dècades fa palesa la necessitat d'avaluar si les mesures de prevenció vigents continuen sent les adequades per fer front a la realitat actual. Concretament en aquest projecte s'avaluarà la vulnerabilitat de les edificacions presents a la zona d'interfase urbana-forestal i l'afectació que poden patir en funció dels materials i elements constructius, de la vegetació propera i de les característiques de l'incendi que les puguin afectar.

## 2. Metodologia

Per tal de valorar els factors que incideixen en el disseny de les franges de protecció per incendis forestals a les zones d'interfase, a Pagès, 2017<sup>1</sup> es proposa en primera instància una metodologia genèrica, un procés a seguir per tal d'avaluar l'escenari i identificar les alternatives existents per a la protecció de les ZIUF. S'hi identifiquen quatre fases:

1. - Catalogació del perill
2. - Catalogació de la vulnerabilitat de la IUF
3. - Avaluació d'alternatives (Protecció interior + Protecció exterior)
4. - Localització i dimensionament de les infraestructures

En primer lloc cal estudiar la casuística del territori en qüestió, analitzar el grau de perill a què aquest està exposat analitzant la recurrència i tipologies d'incendi que hi afecten. Així doncs, responent a aquesta fase s'ha analitzat l'efecte dels incendis al territori objecte d'estudi, inicialment a nivell de macro-escala, a la província de Girona i al Departament dels Pirineus Orientals i, seguidament i ja més al detall, a meso-escala, a l'entorn municipal dels termes de la Jonquera i del Pertús.

A una segona fase, per tal de respondre a la necessitat de catalogació i valoració de la vulnerabilitat de les zones d'IUF s'ha procedit a fer un recull dels factors que intervenen en el seu estudi, confeccionant una metodologia apta per a l'anàlisi.

S'ha avaluat quines accions de protecció són les més idònies per a la realitat de la zona d'estudi en funció dels resultats obtinguts en l'anàlisi de la vulnerabilitat.

Finalment s'ha fet una anàlisi dels factors que intervenen en el disseny i dimensionament de les infraestructures de prevenció, pel que fa al present estudi, a les franges de prevenció d'incendis que limiten les zones d'IUF, emmarcades en la protecció passiva.

Tot seguit es fa una enumeració detallada dels procediments que han format part del present estudi:

Identificació de la problemàtica. Concreció d'objectius.

Recull bibliogràfic. Revisió d'antecedents d'estudis sobre la temàtica. Informes i projectes realitzats en referència al comportament dels incendis forestals, a la creixent afectació de les zones d'interfase urbana-forestal, investigacions sobre els efectes de la calor sobre els materials i elements constructius, etc.

---

<sup>1</sup> PAGÈS, J. (2017). *Directrius per les franges de protecció contra incendis forestals en urbanitzacions*. Pau Costa Foundation

Documents de referència rellevants:

MEDI XXI GSA (2019). *Wildland urban interface index (WUIX). Càlcul del risc i disseny d'infraestructures defensives en la Interfície Urbana Forestal de la província de Girona*

PIQUE, M., CASTELLNOU, M., VALOR, T., PAGES, J., LARRANAGA, A., MIRALLES, M., CERVERA, T. (2011). *Integració del risc de grans incendis forestals (GIF) en la gestió forestal: Incendis tipus i vulnerabilitat de les estructures forestals al foc de capçades. Sèrie: Orientacions de gestió forestal sostenible per a Catalunya (ORGEST)*. Centre de la Propietat Forestal. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. Generalitat de Catalunya.

Reunions amb tècnics de la Diputació de Girona, Bombers, CERTEC, Secció de Boscos i Recursos Forestals i del Servei de Prevenció d'Incendis Forestals del DARPAM,...

Recull de la normativa que regula la matèria. Valoració de les possibles mancances i potencialitats, comparació entre la regulació vigent al Departament dels Pirineus Orientals i a la província de Girona.

Documents de referència rellevants:

MES APPLETON LUFF ADVOCATS (2018). *Estudi sobre normativa comparada en matèria de prevenció d'incendis. Propostes de millora*

Definició de la metodologia a adoptar pel desenvolupament del projecte.

Recull d'imatges d'incendis forestals. Anàlisi de vídeos i fotografies. Mesura de paràmetres per a definir la geometria i els efectes de les flames. Enviament al CERTEC per a la seva anàlisi.

Anàlisi dels incendis tipus potencials i de les circumstàncies que afecten al territori objecte d'estudi (Anàlisi macro-escala). Consulta dels documents de planificació de prevenció d'incendis, anàlisi de l'afectació, estadística i cartografia d'incendis històrics de la zona d'estudi, caracterització de les zones en referència als aspectes que condicionen el comportament i periodicitat dels incendis, recull de les condicions meteorològiques que afecten a la zona.

Documents de referència rellevants:

SERVICE ENVIRONNEMENT FORET ET SECURITE ROUTIERE. *Plan Départemental de Protection des Forêts Contre l'Incendie (PDPFCI) Des Pyrénées-Orientales 2016-2022*

FORESTAL CATALANA (2015). *Projecte d'infraestructures estratègiques de prevenció d'incendis del PPP-G1 "Massís de l'Albera" i zona annexa*

CANADIAN FOREST SERVICE (2003). *Project FireSmart. Protecting Your Community from Wildfire*

Diagnosi del risc als municipis de la Jonquera i el Pertús (Anàlisi de meso-escala). Consulta i elaboració de cartografia per a l'anàlisi del territori en referència als factors que influeixen al comportament dels incendis, consulta de documents tècnics relacionats amb l'estudi del risc a la zona.

Estudi de la vulnerabilitat de les zones d'interfase urbana-forestal (Anàlisi micro-escala). Anàlisi dels projectes realitzats per a la concreció de metodologies d'avaluació de la vulnerabilitat de les ZIUF. Anàlisi dels factors a valorar.

Documents de referència rellevants:

CENTRE TECNOLÒGIC FORESTAL DE CATALUNYA (2018). *eFIREcom. Efficient fire risk communication for resilient societies*

PAGÈS, J. (2017). *Directrius per les franges de protecció contra incendis forestals en urbanitzacions*. Pau Costa Foundation

GALTIÉ, JEAN-FRANÇOIS (2007). *Méthodologie pour le diagnostic, l'affichage et le traitement du risque d'incendie de forêt applicable dans le cadre des procédures d'élaboration des PPRIF*. Université de Toulouse

GALLARDO, C. (2014). *Propuesta de medidas y condiciones técnicas de prevención y seguridad en edificaciones con afectación por incendios forestales. Trabajo fin de máster*. Máster Fuego. Universitat de Lleida, Universidad de Córdoba, Universidad de León

Aplicació de la metodologia d'avaluació de la vulnerabilitat. Treball de camp per a la recollida d'informació i posterior avaluació de casos reals dels municipis de La Jonquera i El Pertús. Avaluació de la metodologia i dels resultats obtinguts.

Identificació dels factors implicats en la definició i disseny de la franja de protecció a les zones d'interfase. Recull i avaluació dels factors que determinen el comportament dels incendis i de les edificacions afectades per aquests com són la orografia (pendent i ubicació relativa), el combustible, el comportament del foc (longitud de flama, radiació, convecció, inclinació), les característiques de les edificacions (resistència dels materials, alçada del punt feble, elements sensibles).

Càlcul de l'amplada mínima de franja necessària. Disseny d'una metodologia que tingui en compte el comportament d'incendis esperat, el tipus de vegetació present, les característiques de les edificacions i la distància entre la vegetació i l'edificació. La finalitat és poder avaluar els requeriments previstos quant a l'amplada de franja necessària que permeti disposar d'unes adequades condicions de seguretat tan per l'edificació com pels mitjans d'extinció.

Per al càlcul de l'amplada mínima s'ha estudiat metodologies establertes en organismes que han treballat en la temàtica.

Documents de referència rellevants:

AUSTRALIAN STANDARD (2009). *Construction of buildings in bushfire-prone areas*

ARNALDOS VIGER, J.; NAVALÓN NONELL, X.; PASTOR FERRER, E.; PLANAS CUCHI, E.; ZARATE LÓPEZ, L. (2004). *Manual de ingeniería básica para la prevención y extinción de incendios forestales*. Institut d'Edicions de la Diputació de Barcelona. Ediciones Mundi-Prensa

ANDREWS, P. L. (2018). *The Rothermel surface fire spread model and associated developments: A comprehensive explanation*. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-371. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.

SCOTT, JOE H.; BURGAN, ROBERT E. (2005). *Standard fire behavior fuel models: a comprehensive set for use with Rothermel's surface fire spread model*. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-153. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.

Aplicació de la metodologia definida al punt anterior pels municipis de La Jonquera i El Pertús.

Elaboració de cartografia.

Anàlisi i interpretació dels resultats.

### 3. Normativa existent

En el marc del mateix programa Interreg Poctefa Cooperem, es va elaborar un estudi jurídic transfronterer per tal d'identificar i comparar els condicionants a Catalunya i França pel que fa a la normativa de prevenció d'incendis, fent èmfasi en els condicionants específics pel que fa la prevenció d'incendis a la interfase urbana-forestal. Aquest document és *l'Estudi sobre normativa comparada en matèria de prevenció d'incendis. Propostes de millora* (Mes Appleton Luff Advocats, 2018).

No obstant, tot seguit es fa un recull de la normativa rellevant en la temàtica a nivell estatal i regional.

#### 3.1. Normativa aplicable a la vessant sud

##### Legislació aplicable a tot el territori

###### Disposicions legislatives estatals

LLEI 43/2003, de 21 de novembre, de forests

###### Disposicions legislatives autonòmiques

DECRET 378/1986, de 18 de desembre, sobre establiment de plans de prevenció d'incendis en els espais naturals de protecció especial

LLEI 6/1988, de 30 de març, forestal de Catalunya

PLA INFOCAT (Pla de Protecció Civil d'Emergències per Incendis Forestals). Té l'origen a la Llei 4/1997, de 20 de maig, de protecció civil de Catalunya. Va ser aprovat l'any 1994 i se n'ha fet diverses actualitzacions i revisions, sent la última actualització de l'any 2012 i la darrera revisió de l'any 2014

LLEI 9/1995, de 27 de juliol, de regulació d'accés motoritzat al medi natural

DECRET 64/1995, de 7 de març, pel qual s'estableixen mesures de prevenció d'incendis forestals

DECRET 268/1996, de 23 de juliol, pel qual s'estableixen mesures de tallada periòdica i selectiva de vegetació en la zona d'influència de les línies aèries de conducció elèctrica per a la prevenció d'incendis forestals i la seguretat de les instal·lacions

LLEI 4/1997, de 20 de maig, de protecció civil de Catalunya

DECRET 130/1998, de 12 de maig, pel qual s'estableixen mesures de prevenció d'incendis forestals en les àrees d'influència de carreteres

DECRET 312/2006, de 25 de juliol, pel qual es regula la gestió del foc tècnic per part del personal dels serveis de prevenció i extinció d'incendis de la Generalitat de Catalunya

LLEI 20/2009, de 4 de desembre, de prevenció i control ambiental de les activitats

DECRET 30/2015, de 3 de març, pel qual s'aprova el catàleg d'activitats i centres obligats a adoptar mesures d'autoprotecció i es fixa el contingut d'aquestes mesures

#### **Legislació aplicable a les urbanitzacions i edificacions situades a terrenys forestals**

LLEI 5/2003, de 22 d'abril, de mesures de prevenció dels incendis forestals en les urbanitzacions, els nuclis de població, les edificacions i les instal·lacions situats en terrenys forestals

DECRET 123/2005, de 14 de juny, de mesures de prevenció dels incendis forestals en les urbanitzacions sense continuïtat immediata amb la trama urbana

#### **Legislació aplicable a les edificacions en matèria de prevenció i protecció d'incendis**

LLEI 3/2010, del 18 de febrer, de prevenció i seguretat en matèria d'incendis en establiments, activitats, infraestructures i edificis

Codi Tècnic de l'Edificació (CTE). Aprovat pel Reial Decret 314/2006, de 17 de març, i concretament el Document Bàsic de Seguretat en cas d'Incendi (DB-SI)

Reglament de Seguretat contra Incendis en els Establiments Industrials (RSCIEI). Aprovat pel Reial Decret 2267/2004, de 3 de desembre, i posteriors correccions

ORDRE INT/322/2012, d'11 d'octubre, per la qual s'aproven les instruccions tècniques complementàries del Reglament de seguretat contra incendis en establiments industrials (RSCIEI)

ORDRE INT/323/2012, d'11 d'octubre, per la qual s'aproven les instruccions tècniques complementàries del Document Bàsic de Seguretat en cas d'Incendi (DB SI) del Codi Tècnic de l'Edificació (CTE)

ORDRE INT/324/2012, d'11 d'octubre, per la qual s'aproven les instruccions tècniques complementàries genèriques de prevenció i seguretat en matèria d'incendis en establiments, activitats, infraestructures i edificis

Reglament d'Instal·lacions de Protecció contra Incendis, aprovat pel Reial Decret 513/2017, de 22 de maig, on s'hi regulen les condicions d'instal·lació i manteniment de tots els equips i mitjans de seguretat contra incendis

#### **Regulació dels òrgans competents en la matèria**

LLEI 5/1994, de 4 de maig, de regulació dels serveis de prevenció i extinció d'incendis i de salvaments de Catalunya

LLEI 17/2003, de 4 de juliol, del Cos d'Agents Rurals (CAR)

DECRET 43/2017, de 2 de maig, de reestructuració del Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació



DECRET 1/2018, de 19 de maig, de creació, denominació i determinació de l'àmbit de competència dels departaments de l'Administració de la Generalitat de Catalunya

### 3.2. Normativa aplicable a la vessant nord

La funció legislativa a l'Estat francès, pel que fa a la normativa i regulació de les mesures a adoptar per a la prevenció i resposta front als incendis forestals, s'exerceix mitjançant les estructures centrals de l'Estat. Als Prefectes departamentals els recau la major part de responsabilitat quant a la implementació d'aquestes normes, juntament amb els municipis i autoritats locals les quals també han de respondre a les mesures de prevenció i resposta front als incendis. La legislació i reglamentació francesa en matèria d'incendis inclou una vessant informativa i una preventiva.

#### Disposicions legislatives estatals

LOI n°87-565 du 22 juillet 1987 relative à l'organisation de la sécurité civile, à la protection de la forêt contre l'incendie et à la prévention des risques majeurs (Trad.: Llei n°87-565, de 22 de juliol de 1987, relativa a l'organització de la seguretat civil, la protecció del bosc contra l'incendi i la prevenció de riscos majors)

LOI n° 95-101 du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement (Trad.: Llei n° 95-101, de 2 de febrer de 1995, relativa a l'enfortiment de la protecció del medi ambient)

LOI n° 2016-340 du 22 mars 2016 relative à la protection des forêts contre l'incendie (Trad.: Llei n° 2016-340, de 22 de març de 2016, relativa a la protecció dels boscos contra els incendis)

CODE forestier (Trad.: Codi forestal). Darrera modificació de l'1 de juliol del 2012

CODE de l'environnement (Trad.: Codi del medi ambient). Versió consolidada del 17 d'octubre del 2019

CODE général des collectivités territoriales (Trad.: Codi general de comunitats territorials). Versió consolidada del 22 de juny de 2018

**Vessant informativa:** es basa en la preparació de dos documents, a nivell departamental i municipal, que informen a la població

DOSSIER Départemental sur les Risques Majeurs (DDRM). (Trad.: Dossier Departamental de Grans Riscos)

DOCUMENT d'information communal sur les risques majeurs (DICRIM). (Trad.: Document d'Informació de Grans Perills Municipals)

**Vessant preventiva:** es tradueix en l'elaboració, sota l'autoritat del prefecte del departament, de dos documents de prevenció:

PLAN Départemental de Protection des Forêts Contre les Incendies (PDPFCI). (Trad.: Pla departamental de protecció contra incendis forestals).

PLAN de Prévention des Risques Incendie de Forêt (PPRIF). (Trad.: Pla de prevenció de riscos d'incendis forestals)

Pel que fa a la planificació, cal distingir dos tipus de documents:

PLAN d'Aménagement de la Forêt contre l'Incendie (PAFI). (Trad.: Pla de gestió forestal contra incendis). Orientat a la protecció forestal.

PLAN de Prévention des Risques d'incendie de Forêt (PPRIF). Orientat a la protecció urbanística.

### 3.3. Discussió sobre l'aplicació de la normativa

#### 3.3.1. En el Cas Català

El document que es fa referència al principi de l'apartat 3, *l'Estudi sobre normativa comparada en matèria de prevenció d'incendis. Propostes de millora* (Mes Appleton Luff Advocats, 2018) ja recull una sèrie de propostes de millora de caràcter general on, entre altres, es recomana:

“- Clarificació del cos jurídic en la matèria, procedint a la derogació de normes obsoletes que resten en vigor en no haver estat derogades. És el cas per exemple, a Catalunya, d'ordres departamentals i decrets que estableixen mesures excepcionals en períodes de condicions meteorològiques especialment adverses o amplien terminis per adoptar mesures de prevenció d'incendis en urbanitzacions, períodes que s'han exhaurit, com és el cas per exemple del Decret 46/1999, de 23 de febrer. D'altra banda, decrets en vigor mantenen remissions a normes reglamentàries derogades, com és el cas del Decret 241/1994, de 26 de juliol, sobre condicionants urbanístics i de protecció contra incendis en edificis, sense substituir-les per les normes que resulten aplicables.

- En la mateixa línia, refosa de mesures normatives disperses. No ajuda a l'eficàcia de la prevenció en les zones d'interfase urbana forestal el fet que diferents normes del mateix rang regulin els mateixos espais i situacions, com succeeix amb els decrets 64/1995, de 7 de març, i 123/2005, de 14 de juny.

- Analitzar l'oportunitat d'incloure en les normes de prevenció en matèria d'incendis forestals les mesures de protecció civil. L'especificitat del risc d'incendi forestal i l'eficàcia de la prevenció, justifica estudiar la millora de l'articulació d'ambdós regulacions sectorials.

- La millora de la regulació existent, amb la derogació expressa de normes obsoletes o derogades implícitament, o la refosa de disposicions disperses en diferents àmbits de regulació, ha d'anar acompanyada també d'una avaluació ex-post de les normes en vigor, tenint en compte l'absència d'avaluacions intermèdies durant la seva vigència, el que han impedit valorar l'adaptació de la regulació existent a la nova realitat en matèria d'incendis que cal afrontar amb polítiques adequades. ....”

Si es segueix l'evolució històrica de la normativa des dels primers decrets del 1986 fins les últimes modificacions del 2017 s'observa com la normativa ha anat concretant pas a pas certs

punts que en l'anterior havia quedat poc concís. Això ha generat una situació on es fa complex interpretar certs aspectes de la normativa que afecten aquest estudi.

Tanmateix les últimes modificacions del 2017 han afegit un element important, i és que fins ara els nuclis de població primigenis no eren objecte obligat per aquesta normativa. Aquesta mateixa modificació introdueix la possibilitat d'ampliar les franges de protecció a més de 25 metres en casos que es justifiqui amb un informe tècnic forestal. D'alguna manera, aquesta possibilitat d'ampliació dels 25 metres motiva una part d'aquest estudi on s'assajarà un mètode per establir tècnicament si cal aquesta ampliació per assolir la protecció desitjada.

En l'actual redactat de la Llei 5/2003 modificada el 31 de març de 2017, l'article 3b diu:

“ b) Mantenir el terreny de **totes** les parcel·les i zones verdes interiors a la franja de protecció en les mateixes condicions que s'estableixin per a les franges de protecció.”

On ara diu “**totes** les parcel·les interiors” abans deia “ les parcel·les no edificades”. I és que aquest petit matís també obra la porta a “forçar” les actuacions de prevenció d'incendis a les parcel·les construïdes. És en aquest àmbit on més es pot veure compromesa l'eficàcia dels treballs de la franja. Si les cases de l'interior estan voltades de vegetació que pot propagar l'incendi o tenen elements altament inflamables tocant l'estructura de l'edificació en la majoria de casos poden comprometre la seguretat i la integritat de la construcció, ja sigui per la seva proximitat o per estar per sobre la teulada. Aquesta ampliació de concepte però comporta un conflicte amb la jardineria. Potser caldria una norma de caire urbanístic que marqui certes restriccions, directrius o regles a complir en parcel·les interiors.

La normativa ja estableix quins mecanismes i procediments cal seguir per tal de fer complir aquestes condicions i quins en són els òrgans competents per inspeccionar i sancionar. El problema és si qui té les competències té plena capacitat i/o voluntat de fer-ho.

### 3.3.2. En el cas francès

A falta d'haver contrastat l'aplicació de la normativa a territori francès amb els gestors directes ens remetem a les recomanacions recollides al document abans esmentat.

“- L'anàlisi del risc d'incendi en els estudis d'impacte ambiental d'infraestructures no només ha de ser inicial sinó que cal anar actualitzant-lo de manera periòdica. Primer com a recordatori i en segon lloc per optimitzar la seva eficàcia, donat el fet que magnituds com el clima no són immutables sinó que presenten canvis i evolucions importants.

- Dotar de major pes a les mesures de prevenció d'incendis forestals en les normes urbanístiques i, en conseqüència, restringir els permisos de forma que es limitin determinats tipus d'urbanitzacions que són molt vulnerables al foc i suposen un risc per a la població i pels boscos.

- Promoure la creació d'una AECT (Agrupació Europea de Cooperació Transfronterera) entre les administracions afectades pel projecte que treballi en tasques conjuntes de prevenció i en

particular i pel que fa a l'objecte d'aquest estudi, en l'harmonització de les mesures de prevenció que s'apliquen a ambdós costats de la frontera en les zones d'interfase urbana forestal. A partir de les conclusions de l'anàlisi comparada, posar en marxa els procediments interns per instar les corresponents modificacions normatives, tenint també en compte consideracions anteriors d'aquest informe.

- Proposar que la Unió Europea, dins l'actualització de l'EFFIS, implanti un mètode europeu per la caracterització i cartografia de les zones d'interfase urbana forestal (IUF), proposant harmonitzar conceptes com la seva ubicació, característiques de la zona forestal que les envolta, xarxa viària, infraestructures per a la defensa contra incendis, per tal de poder reforçar l'eficàcia i dissenyar accions conjuntes de prevenció en espais transfronterers.

## 4. Anàlisi i modelatge dels incendis tipus potencials a la província de Girona i al Departament dels Pirineus Orientals

Fins a mitjans del segle XX, la quantitat d'incendis forestals i la superfície que se'n veia afectada es podia mantenir en uns límits raonables donats els mitjans d'extinció presents. No obstant això, els canvis en el paisatge i en l'estructura socioeconòmica, l'augment de les activitats de lleure desenvolupades a l'aire lliure i la creixent colonització dels espais forestals per part d'assentaments i d'infraestructures, més notoris a partir de la dècada dels anys 60, en feren augmentar la seva afectació i fer-la alhora més complexa. Aquests aspectes també en modificaren el comportament, augmentaren la vulnerabilitat d'aquests espais i, en conseqüència, feren replantejar la organització del sistema d'extinció per posar-se en dubte la seva efectivitat. La conseqüència fou un reforç dels sistemes de prevenció i sobretot dels cossos d'extinció d'incendis fent-los cada vegada més efectius i capaços de combatre i eliminar els incendis de baixa i mitjana intensitat. Aquesta tendència, però, tingué coma resultat l'eliminació de l'efecte del foc en quant que modelador del paisatge i com a agent de l'ecosistema i per tant afavorí encara una major acumulació de combustible als espais forestals.

El resultat fou que de forma més accentuada a partir de la dècada dels 80 es començaren a donar lloc amb una major recurrència els GIF, *Grans Incendis Forestals*, els quals es defineixen per manifestar "de forma sostinguda un comportament que, per velocitat de propagació o per intensitat de front, es situen fora de l'abast dels mitjans d'extinció"<sup>2</sup>. La controvèrsia que es planteja és que l'alta efectivitat dels mitjans d'extinció per a aturar els incendis quan aquests encara tenen una reduïda superfície es contrasta amb el fet que quan aquests ocorren en unes determinades condicions meteorològiques extremes i no es poden frenar en un primer moment s'acaben convertint en GIF. La conseqüència és que un nombre reduït d'incendis forestals ocorreguts són els responsables de la major part de la superfície cremada al territori.

### 4.1. Contextualització dels incendis forestals a Catalunya

A escala de Catalunya, tal com es mostra a la Figura 1, es pot comprovar l'evolució de la superfície i del nombre d'incendis registrats. Cal destacar els anys 1986 i 1994 i, en segon terme, el 1998, 2000, 2003 i 2012 en què la major part de la superfície afectada es va cremar en un nombre reduït d'incendis, el que demostra la creixent importància dels GIF.

Aquesta circumstància respon a la teoria plantejada per Minnich l'any 1983, l'anomenada paradoxa de l'extinció<sup>3</sup>, la qual constata que la millora en l'efectivitat dels cossos d'extinció suprimeix l'efecte dels incendis que ocorren en situacions meteorològiques acceptables i, en conseqüència, acaba tenint una repercussió negativa per afavorir que aquells que s'escapen de l'atac inicial i que ocorren en situacions meteorològiques més adverses es converteixen en GIF.

<sup>2</sup> INSTITUT DE SEGURETAT PÚBLICA DE CATALUNYA (DGPEIS. Departament d'Interior). 2007. GIF i la Paradoxa de l'extinció. Mollet del Vallès

<sup>3</sup> MINNICH, R.A. 1983. Fire mosaics in Southern California and Northern Baja California. Science, New Series, Vol. 219, No. 4590. Riverside, USA

En conseqüència, la seva creixent afectació ha provocat un constant replantejament de si els mitjans disponibles i la política seguida en prevenció i extinció eren els adequats per a la realitat del territori i de la necessitat d'un canvi de paradigma per donar resposta a la realitat canviant d'aquest fenomen.

Així mateix, s'ha pogut definir unes pautes comunes en el seu comportament en relació a l'estructura del paisatge present en cada moment històric, als mitjans d'extinció que hi feien front i a les adaptacions d'aquests i dels serveis de prevenció per a ajustar-se a les noves realitats. Aquests trets comuns han permès classificar-los segons "Generacions d'incendi"<sup>4</sup> les quals venen definides pels factors que fan superar la capacitat d'extinció dels mitjans, provocant que aquests incendis acabin esdevenint GIF, i per les mesures que es prenen per a corregir les mancances detectades. Actualment es poden definir fins a sis generacions.

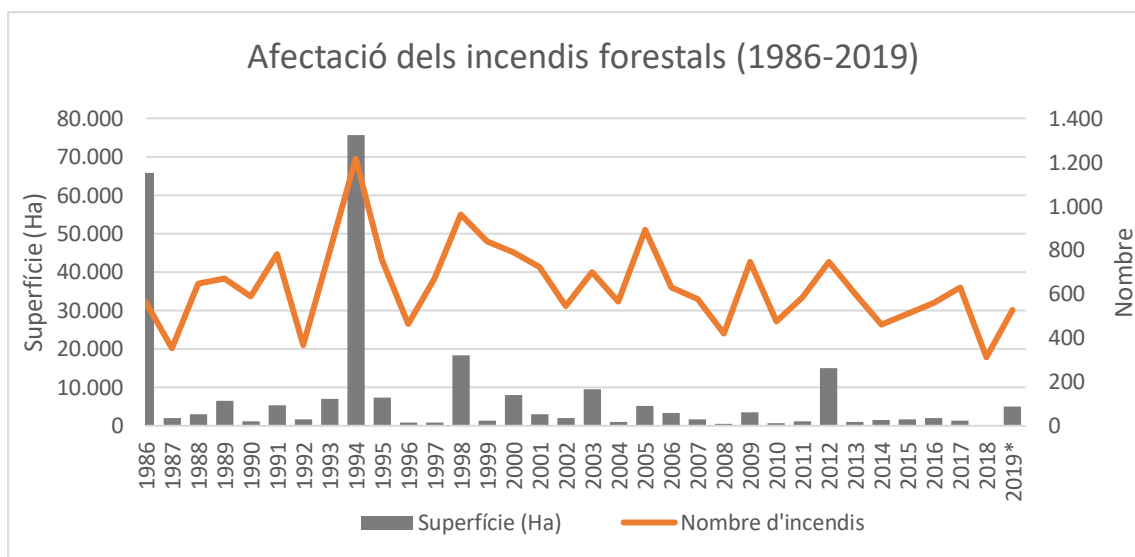


Figura 1. Gràfic de l'evolució del número d'incendis i superfície cremada a Catalunya (1986 – 2019). Font: SPIF, Generalitat de Catalunya

### Zones Homogènies de Règim

Les *Zones Homogènies de Règim* són zones que divideixen el territori català i que tenen unes característiques similars pel que fa a l'afectació dels incendis forestals.

Són sectors amb característiques semblants pel que fa a l'orografia, la unitat de relleu, el règim de vents generals i locals, la vegetació i els tipus i periodicitat dels incendis que permeten delimitar-los i conformar zones homogènies on la propagació dels incendis és semblant. Per a la seva anàlisi també s'hi va integrar el càlcul del període de rotació a fi de conèixer el temps que pot tardar cada zona homogènia en cremar-se totalment (*Règim Natural de Focs - NFR*<sup>5</sup>) i així, també poder-los atribuir un nivell de perill de patir GIF (Figura 2). Pel que fa a les ZHR de perill

<sup>4</sup> COSTA, P., et al.. 2011. La prevenció dels Grans Incendis Forestals adaptada a l'Incendi Tipus. Ed.: FireParadox Project, GRAF - Bombers de la Generalitat de Catalunya, EFI. Cerdanyola del Vallès

<sup>5</sup> *Règim Natural de Focs (NFR)*: "reflexa en una superfície amb situació sinòptica coneguda per a una zona homogènia de règim, el període de temps necessari per cremar tota la zona". Costa, P. et al., 2011

alt, el NFR oscil·la entre els 180 anys i els 718 i per les zones de perill molt alt entre els 26 i 113. En referència al municipi de la Jonquera es troba en la seva major part a la zona homogènia que conforma la Serra de l'Albera la qual té un valor de NFR de 49 anys, dels més elevats de Catalunya, en contraposició a l'extrem oest del terme, ja a una altra ZHR, el valor és de 180 anys.

Aquestes dades permeten conèixer detalladament l'afectació del fenomen, fer-ne les previsions pertinents i, en conseqüència, representa una eina molt important per tal de definir prioritats, per dimensionar adequadament les infraestructures de prevenció d'incendis necessàries i per avaluar amb més exactitud la situació en cas d'incendi.

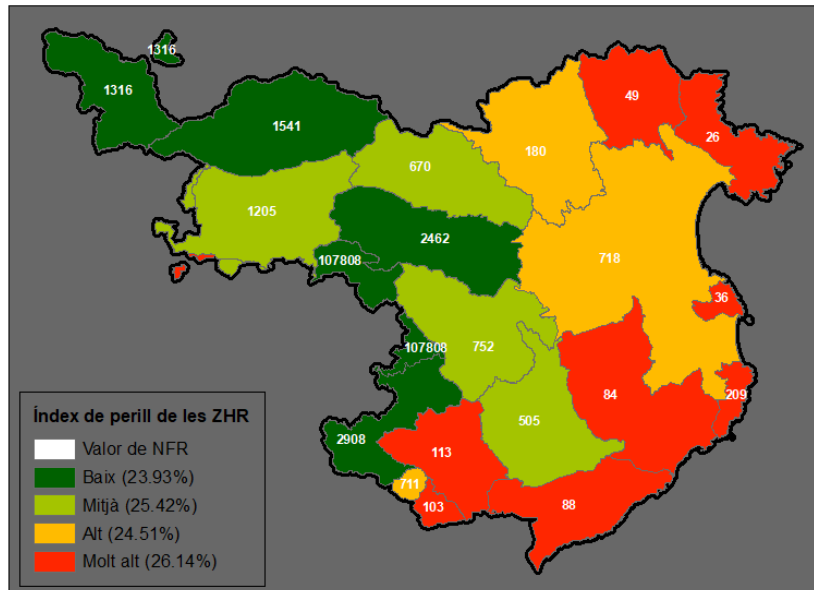


Figura 2. Mapa de l'Índex de perill de les Zones Homogènies de Règim de la província de Girona

A la província s'hi pot diferenciar un total de 20 ZHR que es troben de forma íntegra o parcial a terres gironines. Els índexs de perill atribuïts a cada una permeten simplificar la perillositat del territori pel que fa als grans incendis forestals. A la Figura 2 es pot veure com les ZHR de perill alt i molt alt representen aproximadament el 50% del territori i s'ubiquen principalment a la franja litoral i prelitoral englobant els principals massissos i unitats de paisatge d'aquesta zona com són, de nord a sud, l'Alta Garrotxa, l'Albera, el Cap de Creus, la plana de l'Empordà, el Montgrí, les Muntanyes de Begur, les Gavarres, l'Ardenya-Cadiretes i la vessant est de les Guilleries.

### Incendis Tipus

L'estudi dels incendis històrics permet observar que davant la mateixa topografia i meteorologia (situació sinòptica), el foc propaga seguint esquemes de propagació similars. A partir de l'estudi dels factors comuns d'aquests esquemes de propagació, es construeixen els *incendis tipus*.

Per arribar a determinar els incendis tipus com a esquemes de propagació comuns es parteix del factor dominant de l'incendi, és a dir, del patró de propagació. El concepte patró de propagació es refereix a l'element clau que permet esquematitzar la forma com l'incendi es mou en el relleu, aquest factor permet distingir tres classes d'incendis, Taula 1:

Taula 1. Classificació dels incendis segons el patró de propagació i els seus factors determinants

| CLASSIFICACIÓ DELS INCENDIS SEGONS EL PATRÓ DE PROPAGACIÓ | FACTORS DETERMINANTS  |
|---|---|
| INCENDIS TOPOGRÀFICS                                      | Vent topogràfic local, escalfament de combustibles i pendent              |
| INCENDIS DE VENT  | Direcció i força del vent i durada de període meteorològic que l'ocasiona |
| INCENDIS DE CONVECCIÓ                                     | Acumulació de combustible altament disponible                             |

La identificació dels incendis tipus i, per tant, de les característiques comunes del seu comportament, ha de permetre definir les actuacions de prevenció d'incendis que podran limitar-ne el potencial i facilitar-hi les tàctiques que s'hi hagi d'adoptar.

Convé destacar que l'anàlisi dels incendis històrics i la seva recurrència també permet el càlcul d'índexs com el de *Risc d'Incendi Tipus*, el qual permet identificar per a cada ZHR els tipus d'incendis més probables i les seves principals característiques. A la província els tipus d'incendi amb una alta probabilitat d'ocurrència a tot el territori són els del tipus topogràfic estàndard i, d'altra banda, pel que fa als tipus topogràfic litoral, vent a les planes, vent amb relleu, convecció estàndard i convecció amb vent els podem trobar en major mesura a les zones homogènies de risc *alt* i *molt alt* especificades a l'apartat anterior.

En base a l'anàlisi realitzada, a Piqué, M. et al.<sup>6</sup> es va crear una sèrie de mapes de distribució potencial dels incendis tipus que permeten identificar l'abast de cada tipologia. A la següent figura s'hi pot veure aquells tipus amb major probabilitat d'ocurrència al territori gironí. Aquests mapes pretenen ser una eina complementària a l'actual mapa de perill bàsic d'incendi mitjançant el qual es poden identificar les zones de gestió prioritària des del punt de vista de la prevenció d'incendis forestals. El mapa de risc d'incendi tipus, a més, té en compte la dificultat i les oportunitats d'extinció dels incendis tipus que puguin succeir a cadascuna de les ZHR.



<sup>6</sup> PIQUÉ, M. et al. 2011. *Integració del risc de grans incendis forestals (GIF) en la gestió forestal: Incendis tipus i vulnerabilitat de les estructures forestals al foc de capçades*



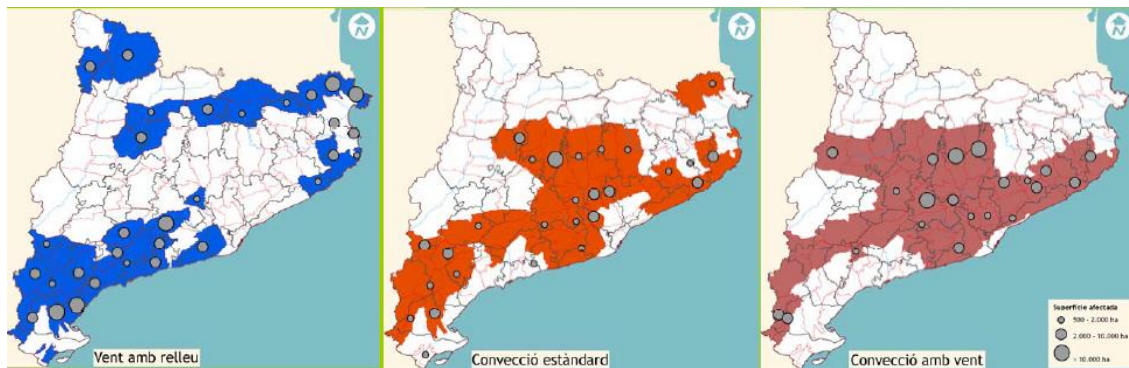


Figura 3. Mapes de distribució potencial dels incendis tipus amb afectació a la província de Girona

A la següent taula s’hi mostra les característiques principals dels incendis amb probabilitat d’ocurrència a la província.

Taula 2. Caracterització dels incendis tipus amb potencial afectació a la província de Girona

| Patró de propagació | Incendi tipus        | Factor característic                              | Esquema de propagació i estratègies i oportunitats de control  |
|---------------------|----------------------|---|--|
| Topogràfic          | Topogràfic estàndard | Vents topogràfics de vessant                      | Segueix durant el dia el màxim pendent i les vessants insolades. Forma dels perímetres segueix vessants i conques hidrogràfiques.<br>Punts crítics: barrancs, nusos de barrancs i el posicionament de la cua o flanc (amb potencial de nova carrera).  |
|                     | Topogràfic Litoral   | Brisa marina                                      | Segueix el màxim pendent i el gir de la brisa marina, definit i previsible. Obertura del flanc dominat per la marinada.  |
| Convecció           | Convecció estàndard  | Sense vent significatiu                           | Segueix la macro topografia i el vent.<br>Oportunitats: estrènyer el cap o tractaments per reduir la generació de focus secundaris.  |
|                     | Convecció amb vent   | Vent significatiu. Sobretot en situació de ponent | Comportament convectiu, el vent li afegeix velocitat de propagació (augmenta la distància de llançament de focus secundaris accelerant la propagació general de l’incendi). La columna i els focus secundaris seguiran la direcció del vent però el foc anirà cremant grans olles topogràfiques.       |
| Vent                | Vent amb relleu      | Zones amb relleu                                  | Segueix les crestes en serres alineades a la direcció del vent. En les serres perpendiculars apareixen contravents que augmenten el potencial de l’incendi. Oportunitats: al final de la divisòria d’aigües o quan aquesta canvia de direcció, a les bifurcacions, o on es manifestin els contravents. |
|                     | Vent a les planes    | Zones planes                                      | Segueix la direcció del vent i s’obre amb un angle de 30 a 60º segons la força del vent.   |

A banda dels incendis tipus descrits, mencionar que pel conjunt del territori de Catalunya també hi ha identificats els següents: Topogràfics (Topogràfic proper a les valls principals o estrets), Vent (Vent amb subsidència), Convecció (Convecció amb pirocúmul), Tempesta (Tempesta propera, Tempesta seca).

### Perímetres de Protecció Prioritària

Es tracta de la figura definida al Pla Infocat com a “zones amb un gran risc d'incendi forestal i amb una continuïtat de la massa forestal en la qual es poden produir GIF; els límits d'aquestes zones es corresponen amb grans infraestructures de la xarxa viària, a corredors no forestals ocupats per conreus, a nuclis de població, a la xarxa hidrogràfica, etc.”.

Aquesta zonificació permet elaborar una planificació a nivell de massís, que és l'escala idònia quan es tracta de definir infraestructures de prevenció per a fer front als Grans Incendis Forestals. Determina quins són els períodes amb un major risc d'incendi, fet que condicionarà les mesures a aplicar quant a prevenció d'incendis en funció de la zona i del grau de risc associat.

El Pla Infocat va definir un total de 34 perímetres a tot Catalunya, 6 dels quals es troben a la província de Girona de forma íntegra i un més de forma parcial (BG1 - Massís del Montseny).

La zona objecte d'estudi (el municipi de la Jonquera) està inclosa al PPP G1, Massís de l'Albera.

Taula 3. Perímetres de Protecció Prioritària de la Província de Girona

| DENOMINACIÓ | NOM                        | SUPERFÍCIE (HA)          |
|-------------|----------------------------|--------------------------|
| <b>G1</b>   | Massís de l'Albera         | 24.804                   |
| <b>G2</b>   | Cap de Creus               | 14.290                   |
| <b>G3</b>   | El Montgrí – Muntanya Gran | 4.992                    |
| <b>G4</b>   | Les Gavarres               | 38.832                   |
| <b>G5</b>   | Muntanyes de Begur         | 4.426                    |
| <b>G6</b>   | Massís de Cadiretes        | 26.626                   |
| <b>BG1</b>  | Massís del Montseny        | 43.409 (10.963 a Girona) |

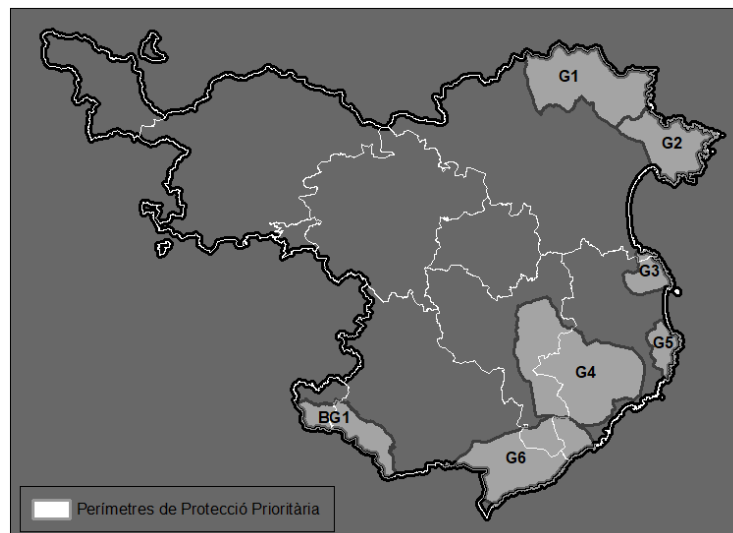


Figura 4. Mapa dels perímetres de Protecció Prioritària de la Província de Girona

## Mapa de perill bàsic d'incendi forestal

Es tracta d'un mapa estàtic que defineix un estat del territori estimatiu de la freqüència i la intensitat en què s'hi pot produir el perill d'incendi. Va ser elaborat pel Departament d'Agricultura.

La base de referència utilitzada per a la seva elaboració van ser el mapa de models d'inflamabilitat (Departament de Medi Ambient), mapa de models de combustible (Departament de Medi Ambient), model d'elevacions del terreny (Institut Cartogràfic de Catalunya), mapa de dèficit hídric anual (DMA), sèries meteorològiques del període 1980-2001 (DMA). Així, el mapa de perill bàsic d'incendi defineix la probabilitat d'ocurrència estàtica dels incendis forestals segons factors històrics, de vegetació, orogràfics i climàtics. Aquest mapa integra el concepte de "perill d'ignició", és a dir, la facilitat que s'iniciï un incendi forestal i el perill de propagació o facilitat amb què es pot propagar. Aquest mapa és quantitatiu, és a dir, cada punt del territori té assignat un valor de risc numèric que és el resultat de la combinació dels diferents factors que determinen el risc d'incendi. El mapa de perill bàsic d'incendi és un mapa creat dins dels àmbits de l'ordenació i la planificació per tal d'ajudar a establir prioritats territorials en actuacions preventives, racionalitzar i optimitzar les actuacions de l'administració i delimitar els àmbits de planificació i intervenció. Els factors històrics són la freqüència d'ignicions (nombre d'incendis ocorreguts en un període de temps dividit per aquest període) i la freqüència d'afectació d'ignicions en què el pes de cadascuna es pondera en funció de la superfície afectada. La vegetació intervé en el perill d'incendi segons la inflamabilitat (capacitat d'entrar en ignició) i la combustibilitat, que incideix en el comportament del foc. Els factors orogràfics que es tenen en consideració en el perill d'incendi són el pendent i la insolació. Un dels factors que es considera més important en la determinació del perill d'incendi és el clima. El vent i el dèficit hídric junt amb les situacions adverses (condicions extremes de freqüència o durada baixes però que tenen gran incidència en l'ocurrència d'incendis) s'inclouen en aquest mapa. El vent s'analitza en l'àmbit climàtic i no en l'episòdic.

A la Figura 5 s'hi pot veure el mapa de perill bàsic d'incendi forestal de la província de Girona i a la Taula 4 la superfície i percentatge que representa cada nivell de perill en relació a tota la província, a la comarca de l'Alt Empordà i, finalment, al municipi de la Jonquera.

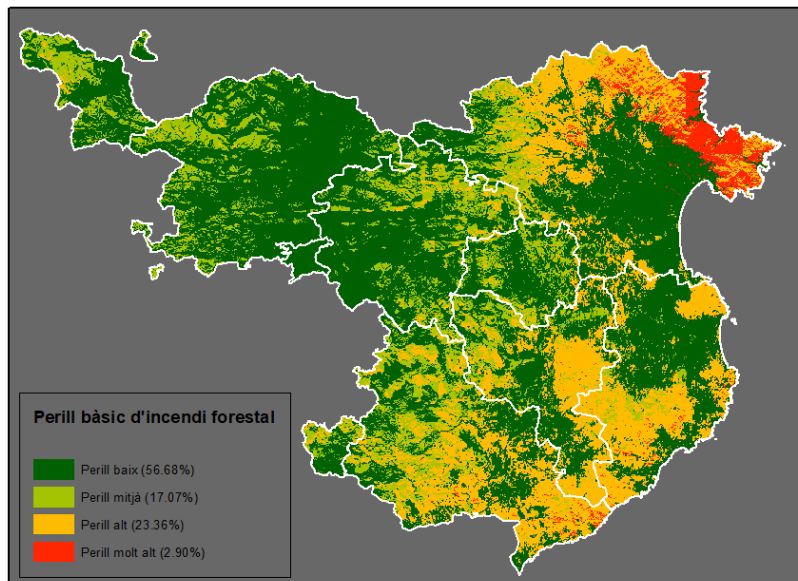


Figura 5. Mapa de perill bàsic d'incendi forestal de la província de Girona

Taula 4. Perill bàsic d'incendi forestal (Superfície i percentatge)

|                 | GIRONA (PROVÍNCIA) |            | ALT EMPORDÀ       |            | LA JONQUERA     |            |
|-----------------|--------------------|------------|-------------------|------------|-----------------|------------|
|                 | Superf. (ha)       | %          | Superf. (ha)      | %          | Superf. (ha)    | %          |
| PERILL BAIX     | 334.241,86         | 56,68      | 66.440,00         | 49,04      | 566,70          | 9,97       |
| PERILL MITJÀ    | 100.666,91         | 17,07      | 12.210,00         | 9,01       | 198,50          | 3,49       |
| PERILL ALT      | 137.739,90         | 23,36      | 41.330,00         | 30,50      | 4.722,00        | 83,04      |
| PERILL MOLT ALT | 17.086,75          | 2,90       | 15.510,00         | 11,45      | 199,30          | 3,50       |
| <b>TOTAL</b>    | <b>589.735,42</b>  | <b>100</b> | <b>135.490,00</b> | <b>100</b> | <b>5.686,50</b> | <b>100</b> |

### Perímetre de Protecció Prioritària del Massís de l'Albera

El *Projecte d'infraestructures estratègiques de prevenció d'incendis (PIE) del Perímetre de Protecció Prioritària (PPP) G1 "Massís de l'Albera" i zona annexa* elaborat per Forestal Catalana i aprovat l'any 2015 realitza una extensa anàlisi d'aquest territori a fi de marcar unes línies estratègiques i definir un ampli ventall de tipologies d'actuacions a portar a terme en el marc de la prevenció d'incendis a escala de massís. En aquest projecte s'hi inclou un ampli recull pel que fa a l'estadística d'incendis a la zona d'estudi, s'hi pot trobar els incendis registrats des de que se'n tenen dades, des de l'any 1968 a l'actualitat.

L'àrea de treball de l'esmentat projecte comprèn el PPP Massís de l'Albera i una zona annexa situada a la seva banda oest, així, el municipi de la Jonquera està inclòs de forma íntegra al *PIE*.

Les dades estadístiques dels incendis històrics recollits al *PIE* provenen del Servei de Prevenció d'Incendis Forestals (SPIF), del Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació, que és qui té la competència en el registre oficial de dades referents a l'afectació dels incendis forestals.

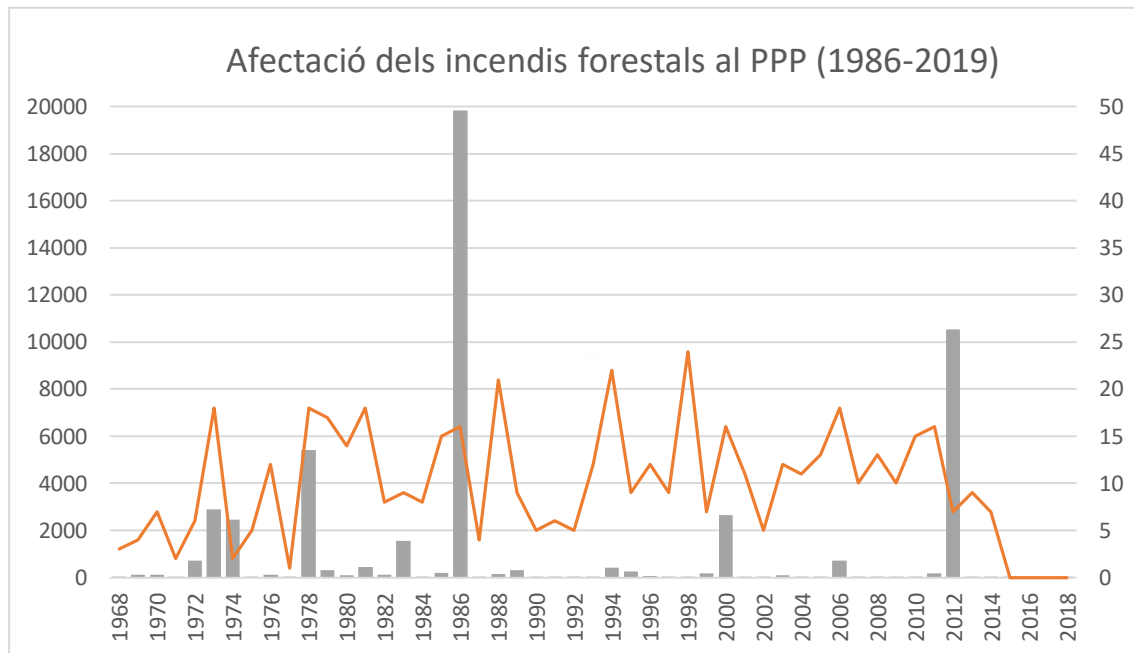


Figura 6. Gràfic de l'afectació dels incendis forestals al PPP (1986-2019)

### Estadística d'incendis

Taula 5. Dades generals dels incendis en el període 1968 - 2014

| VARIABLE                          | 1968 – 2014 |
|-----------------------------------|-------------|
| Nombre d'incendis                 | 504         |
| Superfície afectada total (ha)    | 53.975      |
| Nombre d'incendis/any (mitjana)   | 10'7        |
| Superfície afectada/any (mitjana) | 1.148       |
| Incendi mitjà (ha/incendi)        | 108         |

La superfície total anual és molt variable, com es pot comprovar a la Figura 6, hi ha uns determinats anys amb una afectació excepcionalment alta, aquests són els anys 1973, 1974, 1978, 1986, 2000 i 2012. Els anys més rellevants són el 1986 en què va cremar l'anomenat "gran incendi de l'Albera" en què un sol incendi va cremar gairebé 20.000 hectàrees i l'any 2012 amb l'incendi de la Jonquera en què van superar les 10.000 hectàrees.

Cal destacar que les dades de superfície no mantenen una interrelació amb el número d'incendis del període, la causa és que generalment els anys en què la superfície cremada és excepcionalment alta, aquesta ha estat produïda per un sol gran incendi.

### Estacionalitat

Els incendis afecten el PPP principalment a l'estiu, tant en nombre d'ignicions com en superfície, aquest període de major afectació comprèn els mesos de juny a novembre, de forma més accentuada els mesos de juliol i agost.

Les elevades temperatures i la baixa humitat de la vegetació de l'estiu expliquen que, tot i que es produeixin menys episodis de Tramuntana que a l'hivern, els incendis ocorreguts puguin arribar a afectar grans superfícies. La tramuntana a l'estiu porta fàcilment a un foc a estar ràpidament fora de la capacitat d'extinció.

### Situacions meteorològiques favorables als incendis

Per identificar les situacions meteorològiques de risc d'incendi al PPP, el *PIE* es basa en els incendis històrics majors de 20 ha ocorreguts entre 1968 i 2014, dels quals es disposa de les dades estadístiques oficials. S'hi classifiquen els incendis segons les condicions sinòptiques que hi havia el dia de l'inici i, en cas necessari, les dels dies posteriors. Per a fer aquesta classificació s'hi empen les dades de vent, temperatura, pressió i humitat relativa en alçada.

El resultat són 6 grups de situacions sinòptiques de risc potencial d'incendi.

Taula 6. Situacions sinòptiques de risc potencial d'incendi al PPP l'Albera

| GRUP SINÒPTIC         | TIPUS DE PROPAGACIÓ  | SUPERFÍCIE CREMADA <sup>7</sup> | PERCENTATGE |
|-----------------------|--|---------------------------------|-------------|
| <b>Nord d'hivern</b>  | Vent de tramuntana   | 1.073                           | 2%          |
| <b>Nord d'estiu</b>   | En funció de la intensitat del vent i de l'hora:<br>Vent de tramuntana o Topogràfic amb marinada | 39.548                          | 85%         |
| <b>Anticicló</b>      | Topogràfic amb vents de marinada   | 5.166                           | 11%         |
| <b>Ponent d'estiu</b> | Vent de component oest   | 384                             | 1%          |
| <b>Sud</b>            | Topogràfic agreujat per condicions de sud  | 408                             | 1%          |

**Grup sinòptic de nord d'hivern.** Aquesta situació sinòptica es caracteritza per l'entrada de vent general de component nord. És la mateixa situació sinòptica que es coneix com a situació de Mestral a les comarques del sud de Catalunya i com a Tramuntana a les del nord.

**Grup sinòptic de nord d'estiu.** Situació sinòptica similar a la de nord però que es produeix a l'estiu. La situació de nord a l'estiu és molt menys freqüent que a l'hivern i sol ser bastant més dèbil. Pel fet de ser un vent general més fluix, arriba a menys indrets i es queda a més alçada. Al

<sup>7</sup> Superfície forestal cremada a tot el PPP segons el grup sinòptic d'incendis majors de 20 hectàrees.

PPP de l'Albera hi haurà igualment vents relativament frescos i secs de component N-NW. Si l'episodi és dèbil no bufarà de forma tan generalitzada sinó que ho farà només a les cotes més altes, al canal de sortida de vent del coll del Pertús i a l'extrem est de la carena, a Portbou.

**Grup sinòptic de ponent d'estiu.** Aquesta situació sinòptica es dona quan en els mesos d'estiu una o diverses depressions se situen prop de la Península Ibèrica, al nord, de manera que una corrent d'aire travessa la Península, d'oest a est, arribant a Catalunya molt seca i calenta.

**Grup sinòptic de sud.** Situació sinòptica que es produeix quan una massa d'aire seca i calenta, formada al nord d'Àfrica (al Sàhara), puja del sud cap a les latituds de Catalunya. L'arribada d'aquesta massa d'aire calent a l'estiu origina les anomenades onades de calor i porten associades la pujada de les temperatures per sobre dels valors normals de l'època, la baixada de les humitats relatives de l'aire i la generació de vents dèbils de component sud i sud-oest.

**Grup sinòptic d'anticicló.** Les situacions anticiclòniques es produeixen quan hi ha pressions altes, superiors als 1.013 hPa en superfície, provocades per la proximitat d'un anticicló. Porta associada l'estabilitat de l'atmosfera que pot perdurar uns quants dies fruit del descens d'una massa d'aire que arriba a la superfície calenta i seca.

#### 4.2. Contextualització dels incendis forestals al Departament dels *Pyrénées-Orientales*

La principal font d'informació i la oficial pel que fa a l'estadística dels incendis forestals a tota la zona mediterrània francesa és la base de dades *Prométhée*, amb registre d'incendis des de l'any 1973. El registre va estar administrat des del seu inici i fins l'any 2011 per la DPFM (Délégation à la Protection del a Forêt Méditerranéenne), en vinculació amb els ministeris d'Interior i d'Agricultura, fins que en va traspasar la gestió a l'IGN (Institut National de l'Information Géographique et Forestière).

Una altra font d'informació és la recollida per la *Cellule REX 66 (Retour d'Expérience sur les incendies de Forêts Dans les Pyrénées-Orientales)* que fins l'any 2017 recollia les dades dels incendis del Departament. Aquesta informació permet una anàlisi qualitativa dels esdeveniments a partir de dades fiables i objectives recollides in situ.

Al "*PDPFCI (Plan Departemental de Protection des Forets contre l'Incendie) Des Pyrénées-Orientales 2016 – 2022*", consultat per a la valoració dels incendis forestals que han afectat el Departament els darrers anys, s'hi fa un recull i anàlisi de les dades d'aquestes dues fonts d'informació que permet elaborar un balanç d'incendis en els dos períodes de referència de 1974-2014 i 2006-2014

**Balanç global dels incendis forestals al Departament dels Pirineus Orientals des del 1974**  
Durant el període 1974-2014, al Departament dels Pirineus Orientals es va cremar una superfície total de 52.528 hectàrees en 4.158 incendis.

El balanç dels incendis es construeix mitjançant la base de dades *Prométhée* i distingeix entre:

- “Incendis de forest, de matolls, màquies i landes”, que són incendis que han cremat almenys un d’aquests estrats i tenen una superfície d’almenys una hectàrea.

- “Altres Incendis de les Zones Rurals i Periurbanes” (*Autres Feux de l’Espace Rural et Péri-urbain - AFERPU*), incendis de vegetació no pertanyents a la categoria anterior i caracteritzats per 5 tipologies diferents (incendis forestals de menys d’1 hectàrea, superfícies arbrades de tipus lineal, focs d’herbassar, altres incendis agrícoles i abocadors d’escombraries). És a dir, es podrien assimilar als conats, plantacions, herbassars i erms, agrícoles i abocadors, classificacions que s’utilitzen per a caracteritzar els incendis a Catalunya.

Al Departament dels Pirineus Orientals, les dades referents a AFERPU no són explotades mitjançant la base de dades *Prométhée* i, per tant, no es té en compte estadísticament aquest fenomen. Per conèixer la importància d’aquests incendis s’utilitzaran les dades del *SDIS 66 (Service Départemental d’Incendie et de Secours)* del Departament.

Al següents gràfics s’expressen els resultats obtinguts en termes de superfície i nombre d’incendis forestals anuals al Departament:

- Pel que fa al nombre, tot i mostrar variacions fluctuants, es pot observar una tendència a la baixa a partir del 1986 i fins a l’actualitat, amb un nombre anual que oscil·la entre els 27 i els 225 incendis (excloent els AFERPU). El gran nombre de AFERPU resta difícil d’estimar per manca d’una base de dades fiable, no obstant això, es pot constatar que representen un nombre elevat d’intervencions.

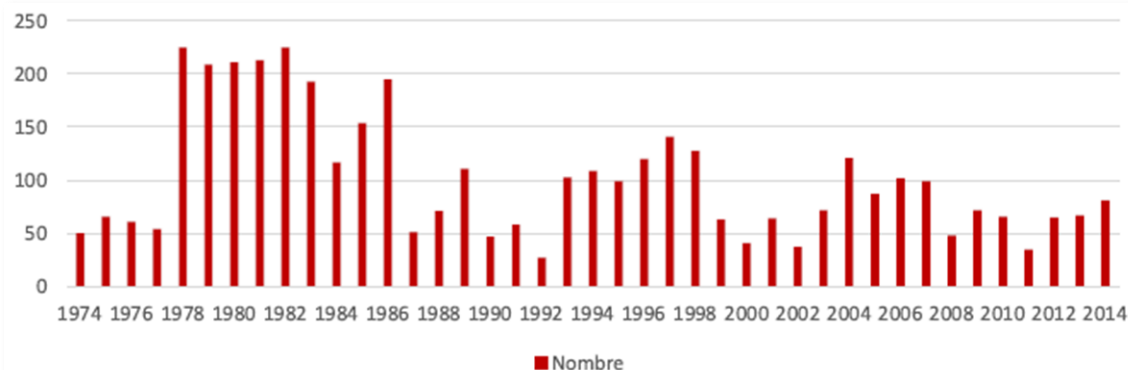


Figura 7. Nombre anual d’incendis forestals al Departament dels Pirineus Orientals. Font: *PDPFCI Des Pyrénées-Orientales 2016 – 2022*

- Pel que fa a la superfície, es pot observar una sèrie d’anys excepcionals marcats per un o dos esdeveniments catastròfics (Grans Incendis Forestals) que fan augmentar en gran mesura el balanç anual. Cal destacar que el període de retorn dels anys excepcionals (més de 2.000 hectàrees) ha augmentat considerablement des del 1986. Durant el període de 1974 a 1986, el Departament va patir un incendi de més de 1.000 hectàrees cada 20 mesos, en contraposició, a partir del 1987, estadísticament la freqüència d’incendis de més de 1.000 hectàrees és cada 162 mesos (13’5 anys). El darrer incendi és el de *Tarerach* (Districte de Perpinyà) l’any 2005 que va cremar unes 2.000 hectàrees.



- Aquest balanç s'ha de valorar tenint en compte altres factors indirectes que influeixen en els resultats com és l'evolució exponencial dels incendis d'ermes, l'augment de la superfície de combustible en alçada en relació amb l'abandonament agrícola o el nombre de dies de risc.

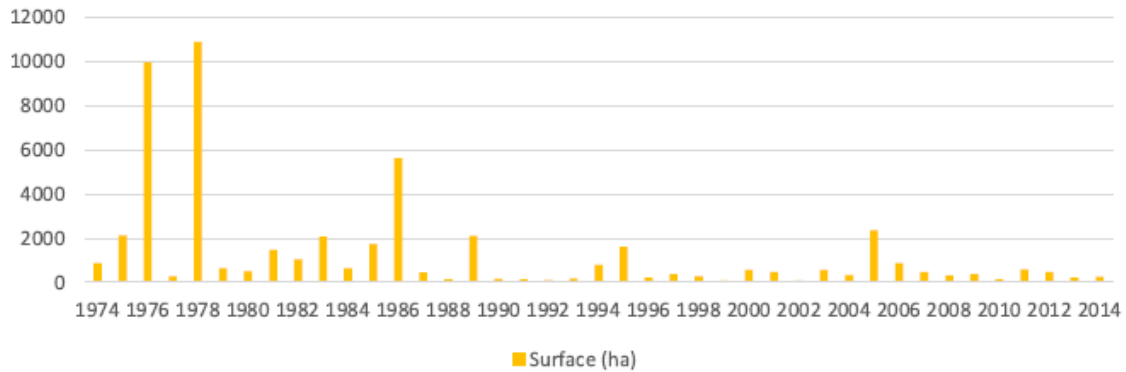


Figura 8. Gràfic de superfície anual dels incendis forestals al Departament dels Pirineus Orientals.  
Font: PDPFCI Des Pyrénées-Orientales 2016 – 2022

Pel que fa al període 1974-1977, algun problema al cens de dades a l'inici del període explicaria el baix nombre d'incendis que es mostra al gràfic. Per altra banda, l'efectivitat de la implementació d'una política de prevenció mitjançant la creació del *Conservatoire de la Forêt Méditerranéenne* (CFM) l'any 1986 explicaria la tendència a la baixa pel que fa al nombre d'incendis forestals.

### Principals incendis forestals al Departament les darreres dècades

Els principals incendis forestals que ha patit el Departament des de que en consten dades són els següents:

Taula 7. Incendis forestals rellevants al Departament (Període 1974 – 2015). Font: PDPFCI Des Pyrénées-Orientales 2016 – 2022

| ANY  | MUNICIPI            | DATA      | HORA  | SUPERFÍCIE (HA) |
|------|---------------------|-----------|-------|-----------------|
| 1976 | Corbère-les-Cabanes | 28/7/1976 | 12:30 | 6.600           |
| 1976 | Sournia             | 28/7/1976 | 13:00 | 1.500           |
| 1978 | Campôme             | 31/8/1978 | 10:00 | 2.000           |
| 1978 | Port-Vendres        | 12/9/1978 | 18:30 | 2.500           |
| 1978 | Montalba-le-Chateau | 18/9/1978 | 09:15 | 1.800           |
| 1978 | Bouleternère        | 23/9/1978 | 12:50 | 1.800           |
| 1986 | Campôme             | 20/7/1986 | 00:40 | 1.260           |
| 1986 | Banyuls-sur-Mer     | 21/7/1986 | 05:30 | 1.500           |
| 1989 | Opoul-Périllos      | 26/8/1989 | 13:10 | 1.500           |
| 2005 | Tarerach            | 22/8/2005 | 14:13 | 1.970           |

El gran incendi de *Les Aspres* (iniciat a *Corbère-les-Cabanes*) l'any 1976, amb unes 6.600 hectàrees cremades, és l'esdeveniment de referència, no obstant també cal destacar que el Departament ha sofert d'altres incendis catastròfics de la mateixa magnitud o superior que han iniciat a França però que l'afectació ha estat en major part en territori català. A *Prométhée* aquests incendis només es comptabilitzen de forma parcial (tan sols el que fa referència al territori francès) i no expressen la veritable afectació que ha tingut el massís de l'Albera.

Un exemple és l'incendi de l'any 1986 iniciat a *Le Perthus* on s'hi comptabilitzen 50 hectàrees però que va arribar a tenir una superfície total de 20.000 a Catalunya i 3.000 més al *Roussillon*. Inicialment la Tramuntana el va portar ràpidament cap a terres gironines i, a partir del tercer dia, l'incendi va patir un canvi de comportament, va deixar d'estar guiat pel vent sinòptic per passar a propagar influenciat per la marinada fet que va provocar que el seu flanc esquerre s'obris i passés a comportar-se de front i que tornés a entrar en territori francès. Un segon clar exemple és l'anomenat incendi de la Jonquera de l'any 2012 el qual va afectar 12 hectàrees al mateix municipi de *Le Perthus* però que va tenir una afectació de prop de 13.000 hectàrees a l'Alt Empordà, a Catalunya. Aquesta dimensió transfronterera cal tenir-la en compte a l'hora d'avaluar les dades d'ambdues vessants del massís.

El següent mapa, inclòs també al document *PDPFCI*, mostra la distribució geogràfica de les sortides per incendis segons municipi d'inici al Departament dels Pirineus Orientals registrats des del 1974. Com es pot comprovar hi ha dos sectors diferenciats amb una major afectació en comparació a la resta del territori, aquests són la banda nord del Departament, a les Corbières-Fenuuillèdes, i el sector costaner de l'est de *les Albères*.

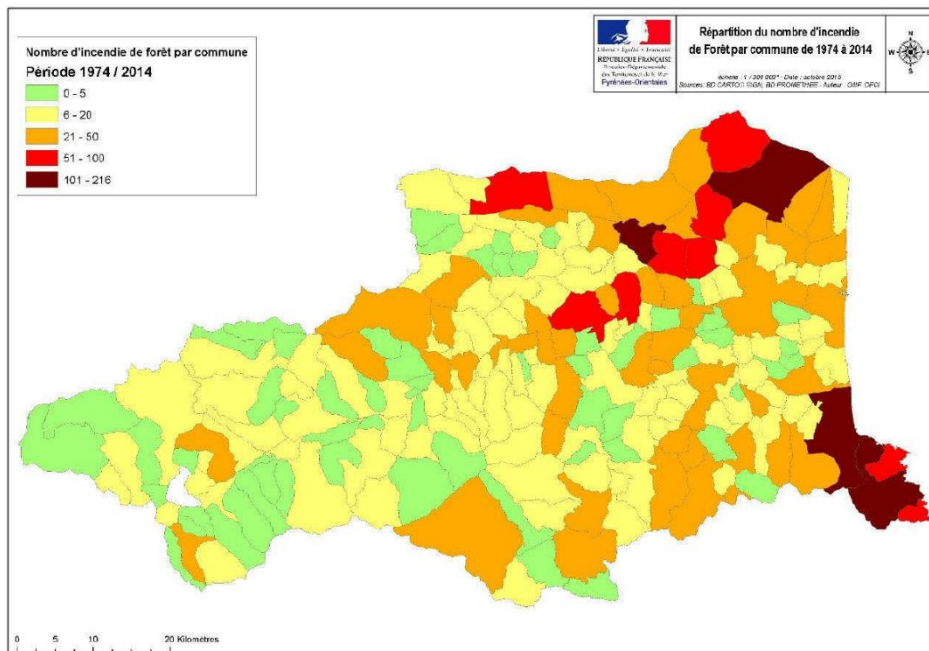


Figura 9. Mapa del número d'incendis forestals per municipi d'inici. Període 1974-2014. Font: *PDPFCI Des Pyrénées-Orientales 2016 – 2022*

El Departament comprèn una zona amb característiques mediterrànies marcades per dues estacions seques i de llargs períodes de calor a tots els massissos de la banda est del Departament (*Albères, Aspres, Fenouillèdes i Corbières*) i, d'altra banda, els massissos del *Vallespir, el Conflent, la Cerdagne i Capcir* que tenen un clima més continental degut al seu gradient altitudinal. A la Figura 10 s'hi mostra el mapa amb l'afectació dels incendis forestals des de mitjans del segle passat i on s'hi pot comprovar una major afectació a les regions amb clima mediterrani, més vulnerable a patir grans incendis forestals.

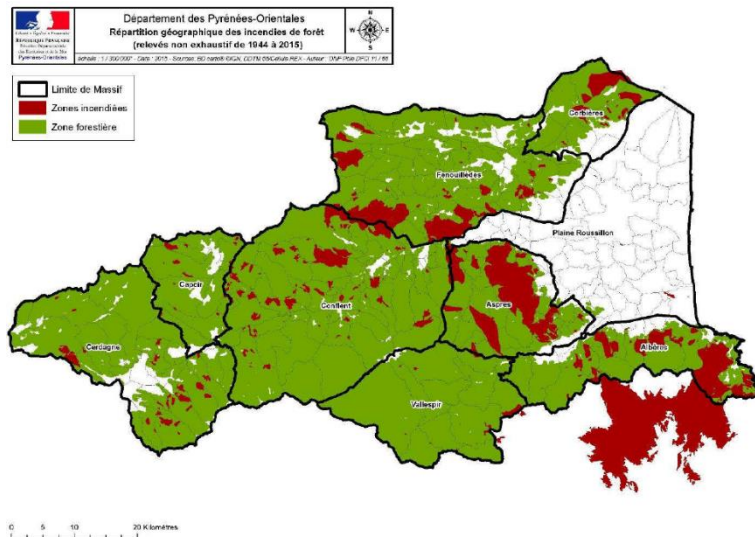


Figura 10. Distribució geogràfica des incendis forestals en el període 1944 a 2015. Font: PDPFCI Des Pyrénées-Orientales 2016 – 2022

### Valoració del nombre i afectació dels incendis

- El 93% dels incendis no arriben a les 10 hectàrees.
- Des del 1974, un total de 10 incendis han assolit les 1.000 hectàrees.
- Els 10 incendis de més de 1.000 hectàrees representen el 43% de la superfície cremada del Departament.
- La distribució del nombre i afectació dels incendis posa de manifest l'efectivitat de les polítiques implementades dels dispositius de prevenció i control d'incendis, capaços d'extingir la majoria dels incendis en els seus inicis.

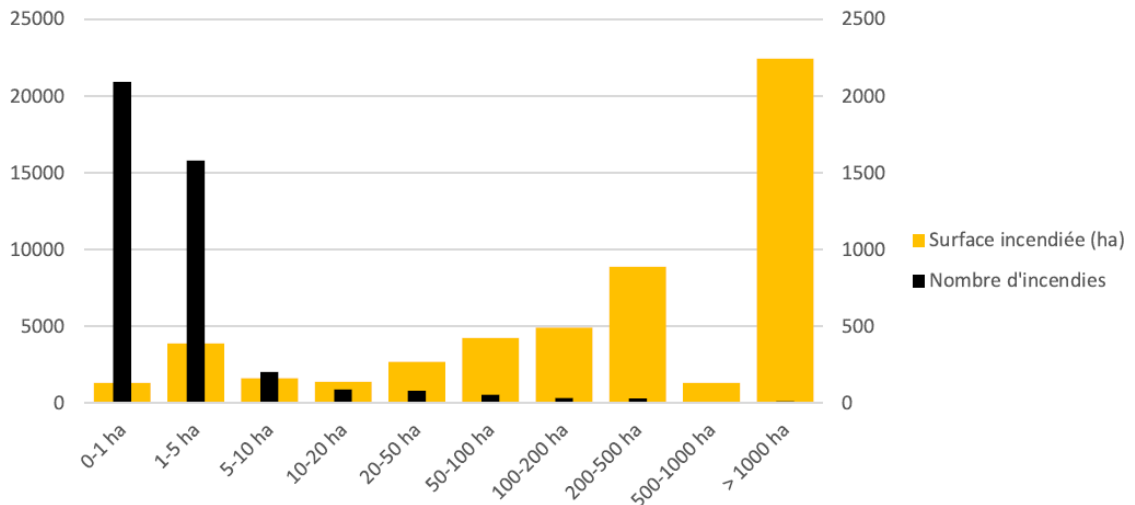


Figura 11. Gràfic de la distribució del nombre i superfícies dels incendis per classe de superfície.  
Font: PDPFCI Des Pyrénées-Orientales 2016 – 2022

Nota: a les dades del *Prométhée* tan sols s'hi tenen en compte els incendis que han afectat a l'espai forestal pròpiament (forest, matolls, màquies i landes) i no es disposa d'informació exhaustiva pel que fa als incendis a l'espai peri-urbà (sobretot d'erms), els anomenats *AFERPU*.

### Afectació dels incendis forestals al període 2006-2014

Distribució estacional (base de dades *Prométhée*):

- La majoria dels incendis es produeixen durant els mesos d'estiu de juny a setembre, tot i això, també hi ha una activitat significativa el mes de maig i d'octubre.
- Al mes d'agost és quan es registren els incendis amb una superfície d'afectació major.
- Fora de la temporada de major risc consten incendis importants com el de *Valcebollère (Cerdagne)*, de l'octubre del 2009 i que va afectar una superfície de 170 hectàrees i el de *Estagel (Roussillon)* que va cremar 90 hectàrees l'abril del 2008.

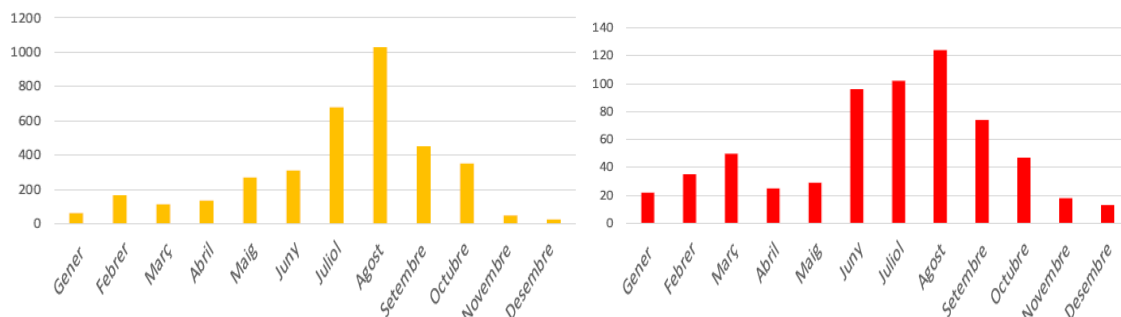


Figura 12. Distribució mensual de les superfícies (esquerra) i nombre (dreta) d'incendis forestals.  
Font: PDPFCI Des Pyrénées-Orientales 2016 – 2022

## Incendis històrics del període 2006-2015

A la següent taula es mostren les condicions meteorològiques dels incendis de més de 50 hectàrees durant el període 2006-2015 (15 incendis).

Taula 8. Incendis de més de 50 hectàrees del període 2006-2015. Font: PDPFCI Des Pyrénées-Orientales 2016 – 2022

| DATA       | MUNICIPI                            | SUPERF. (HA)    | DIRECCIÓ DEL VENT | INTENSITAT DEL VENT <sup>8</sup> | RISC METEOROLÒGIC    |
|------------|-------------------------------------|-----------------|-------------------|----------------------------------|----------------------|
| 31/05/2006 | Collioure                           | 220             | Tramuntana        | Fort                             | Fora període de risc |
| 09/06/2006 | Formiguères                         | 54              | Est               | Sense dades                      | Sense dades          |
| 04/08/2006 | Argelès-sur-Mer                     | 69              | Tramuntana        | Fort                             | Excepcional          |
| 10/08/2006 | Opoul-Périllos                      | 300             | Tramuntana        | Fort                             | Sense dades          |
| 25/07/2007 | Vingrau                             | 210             | Tramuntana        | Mitjà                            | Greu                 |
| 02/04/2008 | Estagel                             | 90              | Tramuntana        | Fort                             | Fora període de risc |
| 30/09/2008 | Collioure                           | 60              | Tramuntana        | Fort                             | Fora període de risc |
| 16/10/2009 | Valcebollère                        | 170             | Tramuntana        | Fort                             | Fora període de risc |
| 09/08/2011 | Vingrau                             | 250             | Tramuntana        | Fort                             | Moderat              |
| 05/09/2011 | Opoul-Périllos                      | 50              | Tramuntana        | Fort                             | Moderat              |
| 09/09/2011 | Latour-de-Carol                     | 110             | Variable          | Feble                            | Moderat              |
| 18/07/2012 | Bouleternère                        | 170             | Tramuntana        | Fort                             | Greu                 |
| 22/07/2012 | Le Perthus                          | 12 <sup>9</sup> | Tramuntana        | Fort                             | Molt greu            |
| 24/08/2012 | Angoustrine-Villeneuve-des-Escaldes | 63              | Sense dades       | Sense dades                      | Greu                 |
| 17/09/2015 | Cerbère                             | 100             | Tramuntana        | Sense dades                      | Lleuger              |

### Previsió del risc i anàlisi de les dades dels incendis de més de 10 hectàrees:

- Entre el 2006 i el 2015 es van registrar 53 incendis forestals de més de 10 hectàrees, 15 dels quals són de més de 50 hectàrees. Un 36% dels incendis (19) van cremar fora del període estival.

<sup>8</sup> Intensitat del vent: Vent Fort: Més de 30 km/h. Vent Mitjà: Entre 15 i 30 km/h. Vent Flux: Menys de 15 km/h.

<sup>9</sup> Cal fer constar que aquest incendi va cremar unes 13.000 hectàrees més a Catalunya.

- El nombre elevat de dies amb vents d'intensitat elevada al Departament, juntament amb períodes de sequera fora del període estival, expliquen en bona part aquestes dades, que mostren certa rellevància dels incendis ocorreguts fora del període tradicionalment de risc.
- Pel que fa als incendis de més de 50 hectàrees, excepte els d'alta muntanya (*Formiguères, 2006; Latour-de-Carol, 2011; Angoustrine-Villeneuve-des-Escalades, 2012*) tots es van produir en situació de tramuntana, factor principal de la seva propagació. Així doncs, es pot trobar una clara correlació entre aquesta situació sinòptica i el desenvolupament de grans incendis forestals.
- Pel que fa als sectors de muntanya, l'afectació dels vents és molt més complexa, els sectors dels vents dominants són més variables i les condicions dels incendis observats demostren que la previsió del seu comportament és més incerta. Es pot considerar que el factor principal de propagació dels incendis registrats és el topogràfic.

## 5. Diagnosi de la situació de risc actual per als municipis de la Jonquera i del Pertús

L'anàlisi del risc dels municipis objecte d'estudi s'ha descrit àmpliament al projecte PRINCALB (document de Prevenció d'Incendis al massís de l'Albera), al document *Résultats du Troisième Inventaire Forestier. Département des Pyrénées-Orientales* i al *PDPFCI (Plan Departemental de Protection des Forêts contre l'Incendie) Des Pyrénées-Orientales 2016 – 2022*. Seguidament se'n fa un breu repàs.

Pel que fa al PRINCALB, es tracta d'un document de referència rellevant per a l'estudi de la zona. Aquest document es fonamentà en el fet que el conjunt del massís de l'Albera es constitueix com a una mateixa zona de risc i, consegüentment, que ambdues bandes de la frontera han de ser gestionades de forma conjunta. S'hi engloba els massissos forestals del vessant nord de les *Albères* i el *Vallespir* i els massissos del vessant sud de l'Albera, el Cap de Creus i la zona annexa a l'oest, que engloba alguns municipis de l'Alta Garrotxa.

### Característiques principals

El massís de l'Albera té la particularitat que es troba dividit en dos estats, 20.000 hectàrees incloses al Departament dels Pirineus Orientals i 45.000 hectàrees a la província de Girona. Creuada per la frontera, la cresta de les Alberes culmina als 1.256 metres al Puig Neulós. Disposa de pocs passos fronterers entre ambdues bandes, aquests són el Coll del Pertús, el Coll de Banyuls i el Coll dels Balitres.

Es tracta d'una zona catalogada d'alt risc d'incendis en la qual hi consten diversos incendis històrics que han afectat ambdós països.

La configuració topogràfica mostra dues vessants amb una composició del relleu clarament diferenciat. Mentre a la vessant Nord s'hi pot trobar un relleu més accidentat i amb presència d'una densa xarxa hidrogràfica i es troba clarament exposat a la Tramuntana, la vessant Sud és més seca, més exposada al vent de marineda i no tan al vent de nord, tot i tenir-hi una evident afectació. Aquesta dessecació per la tramuntana al vessant sud i major humitat a la vessant nord s'explica per l'efecte Föhn.

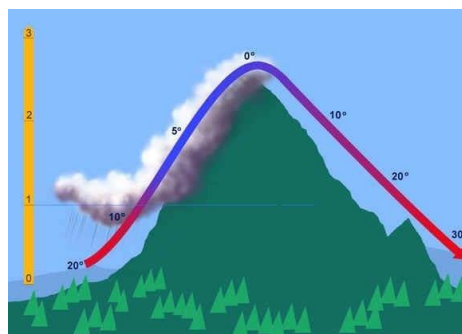


Figura 13. Esquema de l'efecte Föhn

Una evidència de l'aparició d'aquest efecte n'és la rufa<sup>10</sup> i l'existència de pous de glaç a la part alta del massís.

En termes generals, la cobertura de la vegetació del massís és homogènia, amb poca presència de discontinuïtats i, conseqüentment, és altament sensible al perill d'incendi forestal.

A les parts més baixes i vessants s'hi pot trobar principalment rouredes i suredes i estructures del tipus màquies, molt sensibles als incendis. En contraposició, a les parts més elevades hi ha una major presència de prats i fagedes, molt menys sensibles als incendis.

Tres dels incendis més importants de les darreres dècades a la zona són transfronterers. En primer lloc, l'iniciat el 12 de setembre de l'any 1978 a *Port-Vendres* i que va cremar unes 2.500 hectàrees, en segon lloc l'anomenat *gran incendi de l'Albera*, iniciat el 19 de juliol del 1986 entre el coll de Panissars i el Pertús que va tenir una afectació d'un es 26.000 hectàrees i, finalment, el del 22 de juliol del 2012 iniciat a el Pertús que va cremar unes 13.000 hectàrees. Tots ells es caracteritzen per haver-se iniciat en situació de nord d'estiu.

Al projecte PRINCALB es va identificar els incendis de disseny que podrien afectar la zona en base a l'estudi d'incendis històrics. Un d'aquest incendis, el que tindria una superfície potencial més elevada, tindria el punt d'inici al sector de la frontera o a la zona de *Le Boulou – Maureillas*. Aquest incendi propagaria passant pel coll del Pertús i, en cas que l'episodi de tramuntana durés entre 4 i 5 dies, arribaria fins al mateix Cap Norfeu, a Roses. Aquest incendi de disseny té fins a 5 incendis històrics que l'argumenten.

Per tal de disminuir el risc de patir els efectes d'un incendi es pot actuar en dues línies:

- La prevenció (procurar disminuir la probabilitat d'ignició)
- La protecció (procurar disminuir el dany causat en cas que passi)

Per tal de reduir el risc de propagació i reduir-ne la severitat, la vegetació és un dels pocs factors sobre el que es pot incidir. En d'altres aspectes on també es pot incidir és en la causalitat i en el nombre d'ignicions mitjançant la sensibilització, l'autoprotecció i l'adaptació de la normativa en cas que es cregui convenient i justificable.

Per tal d'avaluar el risc d'incendi, un dels factors clau és l'estructura de la vegetació present, tan pel que fa a la combustibilitat com a la inflamabilitat. Les actuacions sobre la vegetació s'entenen tan en el marc de treballar per a una millora en la prevenció de grans incendis forestals com en l'autoprotecció, és per aquest motiu que a ambdues bandes de la frontera en els darrers anys s'hi ha treballat de forma intensa. S'ha desenvolupat projectes per a planificar i dur a terme una sèrie de treballs amb l'objectiu de modificar l'estructura de la vegetació per fer-la més resilient al pas dels incendis, amb la doble funcionalitat de prevenir i protegir. A la següent imatge s'hi pot veure una mostra dels treballs planificats i dels treballs executats els darrers anys a l'àmbit de l'estudi.

---

<sup>10</sup> Tempestat de vent i pluja o neu en àrees muntanyoses.



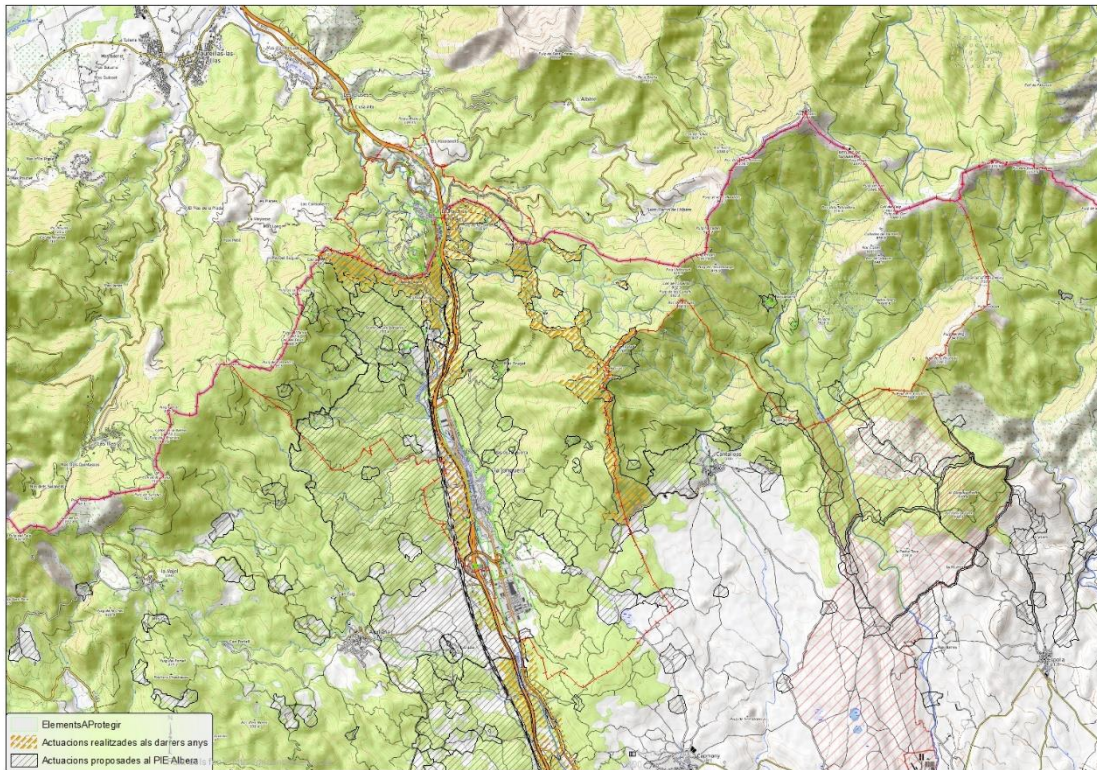


Figura 14. Comparativa de treballs planificats vers treballs realitzats

Es pot observar un decalatge important entre les actuacions planificades i les actuacions que s’han dut a terme. S’han hagut de prioritzar aquelles actuacions més eficients en els objectius buscats, tot i això encara falten actuacions importants a realitzar.

Paral·lelament s’han dut a terme accions de sensibilització i divulgació a les dues vessants per tal de disminuir el nombre d’ignicions i que la població prengui consciència del risc. A vistes del resultat d’aquest estudi cal incidir més en l’autoprotecció dels habitatges aïllats. És la mancança més greu en termes de vulnerabilitat detectat a l’estudi.

Destacar la determinació de l’empresa *Autoroutes du Sud de la France - ASF* (major empresa concessionària de la xarxa d’autopistes francesa) per a reduir el risc d’incendi a la zona de pas de les seves infraestructures mitjançant programes específics que inclouen vorals “anti-cigarretes” (retenen les restes de cigarretes i no deixen que una cigarreta encara encesa pugui arribar a la vegetació) i esbrossades a 10 o 20 metres en funció del risc, entre altres mesures. Aquesta implicació contrasta amb la de la vessant sud per part de l’empresa concessionària.

Altres actuacions dutes a terme que milloren la protecció són els projectes conjunts i la coordinació dels mitjans d’extinció i els agents encarregats en la prevenció entre les dues vessants. En són un exemple les altres accions del programa COOPEREM.

En línies generals es pot dir que en els darrers anys la situació de risc ha millorat respecte la descrita als documents esmentats gràcies als treballs realitzats o que està previst que es realitzin en breu. No obstant això els municipis estudiats continuen sent un punt de pas important on hi passen milions de persones, vehicles i mercaderies, sobretot en període estival. Continua sent el punt per on un incendi tendirà a travessar la frontera i sent una de les zones del país amb més dies de vent fort a l'any. D'altra banda, no es pot oblidar que la vegetació creix dia a dia i que cal un manteniment periòdic d'aquestes actuacions.

Caldrà restar atents a possibles canvis d'escenari que preveuen programes com l'ECTAdapt, el projecte de cooperació de l'Espai Català Transfronterer (ECT) que té per objectiu adaptar-se als efectes esperats del canvi climàtic i que també es desenvolupa en el marc del projecte europeu POCTEFA.

## 6. Diagnosi de la situació de vulnerabilitat actual per a les zones d'interfase urbana-forestal dels municipis de la Jonquera i el Pertús

Aquest apartat s'emmarca en la necessitat de definir una metodologia que permeti als tècnics i gestors avaluar de forma àgil però completa la vulnerabilitat de les zones d'interfase urbana-forestal. L'objectiu d'aquest mètode és que sigui d'utilitat per a detectar les edificacions que mostren una major vulnerabilitat als efectes dels incendis forestals.

Aquesta anàlisi té diverses aplicacions:

- Ha de permetre al tècnic realitzar una avaluació objectiva de l'exposició al risc de les diferents edificacions incloses a la ZIUF.
- L'anàlisi ha de permetre identificar sobre quins dels elements avaluats cal actuar per a disminuir la vulnerabilitat, tan pel que fa a l'estructura de la vegetació com als elements constructius, entre altres.
- Els resultats han de facilitar la definició de prioritats per a l'execució de les mesures de prevenció d'incendis pertinents.
- Els resultats obtinguts poden ser una informació molt útil per a incorporar als corresponents plans de protecció civil, pel que fa a la planificació, o bé per transmetre als cossos d'emergència, en cas que hi hagi algun servei a la zona.

Per tal de dissenyar l'estudi de vulnerabilitat cal fer un recull dels factors que intervenen per a la determinació del grau de perill i d'exposició dels elements que configuren la zona d'interfase urbana-forestal. Són molts els estudis i metodologies dissenyades per a l'avaluació del risc front als incendis forestals, en aquest apartat s'ha fet una anàlisi dels elements que es creu més rellevants i concloents a fi d'establir uns nivells de vulnerabilitat del territori que permetin prioritzar les actuacions de protecció passiva i d'incidir en el dimensionament de les infraestructures dissenyades per a tal fi.

Com a principals estudis de referència per a la definició de la metodologia es pot destacar:

- *eFirecom. Efficient fire risk communication for resilient societies.* Projecte coordinat pel CTFC. Amb la participació de Pau Costa Foundation (Espanya), European Forest Institute (Espanya), GEIE - Forespir (França), Direction Générale des Forêts de Tunisie (Tunísia), Université Hadj Lakhdar Batna (Algèria) i e-forestland (Andorra-Espanya).
- *Directrius per les franges de protecció contra incendis forestals en urbanitzacions.* PAGÈS, J., Pau Costa Foundation, 2017.
- *Propuesta de medidas y condiciones técnicas de prevención y seguridad en edificaciones con afectación por incendios forestales.* Gallardo, C., 2014.

- Project FireSmart. Protecting Your Community from Wildfire. Canadian Forest Service, 2003.

En aquest capítol es proporcionen les eines per a avaluar la vulnerabilitat de les edificacions ubicades a zones d'interfase urbana-forestal. El sistema d'avaluació incorpora 3 components, la referida a l'entorn on es troba l'edificació, on s'hi avaluen aspectes com la ubicació de l'edificació en relació a la orografia, els mapes estàtics de perill d'incendis forestals elaborats per les respectives administracions, qüestions urbanístiques i valoració de les infraestructures de prevenció d'incendis existents (franges perimetrals, xarxa de vials, presència d'hidrants). El segon component avalua la *vegetació de les proximitats* a l'edificació en funció de la distància i atenent a diversos mètodes de classificació de l'estructura forestal present. Finalment s'hi avaluen les *característiques constructives*, tenint en compte els materials utilitzats i la presència d'elements que puguin representar un perill. Un cop s'ha calculat la vulnerabilitat que representen els criteris objectius, es permet la capacitat d'incorporar-hi una avaluació mitjançant criteri expert de la vulnerabilitat observada a fi de poder ajustar els paràmetres quantificables a aspectes subjectius.

Aquesta metodologia proporciona una avaluació completa del perill al qual està exposada l'edificació, tenint en compte aquells aspectes que hi són més rellevants. Al mateix temps, l'elaboració d'aquesta avaluació permetrà ser una guia per a identificar els factors de perill on actuar per a reduir la vulnerabilitat de cada element avaluat.

A l'annex s'hi ha incorporat el model de *fitxa de treball de camp* que serà utilitzat pel tècnic per a realitzar l'avaluació així com una mostra del *formulari d'entrada de dades* del full de càlcul que s'emprarà per a introduir aquesta informació. Aquest full de càlcul està configurat per tal de generar de forma automàtica els càlculs de la vulnerabilitat en funció dels barems i ponderació preestablerts i per a obtenir un fitxer de sortida on s'hi recull tota aquesta informació. Pel que fa a la valorització dels factors, aquests s'han valorat i ponderat de tal forma que el resultat final es situï entre el 0 i el 100 on zero és la mínima vulnerabilitat i cent, el màxim valor.

A l'annex també s'hi incorporen els resultats d'aquest anàlisi, amb la fitxa i cartografia associada a cada element avaluat.

A banda de l'anàlisi de la vulnerabilitat realitzat i de la valoració dels elements i materials constructius presents a les edificacions cal remarcar la obligatorietat dels propietaris de complir amb les pertinents mesures d'autoprotecció, les quals estan recollides en multitud de documents tècnics facilitats pels òrgans competents.

Les recomanacions pel que fa als materials constructius utilitzats, a la presència d'una determinada estructura forestal o de certs elements a l'entorn dels habitatges conformen una part de les actuacions que s'ha de realitzar i complir per tal de reduir la vulnerabilitat, de garantir la integritat de certs espais i de permetre l'actuació dels mitjans d'extinció en condicions de seguretat. No obstant això, cal seguir també les determinacions i consells que es descriuen als documents tècnics realitzats per les organitzacions de protecció civil o d'altres administracions

i òrgans competents en la matèria. En aquest aspecte, fer constar que una de les mancances detectades és la necessitat de plantejar que les recomanacions d'autoprotecció definides siguin normatives i, per tant, que totes aquelles edificacions que es trobin en zones de risc tinguin la obligatorietat de complir-les en la seva totalitat.

Una altra mancança és la necessitat de disposar d'un espai de referència únic on hi hagi tota aquella informació al respecte de l'autoprotecció front als incendis forestals, un lloc on s'hi aplegui la normativa, les recomanacions i tota aquella documentació tècnica necessària per a fer-hi front.

## 6.1. Factors analitzats

### 6.1.1. Avaluació de l'entorn

#### Mapa de perill d'incendi forestal

Mapa estàtic que defineix un estat del territori estimatiu de la freqüència i la intensitat en què es poden produir els incendis. Té en compte el perill d'ignició (facilitat d'iniciació d'un incendi) així com el perill de propagació (facilitat amb què es podria expandir) o els factors meteorològics. Assigna a cada punt del territori un valor de perill i el classifica donant com a resultat uns nivells de perillositat.

Es tracta de l'únic factor pel qual cal consultar documentació, la resta de factors es basen en l'observació directa.

Font d'informació:

- Catalunya. Mapa bàsic de perill d'incendis forestals. Elaborat per la Direcció General de Medi Natural del Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació.

- Département des Pyrénées-Orientales. *Cartographie de l'aléa feu de forêt*. Elaborat per la *Office National des Forêts* (ONF).

**Escala de valoració** (de menor a major vulnerabilitat): Nivell baix; Nivell moderat; Nivell alt i Nivell molt alt.

#### Ubicació de l'edificació. Factors orogràfics

Un dels principals factors que condicionen la propagació dels incendis és el pendent. El foc té una major facilitat per a cremar progressant en ascendent que en descendent a causa de la menor distància entre la flama i el combustible. Altrament cal destacar que a major pendent, major velocitat de propagació. D'aquesta manera, en funció de la ubicació de l'edificació respecte la orografia aquesta es trobarà amb major o menor exposició al perill.

En cas que el relleu no tingui un pendent destacable o bé que l'edificació es trobi a la part baixa de la vessant, tindrà una menor vulnerabilitat i, per contra, en cas que aquesta es trobi a la part alta, major vulnerabilitat. Altrament, l'anàlisi del comportament dels incendis identifica com a punts sensibles per a la propagació dels incendis, les parts altes de les vessants i les carenes, per tant, aquests espais estan identificats com als més perjudicials.

**Ubicació de l'edificació. Escala de valoració** (de menor a major vulnerabilitat): Relleu no destacable; Part baixa vessant/Fons de vall; A mitja vessant; Carena/Part alta vessant.

**Pendent mitjà. Escala de valoració** (de menor a major vulnerabilitat): Inferior al 10%; 10-25%; 25-40%; Superior al 40%.

### Característiques de la urbanització

La densitat dels habitatges és un element clau per a avaluar el grau de perill d'una zona d'interfase urbana-forestal. Resulta menys difícil defensar una edificació que formi part d'una trama urbana consolidada que no d'un conjunt d'edificacions disseminades o totalment aïllades les unes de les altres. Un major aïllament d'una edificació, entenent l'aïllament com a una major separació entre parcel·les urbanitzades, implicarà una major probabilitat que un incendi que hi arribi sigui capaç d'envoltar l'edificació i que resulti més difícil defensar-la en condicions de seguretat. D'altra banda, la separació entre els habitatges condicionarà en gran mesura el volum de vegetació capaç de créixer-hi. Quantes més parcel·les estiguin edificades, menys n'hi haurà amb presència de vegetació que pugui facilitar la propagació d'un incendi per l'interior de la urbanització.

**Estructura de la urbanització. Escala de valoració** (de menor a major vulnerabilitat): Urbà - Consolidada (+80%); Densitat moderada (30 - 80%); Disseminada (-30%); Construcció aïllada.

**Percentatge de parcel·les que compleixen la normativa. Escala de valoració** (de menor a major vulnerabilitat): Totes; Puntualment no compleixen la normativa; Entre un 50 i un 80% no compleixen la normativa; Menys del 50% compleixen la normativa.

### Infraestructures de prevenció d'incendis forestals. Accessibilitat i efectivitat

Les infraestructures de prevenció d'incendis són elements dissenyats per a una millor defensa i protecció dels espais forestals que puguin veure's afectats per incendis i d'aquells elements o infraestructures que hi pugui haver al seu interior o límits a aquests. El seu objectiu primordial és reduir la perillositat i vulnerabilitat així com facilitar el treball als mitjans de prevenció i extinció d'incendis per a poder gestionar de la forma més eficient aquests incendis i procurar que tinguin la menor afectació possible. Les infraestructures de prevenció més rellevants per a l'estudi de vulnerabilitat d'una zona d'interfase són les franges perimetrals, l'accessibilitat i la presència d'hidrants.

Les franges perimetrals de protecció de les edificacions estan dissenyades per a frenar l'aproximació dels incendis que es dirigeixin cap a aquests espais mitjançant l'eliminació de vegetació. Al eliminar aquest combustible, es limita la capacitat del foc d'afectar l'edificació mitjançant la propagació per conducció i també es redueix la capacitat d'afectar-hi mitjançant la radiació per haver augmentat la distància entre la vegetació i la construcció.

La quantitat i estat dels vials d'accés a una edificació o urbanització ubicades a zona d'interfase urbana-forestal permet avaluar tan la facilitat d'accés dels mitjans d'extinció com la capacitat o

dificultat que pot representar una eventual evacuació d'aquelles persones que es poguessin trobar en aquests espais si se'n veu perillada la seva integritat.

La presència d'una xarxa d'hidrants operativa permet assegurar l'abastament d'aigua als mitjans d'extinció i així poder defensar les edificacions en millors condicions de seguretat i d'efectivitat.

**Compliment de les mesures establertes per normativa. Existència de franja perimetral. Escala de valoració** (de menor a major vulnerabilitat): Franja eficaç i permanent / No forestal; Franja feta però sense manteniment; Franja feta però insuficient; Franja inexistent.

**Existència xarxa d'hidrants o punt d'aigua apte mitjans extinció. Escala de valoració** (de menor a major vulnerabilitat): Sí. Xarxa d'hidrants operativa; Punt d'aigua operatiu; No.

**Vials d'entrada i sortida. Escala de valoració** (de menor a major vulnerabilitat): Continuitat zona urbana; Més de 3, permeten creuament, tenen franja i són aptes per l'evacuació; Més de 3, permeten creuament. No tenen franja i/o l'evacuació és difícil; La resta.

**Estat dels vials d'accés. Escala de valoració** (de menor a major vulnerabilitat): Correcte; Mal estat / No aptes per mitjans d'extinció.

**Estat dels vials interns i senyalització ruta evacuació. Escala de valoració** (de menor a major vulnerabilitat): Correcte; Deficient / Mal estat.

### 6.1.2. Vegetació a les proximitats

La distribució de la vegetació determina la forma com propagarà un incendi; en funció de la seva estructura, de la càrrega de combustible present i de la quantitat de matèria morta un foc podrà cremar a major o menor intensitat i velocitat. D'aquesta manera, una determinada estructura podrà dificultar o, per contra, facilitar el control del seu perímetre i, per tant, els efectes que pugui tenir sobre els elements vulnerables.

S'ha optat per avaluar l'efecte de la vegetació en funció de diverses metodologies de classificació, d'aquesta forma l'anàlisi contemplarà un major ventall de característiques del combustible.

### Models de combustible de Rothermel

És una de les classificacions dels combustibles més utilitzada quan es treballa en prevenció i en extinció d'incendis. La seva classificació depèn de l'estructura del bosc o formació vegetal (quantitat de material viu o mort) i descriu el comportament que hi tindria el foc en cas de produir-se un incendi forestal. Es divideix en tretze categories agrupades en quatre grups segons quin seria l'estrat per on es propagaria el foc: pastures, matollar, fullaraca i restes vegetals. La mida, forma, disposició, compactació i humitat del combustible, entre d'altres, variaran en cada un d'aquests grups.

La classificació dels models de combustible permet determinar la perillositat de cada estructura forestal. A la següent taula es mostra la relació entre el Model de combustible i la perillositat que representa, aquesta relació és la que s'ha emprat per a l'anàlisi de la vulnerabilitat.

Taula 9. Perillositat dels models de combustible

| PERILLOSITAT | MODEL DE COMBUSTIBLE |
|--------------|----------------------|
| Molt elevada | 4, 6, 7              |
| Elevada      | 11, 12, 13           |
| Moderada     | 1, 2, 3, 5, 10       |
| Baixa        | 8, 9                 |

**Escala de valoració** (de menor a major vulnerabilitat): Baixa (No combustible i models 8 i 9); Moderada (Models 1, 2, 3, 5, 10); Elevada (Models 11, 12, 13); Molt elevada (Models 4, 6, 7).

#### Estructura eFIREcom

En el marc del Projecte eFIREcom, coordinat pel Centre Tecnològic Forestal de Catalunya, es va elaborar una sèrie de documentació emmarcada a augmentar la resiliència de la societat front als incendis forestals. Per a fer-ho, entre altra documentació es va generar una sèrie d'informes l'objectiu dels quals era l'avaluació de la vulnerabilitat de les zones d'interfase. En aquests projectes es va generar una simplificació de l'estructura de la vegetació de tal forma que permetés que un usuari no necessàriament especialitzat en prevenció d'incendis, fos capaç d'avaluar la vulnerabilitat d'un determinat espai. Es va determinar un grau de perill en funció de la càrrega de combustible. La classificació ve determinada tal com es mostra a la següent imatge.

**Escala de valoració** (de menor a major vulnerabilitat): No combustible; Herbassar; Herbassar i arbustos baixos; Arbustos baixos i densos; Arbustos alts i densos; Bosc desbroçat i poc dens; Bosc desbroçat i dens; Bosc molt dens i sense desbrossar.

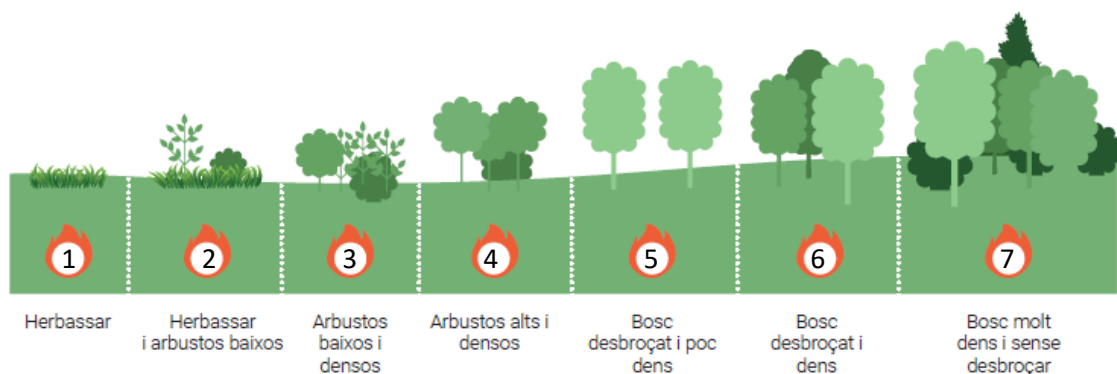


Figura 15. Classificació de la vegetació segons eFIREcom. Font: eFIREcom



### Continuïtat vertical del combustible

Un dels factors que condiciona en major mesura el comportament dels incendis és la continuïtat vertical del combustible. El fet que una estructura forestal permeti que el foc de superfície passi a propagar per les capçades és un dels majors limitadors de la capacitat d'extinció dels mitjans i un molt bon indicador del comportament que podrà tenir. Així doncs, s'avalua l'alçada dels combustibles d'escala per tal de valorar la capacitat de propagar per les capçades.

**Escala de valoració** (de menor a major vulnerabilitat): No, l'alçada del matoll és menor a dues vegades la distància entre el matoll i la primera branca viva; No, l'alçada del matoll és igual a dues vegades la distància entre el matoll i la primera branca viva; No, l'alçada del matoll és major a dues vegades la distància entre el matoll i la primera branca viva; Sí, hi ha continuïtat vertical.

### Fracció de cabuda coberta

Les densitats de les capçades de l'estrat arbustiu i arbori són un molt bon indicador per a avaluar la capacitat del foc per a propagar per aquests estrats i, per tant, representen una forma molt idònia per a valorar el comportament que podran tenir.

**Escala de valoració** (de menor a major vulnerabilitat): No combustible; Menys del 10% de FCC; Entre el 10 i el 35%; Entre el 35 i el 65% de FCC; Més del 65% de FCC.

### 6.1.3. Vulnerabilitat dels elements constructius

Per a avaluar la vulnerabilitat de les edificacions s'ha pres com a referència les determinacions establertes al document "*Propuesta de medidas y condiciones técnicas de prevención y seguridad en edificaciones con afectación por incendios forestales*" (Gallardo, C., 2014) on es fa una anàlisi del comportament dels incendis i de quins efectes poden tenir sobre les construccions properes a espai forestal a fi de definir les mesures oportunes per a evitar o reduir possibles danys.

### Nivell de risc per a l'edificació

Es defineixen tres nivells de risc per tal de determinar els materials i elements que es podran utilitzar o, per contra, els que s'hauran de restringir. Aquests nivells vindran determinats en funció del nivell de risc d'incendi del municipi que estigui determinat per normativa, del model de combustible de les proximitats a l'edificació i de la distància a què es trobi la vegetació.

**Escala de valoració** (de menor a major vulnerabilitat): C; B; A.

Taula 10. Distància entre la vegetació i l'edificació. Obtenció del nivell de risc per a l'edificació.  
Font: Gallardo, 2014

| Riesgo incendio | M.C. | Dist. Monte-<br>edificaci3n, x<br>(m) | Nivell de riscgo | Riesgo incendio | M.C. | Dist. Monte-<br>edificaci3n, x<br>(m) | Nivell de riscgo |    |    |   |   |   |
|-----------------|------|---------------------------------------|------------------|-----------------|------|---------------------------------------|------------------|----|----|---|---|---|
| Muy Alto        | M4   | 5                                     | A                | Moderado        | M4   | 5                                     | A                |    |    |   |   |   |
|                 |      | 10                                    |                  |                 |      | M9                                    |                  | 10 | B  |   |   |   |
|                 |      | 15                                    |                  |                 |      |                                       |                  | 15 |    | C |   |   |
|                 |      | 20                                    |                  |                 |      |                                       |                  | 20 |    |   |   |   |
|                 |      | 25                                    |                  |                 |      |                                       |                  | 25 |    |   |   |   |
|                 |      | 30                                    |                  |                 |      |                                       |                  | 30 |    |   |   |   |
|                 | Alto | M4                                    | 5                |                 | A    |                                       | Bajo             | M4 |    |   | 5 | A |
|                 |      |                                       | 10               |                 |      | M9                                    |                  |    | 10 |   | B |   |
|                 |      |                                       | 15               |                 |      |                                       |                  |    | 15 | C |   |   |
|                 |      |                                       | 20               |                 |      |                                       |                  |    | 20 |   |   |   |
|                 |      |                                       | 25               |                 |      |                                       |                  |    | 25 |   |   |   |
|                 |      |                                       | 30               |                 |      |                                       |                  |    | 30 |   |   |   |

### Elements i materials constructius

Segons Gallardo, 2014, el nivell de risc definit al pas anterior determinarà quins materials o restriccions s'hauran d'adoptar en cada cas. Per a avaluar-ho, al realitzar el treball de camp s'ha anotat els materials utilitzats als principals elements a avaluar que són la teulada, les parets exteriors de l'edificació, les obertures, la tanca i possibles elements ubicats a l'exterior.

A l'esmentat document s'hi fa un recull d'aquells materials i elements que estan prohibits o que requereixen de certes restriccions per a utilitzar-los en funció del nivell de risc definit, tal i com es mostra a la següent taula. Seguidament, amb l'ús d'aquesta taula, s'ha pogut avaluar en quins casos es compleixen els requeriments definits, en quins no es prenen les mesures de mitigació i en quins casos s'utilitzen materials no permesos.

D'aquesta manera, amb les indicacions realitzades a l'esmentat document i les recomanacions que s'hi defineix s'ha pogut avaluar la vulnerabilitat de cada un dels elements constructius.

**Materials constructius, materials de les obertures i materials de la teulada i exteriors. Escala de valoració** (de menor a major vulnerabilitat): Adequats; No compleix les condicions; Conté materials no permesos.

**Xemeneia o sortides ventilació. Presència de mataguspieres. Escala de valoració** (de menor a major vulnerabilitat): Adequats; No compleix les condicions; Instal·lació no segura.

**Presència de materials inflamables/perillosos emmagatzemats a l'exterior (ex. Llenya, dipòsits de gas). Escala de valoració** (de menor a major vulnerabilitat): No n'hi ha; Sí però amb mesures de seguretat; Instal·lació no segura.

**Espècies vegetals. Escala de valoració** (de menor a major vulnerabilitat): No n'hi ha; Sí però compleixen les condicions; Prohibides (són inflamables o no compleixen les condicions).

Taula 11. Mesures de prevenció d'incendis segons el risc de les edificacions

|           |                                     | A | B | C |      |
|-----------|-------------------------------------|---|---|---|------|
| Parets    | Formigó armat                       | ✓ | ✓ | ✓ |      |
|           | Formigó convencional                | ✓ | ✓ | ✓ |      |
|           | Bloc de formigó convencional        | ✓ | ✓ | ✓ |      |
|           | Morter de ciment                    | ✓ | ✓ | ✓ |      |
|           | Maó massís                          | ✓ | ✓ | ✓ |      |
|           | Maó perforat                        | ✓ | ✓ | ✓ |      |
|           | Fusta frondoses                     | ✗ | ✓ | ✓ |      |
|           | Fusta coníferes                     | ✗ | ✓ | ✓ |      |
|           | PU (Poliuretans)                    | ✗ | ! | ! | *    |
|           | PPU (Panell sandvitx amb poliuretà) | ! | ! | ! | *    |
| Teulada   | PPU (Panell sandvitx amb poliuretà) | ! | ! | ! | *    |
|           | Teulada de plàstic                  | ✗ | ✗ | ✓ |      |
|           | Teulada de argila cuita             | ✓ | ✓ | ✓ |      |
| Tanca     | Formigó convencional                | ✓ | ✓ | ✓ |      |
|           | Bloc de formigó convencional        | ✓ | ✓ | ✓ |      |
|           | Morter de ciment                    | ✓ | ✓ | ✓ |      |
|           | Maó massís                          | ✓ | ✓ | ✓ |      |
|           | Maó perforat                        | ✓ | ✓ | ✓ |      |
|           | Vegetal                             | ! | ! | ! | **** |
| Obertures | Fusta frondoses                     | ✗ | ✓ | ✓ |      |
|           | Fusta coníferes                     |   | ✓ | ✓ |      |
|           | Vidre                               | ! | ✓ | ✓ | **   |
|           | PC (Policarbonats)                  | ! | ! | ✓ | *    |
|           | PVC                                 | ! | ✓ | ✓ | **   |
| Altres    | Tèxtils                             | ! | ! | ✓ | ***  |
|           | Vegetació jardí                     | ! | ! | ! | **** |

- \* Extradossar amb un material resistent al foc almenys de EI-30
- \*\* Cobrir amb un material resistent al foc (porticons)
- \*\*\* No poden ser fixes. S'han de poder recollir
- \*\*\*\* ✗: Xiprers (Cupressus sempervirens, Cupressus arizonica), pi blanc (Pinus halepensis), pinassa (Pinus nigra), palmeres (en les seves diferents espècies), alzines (Quercus ilex i Quercus suber).

\*\*\*\* : 1. Enjardinat amb espècies poc inflamables, amb separació de 6 metres entre copes i de poca alçada (<1m). 2. No hi pot haver contacte directe entre la vegetació i l'edificació. La vegetació no pot enfilar-se per les parets.

#### 6.1.4. Vulnerabilitat subjectiva

S'ha fet un recull de les determinacions definides als documents de referència centrats en l'anàlisi de la vulnerabilitat i en aquest estudi s'ha emprat tots aquells criteris objectius que s'ha cregut pertinents per tal d'oferir una anàlisi completa i representativa de la zona d'interfase. No obstant això, s'ha cregut pertinent d'incorporar-hi una avaluació mitjançant criteri expert de la vulnerabilitat observada a fi de poder ajustar els paràmetres quantificables a aspectes subjectius.

**Nivell de risc subjectiu. Escala de valoració** (de menor a major vulnerabilitat): Molt baix; Baix; Moderat; Alt; Extrem.

#### 6.1.5. Recull dels factors utilitzats per a l'anàlisi

| UBICACIÓ                        |                                    |
|---------------------------------|------------------------------------|
| <b>Nivell de perill estàtic</b> | <b>On està ubicat l'habitatge?</b> |
| Baix                            | Relleu no destacable               |
| Moderat                         | Part baixa vessant / Fons de vall  |
| Alt                             | A mitja vessant                    |
| Molt alt                        | Carena / Part alta vessant         |
|                                 | <b>Pendent mitjà</b>               |
|                                 | <10%                               |
|                                 | 10-25%                             |
|                                 | 25-40%                             |
|                                 | >40%                               |

| ESTRUCTURA URBANITZACIÓ                               |  |
|---|--|
| <b>Densitat d'habitatges. Estructura urbanització</b> | <b>% parcel·les que compleixen normativa</b> |
| Urbà - Consolidada (+80%)                             | Totes  |
| Densitat moderada (30 - 80%)                          | Puntualment no compleixen                    |
| Disseminada (-30%)                                    | 50 a 80%                                     |
| Construcció aïllada                                   | Menys de 50%                                 |

| INFRAESTRUCTURES DE PREVENCIÓ  |   |
|--|---|
| <b>Compliment de les mesures establertes per normativa. Existència franja perimetral</b> | <b>Estat dels vials d'accés</b>           |
| Franja eficaç i permanent / No forestal  | Correcte                                  |
| Franja feta però sense manteniment   | Mal estat / No aptes per mitjans extinció |
| Franja feta però insuficient   |   |
| Franja inexistent  |   |

**Existència xarxa d'hidrants o punt d'aigua apte mitjans extinció**

Sí. Xarxa d'hidrants operativa

Punt d'aigua operatiu

No

**Vials entrada / sortida**

Continuïtat zona urbana

>3, permeten creuament, tenen franja i aptes evacuació

>3, permeten creuament. No tenen franja i/o evacuació difícil

La resta

**Estat dels vials interns i senyalització ruta evacuació**

Correcte

Deficient / Mal estat

**ESTRUCTURA FORESTAL A LES PROXIMITATS**  
Franges de 0 a 5 metres, de 5 a 25m, de 25 a 50m i de >50m

**Model de combustible**

No combustible

Pastures. Model 1

Pastures. Model 2

Pastures. Model 3

Matoll. Model 4

Matoll. Model 5

Matoll. Model 6

Matoll. Model 7

Fullaraca sota arbrat. Model 8

Fullaraca sota arbrat. Model 9

Fullaraca sota arbrat. Model 10

Brancada. Model 11

Brancada. Model 12

Brancada. Model 13

**Estructura eFIREcom**

No combustible

Herbassar

Herbassar i arbustos baixos

Arbustos baixos i densos

Arbustos alts i densos

Bosc desbrossat i poc dens

Bosc desbrossat i dens

Bosc molt dens i sense desbrossar

**Combustibles d'escala**

No, alçada matoll < 2Xdistància matoll a 1a branca

No, alçada matoll = 2Xdistància matoll a 1a branca

No, alçada matoll > 2Xdistància matoll a 1a branca

Sí

**Fracció de cabuda coberta**

No combustible

<10%

10-35%

35-65%

>65%

**VULNERABILITAT DELS ELEMENTS CONSTRUCTIUS**

**Nivell de risc per a l'edificació segons INT IUF**

|   |
|---|
| A |
| B |
| C |

**Xemeneia o sortides ventilació.**

**Presència mataguspies**

|                        |
|------------------------|
| Adequats               |
| No compleix condicions |
| Instal·lació no segura |

**Materials constructius**

|                             |
|-----------------------------|
| Adequats                    |
| No compleix condicions      |
| Conté materials no permesos |

**Presència de materials inflamables/perillosos emmagatzemats a l'exterior (ex. Llenya, dipòsits de gas)**

|                                  |
|----------------------------------|
| No n'hi ha                       |
| Sí però amb mesures de seguretat |
| Instal·lació no segura           |

**Materials de la teulada i exteriors (canelons, etc)**

|                             |
|-----------------------------|
| Adequats                    |
| No compleix condicions      |
| Conté materials no permesos |

**Espècies vegetals**

|   |
|---|
| No n'hi ha  |
| Sí però compleixen les condicions                       |
| Prohibides (són inflamables o no compleixen condicions) |

**Materials de les obertures**

|                             |
|-----------------------------|
| Adequats                    |
| No compleix condicions      |
| Conté materials no permesos |

**VULNERABILITAT SUBJECTIVA**

**Nivell de risc subjectiu**

|           |
|-----------|
| Molt baix |
| Baix      |
| Moderat   |
| Alt       |
| Extrem    |

## 7. Disseny de la franja perimetral de protecció/prevenió

Les condicions de les franges actualment exigides per llei a la part catalana es van dimensionar mitjançant fórmules de comportament i propagació del foc i fórmules de radiació d'energia amb un llindar de tolerància d'energia rebuda per l'element a protegir que no generés danys estructurals a les edificacions.

Una part d'aquestes fórmules s'han vist qüestionades en l'aplicació a escales més petites del que es van dissenyar.

En el primer disseny de les franges no es va considerar tenir la capacitat d'incorporar certes característiques de les construccions que es podrien entendre com el punt més feble, com una variable en el càlcul.

Quan es dissenya una franja es busca complir una sèrie d'objectius que es podrien resumir en:

- Reduir la intensitat del foc a l'entorn de les edificacions.
- Evitar que el foc afecti edificis.
- Procurar que les cases siguin menys susceptibles de patir incendis.
- Frustrar, limitar, reduir i, fins i tot, aturar l'avançament del foc i el seu impacte.
- Protegir en absència d'ajuda o abans de la seva arribada.
- Oferir als bombers condicions òptimes de seguretat en les seves intervencions i maniobres defensives.
- Facilitar les operacions d'extinció sobre els incendis forestals.

Per tal d'assolir aquests objectius les diferents normatives han marcat unes característiques de les franges en diferents àmbits.

La normativa francesa parla d'un disseny de franja perimetral de 50 metres, ampliable a 100m a decisió de l'alcalde, on:

- No hi pot haver cap branca a menys de 3 metres de la construcció. Tanques vegetals incloses.
- La vegetació arbustiva ha d'estar estassada.
- Les capçades dels arbres dominants han de tenir una separació mínima de 3 metres.
- Els arbres restants han de ser podats un mínim de 2 metres (pot variar entre departaments de 2 o 3 m) fins a 2/3 de la seva alçada.

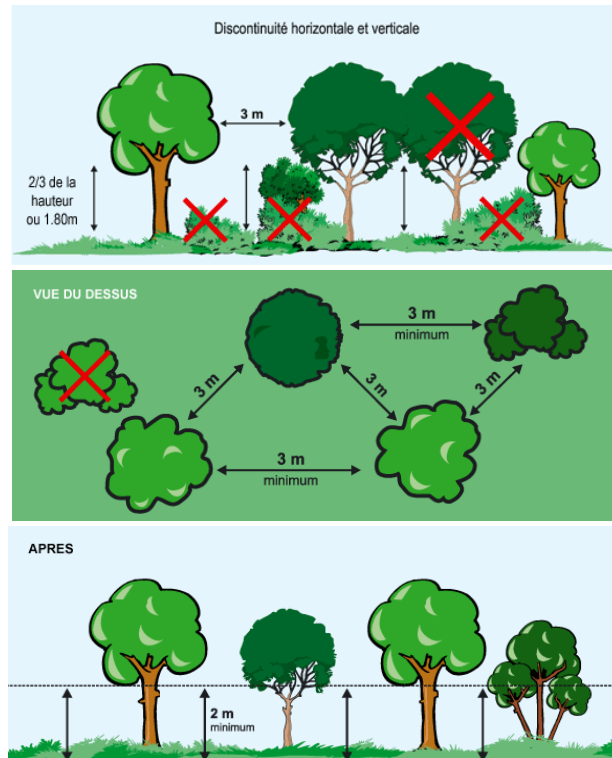


Figura 16. Estructura de la vegetació a les franges de protecció. Font: DDTM 66. Pyrénées-Orientales

D'altra banda, també s'hi tracten els camins d'accés, on es requereix que se'n desbrossin els 10 primers metres a banda i banda del vial. Alguns departaments inclouen la poda a 4 metres de les branques properes al vial.

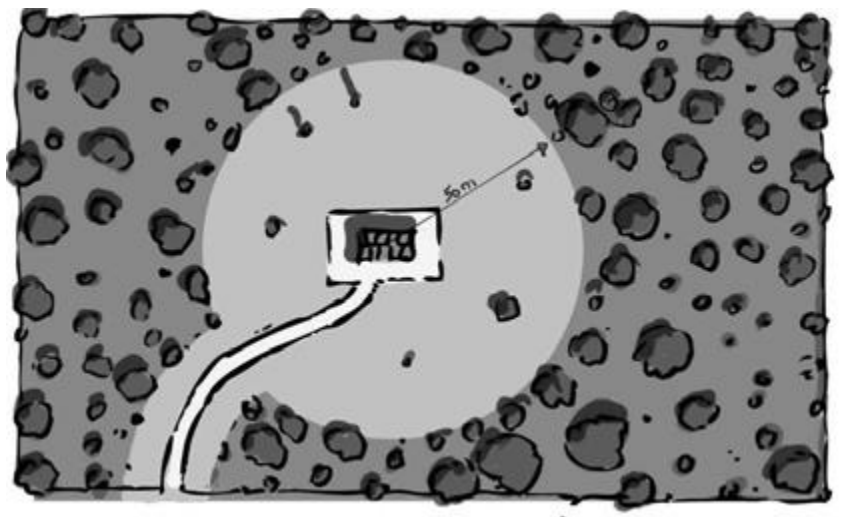


Figura 17. Estructura de la vegetació a l'entorn de les edificacions i vials. Font: *Guide du résident en forêt, interface forêt / habitat*



Inclou també consells i recomanacions d'autoprotecció com ara:

- Retirar la fulla i brancada seca (sobretot a les pinedes) a un radi de 10 m al voltant de l'habitatge.
- Treure plantes decoratives altament inflamables que es troben en façanes o pendents properes a la casa. Cal vigilar especialment les plantes situades a prop d'obertures o elements estructurals visibles.
- No instal·lar canalons de plàstic.
- Tenir porticons de fusta o alumini.

La normativa francesa marca ben clares les relacions de veïnatge entre finques contigües i a qui recau la obligació de la creació i manteniment de la franja. Tota la informació es pot trobar al [web](#) de prevenció d'incendis de la *Direction Départementale des Territoires et de la Mer des Pyrénées-Orientales*.

Pel que fa a la normativa catalana estableix unes condicions similars de franja però amb un mínim de només 25 metres. Diferencia segons pendent i estableix:

- Pendents inferiors al 40% (21,8º):
  - Arbrat:
    - FCC arbrat 35%.
    - Espai entre troncs mínim 6 metres.
    - Evitar sempre la continuïtat horitzontal entre capçades.
    - FCC matollar 15%.
    - Evitar continuïtat vertical amb arbrat.
    - Separació mínima de 3 metres entre peus de matoll.
  - Matollar:
    - FCC matollar 35%
    - Peus aïllats, separats mínim 3 metres.
- Pendents superiors a 40% (21,8º). Les actuacions que s'hagin de dur a terme requereixen un informe tècnic de caràcter forestal signat per un/a professional amb titulació universitària forestal sobre les mesures necessàries per minimitzar els efectes de les actuacions sobre el terreny. Aquest informe establirà:
  - Els tractaments i aclarides que cal efectuar a la franja, que podran ser diferents a les especificades per pendents inferiors, amb l'objecte d'evitar l'erosió, garantir l'estabilitat del terreny i garantir la protecció adequada de les persones.
  - L'amplada de la franja de protecció, que podrà ser diferent als 25 metres d'acord amb les característiques dels combustibles, pendents, orientacions i exposició a situacions d'alt risc d'incendi forestal.
  - El tractament i la disposició dels residus vegetals amb l'objecte de minimitzar l'erosió.

D'altra banda, la normativa espanyola especifica:

***“Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos Industriales (Página 37)***

*Los establecimientos industriales de riesgo medio y alto ubicados cerca de una masa forestal han de mantener una franja perimetral de 25 m de anchura permanentemente libre de vegetación baja y arbustiva con la masa forestal esclarecida y las ramas bajas podadas.*

*En lugares de viento fuerte y de masa forestal próxima se ha de aumentar la distancia establecida en un 100 por cien, al menos en las direcciones de los vientos predominante.”*

És a dir que defineix 25 metres que podran ser fins a 50 en zones de vent, sense vegetació baixa ni arbustiva i amb arbrat aclarit i podat, però no s'hi determina quina intensitat d'aclarida.

Altres normatives com la canadencan parlen d'una zona de seguretat de 10 metres sense vegetació ni acumulació de combustibles com ara piles de llenya, seguit d'una franja de 20 metres amb condicions similars a les esmentades anteriorment i, seguidament, una franja de 70 metres de bosc gestionat amb finalitat de prevenció d'incendis.

Com es pot extreure d'aquesta breu comparativa, totes les franges, per assolir el seu objectiu es dissenyen basant-se en la reducció de la càrrega de combustible i la discontinuïtat tan vertical com horitzontal de la vegetació que en definitiva és el combustible. Cada normativa s'ha basat en diversos assajos, simulacions o experiències per determinar quines han de ser les condicions d'aquesta reducció de combustible i trencament de la continuïtat.

No obstant això, encara no s'ha pogut determinar quin és el comportament del foc en les interfícies de canvis de vegetació. S'han observat casos on aquesta disminució de càrrega permet una entrada d'oxigen al sistema de combustió provocant un augment inesperat de la intensitat de les flames. Queda tot un camp per recórrer en l'estudi del comportament en les zones d'interfície per poder preveure'n el comportament amb exactitud.

Hi ha una gran varietat d'estudis i investigacions enfocats a poder determinar quina és la distància mínima de seguretat i com ha de ser aquesta franja de seguretat.

En la següent figura extreta de la *Guia de camp en Incendis Forestals* del cos de Bombers de la Generalitat es representen tres dels factors que influeixen en un incendi que en condicionen significativament el comportament; el combustible, la topografia i la meteorologia. Cadascun d'aquests factors sorgeix de tres subvariables principals, tal com es pot veure a l'esquema.

D'aquestes 9 subvariables, la única sobre la qual es pot incidir a un cost raonable és en la quantitat de combustible i, en certa manera, en la tipologia. És per això que els esforços en la protecció es dediquen als tractaments de vegetació. Ara bé, els elements a protegir també tenen diferent resistència al foc i tradicionalment s'han tingut poc en compte a l'hora de dissenyar les franges.



Figura 18. El triangle del foc

## 7.1. Factors implicats

A l'hora de dissenyar una franja es poden agrupar els factors implicats en tres grans grups:

- Factors que condicionen el comportament de l'incendi.
- La geometria i disposició de la flama generada per l'incendi.
- Resistència al foc o radiació màxima tolerable per l'element protegit.

Al primer grup s'hi pot trobar els elements representats a la Figura 18.

- Combustible
- Topografia
- Meteorologia

Al segon grup es parlarà de les característiques de la flama que determinaran l'energia emesa per la flama, que són:

- Longitud de flama
- Amplitud de front
- Temperatura de la flama
- Temps de residència del front/velocitat a la que passa el foc.

I en menor mesura la humitat relativa i la temperatura de l'aire

Finalment al tercer grup s'hi troben les característiques de l'element a protegir. Per fer-ho es centrarà en els elements constructius i no es discutirà sobre la protecció dels mitjans d'extinció.

### 7.1.1. Models de classificació de la vegetació

La vegetació es un dels elements clau a l'hora de determinar com serà l'incendi que pot amenaçar l'element a protegir. En incendis forestals, el combustible present al terreny és un dels factors que en condiciona en major mesura el seu comportament, que dependrà de la seva distribució, humitat, continuïtat, quantitat i de la seva estructura. Existeixen varis mètodes de classificació de la vegetació que es relacionen amb el comportament del foc i que són emprats

per a determinar la perillositat i vulnerabilitat del territori en el camp de la planificació així com per a ser usats per a identificar i avaluar el comportament en el camp de l'extinció.

Alguns d'aquests són els Models de combustible definits per Rothermel (Rothermel, 1972; Burgan i Rothermel, 1984) i adaptats a la realitat de la península Ibèrica, els quals estan estretament lligats amb les fórmules emprades en el càlcul de les característiques de la franja marcades per llei. Un altre en són les Tipologies Forestals Arbrades, classificació elaborada pel Centre de la Propietat Forestal, la qual identifica aquelles formacions forestals capaces de generar focs de capçades i, conseqüentment, de superar la capacitat dels mitjans d'extinció. I finalment, un altre és la cartografia de vegetació generada pel projecte Previncat, elaborada pel Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya (CTFC) la qual ofereix una sèrie de bases cartogràfiques orientades a ser utilitzades per a la simulació d'incendis.

Cadascuna d'aquestes metodologies de classificació de la vegetació té una sèrie d'avantatges i dificultats per a poder-les utilitzar per a determinar les característiques de l'incendi i, específicament, de la flama que es pugui produir. Els avenços en l'estudi i investigació pel que fa al comportament dels incendis han provocat que certes metodologies que fins a dia d'avui eren indiscutibles, ara es puguin qüestionar o se n'hagi de limitar el seu ús per no tenir suficient fiabilitat. Seguidament es detallaran les característiques de cada una d'aquestes, les oportunitats, limitacions i les seves aplicacions.

#### 7.1.1.1. Mapa de models de combustible

Una de les classificacions dels combustibles més utilitzada quan es treballa en prevenció i en extinció d'incendis són els models de combustible de Rothermel.

Els models de combustible, definits per Rothermel el 1983 i adaptats a la península Ibèrica mitjançant claus fotogràfiques per l'ICONA el 1989, depenen de l'estructura del bosc o formació vegetal (quantitat de material viu o mort) i descriuen el possible comportament del foc en cas de produir-se un incendi forestal.

Es divideixen en quatre grups segons per on es podria propagar el foc: pastures, matollar, fullaraca i restes vegetals.

Hi ha tretze tipus de combustibles que van des dels pastures, passant per les gramínies, matolls i zones arbustives, fins l'arbrat. Es poden agrupar en quatre classes de combustibles: pastures, matoll, fullaraca sota arbrat, i brancada. La mida, forma, disposició, compactació, composició química i humitat del combustible variaran en cada un d'aquests grups.

**Grup de Pastures.** Vegetació herbàcia. Models de l'1 al 3.

**Model 1.** L'incendi és conduït per la pastura, per les plantes herbàcies. Els incendis són a nivell de superfície i es desplacen amb rapidesa a través de l'herba seca i material associat. Si existeix arbrat no es veu afectat per l'incendi.

**Model 2.** L'incendi es propaga principalment pels combustibles fins. Són incendis superficials que cremen plantes herbàcies, fullaraca i branques mortes caigudes dels arbusts o arbres situats

per sobre. Les acumulacions disperses de combustible poden incrementar puntualment la intensitat de l'incendi, que en certes condicions poden originar focus secundaris.

Model 3. L'incendi el condueix l'herbassar, que és dens i alt, sec i continu. La propagació és moderadament ràpida i la intensitat es superior a la dels dos models anteriors. Sota la influència del vent, són capaços de llençar focus secundaris a varis metres.

**Grup de Matolls.** Tot tipus de matoll o garriga. Els regenerats joves o repoblacions passen per aquest estat els primers anys. Models del 4 al 7.

Model 4. Constituït per matolls o regenerats joves i densos. La vegetació dominant és alta i comporta incendis d'alta intensitat que es propaguen amb rapidesa per les fulles, branques i parts altes dels matolls. És un dels models que genera més dificultats per a l'extinció degut a la intensitat i elevada càrrega de combustible.

Model 5. Format per un matollar dens, de menor alçada que l'anterior, que cobreix completament la superfície. Màquies i garrigars baixos, pasturatges abandonats, regeneracions pobres. L'incendi propaga pels combustibles superficials, focs d'intensitats moderades pel fet que la càrrega de combustibles superficials no és molt gran i presenten poc material mort.

Model 6. Incendis que es propaguen per la capa de matolls, on el fullatge és més inflamable que el model 5, però que necessita de la presència de vents moderats a forts. Sense l'ajuda del vent, el foc només consumirà les parts baixes i els combustibles superficials. En conjunt és més inflamable que el model anterior.

Model 7. Constituït per un matollar d'espècies inflamables d'alçada variable, com a sotabosc a boscos principalment de coníferes. L'incendi és conduït pel matollar, però també pel combustible acumulat al sòl forestal. El foc és capaç de no perdre la sostenibilitat a humitats més altes del combustible mort degut a l'alta inflamabilitat dels combustibles vius.

**Grup Fullaraca sota arbrat.** Acícules de pi, sotabosc d'alzina, roure o faig, etc. Models del 8 al 10.

Model 8. Constituït per un bosc dens on hi manca el sotabosc. Clara discontinuïtat vertical entre els combustibles superficials i les capçades. Sòl cobert per una capa contínua de fullaraca compactada. S'hi desenvolupen incendis de baixa intensitat, amb flames curtes i velocitats de front de foc lentes.

Model 9. L'incendi es propaga per la superfície amb una velocitat de propagació superior al model anterior i presenta una alçada de flama més alta. La concentració de materials llenyosos morts contribueix a un possible torxeig passiu d'arbres i possible llançament de focus secundaris. És molt semblant al model anterior, però el bosc es troba format per espècies de fulles més grans, formant un estrat de fullaraca menys compacte i més airejat.

Model 10. Boscos madurs i envellits amb gran quantitat d'arbres caiguts que originen grans acumulacions de combustible mort. Continuitat vertical i horitzontal. El coronament, focus secundaris i incendi de copes són freqüents en aquest model de combustible, donant lloc a serioses dificultats en els treballs d'extinció.

Grup de Brancada. Branques i puntes de capçada deixades al sotabosc, així com els troncs dels arbres petits després de les aclarides. Models 11 i 12.

Model 11. Bosc clar o aclarit, amb les restes d'esporga i de les aclarides disperses per la superfície. Les restes de material lleuger o mitjanament gruixut provinent de l'esporga o aclarida augmenta substancialment la intensitat del foc.

Model 12. Bosc fortament aclarit, on les restes de l'esporga o de les aclarides són de major diàmetre que en el model anterior. Els combustibles vius no influencien el comportament del foc. Poden produir incendis de ràpida propagació, de gran intensitat, capaços de generar focus secundaris.

Model 13. Bosc sotmès a tallada final o darrer aprofitament. Amb grans acumulacions de restes de gran diàmetre que cobreixen tot el sòl. El foc es desplaça amb rapidesa pels combustibles fins i més lentament quan arriba a acumulacions de materials gruixuts.

La classificació dels models de combustible permet determinar la perillositat de cada estructura forestal. A la següent taula es fa una relació d'aquests dos conceptes.

Taula 12. Perillositat dels models de combustible

| PERILLOSITAT | MODEL DE COMBUSTIBLE |
|--------------|----------------------|
| Molt elevada | 4, 6, 7              |
| Elevada      | 11, 12, 13           |
| Moderada     | 1, 2, 3, 5, 10       |
| Baixa        | 8, 9                 |

### 7.1.2. Comportament del foc

El coneixement envers els incendis i el seu comportament està en constant evolució. Com passa sovint però, la seva afectació també va evolucionant i no sempre ho fa al mateix ritme que el grau de coneixement i comprensió del fenomen. Hi ha encara algunes incògnites sobre el comportament dels incendis en les zones d'interfície. No només a la interfície urbana-forestal sinó també en com respon i s'adapta el comportament de l'incendi als canvis en l'estructura forestal.

Hi ha qui observa que un incendi quan arriba a una franja agafa més oxigen i augmenta la seva virulència. Tot i això, no es disposa de dades objectives de quant més augmenta la seva força ni quant tarda a decaure per acció de la falta de combustible que suposa la franja, ni quanta energia emet en aquest procés. Tenir coneixement d'aquests comportaments i tenir-los parametritzats permetria una major certesa a l'hora de dimensionar les franges.

Aquest projecte s'emmarca en un territori afectat per incendis de vent, i no és la única zona del país on aquests tipus d'incendis hi predominen. Generalment es menysprea l'energia aportada per la convecció per ser poc significant front l'energia aportada per la radiació. No obstant, en l'incendi de l'Empordà del 2012, on en alguns moments la columna es tombava arribant a tenir contacte amb la superfície fins a prop d'uns 2 km, l'ambient de foc era generalitzat, pre-escalfant i dessecant la vegetació molt abans de l'arribada del foc. No s'han pogut recuperar dades sobre si hi va haver afectació d'aquest fet sobre materials o estructures però el que és cert és que els canvis en les condicions meteorològiques van ser notoris, el que fa pensar que és molt probable que hi pogués haver una relació.

Amb tantes incògnites i camp per recórrer en la investigació i identificació de les variables que condicionen el comportament del front de flama, es va optar per intentar el mètode observacional per tipificar alguns casos de flames – variables – efectes i poder fer estimacions de les amplades mínimes de franges necessàries.

Aquest intent es va fer conjuntament amb el CERTEC, en el qual s'hi ha destinat bona part del temps d'aquest projecte. Es va fer una recerca de recursos gràfics per tal de realitzar un estudi d'observació de les característiques de les flames en unes condicions conegudes d'incendis històrics. L'objectiu de facilitar aquesta informació al CERTEC era que permetés obtenir estimacions dels efectes del front de flama, de la radiació emesa i de les variables que la condicionen. Tal com s'ha explicat anteriorment, la dificultat d'extreure informació per falta de referències visuals amb dimensions conegudes o mesurables en les fotografies i vídeos i que la identificació d'aquests paràmetres requereixi d'un treball d'investigació molt més ampli, ha fet que s'hagi hagut de descartar aquesta via i s'hagi optat per seguir mètodes tradicionals menys precisos i que actualment no estan adaptats a les condicions dels nostres incendis.

S'adjunten les fitxes creades a partir de les observacions amb dades conegudes a l'Annex 5, així com l'informe d'assessorament tècnic elaborat pel CERTEC *Informe sobre estrategias de modelización para la determinación de distancias de Seguridad perimetral en incendios de Interfaz Urbano-Forestal en el entorno mediterráneo* (Muñoz, J.A.; Pastor E.; 2020).

Alguns exemples de les imatges treballades són les següents.



Figura 19. Imatges de comportament d'incendi i geometria de la flama obtinguda



## 7.2. Característiques de les edificacions

La manca de projectes normatius amb base científica sòlida que permetin avaluar el perill d'incendi forestal i els seus efectes sobre, específicament, les edificacions que es troben a la zona d'interfase urbana-forestal, ha portat a utilitzar de referència el projecte que s'explica a continuació, el qual actualment no està aprovat per cap òrgan competent en la matèria. No obstant això, havent valorat la documentació i l'estat de la qüestió, es creu molt necessari plantejar la necessitat d'aprovar un document d'aquesta tipologia i, així, poder fer front a la important situació de vulnerabilitat en què es troba una part molt important de les zones d'IUF de l'àmbit territorial objecte d'estudi.

D'aquesta manera, s'ha pres com a principal document de referència "*Propuesta de medidas y condiciones técnicas de prevención y seguridad en edificaciones con afectación por incendios forestales*" (Gallardo, 2014) per a l'estudi de l'afectació a les edificacions a la zona d'interfase urbana-forestal. En aquest document s'hi descriu l'evolució dels incendis forestals els darrers anys, en especial a l'àmbit de la IUF, quina és la realitat actual i la tendència futura. S'hi planteja una metodologia per determinar quin és el risc per incendis forestals de les edificacions en zones d'interfície urbana-forestal, tenint en compte una sèrie de variables per al càlcul numèric. A partir del nivell de risc, es proposen un seguit de mesures i condicions tècniques en les edificacions per reduir el risc d'afectació a causa dels incendis forestals.

A aquest projecte s'hi desenvolupa una metodologia per determinar el risc i el procediment a utilitzar, des de la determinació del risc a nivell municipal fins a la obtenció de la temperatura incident a la superfície de l'edificació.

Una de les innovadores aportacions de Gallardo, 2014, és la proposta d'aquesta metodologia per ser utilitzada per tècnics projectistes de l'edificació en format d'*Instrucció Tècnica Complementària* simple però amb gran base científica, que té en compte el risc per incendis forestals sobre les edificacions i com cal reduir-lo.

S'hi defineix les mesures i condicions tècniques per a minimitzar el risc.

Seguidament es fa un recull de les determinacions definides al projecte Gallardo, 2014.

### Mesures i condicions tècniques per minimitzar el risc:

#### Mesures i condicions tècniques per la franja perimetral

- Per determinar el risc per incendis forestals de les edificacions, els dos factors clau que el defineixen són: el model de combustible i la distància de la vegetació a l'edificació. Aquests són els factors més importants sobre els que cal treballar per reduir la calor per radiació.
- Cal treballar en aquests dos aspectes per a reduir les conseqüències negatives que poden produir els incendis.
- Les urbanitzacions o edificacions situades a zones forestals cal que estiguin envoltades de franges perimetrals de protecció per incendis forestals.

- La vegetació present a les parcel·les abandonades i no urbanitzades de l'interior de les urbanitzacions també han d'estar gestionades per evitar tan l'origen d'un incendi com la seva propagació dins de la urbanització.
- Per gestionar la vegetació de les proximitats a les edificacions cal reduir i limitar la continuïtat vertical i horitzontal del combustible, per així evitar la propagació per capçades i frenar l'evolució del front.

La següent imatge exemplifica la distribució òptima de la vegetació a les proximitats d'un habitatge.

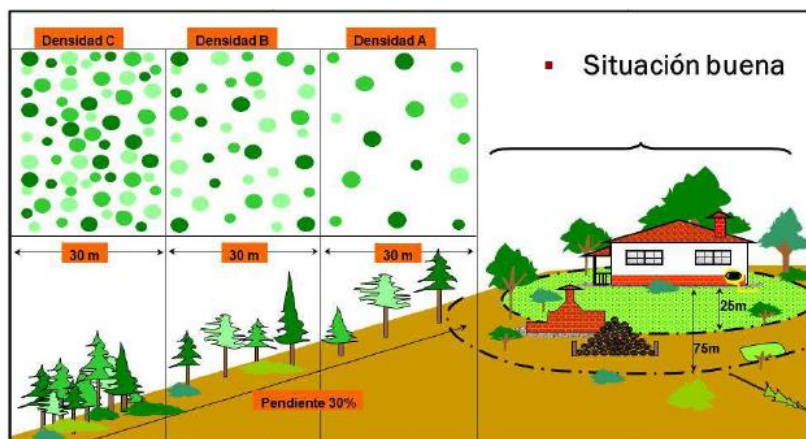


Figura 20. Esquema de franja a zona d'interfase. Font: Gallardo, 2014.

### Mesures i condicions tècniques per les edificacions

Tal com es defineix a la Instrucció Tècnica Complementària plantejada, per a definir les característiques i materials constructius de les edificacions es realitza un procediment basat en una sèrie de passos que es detallen a continuació.

- Identificació del nivell de risc d'incendi definit per la documentació tècnica desenvolupada.
- Identificació del model de combustible present a les proximitats. Per a l'elaboració de l'informe es va realitzar simulacions de comportament d'incendis en funció d'una sèrie de paràmetres, entre d'altres, del model de combustible present. El resultat és que s'obtenen uns càlculs de radiació emesa en funció de la vegetació i de la distància entre l'emissor i el receptor.
- Obtenció del nivell de risc per a l'edificació. Segons les simulacions realitzades i els càlculs obtinguts, s'hi defineix uns valors de risc de l'edificació basats, principalment, en la calor que aquesta rebria. La identificació del nivell de risc es realitza amb l'ús de la taula següent.

Taula 13. Paràmetres per a l'obtenció del nivell de risc per a l'edificació. Font: Gallardo, 2014.

| Riesgo incendio | M.C. | Dist. Monte-<br>edificación, x<br>(m) | Nivel de riesgo | Riesgo incendio | M.C. | Dist. Monte-<br>edificación, x<br>(m) | Nivel de riesgo |    |   |   |
|-----------------|------|---------------------------------------|-----------------|-----------------|------|---------------------------------------|-----------------|----|---|---|
| Muy Alto        | M4   | 5                                     | A               | Moderado        | M4   | 5                                     | A               |    |   |   |
|                 |      | 10                                    |                 |                 |      | A                                     |                 |    |   |   |
|                 |      | 15                                    |                 |                 |      |                                       |                 | A  |   |   |
|                 |      | 20                                    |                 |                 |      |                                       |                 |    | A |   |
|                 |      | 25                                    |                 |                 |      |                                       |                 |    |   | A |
|                 |      | 30                                    |                 |                 |      |                                       |                 |    |   |   |
|                 | M9   | 5                                     | B               |                 |      |                                       |                 |    |   |   |
|                 |      | 10                                    |                 |                 | B    |                                       |                 |    |   |   |
|                 |      | 15                                    | C               |                 |      |                                       |                 |    |   |   |
|                 |      | 20                                    |                 |                 | C    |                                       |                 |    |   |   |
|                 |      | 25                                    |                 |                 |      | C                                     |                 |    |   |   |
|                 |      | 30                                    |                 |                 |      |                                       | C               |    |   |   |
| Alto            | M4   | 5                                     | A               | Bajo            |      |                                       |                 | M4 | 5 | A |
|                 |      | 10                                    |                 |                 | A    |                                       |                 |    |   |   |
|                 |      | 15                                    |                 |                 |      | A                                     |                 |    |   |   |
|                 |      | 20                                    |                 |                 |      |                                       | A               |    |   |   |
|                 |      | 25                                    |                 |                 |      |                                       |                 |    | A |   |
|                 |      | 30                                    |                 |                 |      |                                       |                 |    |   |   |
|                 | M9   | 5                                     | B               |                 |      |                                       |                 |    |   |   |
|                 |      | 10                                    |                 |                 | B    |                                       |                 |    |   |   |
|                 |      | 15                                    | C               |                 |      |                                       |                 |    |   |   |
|                 |      | 20                                    |                 |                 | C    |                                       |                 |    |   |   |
|                 |      | 25                                    |                 |                 |      | C                                     |                 |    |   |   |
|                 |      | 30                                    |                 |                 |      |                                       | C               |    |   |   |

- La següent fase ha estat estudiar la resistència dels materials a la calor per tal de definir uns llindars que es corresponguin amb la classificació dels tipus de risc definits al pas anterior.
- La següent fase ha estat estudiar els materials constructius pròpiament, definir la seva ubicació a les tipologies d'edificacions majoritàries al nostre territori i estudiar la resistència d'aquests materials a la calor per tal de definir-los uns llindars que es puguin relacionar amb la classificació dels nivells de risc definits al pas anterior.
- El resultat final és la obtenció d'una taula que mostra les restriccions o requeriments dels materials utilitzats a les edificacions en funció del nivell de risc determinat als passos anteriors. La taula és la que es mostra a continuació.

Taula 14. Mesures de prevenció d'incendis segons el risc de les edificacions. Font: Gallardo, 2014

| Nivel de riesgo | Material            | Prohibido / Permitido      | Condiciones   |
|-----------------|---------------------|----------------------------|---|
| <b>A</b>        | Madera de coníferas | Prohibida                  |   |
|                 | PPU                 | Permitido con condiciones  | Trasdosar con un material resistente al fuego al menos EI-30  |
|                 | PC                  | Permitido con condiciones  | Trasdosar con un material resistente al fuego al menos EI-30  |
|                 | PU                  | Prohibido                  |   |
|                 | Teja de plástico    | Prohibido                  |   |
|                 | Textiles            | Permitido con condiciones  | Si no son fijos y se pueden recoger   |
|                 | PVC                 | Permitido con condiciones  | Cubrir con material resistente al fuego (porticones)  |
|                 | Vidrio no templado  | Permitido con condiciones  | Cubrir con material resistente al fuego (porticones)  |
| <b>B</b>        | PPU                 | Permitido con condiciones  | Trasdosar con un material resistente al fuego al menos EI-30  |
|                 | PC                  | Permitido con condiciones  | Trasdosar con un material resistente al fuego al menos EI-30  |
|                 | PU                  | Permitido con condiciones  | Trasdosar con un material resistente al fuego al menos EI-30  |
|                 | Teja de plástico    | Prohibido                  |   |
|                 | Textiles            | Permitido con condiciones  | Si no son fijos y se pueden recoger   |
| <b>C</b>        | PPU                 | Permitido con condiciones  | Trasdosar con un material resistente al fuego al menos EI-30  |
|                 | PU                  | Permitido con condiciones  | Trasdosar con un material resistente al fuego al menos EI-30  |
| Riesgo A, B, C  | Vegetales           | Prohibidos                 | Ciprés ( <i>Cupressus sempervirens</i> , <i>Cupressus arizonica</i> ), pino carrasco ( <i>Pinus halepensis</i> ), pino laricio ( <i>Pinus nigra</i> ), palmeras (en sus diferentes especies), encinas ( <i>Quercus ilex</i> o <i>Quercus suber</i> ). |
|                 |                     | Permitidos con condiciones | 1. Enjardinado con especies poco inflamables, con separación de 6 metros entre copas y de poca altura (inferior a 1 metro).<br>2. No haya contacto directo entre la vegetación y la edificación. La vegetación no puede trepar por las paredes.       |

Tal com s'ha mencionat, la definició dels materials, estructures i elements permesos o, per contra, que s'ha de restringir, a les edificacions que es troben a zona d'IUF, es considera un important avenç per a la reducció de la vulnerabilitat d'aquests espais i, alhora, per a la millora de les condicions de seguretat en què podran treballar els mitjans d'extinció en cas d'incendi.

## 8. Càlcul de l'amplada mínima de franja necessària

Hi ha molts estudis que intenten determinar amb certesa l'amplada mínima de franja però ben pocs han reeixit en la seva missió. Un dels pocs que ho ha fet és l'anomenat "Estàndard Australià". Aquest estàndard no només permet establir l'amplada de la franja sinó que marca una sèrie de restriccions i condicionants a la construcció en funció de la quantitat de radiació potencial a la qual es pot veure sotmesa la construcció i facilita el càlcul d'aquesta radiació que l'anomena BAL.

El mètode per determinar la radiació que pot emetre un incendi en un lloc determinat, segons l'estàndard Australià, es basa en moltes observacions amb dades mesurades i una classificació de la vegetació vinculada a aquestes observacions fins arribar a vincular directament la vegetació i la resta de variables d'entorn, com la meteorologia i la topografia, a unes determinades geometries de flama i unes determinades temperatures de flama. Aquestes característiques de la flama, la posició relativa de l'element a protegir respecte la flama i la temperatura i humitat de l'aire permeten calcular la radiació rebuda en funció de la distància.

L'energia que desprèn la flama es pot transmetre per tres vies:

- Radiació (ones electromagnètiques)
- Conducció (contacte directe)
- Convecció (transferència a través de les partícules de l'aire en moviment + conducció entre molècules)

En el cas de l'estàndard australià, com en la gran majoria de casos, es discrimina la transferència per convecció ja que la major part de l'energia que afecta a la franja es transfereix per radiació. En el nostre cas, caldria valorar la necessitat d'incorporar la convecció en incendis conduïts per vent ja que una part important de les hectàrees que es cremen a Catalunya són amb incendis d'aquesta tipologia. Un dels casos més extrems és l'incendi de l'Empordà del 2012 on la columna de fum anava enganxada a la superfície uns 2km provocant una dessecació i escalfament del combustible molt important.

Inspirats en l'estàndard australià i amb col·laboració amb el CERTEC per la proximitat d'aquest projecte amb el WUIVIEW, es va començar a buscar informació gràfica de geometries de flama que es poguessin relacionar amb una ubicació concreta, un combustible, unes condicions meteorològiques i uns efectes. Es van visualitzar i analitzar milers de fotos i vídeos de la base de Bombers, centenars de vídeos d'incendis recents a Catalunya i fotos de xarxes socials. El resultat obtingut per l'esforç dedicat va ser escàs i estadísticament insignificant. No permetia avançar en aquesta línia dins el termini d'aquest projecte. Es va haver de deixar la "tipificació de la flama per incendi tipus i condicions d'entorn" a través del mètode observacional per futurs programes i projectes.

Posteriorment es van buscar altres mètodes per dur a terme aquests càlculs. Ens vam inspirar en el mètode WUIX basant-nos amb les dades servides pel portal PREVINCAT.

Sobre les dades servides per PREVINCAT es van fer córrer simulacions amb FlamMap/Farsite per determinar les longituds de flama i intensitats esperades. La resolució dels resultats ve marcada per la resolució de les dades d'entrada i en el cas de PREVINCAT és de píxels de 20x20m. Estan pensades per ajudar a la planificació de superfícies més grans.

Un costat de píxel de 20x20m no permet una anàlisi d'una infraestructura de 25 metres d'ample, és per això que es va dividir el píxel i es va interpolar de tal manera que es generessin píxels de 2x2m. Així s'ajusta a l'escala de treball desitjada però s'assumeixen imprecisions en les dades.

Dels elements marcats als plànols de delimitació se'n calcula una capa amb la distància euclidiana a cada punt i la direcció a cada punt.

La distància euclidiana és el càlcul de la distància en línia recta, sense tenir present l'orografia. En aquest estadi de l'estudi vam considerar suficient, per no complicar els càlculs i poder fer una aproximació.

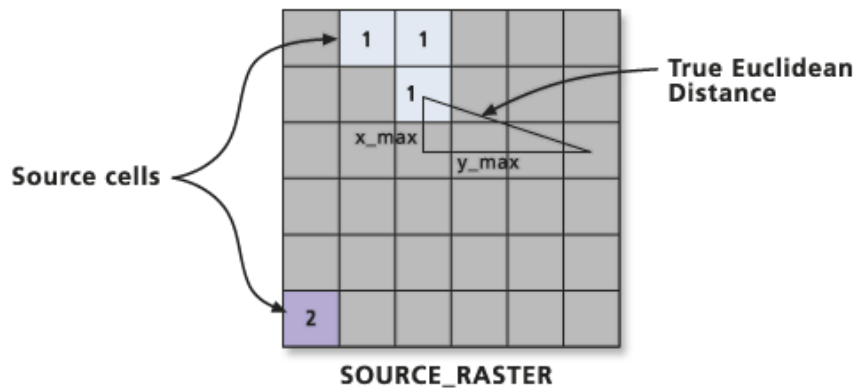


Figura 21. Esquema del càlcul de la distància euclidiana

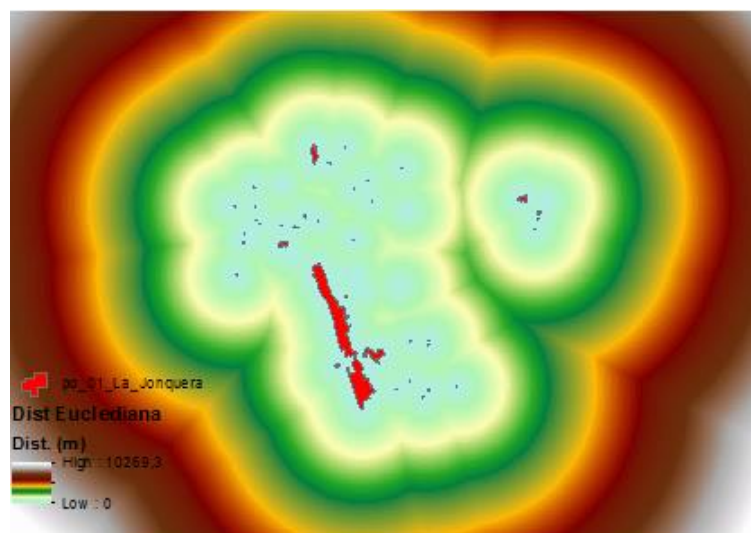


Figura 22. Vista general del càlcul de distàncies

Seguint la metodologia WUIX es va multiplicar la longitud de flama per 4 per establir una zona segura.

Finalment vam restar la longitud de flama per 4 i la distància i a on el valor s'igualava a 0 és on s'ha d'establir la zona segura, és a dir, ens dóna l'amplada de seguretat de la franja.

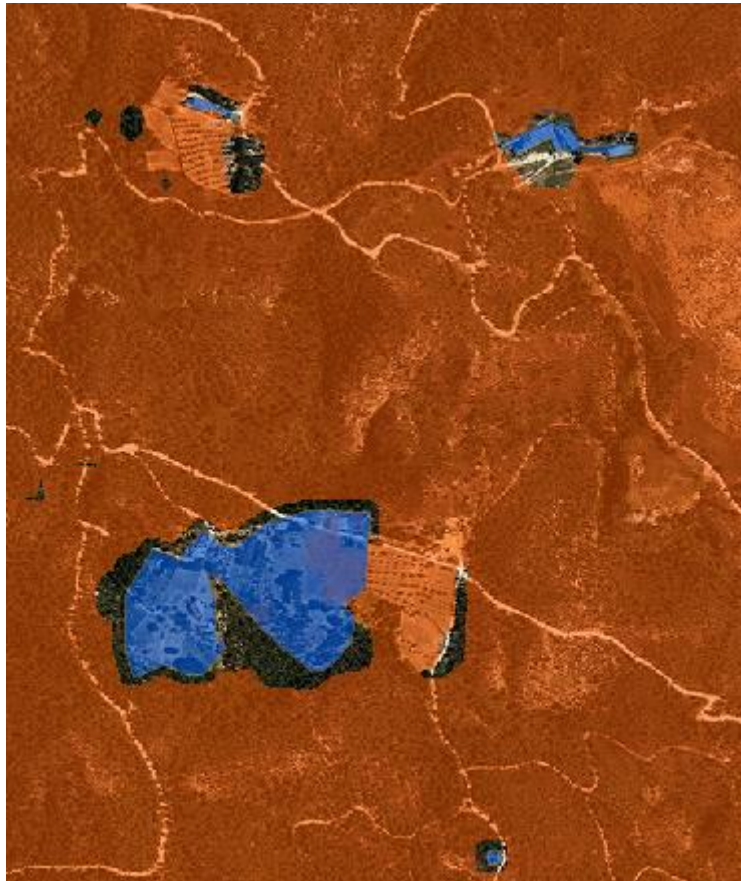


Figura 23. Exemple de la primera sortida del càlcul de distància menys  $L \times 4$

Les zones sense color són les que serien zones segures si s'establís les franges a aquest punts. Com es pot observar a aquesta imatge, el resultat depèn completament de la fiabilitat de la digitalització del plànol de delimitació. En aquest cas es va digitalitzar un petit disseminat com un sol element. S'hauria d'evitar aquest criteri a l'hora de digitalitzar disseminats.

Poc convençuts del fonament de l'aplicació de "la longitud de flama per 4" es va indagar d'on provenia.

*"Butler and Cohen van assumir un front vertical, una flama amb una temperatura de 1200K, una emissivitat de 1 i amplada de front de 20m. Van establir un llindar de 7 kW/m<sup>2</sup> d'energia rebuda. Aquest llindar és considerat el màxim que un bomber pot tolerar amb l'equipació completa. D'una sèrie d'experiments ens van derivar una llei empírica que diu que: les zones de seguretat han de ser almenys de 4 vegades l'alçada de flama."*

Cita traduïda de *"An analytical model based on radiative heating for the determination of safety distances for wildland fires"*

Actualment els llinars d'energia rebuda de les franges estan per sobre dels 7kW/m<sup>2</sup> ja que inicialment es van dimensionar per evitar danys estructurals a les construccions. Caldria revisar si es vol mantenir aquest criteri o es vol rebaixar el llinar per donar una major seguretat als mitjans d'extinció.

Per fer una aproximació a l'equivalent al llinar actual es va repetir el procés però amb una distància de seguretat de 2 vegades la longitud de flama.

D'aquest procediment doble s'ha generat una Toolbox per ArcMap que fa els càlculs directament a partir d'un ràster de longitud de flama (sortida de FlamMap) i una capa de polígons dels elements a protegir. En la següent figura se'n pot veure l'esquema.

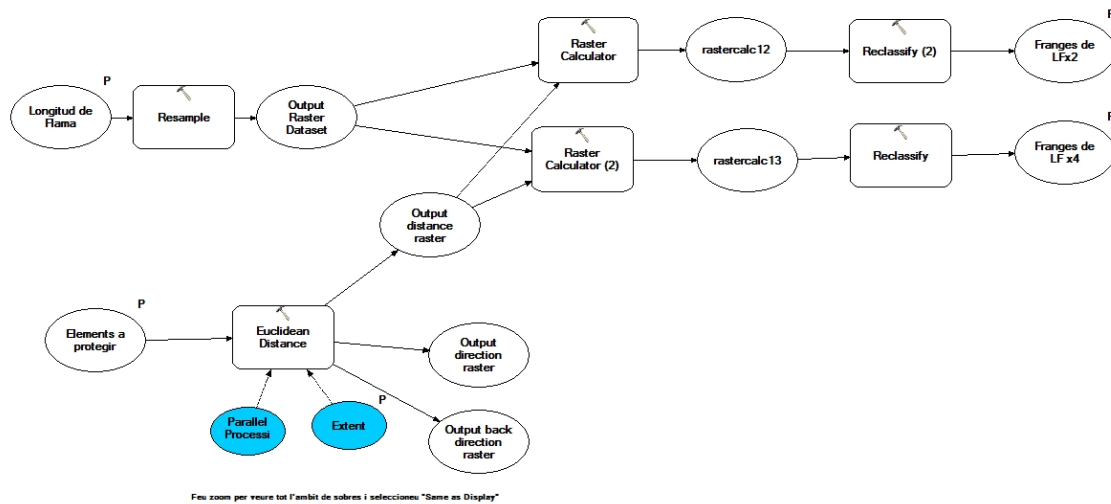


Figura 24. Esquema del doble càlcul de distància menys LFx4 i LFx2

La representació del solapament d'aquestes dues sortides dona una aproximació dels llocs on la vegetació podria ocasionar problemes.



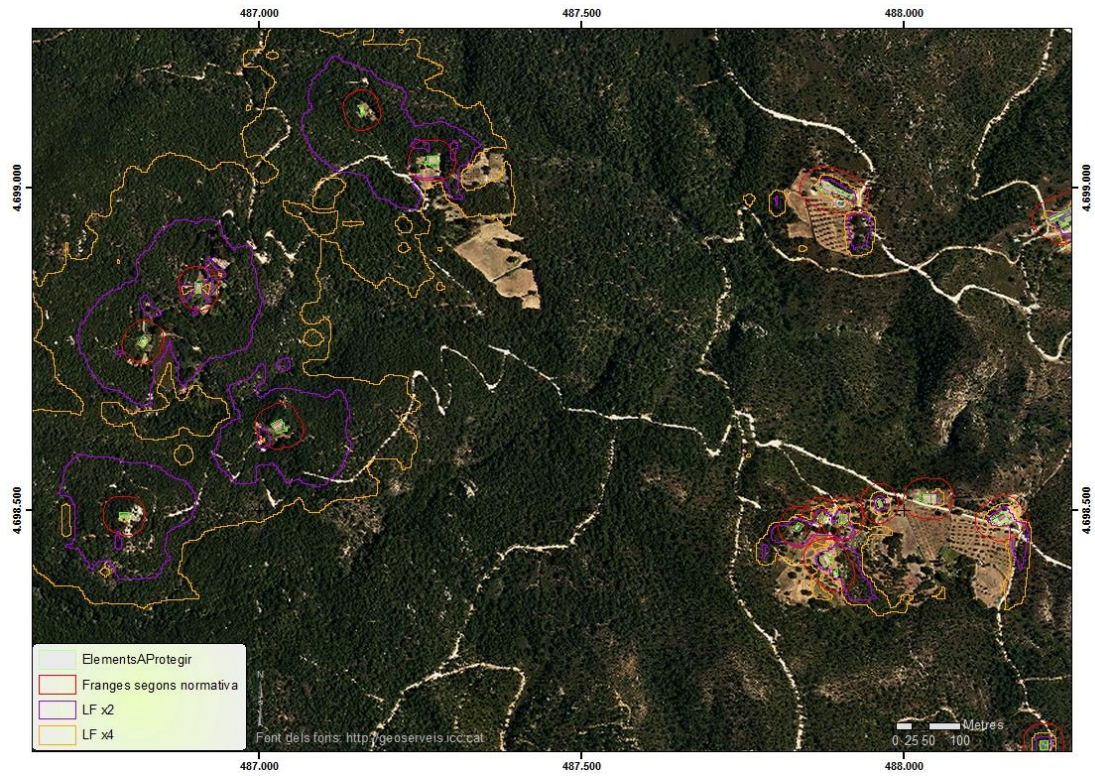


Figura 25. Exemple 1 de la sortida del doble càlcul de distància menys LFX4 i LFX2

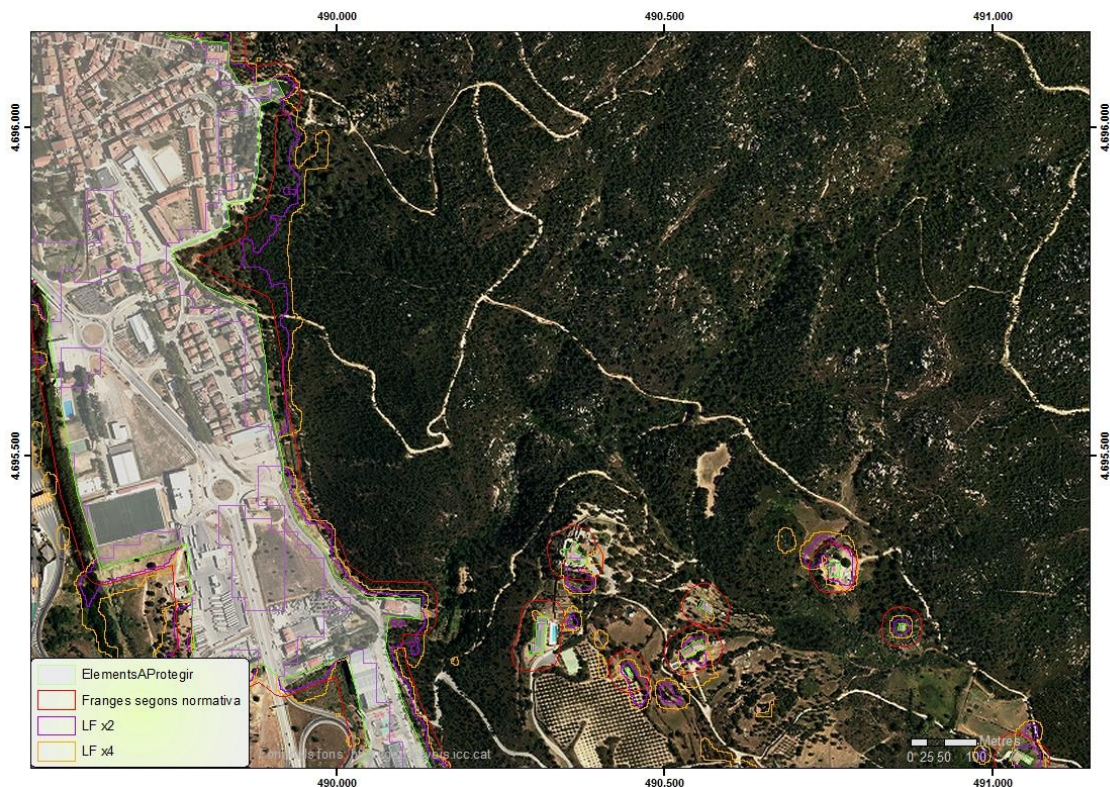


Figura 26. Exemple 2 de la sortida del doble càlcul de distància menys LFX4 i LFX2

Si ens fixem en els exemples anteriors es veu com hi ha com illes allunyades de l'element a protegir. Aquestes illes fan sospitar una falta de robustesa en el procediment.

Si bé és veritat que el càlcul de longitud de flama a partir de FlamMap no té present la probabilitat que la vegetació estudiada cremi, estudis com EctaAdapt i VulneMap marquen un canvi d'escenari. Zones on fins ara era pràcticament impensable un incendi poden ser susceptibles d'incendi en el futur.

Per poder dur a terme aquesta anàlisi calien les dades equivalents al PREVINCAT del terme de *Le Perthus*. Es va contactar amb el CTFC per tal d'explorar la possibilitat de mitjançant els vols LIDAR del PNOA es pogués estendre aquesta cobertura. En aquesta exploració es va generar un petit recull de fotografies de combustibles georeferenciades que s'adjunten a l'Annex 7.

La sospita de la falta de robustesa, la incertesa de quin és el llindar d'energia rebuda a fixar i la dificultat per obtenir les dades necessàries per fer córrer simuladors a la part francesa van fer descartar aquesta via per obtenir el càlcul de l'amplada de franja necessària.

Tal i com s'acaba d'explicar, aquest estudi ha passat diferents fases en que s'han anat explorant i abandonant diferents opcions per acabar en la que es presenta a continuació. L'opció finalment escollida no és la més òptima tal com s'exposa a l'Informe d'assessorament Tècnic del CERTEC *Informe sobre estratègies de modelització para la determinación de distancias de Seguridad perimetral en incendios de Interfaz Urbano-Forestal en el entorno mediterráneo* (Annex 6). No obstant això, a falta de recursos i temps s'ha optat per seguir utilitzant com a base de càlcul de la geometria de la flama "l'ecosistema Rothermel".

Per determinar l'amplada necessària de franja d'una forma aproximada i a caire orientatiu ens hem basat en un full de càlcul creat per diversos autors anònims on s'apliquen les fórmules de l'ecosistema Rothermel per obtenir una aproximació a la geometria de flama esperada. S'ha actualitzat el full amb els models de combustible de Scott & Burgan per tal de poder continuar usant les dades de PREVINCAT com a orientació.

Sobre aquesta geometria de la flama es calcula l'energia emesa amb la Llei de Stefan- Boltzmann.

$$E_b = \sigma * T_s^4$$

On :

- $E_B$  = Poder emissor (W/m<sup>2</sup>)
- $\sigma$  = Constant de Stefan Boltzmann (  $5.67*10^{-8}$  W \* m<sup>2</sup> \* K<sup>-4</sup> )
- $T_s$  = Temperatura de la superfície radiant (k)

Pels càlculs s'ha fixat la temperatura de la flama a 875°C o el que és el mateix, 1.148 K.

Un cop tenim el poder emissor en calculem la radiació mitjançant el model del cos sòlid:

$$Q_r = E_r * \tau * F$$

On:

- $E_r$  = Poder emissor mig de la flama (W/m<sup>2</sup>)
- $\tau$  = Transmissivitat atmosfèrica (-)
- $F$  = Factor de vista

Per la transmissivitat atmosfèrica s'han fixat unes condicions de 30 graus centígrads i 20% d'humitat relativa.

Pel factor vista, s'entén que és la fracció del flux d'energia total emesa per la superfície de l'emissor que incideix directament, sense refracció, sobre una part infinitesimal de la superfície del cos receptor situat a certa distància. Pel seu càlcul s'usen unes equacions analítiques que ens permeten calcular cadascun dels seus components.

$$F_v = \frac{1}{2\pi} * \left[ h_r * A * \arctg A + \left( \frac{B}{h_r} \right) * \arctg B \right]$$

On:

$$A = \frac{1}{\sqrt{h_r^2 + x_r^2}}$$

$$B = \frac{h_r}{\sqrt{1 + x_r^2}}$$

$$h_r = \frac{L}{B}$$

$$x_r = \frac{x}{b}$$

L = Longitud de flama

b = Amplada del front

L'amplada del front s'ha estipulat que es calculi a partir de la longitud de flama, una vegada i mitja la longitud de la flama.

En condicions de vent, la flama s'inclina i les variables de  $x_r$  i  $h_r$  es veuen modificades. En aquest cas apliquem:

$$x'_r = \frac{x - L * \sin \theta}{b}$$

$$h'_r = \frac{L * \cos \theta}{b}$$

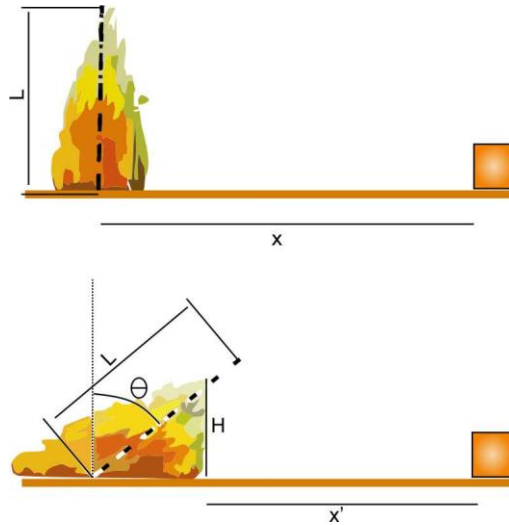


Figura 27. Esquema de l'efecte vent sobre la geometria de la flama

Conseqüentment, si les flames estan inclinades hi haurà una major radiació d'aquestes cap a la direcció de la inclinació. S'han estipulat 5 possibles casos d'alineació del foc amb la franja / Edificació / Nucli. En funció d'aquesta alineació s'ajusta la radiació entre el màxim que és tenint present l'efecte vent i el mínim que és sense tenir present l'efecte vent. Els casos d'alineació contrària que serien els que hem anomenat "aleta" i "revés" es podrien donar en dues circumstàncies diferents. La primera, que fos la cua del foc i el foc avançés de cua. La segona, que l'incendi generi focus secundaris que encenguin la vegetació a l'altre costat de l'element a protegir. La cenyida s'entén millor en casos d'urbanitzacions quan l'impacte de l'incendi no és del front sinó de la punta d'un dels flancs. Aquests càlculs són merament orientatius i cal sempre posicionar-se del costat de la seguretat.

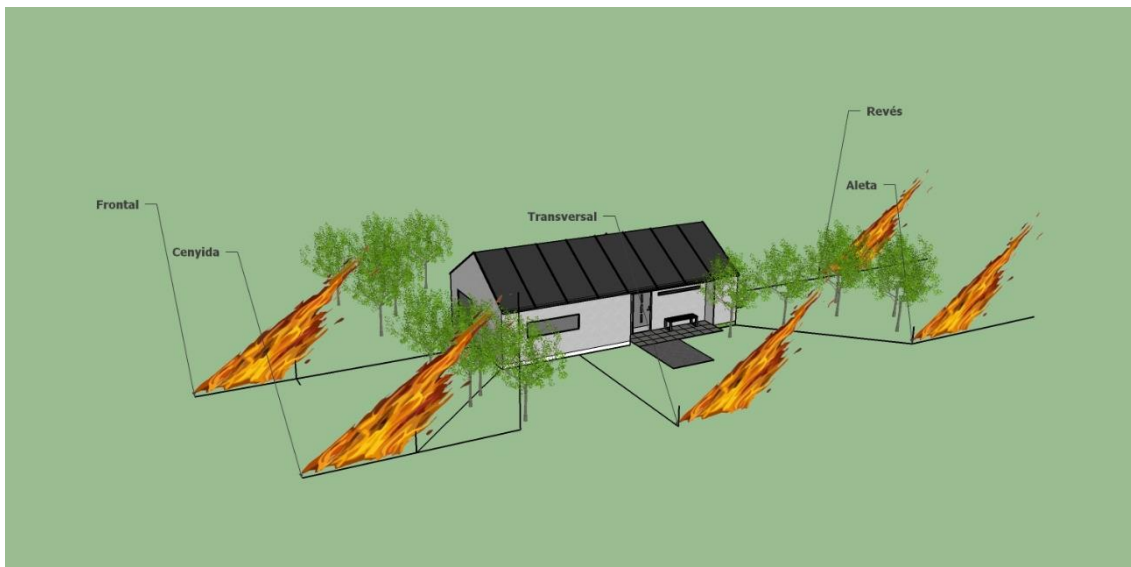


Figura 28. Esquema dels supòsits d'alineació del xoc Front - Franja

Cal dir que el CERTEC està desenvolupant una eina més precisa per aquest càlcul de la radiació emesa basant-se en les característiques que defineixen la flama i la posició relativa de l'element a estudiar respecte la flama pel que fa a alçades. Fins al moment, l'eina del CERTEC no té present l'alineació "front – franja", es posa sempre en la situació més crítica i tampoc contempla la convecció, de moment.

## 9. Aplicació de la metodologia als municipis de la Jonquera i el Pertús

La metodologia descrita anteriorment ha sigut testejada a camp als municipis de la Jonquera i el Pertús. Per dur a terme aquesta posada en pràctica de la metodologia s'ha hagut de revisar el plànol de delimitació de la Jonquera on s'hi havia detectat que faltaven alguns elements, s'han "redigitalitzat" els disseminats i s'ha ajustat algun traçat. També s'ha creat de nou el plànol de delimitació del Pertús.

Un cop ajustades les capes, amb el formulari de recollida de dades per la valoració de la vulnerabilitat preparat i la calculadora de franges operativa en versió beta; s'han fet diversos dies de treball de camp visitant *in situ* diversos punts representatius dels termes municipals de la Jonquera i el Pertús. No s'han inventariat la totalitat dels masos ni la totalitat del traçat de les franges dels nuclis, ja que, primer, calia testejar el mètode i, en segon lloc, no s'ha pogut accedir a tots els masos degut a tanques i cadenes.

Les dades recollides a camp s'han bolcat a les fitxes i la cartografia.

A la cartografia cada punt es representa amb una barra tricolor on la llargada de cada color indica el valor de cadascun dels blocs del qüestionari (Entorn, Vegetació, Construcció), i la llargada total de la barra és el valor de vulnerabilitat. S'ha etiquetat cada punt amb una expressió que ens indica l'identificador del punt i el valor total de la vulnerabilitat segons el qüestionari. Aquest sistema de representació ens permet veure ràpidament quin o quins dels blocs són els que fan augmentar la vulnerabilitat; per tant ens indica on cal actuar si es vol rebaixar el grau de vulnerabilitat.

S'han incorporat les capes resultants de les longituds de flama per 4 i per 2 a la cartografia per tal de poder contrastar els dos mètodes explorats.

Amb les dades recollides a camp, a cada punt, li hem calculat, amb la "calculadora de franges", com es dissipa la radiació en cada cas i podem veure quina amplada correspondria a cada llindar de radiació tolerable segons la calculadora. S'ha calculat el valor de la radiació segons la vegetació situada al límit exterior de la franja exigida per cada normativa. És a dir que aquests valors són comptant com si no hi hagués una franja de 25 o 50m segons el cas.

Per tant, com a resultat de l'aplicació del mètode proposat obtenim tres fulls per cada punt. S'adjunten els resultats a l'Annex 4.

| ANÀLISI DE LA VULNERABILITAT DE LES EDIFICACIONS EN ZONA D'INTERFASE URBANA-FORESTAL |   |  |   |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
|--|---|--|---|-------|-----------------|-------|-------------------|-------|----------------|----|-----------------|----|-----------------|-------|---|-----|
| Codi:  | 1   |  |   |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
| Municipi:  | Le Perthus  |  |   |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
| Risc d'incendi tipus:  | Moderat   |  |   |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
|  |   | <table border="1"> <tr> <td>Entorn (40%)</td> <td>21,69</td> </tr> <tr> <td>Vegetació (30%)</td> <td>39,43</td> </tr> <tr> <td>Construcció (30%)</td> <td>13,37</td> </tr> <tr> <td>VALOR OBJECTIU</td> <td>75</td> </tr> <tr> <td>VALOR SUBJECTIU</td> <td>75</td> </tr> <tr> <td>VALORACIÓ FINAL</td> <td>39,70</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>100</td> </tr> </table> | Entorn (40%)                            | 21,69 | Vegetació (30%) | 39,43 | Construcció (30%) | 13,37 | VALOR OBJECTIU | 75 | VALOR SUBJECTIU | 75 | VALORACIÓ FINAL | 39,70 | 0 | 100 |
| Entorn (40%)   | 21,69   |  |   |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
| Vegetació (30%)  | 39,43   |  |   |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
| Construcció (30%)  | 13,37   |  |   |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
| VALOR OBJECTIU   | 75  |  |   |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
| VALOR SUBJECTIU  | 75  |  |   |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
| VALORACIÓ FINAL  | 39,70   |  |   |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
| 0  | 100   |  |   |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
| Ubicació   | On està ubicat l'habitatge?<br>Pendent mitjà  | Part baixa vessant / Fons de vall<br>>40%  |   |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
| Estructura de la urbanització  | Densitat d'habitatges<br>% parcel·les que compleixen normativa  | Urbà - Consolidada (+80%)<br>Totes   |   |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
| Infraestructures de prevenció  | Existència franja perimetral. Compliment de les mesures establertes per normativa<br>Existència xarxa d'hidrants o punt d'aigua apte mitjans extinció<br>Vials entrada / sortida<br>Estat dels vials d'accés<br>Estat dels vials interns i senyalització ruta evacuació | Franja feta però insuficient<br>Sí. Xarxa d'hidrants operativa<br>Continuïtat zona urbana<br>Correcte<br>-Correcte   |   |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
| Estructura forestal de les proximitats   | 0 a 5 m   | Model de combustible   | -No combustible                         |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
|  |   | Estructura eFIREcom  | No combustible                          |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
|  |   | Combustibles d'escala  | -No, alçada matoll < 2Xdistància matoll |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
|  |   | Fracció de cabuda coberta. Arbori  | <10%                                    |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
|  | 5-25m   | Fracció de cabuda coberta. Arbustiu  | <10%                                    |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
|  |   | Restes silvícoles o matèria llenyosa morta   | <10%                                    |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
|  |   | Model de combustible   | Fullaraca sota arbrat, Model 9          |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
|  |   | Estructura eFIREcom  | Bosc desbrossat i dens                  |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
|  | 25-50m  | Combustibles d'escala  | No, alçada matoll = 2Xdistància matoll  |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
|  |   | Fracció de cabuda coberta. Arbori  | >65%                                    |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
|  |   | Fracció de cabuda coberta. Arbustiu  | <10%                                    |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
|  |   | Restes silvícoles o matèria llenyosa morta   | <10%                                    |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
| >50m   | Model de combustible  | Fullaraca sota arbrat, Model 9   |   |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
|  | Estructura eFIREcom   | Bosc desbrossat i dens   |   |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
|  | Combustibles d'escala   | No, alçada matoll = 2Xdistància matoll   |   |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
|  | Fracció de cabuda coberta. Arbori   | >65%   |   |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
| Vulnerabilitat dels elements constructius  | Fracció de cabuda coberta. Arbustiu   | >65%   |   |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
|  | Restes silvícoles o matèria llenyosa morta  | 10-35%   |   |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
|  | Model de combustible  | Matoll, Model 4  |   |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
|  | Estructura eFIREcom   | Bosc molt dens i sense desbrossar  |   |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
| Vulnerabilitat   | Combustibles d'escala   | Sí   |   |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
|  | Nivell de risc per a l'edificació segons INT IUF  | C  |   |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
|  | Materials constructius  | Adequats   |   |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
|  | Materials de la teulada i exteriors (canelons, etc)   | Adequats   |   |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
| Observacions   | Materials de les obertures  | Adequats   |   |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
|  | Xemeneia o sortides aireació. Presència mataguspies   | No compleix condicions   |   |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
|  | Presència de materials inflamables/perillosos emmagatzemats a l'exterior (ex. Llenya, dipòsits de gas)  | Sí però amb mesures de seguretat   |   |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
|  | Vegetació a la parcel·la (Plantes ornamentals, tanques vegetals, etc.)  | Sí però compleixen les condicions  |   |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
| Observacions   | Nivell de risc subjectiu  | Alt  |   |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
|  | Materials observats   |  |   |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
|  | Material teulada: Teulada d'argila cuita  |  |   |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
|  | Material parets exteriors: Bloc de formigó convencional   |  |   |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
| Material obertures: Vidre amb porticons de PVC                                       |   |  |   |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
| Material tanca: Maó perforat   |   |  |   |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
| Tèxtils: Sí, es poden recollir   |   |  |   |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |
| Vegetació jardí: Espècies puntuals no inflamables                                    |   |  |   |       |                 |       |                   |       |                |    |                 |    |                 |       |   |     |

Figura 29. Formulari de valoració de la vulnerabilitat

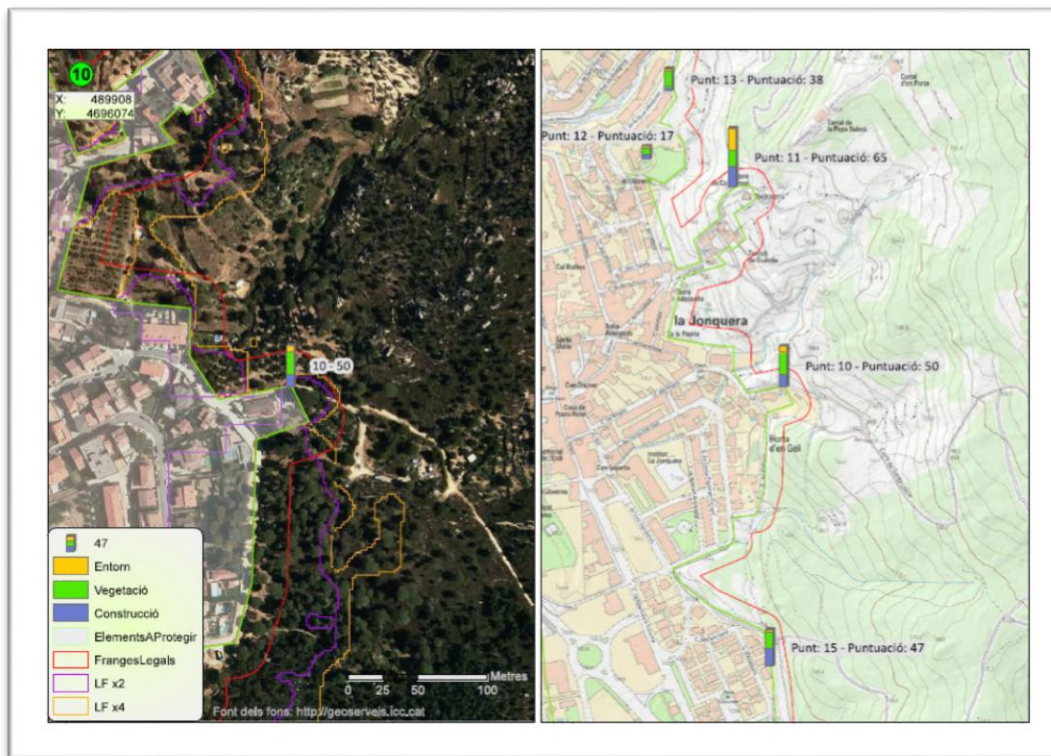


Figura 30. Mapa d'ubicació del punt i representació gràfica dels resultats

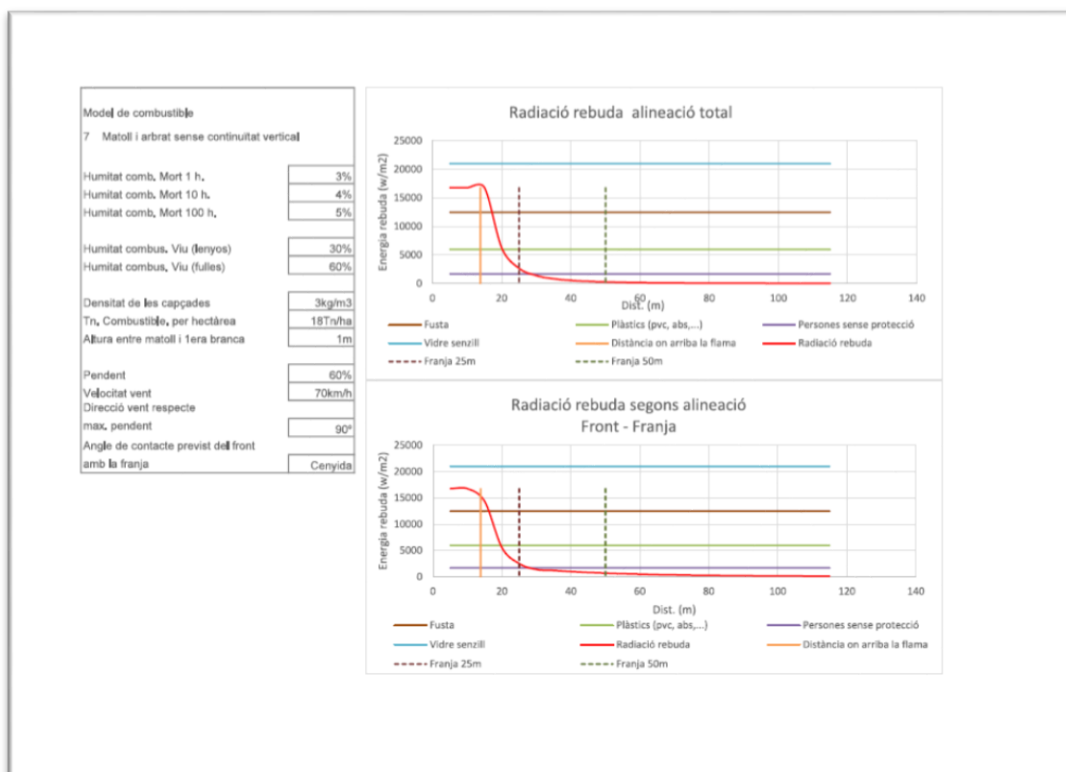


Figura 31. Càlcul de la radiació segons calculadora



## 10. Funcionament de l'eina "Calculadora de franges v1Beta".

L'eina presentada en versió beta és un full d'Excel amb macros.

Consta d'un formulari de dades on:

- Es poden escollir i entrar diferents dades relacionades amb el càlcul de les característiques de la flama i de l'entorn.
- Es poden previsualitzar les gràfiques de sortida amb la corba de la radiació, diferents llinars per materials i mitjans d'extinció, distància de les franges segons normativa i distància de contacte de la flama.
- Visualitzar la longitud de flama estimada.
- Imprimir en una plantilla A4 les dades i les gràfiques.

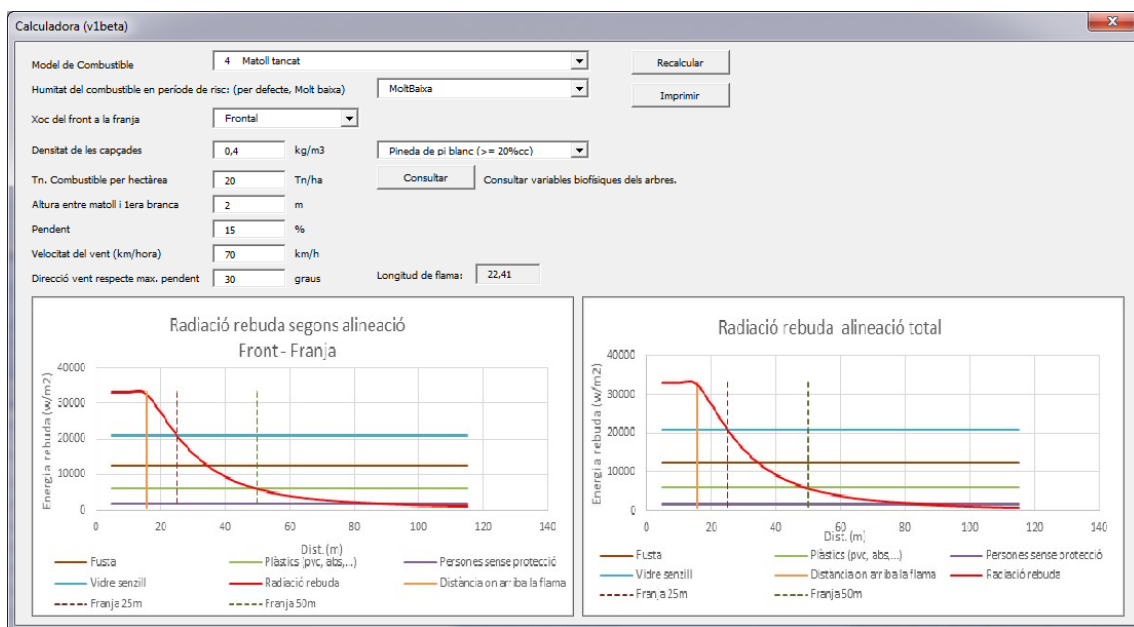


Figura 32. Imatge del formulari d'entrada de dades de la calculadora

Es pot escollir entre diferents models de combustible.

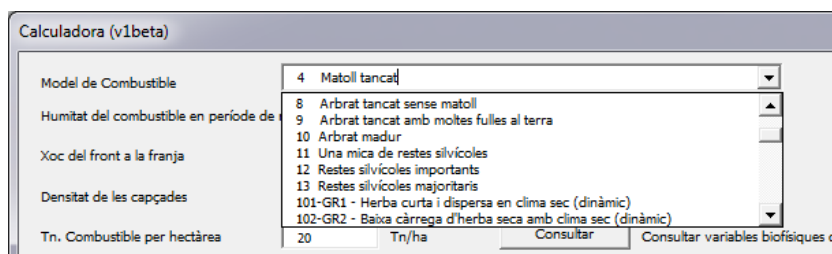


Figura 33. Desplegable dels models de combustible

S'han pres les humitats de combustible segons proposen Scott & Burgan com a predeterminades.

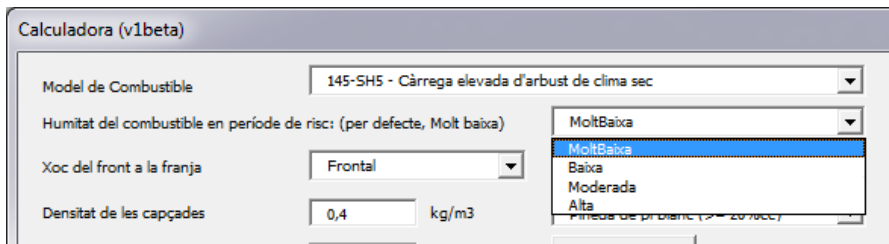


Figura 34. Desplegable de les humitats

L'alineació del xoc segons l'incendi tipus del lloc la podem escollir segons s'ha explicat a l'apartat on es descriu el càlcul.

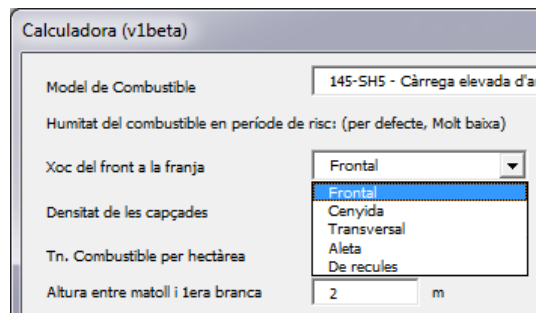


Figura 35. Desplegable de l'alineació del xoc

El valor de la densitat de capçades es pot escollir d'una llista en funció de l'espècie i densitat segons el *Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya*. S'ha fet una estimació del valor mig representat a les capes del PREVINCAT per cada agrupació del *Mapa de Cobertes*. (s'ha detectat un *bug* que fa que segons la configuració local de cada ordinador a vegades cal substituir el separador decimal entre punt o coma, un separador decimal erroni fa que no es dibuixi la gràfica. També es pot entrar manualment un valor conegut.

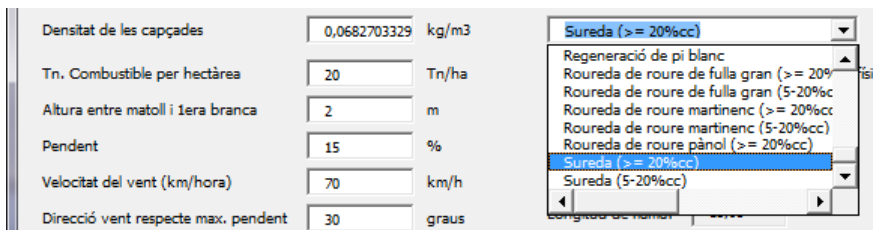


Figura 36. Desplegable de la densitat de capçades

Les tones de combustible fi per hectàrea són d'entrada lliure. Es poden consultar a la descripció dels models de combustible. En futures versions seran posades per defecte segons el model de

combustible. Les variables biofísiques dels arbres poden donar una idea amb la biomassa foliar però son unitats i magnituds diferents.

Figura 37. Entrada de tones de combustible sec

L'altura entre el matoll i la primera branca no permet valor 0, altrament no es dibuixa la gràfica.

Figura 38. Entrada distància matoll – primera branca

El pendent fa referència al pendent entre la flama i l'element i s'expressa en %.

Figura 39. Entrada del pendent mitjà

Per la dada de la velocitat del vent es pren de referència algun dels incendis tipus de la zona. Les dades meteorològiques dels incendis tipus son descarregables de PREVINCAT.

La direcció del vent respecte el màxim pendent s'agafa en graus i en sentit horari.

Quan es prem el botó d'imprimir s'obre una visualització d'un full A4 amb les dades i les gràfiques.



Figura 40. Exemple de sortida de la “Calculadora de franjes v1Beta”

Les resolució de les gràfiques al formulari d’entrada poden variar segons la configuració de pantalla ja que són una previsualització. Al full d’impressió ja surten amb una resolució òptima per ser impreses.

Aquesta eina és la continuació del treball d’altres persones que han treballat en aquest camp. No és un càlcul definitiu i amb prou robustesa com per determinar amb certesa l’amplada mínima d’una franja però sí que pot ser orientativa de si cal ampliar o prendre mesures addicionals.

## 11. Resultats i conclusions

Per analitzar les dades, de manera general i no entrar punt a punt, s'ha optat per fer una sèrie de gràfics de dispersió.

El primer que s'ha analitzat és el que mostra el valor global resultant del formulari. Es pot veure com els disseminats i les edificacions aïllades tendeixen a valors més alts que els nuclis. Però no se'n pot deduir gaire més.

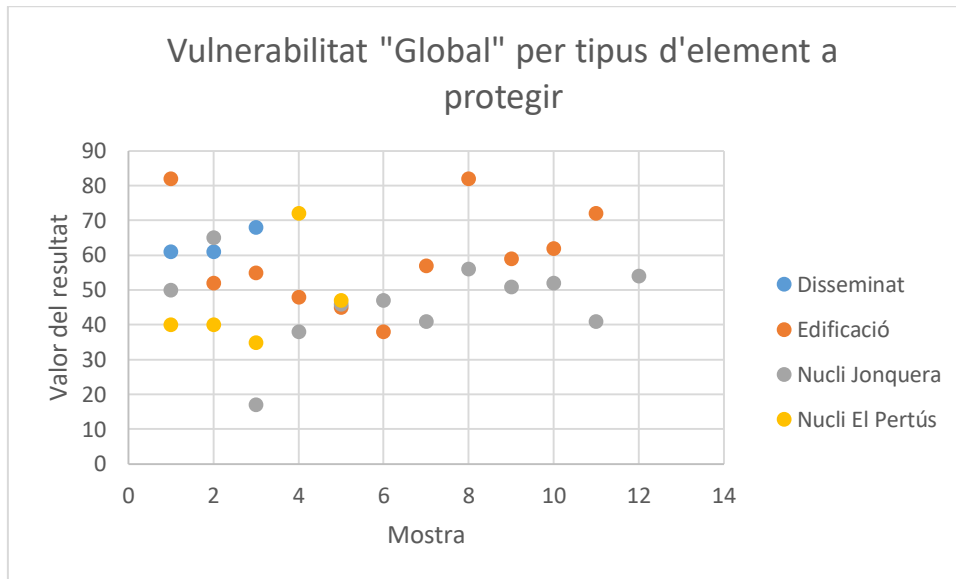


Figura 41. Gràfic de dispersió dels resultats globals

Per tal de desgranar una mica quines diferències hi pot haver entre els diferents tipus d'elements a protegir s'analitzen un per un cadascun del blocs que formen el formulari.

El primer a ser analitzat és el del conjunt de variables de l'entorn.

En aquest cas sí que es poden visualitzar diferències significatives entre tipus d'elements. Com era d'esperar, un entorn urbà consolidat dona un entorn molt menys vulnerable que les edificacions aïllades o els disseminats. Es veu un punt a El Pertús que es dispara; és degut a una deficiència de la franja per unes tanques vegetals altament inflamables i de considerables dimensions i a un mal accés pels mitjans d'extinció. Passa un cas similar amb el punt disparat de la Jonquera que té una insuficiència a la franja i amb els vials d'accés que són d'accés difícils pels mitjans d'extinció.

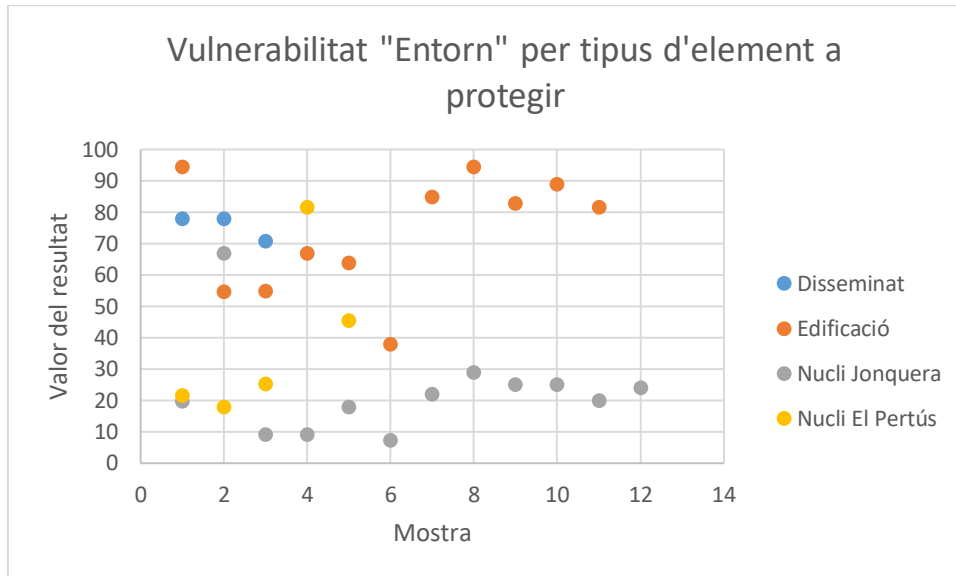


Figura 42. Gràfic de dispersió dels resultats del bloc "Entorn"

El següent bloc a analitzar és el de la vegetació. Curiosament, les edificacions tendeixen a tenir més ben condicionada la vegetació de l'entorn que els nuclis. Podem veure però que en alguns casos les edificacions aïllades es disparen, són casos on la vegetació de l'entorn de la casa pràcticament no s'ha tocat. Els disseminats, tot i ser una mostra molt petita continuen anant agrupats. El nucli de la Jonquera és l'únic element mostrejat amb la franja oficialment feta i mantinguda. Aquest fet no es veu reflectit en les dades, segurament per un biaix professional de la persona que ha escollit els punts que sempre tendeix a trobar els punts on la franja no compleix. Caldria una major població de la mostra i diferents operadors per poder determinar aquesta possible causa del biaix o per veure si cal ponderar de diferent forma la vegetació en funció de la distància.

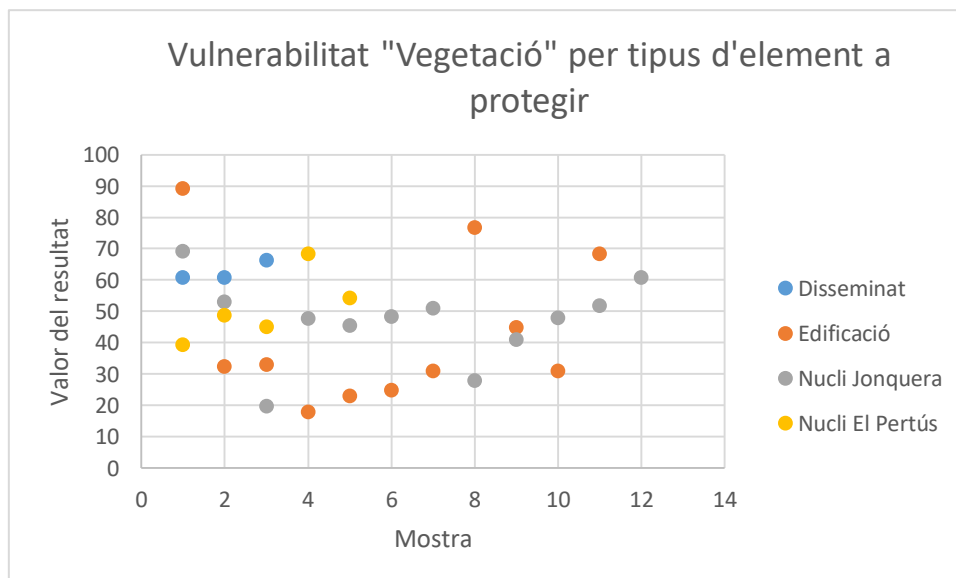


Figura 43. Gràfic dispersió dels resultats del bloc Vegetació

Seguidament comentem el bloc de la construcció:

En general, es podria afirmar que pràcticament totes les construccions aproven o s'acosten a l'aprovat. Veiem un cas al nucli de La Jonquera que es dispara i és que són unes naus limítrofes a la franja, amb una franja insuficient, amb vegetació que s'enfila per les parets i parets de Sandwich de poliuretà. Del conjunt que està per sobre una puntuació de 50 punts la majoria són del nucli. Això pot ser conseqüència de que la població que viu a un nucli urbà té major sensació de seguretat i descuida certs aspectes, sobretot l'acumulació d'elements inflamables prop de les parets de les edificacions.

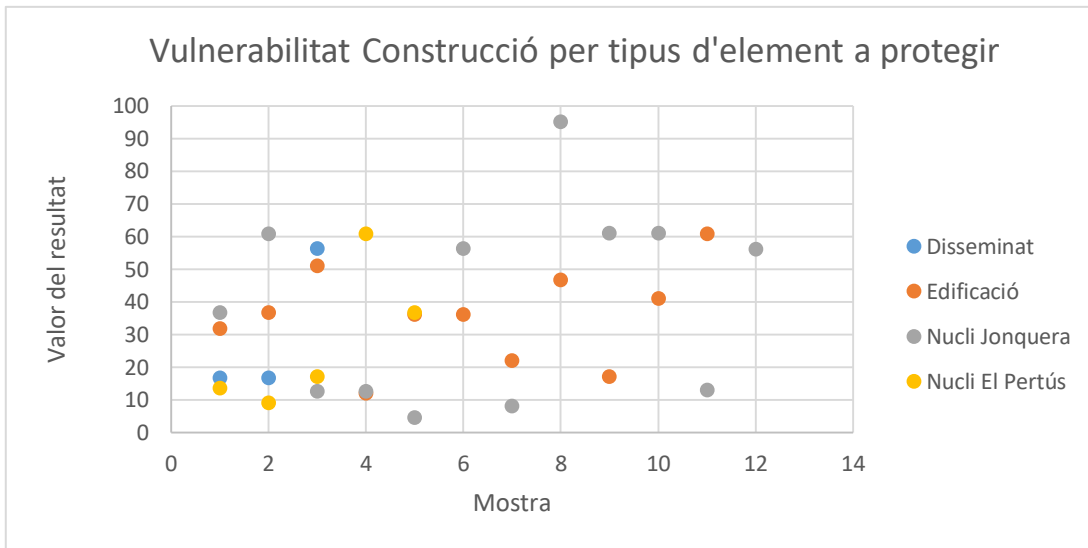


Figura 44. Gràfic de dispersió dels resultats del bloc "Construcció"

Per testejar el mètode es fa una comprovació de si el resultat de la part Objectiva és coherent amb el que s'ha dit fins ara.

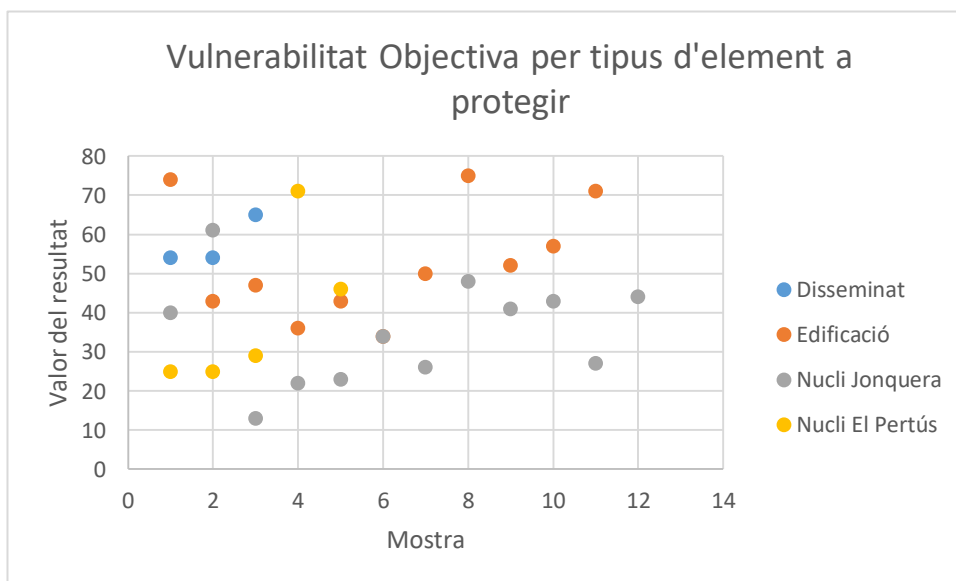


Figura 45. Gràfic de dispersió dels resultats objectius

Tot i la baixa població de la mostra sí que es pot observar una certa coherència amb el menor nivell de vulnerabilitat del bloc de l'entorn a La Jonquera, l'alta vulnerabilitat en tots els aspectes del punt 4 de El Pertús, la tendència dels disseminats a ser de vulnerabilitat alta tot i que dos terços dels casos tenen un baix nivell en construcció. Amb la mostra estudiada podem dir que el mètode és coherent fins al moment.

Finalment es vol veure si la percepció Subjectiva i Objectiva estan gaire allunyades i si hi ha alguna correlació amb el tipus d'element.

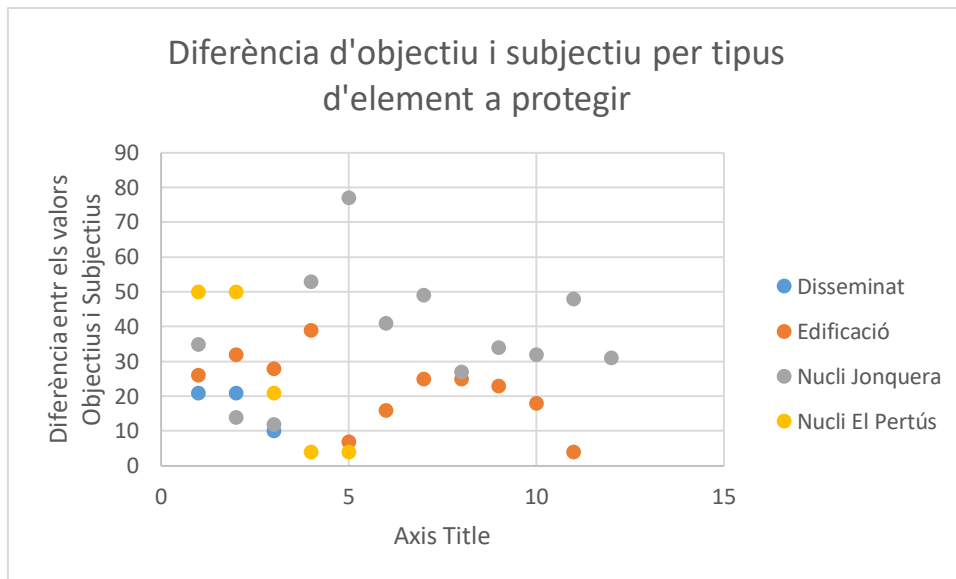


Figura 46. Gràfic de dispersió de la comparació dels resultats Objectius i Subjectius

Sí que es pot veure una certa tendència a una major diferència en la trama urbana i alguna diferència molt gran. Caldria una població de la mostra més gran per poder determinar l'origen d'aquesta diferència i si cal modificar alguna pregunta o puntuació per ajustar i reduir aquestes diferències.

Un cop fet l'anàlisi dels resultats, amb les dades recollides i l'experiència viscuda al llarg de l'elaboració de l'estudi es poden treure les següents conclusions:

### A escala local

La Jonquera té la franja feta i mantinguda. S'hi ha detectat una sèrie de punts on flaqueja i podria millorar considerablement.

La franja al voltant dels parquings amb una alta aflluència de gent i vehicles, ja siguin comercials com a El Pertús o a l'"Outlet" com de camions a La Jonquera, caldria extreure l'exigència del compliment de les condicions de franja. Per altra banda, no s'ha de contemplar el carrer com a part de la franja, les franges treballen bidireccionalment i contribueixen a reduir el risc d'ignicions.



En conjunt, a El Pertús les construccions serien una mica més resistents al pas del foc que a La Jonquera.

En pràcticament tot el terme de El Pertús s'ha trobat les franges estassades però que no compleixen el requisit de la separació entre capçades i en algun casos, com al magatzem municipal, les branques estan a menys distància de la reglamentària.

Les edificacions aïllades de les zones baixes per on ha passat més vegades el foc mantenen la vegetació en millors condicions de seguretat. Tot i així moltes mantenen capçades d'arbrat adult molt properes a les construccions.

Les edificacions aïllades on mai o casi mai ha arribat el foc per estar a una part més alta, no tenen la vegetació en condicions de seguretat. La majoria estan en estacions límit de canvi de vegetació i és on més es notarà el canvi d'escenari que es preveu en els propers anys. Caldria treballar en la presa de consciència de la població.

Precisament en aquestes edificacions aïllades on no ha arribat mai el foc, tan les capes SIG del càlcul d'amplada de la franja com la calculadora marquen que els 25 metres no serien suficients. No s'està en condicions de poder donar un valor robust i amb certa fiabilitat de quina ha de ser l'amplada mínima però sí que podem detectar a on els 25 o els 50 metres podrien ser insuficients.

Els treballs realitzats a l'entorn del corredor d'infraestructures milloren les condicions de seguretat i afavoreixen una millor intervenció en cas d'incendi.

Els operadors espanyols de les grans infraestructures com Abertis i ADIF podrien oferir un servei "FireProof" als seus clients si s'involucressin més a mantenir els treballs realitzats i pendents de realitzar. Al mateix temps que contribuirien a la preservació del medi i a l'adaptació al canvi climàtic.

Vist l'estat d'algunes zones de la interfície, caldria una reflexió de si arriben els missatges de conscienciació dels risc a tots els sectors de la població i de com fer que hi arribin.

## A escala més general

Al llarg de la realització de l'estudi s'han anat trobant estudis similars, grups de treball que un cop acabat el projecte publiquen el resultat a una web i no fan prou xarxa per difondre'n el resultat; administracions que generen i publiquen fulletons informatius que es queden en uns pocs exemplars i a una web. Cal millorar la difusió tan del material divulgatiu com tècnic. Una opció seria un sol punt web amb tota aquesta informació indexada i enllaçada. Una web amb nom fàcil de recordar i que evoqui a la temàtica tractada. En són un exemple els webs <http://www.prevention-incendie-foret.com/> o <https://www.prevention-incendie66.com/> des d'on s'ha pogut accedir a molta de la informació consultada.

En la mateixa línia que el punt anterior, una app per dispositius mòbils que permeti valorar la vulnerabilitat de la pròpia casa i proposi mesures ajudaria a que la població prengui més consciència del risc. Un exemple es [l'APP del FireSmart](#) canadenc.

S'ha fet una gran tasca amb les franges dels nuclis però cal seguir treballant per dinamitzar l'establiment de mesures de protecció com les franges i altres a les construccions aïllades.

Cal reglamentar la jardineria en, com a mínim, les parcel·les exteriors de nuclis i urbanitzacions, per afavorir espècies poc propenses a propagar incendis i penalitzar les espècies que propaguen els incendis.

Cal seguir treballant en el coneixement del comportament dels incendis i en la tipificació de les flames per tal de poder arribar a valorar amb fiabilitat i robustesa científica les amplades necessàries en cada cas. En aquest estudi es va fer un intent d'avançar en aquest camp en la que creiem pot ser una via exitosa d'assolir aquest objectiu.

Cal una llei transversal en prevenció d'incendis que afecti tan al medi natural com l'interior de les zones urbanes i a les zones d'interfície. Cal la base de coneixement reivindicada al punt anterior per establir els paràmetres d'aquesta llei.

Cal que les dues vessants de la frontera segueixin treballant conjuntament com fins ara, els bons resultats estan a la vista.

## 12. Recursos consultats

### 12.1. Bibliografia

ANDREWS, P. L. (2018). *The Rothermel surface fire spread model and associated developments: A comprehensive explanation*. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-371. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.

ARNALDOS VIGER, J., NAVALÓN NONELL, X., PASTOR FERRER, E., PLANAS CUCHI, E., ZÁRATE LÓPEZ, L. (2004). *Manual de ingeniería básica para la prevención y extinción de incendios forestales*. Institut d'Edicions de la Diputació de Barcelona - Ediciones Mundi-Prensa.

AUSTRALIAN STANDARD (2009). *Construction of buildings in bushfire-prone areas*. Standards Australia.

BOMBERS. GENERALITAT DE CATALUNYA (2009). *INT: 00/20. Autoprotecció en incendis de vegetació*. Direcció General de Prevenció d'Incendis i Salvaments, Departament d'Interior, Generalitat de Catalunya.

BOMBERS. GENERALITAT DE CATALUNYA. *Informes tècnics d'Incendis Forestals*.

BOMBERS. GENERALITAT DE CATALUNYA (2010). *Àmbits operacionals GRAF. GO 2.02. Guia operativa. Extinció d'incendis Forestals*.

COSTA, P., CASTELLNOU, M., LARRAÑAGA, A., et al. (2011). *La prevenció dels Grans Incendis Forestals adaptada a l'Incendi Tipus*. Unitat Tècnica GRAF, Divisió de Grups Operatius Especials, Direcció General de Prevenció i Extinció d'Incendis i Salvaments, Departament d'Interior, Generalitat de Catalunya. ISBN: 978-84-694-1457-6.

DIAZ, D., GRILLO, F., MOLINA, D. M. (2009). *Incendis Forestals I: Mòdul bàsic*. Ediciones AIFEMA.

DIRECCIÓ GENERAL DE PREVENCIÓ, EXTINCIÓ D'INCENDIS I SALVAMENTS, DGPEIS. *Informes d'incendis forestals i documentació gràfica*. Unitat Tècnica del GRAF, Divisió de Grups Operatius Especials, Direcció General de Prevenció, Extinció d'Incendis i Salvaments, Departament d'Interior, Generalitat de Catalunya.

DOMÈNECH, R. PASTOR, E. PLANAS, E. (2011). *Efectivitat dels tractaments de combustible en la reducció del risc de propagació d'incendi*. Treballs de la Societat Catalana de Geografia. Centre d'Estudis del Risc Tecnològic (CERTEC). Universitat Politècnica de Catalunya.

DUCUP DE SAINT-PAUL, R., NADAL, N. (2009). *Document d'equivalències PRINCALB – Prevenció d'incendis a l'Albera*. Projecte PRINCALB. Conseil Général des Pyrénées-Orientales, Departament de Medi Ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya.

FEMA. FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY. *Home Builder's Guide to Construction in Wildfire Zones*. U.S. Department of Homeland Security.

FIRESMART CANADA. *Intelli-feu. Protégez votre localité contre les incendies forestiers*. Alberta Sustainable Resource Development. Canadian Forest Service.

FIRESMART CANADA. *Protecting Your Community from Wildfire*. Alberta Sustainable Resource Development. Canadian Forest Service.

FONT, M., CHAUVIN, S., PLANA, E., GARCIA, J., GLADINÉ, J., SERRA, M. (2016). *Els incendis forestals a la trama urbana-forestal. Elements per l'anàlisi de la vulnerabilitat dels municipis i habitatges al risc d'incendi forestal*. Projecte eFIRECOM (DG ECHO 2014/PREV/13). Edicions CTFC. 26pp.

FRIGOLA, P. (2012). Presentació "*Experiències locals de cooperació transfronterera (AECT i programa POCTEFA)*". *Éxperiences locales de coopération transfrontalière dans l'espace de l'Eurodistricte*. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. Generalitat de Catalunya.

GALLARDO, C. (2014). *Propuesta de medidas y condiciones técnicas de prevención y seguridad en edificaciones con afectación por incendios forestales. Trabajo fin de máster*. Máster Fuego. Universitat de Lleida, Universidad de Córdoba, Universidad de León.

GALTÍÉ, J-F. (2007). *Méthodologie pour le diagnostic, l'affichage et le traitement du risque d'incendies de forêt applicable dans le cadre des procédures d'élaboration des PPRIF*. Université de Toulouse.

INTERREG POCTEFA ECTAdapt (2019). *Metodologia de càlcul dels indicadors i subindicadors per l'anàlisi de la vulnerabilitat al canvi climàtic dels municipis de l'ECT*.

LAMPIN-MAILLET, C., BOUILLON, C., LONG-FOURNEL, M., MORGE, D., JAPPIOT, M. (2010). *Guide de cartographie et caractérisation des interfaces habitat-forêt*. Convention n°2008 11 9 071 U du ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer. 68 p.

MEDI XXI GSA (2019). *Wildland urban interface index (WUIX). Càlcul del risc i disseny d'infraestructures defensives en la Interfície Urbana Forestal de la província de Girona*.

MES APPLETON LUFF ADVOCATS (2018). *Estudi sobre normativa comparada en matèria de prevenció d'incendis. Propostes de millora*.

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE (2013). *Dossier Departemental sur les Risques Majeurs*.

MINUARTIA (2017). *Projecte estratègic de sostenibilitat i viabilitat de models complementaris de les mesures de prevenció d'incendis que recull la Llei 5/2003, de 22 d'abril. De l'obligació de l'autoprotecció a l'adaptació al canvi climàtic*. Diputació de Girona.

MUÑOZ, J.A., PASTOR, E. (2020). *Informe sobre estrategias de modelización para la determinación de distancias de seguridad perimetral en incendios de Interfaz Urbano-Forestal*. CERTEC-UPC Reporte Técnico 2001, 15pp.

NADAL, N., FRIGOLA, P. (2015). *Projecte d'infraestructures estratègiques de prevenció d'incendis del PPP G1 "Massís de l'Albera" i zona annexa*. Projecte PRINCALB. Direcció General del Medi Natural. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural.

PAGÈS, J. (2017). *Directrius per les franges de protecció contra incendis forestals en urbanitzacions*. Pau Costa Foundation.

PAYROT, M. (2010). *La protection transfrontalière du massif naturel de l'Albera contre les incendies*. ICRESS Institut catalan de recherche en sciences sociales. Université de Perpignan Via Domitia.

PIQUE, M., CASTELLNOU, M., VALOR, T., PAGES, J., LARRANAGA, A., MIRALLES, M., CERVERA, T. (2011). *Integració del risc de grans incendis forestals (GIF) en la gestió forestal: Incendis tipus i vulnerabilitat de les estructures forestals al foc de capçades*. Sèrie: Orientacions de gestió forestal sostenible per a Catalunya (ORGEST). Centre de la Propietat Forestal. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. Generalitat de Catalunya.

ROSSI, J.L., SIMEONI, A., MORETTI, B., LEROY-CANCELLIERI, V. (2011). *An analytical model based on radiative heating for the determination of safety distances for wildland fire*. Fire Safety Journal, vol. 46, no. 8, pp. 520-527. <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2011.07.007>.

SCOTT, J. H., BURGAN, R. E. (2005). *Standard fire behavior fuel models: a comprehensive set for use with Rothermel's surface fire spread model*. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-153. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.

SERVICE ENVIRONNEMENT FORÊT ET SÉCURITÉ ROUTIÈRE (2016). *Plan Départemental de Protection des Forêts Contre les Incendies (PDPFCI) Des Pyrénées-Orientales 2016-2022*.

VÉLEZ, R. (coord.) (2000). *La defensa contra incendios forestales. Fundamentos y experiencias*. McGraw-Hill. Madrid.

## 12.2. Webgrafia

Base de Données sur les Incendies de Forêt en France. Institut National de l'Information Géographique et Forestière. <http://bdiff.ifn.fr/>

FireSmart Canada. <https://firesmartcanada.ca/>

GéoRisques. Ministère de la transition écologique et solidaire. Gouvernement de la République française. <https://www.georisques.gouv.fr/>

Légifrance. Le service public de la diffusion du Droit. Gouvernement de la République française.  
<https://www.legifrance.gouv.fr/>

Portal Foc Forestal. Bombers. Departament d'Interior. Generalitat de Catalunya.  
[https://interior.gencat.cat/ca/arees\\_dactuacio/bombers/foc-forestal/](https://interior.gencat.cat/ca/arees_dactuacio/bombers/foc-forestal/)

Portal Jurídic. Generalitat de Catalunya. <https://portaljuridic.gencat.cat/>

Portal Prevenció d'Incendis. Ecosistemes forestals. Servei de Prevenció d'Incendis Forestals.  
Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació. Generalitat de Catalunya.  
[http://agricultura.gencat.cat/ca/ambits/medi-natural/dar\\_prevencio\\_incendis\\_nou/](http://agricultura.gencat.cat/ca/ambits/medi-natural/dar_prevencio_incendis_nou/)

Préfet des Pyrénées-Orientales. <http://www.pyrenees-orientales.gouv.fr>

Prévention Incendie. Direction Départementale des Territoires et de la Mer. Pyrénées-  
Orientales. <https://www.prevention-incendie66.com/>

Prévention Incendie. Valabre. <http://www.prevention-incendie-foret.com/>

Previncat. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. <http://previncat.ctfc.cat/>

Protecció Civil. Departament d'Interior. Generalitat de Catalunya.  
[http://interior.gencat.cat/ca/arees\\_dactuacio/proteccio\\_civil/](http://interior.gencat.cat/ca/arees_dactuacio/proteccio_civil/)

eFIREcom. Efficient fire risk communication for resilient societies. Humanitarian Aid and Civil  
Protection. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. <http://efirecom.ctfc.cat/>

Wildfire is coming. Are you ready? California Department of Forestry and Fire Protection. CalFire.  
<https://www.readyforwildfire.org/>

### 12.3. Cartografia

CASTELLNOU, M., PAGES, J., LARRANAGA, A., PIQUE, M. (2010). *Mapa de risc d'incendi tipus de Catalunya*. GRAF-Bombers. Departament d'Interior. Generalitat de Catalunya i Centre Tecnològic Forestal de Catalunya

CREAF – CENTRE DE RECERCA ECOLÒGICA I APLICACIONS FORESTALS. *Mapa de Models de Combustible*. 2a edició (ampliada). Darrera actualització: 2003. Format MiraMon

DEPARTAMENT D'AGRICULTURA, RAMADERIA, PESCA, ALIMENTACIÓ I MEDI NATURAL. GENCAT. *Mapa de perill bàsic d'incendi forestal*. Darrera actualització: 14/10/2012. Format Shape

DEPARTAMENT D'AGRICULTURA, RAMADERIA, PESCA, ALIMENTACIÓ I MEDI NATURAL. GENCAT. *Municipis amb alt risc d'incendi forestal*. Darrera actualització: 08/03/2006. Format Shape

DEPARTAMENT D'AGRICULTURA, RAMADERIA, PESCA, ALIMENTACIÓ I MEDI NATURAL. CENTRE DE LA PROPIETAT FORESTAL. Piqué, M., Vericat, P., Cervera, T., Baiges, T., Farriol, R. (2011). *Tipologies forestals arbrades*. Sèrie: Orientacions de gestió forestal sostenible per a Catalunya (ORGEST)

ICGC – INSTITUT CARTOGRÀFIC I GEOLÒGIC DE CATALUNYA. Vissir– Visualitzador de cartografia de l'ICGC. *Base topogràfica 1:25.000*. Format Shape

ICGC – INSTITUT CARTOGRÀFIC I GEOLÒGIC DE CATALUNYA. Vissir – Visualitzador de cartografia de l'ICGC. *Base topogràfica 1:5.000*. Format Shape

ICGC – INSTITUT CARTOGRÀFIC I GEOLÒGIC DE CATALUNYA. Vissir – Visualitzador de cartografia de l'ICGC. *Ortofoto de Catalunya 1:25.000*

ICGC – INSTITUT CARTOGRÀFIC I GEOLÒGIC DE CATALUNYA. Vissir – Visualitzador de cartografia de l'ICGC. *Ortofoto de Catalunya 1:5.000*

OPEN TOPO MAP. Topographische Karten aus OpenStreetMap. [www.opentopomap.org](http://www.opentopomap.org)

Plànol de delimitació per a la prevenció d'incendis de la Jonquera

PREVINCAT. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. Descàrregues. <http://previncat.ctfc.cat/>

## 13. Acrònims

**CAR** – Cos d'Agents Rurals

**CERTEC** – Centre d'Estudis del Risc Tecnològic

**CTFC** – Centre Tecnològic Forestal de Catalunya

**DARPAMN** - Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural

**DGPEIS** – Direcció General de Prevenció, Extinció d'Incendis i Salvaments (Dept. d'Interior)

**DPFM** - Délégation à la Protection de la Forêt Méditerranéenne

**EFFIS** - The European Forest Fire Information System

**FCC** – Fracció de Cabuda Coberta

**GIF** - Gran Incendi Forestal

**ICGC** – Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya

**IGN** - Institut National de l'Information Géographique et Forestière

**INFOCAT** – Pla Especial d'Emergències per Incendis Forestals a Catalunya

**NFR** – Règim Natural de Focs

**PDPFCI** - Départemental de Protection des Forêts Contre les Incendies

**PDPIF** - Plànol de Delimitació per a la Prevenció d'Incendis Forestals

**PIE** - Projecte d'infraestructures estratègiques de prevenció d'incendis

**PPI** – Pla de Prevenció d'Incendis Forestals

**PPP** – Perímetre de Protecció Prioritària

**PPRIF** - Prévention des Risques Incendie de Forêt

**SPIF** - Servei de Prevenció d'Incendis Forestals

**ZHR** - Zona Homogènia de Règim

**ZIUF** – Zona d'interfase urbana-forestal