

ANNEX III. METODOLOGIA PER AL ANÀLISI DE RISC D'INCENDIS

1. Introducció.

Els gestors d'un determinat territori han de prendre decisions encaminades tant a la prevenció com a l'extinció dels incendis forestals. Integrant el risc potencial d'incendis (risc estadístic + perillositat) amb les àrees d'especial protecció s'estableix la prioritat de defensa enfront del risc d'incendis forestals i s'obté el **mapa de risc**.

L'objectiu d'aquest apartat és orientar el tècnic redactor sobre la metodologia de càlcul a emprar per analitzar el risc d'incendis forestals en els plans locals de prevenció d'incendis, de manera que el mapa de risc resultant siga coherent amb els objectius de gestió. Depenent de les característiques del municipi, de la informació que es dispose i de l'anàlisi que es desitja realitzar, el tècnic redactor decidirà quin serà la metodologia vàlida a emprar.

Per a l'anàlisi de risc s'utilitza una sèrie d'índexs que modelitzen els diferents aspectes d'un incendi, aquests índexs es classifiquen segons la seua resolució espacial i el seu abast temporal. En el cas dels plans locals de prevenció d'incendis forestals, s'optarà pels **índexs locals i estàtics**.

2. Metodologies.

Existeixen diverses metodologies a partir de les quals es calcula l'anàlisi de risc d'incendis, no obstant això, sempre s'ha de tenir en compte la probabilitat d'inici i el perill de propagació. En la metodologia utilitzada en el Pla de silvicultura preventiva de la Comunitat Valenciana, a més s'integren les conseqüències que puga tenir un incendi sobre el territori.

a) Probabilitat d'inici:

Les diverses metodologies existents solen centrar-se en l'estudi de l'estadística d'incendis. A partir de les dades estadístiques es pot calcular una sèrie d'índexs com els següents:

- **Índex de freqüència:** determina la freqüència mitjana anual d'incendis en un determinat territori a partir dels punts d'inici d'incendis. És un indicador de la probabilitat que ocorrega un incendi forestal en l'àmbit geogràfic pel qual s'ha calculat.
- **Índex de causalitat:** és un indicador de la probabilitat que un focus originat per una causa determinada arribe a convertir-se en un incendi forestal de grans dimensions. A cada causa se li assigna un coeficient de perillositat específic en funció de **la seua efectivitat** quant a superfície afectada al territori d'estudi.
- **L'índex de gravetat:** representa el percentatge anual de superfície cremada respecte a la superfície forestal total. S'entén com el percentatge de superfície (forestal total, incloent-hi tant arbrada com no arbrada) cremada anualment pel que fa a la superfície forestal existent en l'àmbit d'estudi.

Amb un d'aquests índexs o mitjançant la integració de diversos s'obté el **mapa de risc estadístic**. En els plans de prevenció d'incendis forestals de demarcació de la Comunitat Valenciana (PPIFD), per exemple, la cartografia de risc estadístic representa l'índex de freqüència per a cadascuna de les zones homogènies determinades (zona forestal, interfície agrícola-forestal).

b) Propagació:

Per a l'estudi de la propagació del foc es tenen en compte factors relacionats amb la topografia, la vegetació i la climatologia.

- **Topografia:** els factors més utilitzats en relació a la topografia del terreny són el pendent i l'orientació, ja que influeixen de forma determinant en el comportament del foc. Els valors de tots dos factors se solen dividir en rangs als quals se'ls assigna un indicador de la seua perillositat. El major grau de perillositat correspon als majors valors de pendent i a les exposicions de solana. Els resultats es poden obtenir a partir del model digital del terreny calculat mitjançant una aplicació GIS.
- **Vegetació:** els combustibles vegetals i les seues característiques són un component fonamental en els models de predicció del comportament del foc. Generalment s'estudien indicadors de la inflamabilitat, combustibilitat, càrrega de biomassa, estructura, models de combustible⁹. etc.
- **Climatologia:** la climatologia té una influència directa en la progressió de l'incendi i en la facilitat per cremar dels combustibles vegetals. Per al càlcul d'un mapa de risc de tipus estàtic, les dades climatològiques amb més utilitat són aquelles que serveixen d'entrada de models físics de comportament del foc (temperatures mitjanes o extremes, règims de vent, humitat, etc.).

Per integrar aquests factors en un **mapa de perillositat** existeixen diverses metodologies més o menys complexes. En molts casos s'utilitzen models informàtics, els més usats són BEHAVE, NEXUS 6 i FARSITE que modelitzen la propagació de l'incendi sobre la base de diversos paràmetres com ara models de combustible, condicions meteorològiques, pendent del terreny i orientació.

El **mapa final de risc potencial** s'obté amb intersecció del mapa de risc estadístic i del mapa de perillositat.

c) Conseqüències de l'incendi:

En l'anàlisi del risc d'incendis s'incorpora un component de vulnerabilitat. Es tracta d'establir en un determinat territori el seu grau de susceptibilitat a la deterioració enfront d'un incendi forestal. En aquest sentit es pot distingir entre aquells indicadors del valor del medi (productivitat, oci, qualitat del paisatge, etc.), i aquells que es refereixen a la fragilitat d'aquest medi (capacitat de regeneració, erosió potencial, etc.).

El PSP de la Comunitat Valenciana solament té en compte la qualitat del medi en funció de determinats paràmetres com ara àrees protegides, tipus de vegetació, fracció de cabuda coberta, etc. Els PPIFD de la Comunitat Valenciana a més del concepte de qualitat del medi (en funció d'aspectes com el productiu, recreatiu, paisatgístic i ambiental), tenen en consideració també el concepte de fragilitat, calculat a partir de:

- Capacitat potencial de regeneració del sistema:
 - Potencial d'autosuccessió.
 - Velocitat de regeneració.
- Risc de degradació:
 - Erosió potencial.

⁹ Encara que la classificació de models de combustible més usada és la de Rothermel (1972,1991), hi ha d'altres com la de Scott i Burgan (2005) i les de Riano (2002), Rollings (2002). Una de les classificacions més rellevants és la de Chuvieco, I. et al. 2003 "Fuel loads and fuel type mapping".

- Estació bioclimàtica.

3. Mapa de risc.

El mapa de risc resulta de la integració dels tres mapes anteriors (risc estadístic, perillositat i demanda de protecció) als quals se'ls poden assignar diferents pesos.

Cal indicar que el mapa resultant representa el risc d'incendis forestals de la zona d'estudi, en aquest cas el terme municipal, relativitzades als seus valors màxims, és a dir: **NO ÉS COMPARABLE EL RISC OBTINGUT PER A UN ALTRE TERME MUNICIPAL**, però evidentment sí que és comparable entre els diferents punts del municipi on el mètode emprat maximitza les diferències, donant lloc a un resultat visual més intuïtiu que en emprar el risc absolut.

Exemple metodològic 1

La metodologia utilitzada per al càlcul de risc d'incendis en els plans de prevenció d'incendis de demarcació, concretament en el document *anàlisi del risc*.

Exemple metodològic 2¹⁰

Aquest exemple metodològic es proposa per a realitzar un **mapa de risc potencial**. Segons s'ha comentat en l'apartat anterior, per a obtenir el **mapa de risc final**, s'haurà d'integrar el mapa de risc potencial amb el mapa de demanda de protecció.

1. Realització d'un mapa de risc estadístic.

S'utilitzarà l'Estadística General d'Incendis Forestals elaborada per la conselleria competent en matèria forestal. S'inclouran solament els incendis i conats (incendis que afecten menys d'1 hectàrea) produïts en els últims 10 anys disponibles. Es procedirà a localitzar el punt d'inici de cada incendi. Els anys més recents registren amb precisió la ubicació del punt d'inici mitjançant coordenades UTM, anteriorment la localització geogràfica apareix referida a quadrícules UTM de 10 x10 km.

Els índexs de freqüència, gravetat i causalitat es poden calcular tant zonificant el terme municipal en zones homogènies (zona forestal, zona agrícola, zona d'interfície agrícola-forestal), com referits a quadrícules representatives, depenent de la superfície forestal del terme municipal. El resultat serà en tots dos casos un mapa per a cada índex.

Índex de freqüència d'incendis

L'índex de freqüència reflecteix la freqüència mitjana anual d'incendis en un àmbit geogràfic determinat sempre referida a 10.000 ha de superfície forestal. Serà un indicador de la probabilitat que ocorregui un incendi forestal en l'àmbit geogràfic pel qual s'ha calculat.

$$F_t = \frac{1}{a} \sum_{i=1}^n n_i$$

¹⁰ Adaptació de la proposta metodològica de Copete et Al (2007) 4^a Internacional Widland Fire Conference (Sevilla, 2007).

On:

F_i = Freqüència d'incendis

a = Nombre d'anys de la sèrie de dades utilitzada.

n_i = Nombre d'incendis en cada any de la sèrie referits a 10.000 ha.

Aquest índex es distribuirà en rangs per a la seua posterior representació gràfica.

Taula 1. Classificació de l'índex de freqüència	
Valor	Rang
Extrem	> 6
Greu	4 – 5,99
Alt	2 – 3,99
Moderat	0,5 – 1,99
Baix	0,2 – 0,49
Molt baix	< 0,2

Índex de gravetat d'incendis

L'índex de gravetat representa el percentatge anual de superfície cremada respecte a la superfície forestal total.

S'entén com el percentatge de superfície (forestal total, incloent-hi tant arbrada com no arbrada) cremada anualment pel que fa a la superfície forestal existent en el terme municipal. Es calcula mitjançant la següent expressió:

$$I_g = \frac{1}{a} \sum_1^a \frac{S_{FQ_i}}{S_{FT}} 100$$

I_g = Índex de gravetat

a = Nombre d'anys de la sèrie de dades

S_{FQ_i} = Superfície forestal cremada en el període (arbrada més no arbrada)

S_{FT} = Superfície forestal total

Aquest índex també es distribuirà en rangs i a cada rang se li assignarà un indicador per a la seua posterior representació gràfica.

Índex de causalitat d'incendis

L'índex de causalitat és un indicador de la probabilitat que un focus originat per una causa determinada arriba a convertir-se en un incendi forestal de grans dimensions. L'expressió utilitzada serà la següent:

$$C_i = \frac{1}{a} \sum_1^c \frac{\sum_1^{n_c} c \times n_{ic}}{n_i}$$

On:

C_i = Índex de causalitat

a = Nombre d'anys de la sèrie de dades utilitzada

c = Coeficient de perillositat específica de cada causa

nc = Nombre de causes considerades

nic = Nombre d'incendis de cada causa en cada any

n_i = Nombre d'incendis cada any

A cada causa se li assignarà prèviament un **coeficient de perillositat (c)** específic en funció de **la seua efectivitat** quant a superfície afectada al territori d'estudi.

El resultat es classifica en rangs per a la seua posterior representació gràfica.

Anàlisi del risc estadístic d'incendis

L'índex de risc estadístic és un indicador que basant-se en dades de la sèrie històrica representa la probabilitat que es produïska un incendi forestal, la seua gravetat relativa en termes de superfície i la perillositat específica de la causa que l'origina.

La intersecció dels tres índexs anteriorment calculats (freqüència-gravetat-causalitat) per obtenir el mapa de risc estadístic s'efectuarà d'acord amb la següent expressió¹¹:

$$RE = F_i \cdot I_g \cdot C_i$$

On:

RE = Risc estadístic d'incendis

F_i = Índex de freqüència

I_g = Índex de gravetat

C_i = Índex de causalitat

Es distribuirà per rangs com els altres índexs per a la seua posterior representació gràfica.

2. Obtenció d'un mapa de perillositat.

La perillositat del medi sorgeix de la integració de factors de caràcter gairebé permanent a la forest i dóna una idea sobre la gravetat i dificultat d'extinció, davant l'eventualitat d'un incendi forestal en un lloc determinat. La perillositat del medi una vegada produït un incendi, es defineix com la facilitat intrínseca d'un sistema forestal per propagar el foc.

¹¹ Es poden integrar els tres índexs considerats utilitzant una altra operació aritmètica, com la summa o la mitjana ponderada.

D'aquesta manera, la perillositat s'estima a partir de la combustibilitat lligada a la vegetació, el relleu o fisiografia i la climatologia representada per mitjà de les diferents regions fitoclimàtiques definides per al nostre àmbit municipal.

Perillositat dels combustibles

A cada tipus de vegetació, li correspon una inflamabilitat i combustibilitat determinades, que varien en funció del tipus i quantitat de biomassa, i la seua distribució espacial o estratificació. Aquesta combustibilitat s'interpreta a través dels models de combustible (Rothermel, 1983).

Es classificarà la perillositat de cadascun d'aquests models de combustible en funció de la longitud de flama i de la velocitat de propagació característiques de cadascun d'ells.

Taula 2. Classificació dels combustibles forestals en funció de la seua perillositat			
Perillositat del combustible	Grup	Model de combustible	Coefficient de risc (m)
Extrema	Matoll	4	10
Greu	Matoll	6	9
Alta	Matoll	7	8
Alta	Pastures	3	8
Moderada	Pastures	1	7
Moderada	Pastures	2	7
Baixa	Matoll	5	6
Molt baixa	Fullaraca sota arbrat	8	5
Molt baixa	Fullaraca sota arbrat	9	5
Molt baixa	Fullaraca sota arbrat	10	5

Perillositat de la fisiografia

El pendent és el factor topogràfic de major influència en la velocitat de propagació del foc. Per realitzar una anàlisi dels pendents de l'àmbit d'estudi, s'obtindrà el model digital del terreny (MDT), a través de les corbes de nivell.

Una vegada es dispose del MDT en aquest es diferenciaren els pendents per rangs. Cal tenir en compte que per sobre del 35% de pendent es dificulta en gran mesura la utilització de maquinària, per la qual cosa es recomana assignar el valor màxim de risc a partir d'aquest valor.

Adversitat del clima

Per a l'estudi de la perillositat en funció del clima, es pot utilitzar la Classificació Fitoclimàtica de Allue, (1990). Els subtipus fitoclimàtics més secs i càlids es consideraran els més perillosos i els que menys seran els subtipus freds i humits. Encara que hi haja diferències de caràcter fitoclimàtic es considerarà que en totes les zones els estius són, des del punt de vista climàtic, molt perillosos en tot el territori.

Es distribuirà per rangs com els altres índexs per a la seua posterior representació gràfica.

Anàlisi de la perillositat

Resultat de la integració de les tres variables anteriorment descrites és el mapa de perillositat del medi en el qual es representarà el següent índex:

$$PM = PCB \cdot PF \cdot PCL$$

On:

PM = Índex de perillositat del medi

PCB = Índex de perillositat dels combustibles

PF = Índex de perillositat de la fisiografia

PCL = Índex de perillositat climàtica

L'índex de perillositat es distribuirà per rangs com els altres índexs per a la seua posterior representació gràfica.

3. Confecció d'un mapa de risc potencial.

El risc potencial d'incendis integra les característiques potencials del règim d'incendis forestals representades per la freqüència, la gravetat i la causalitat, per a un sistema forestal caracteritzat per un clima específic, una fisiografia i un combustible determinats.

Es determina mitjançant la intersecció de l'índex de risc estadístic i l'índex de perillositat del medi de manera que el mapa de risc potencial d'incendis s'ha obtingut com a producte de tots dos índexs.

$$RP = RE \cdot PM$$

On:

RP = Risc potencial d'incendis

RE = Risc estadístic d'incendis

PM = Índex de perillositat del medi

Es distribuirà en rangs per a la seua representació gràfica.