

# 1. LA PARADOXA DE L'EXTINCIÓ

## 1.1. Aproximació a l'entorn rural de Catalunya.

Conèixer l'entorn social, econòmic i forestal de Catalunya ens permetrà comprendre el dinamisme de les generacions d'incendis forestals.

Si comparem el comportament dels incendis forestals dels anys '50 amb els d'avui en dia podrem copsar canvis importants. Mentre durant la primera meitat del segle XX els apagava la pagesia amb aigua, branques i foc donat que la longitud de flama era inferior a 1 m i la velocitat de propagació no superava 1 km/h en incendis lineals, en general, avui, la manca d'una gestió forestal i la desruralització donen peu a incendis que generen la intensitat suficient com per generar focus secundaris per davant del front principal (front de punts) i velocitats de propagació superior als 2-3 km/h, amb longituds de flama que assoleixen (al cap) els 30-40 m, incendis que comprometen la capacitat d'extinció de tècniques tan utilitzades com l'atac directe amb aigua.

El perquè s'ha produït aquest canvi cal buscar-ho dins la pròpia societat, on l'evolució ha trobat productes energètics substitutius de les llenyes o el carbó com el gas o el petroli, més rendibles econòmicament i on la tecnologia plenament desenvolupada i que comporta una millora de la qualitat de vida, es troba a les ciutats o capitals de comarca, amb comoditats, amb teixit industrial... Tot plegat s'ha traduït en un augment de la superfície forestal; si l'any 1850 el 20% del territori català estava catalogat com a superfície forestal (600.000 ha), avui en dia, és gairebé de 2.000.000 ha, triplicat amb escreix.

El model rural d'explotació familiar de la propietat (agrícola, forestal) on treballaven avis, pares i fills s'ha trencat, i avui en dia, la població agrària ha caigut a la meitat des del 1986; de fet, un indicador com el PIB recull que avui en dia el pes del sector agrari és del 2,4 enfront del 5,9 de fa vint anys. Les explotacions s'han mecanitzat i normalment només treballa el titular, llevat dels moments en que les puntes de treball requereixen la contractació de treballadors temporals, normalment estrangers.

Per tant, la realitat al territori català dibuixa una piràmide d'edat invertida, on la població s'ha envellit considerablement, i de retruc, la capacitat per gestionar el territori forestal ha minvat considerablement, per tant, l'increment de la massa forestal és lent però progressiu (espècies forestals colonitzant antics camps de conreu), així com el seu creixement sense una gestió que contempli i integri el risc dels incendis forestals.

Quan es parla del l'entorn forestal de Catalunya cal matisar dues definicions: el significat dels conceptes bosc i forestal:

- **Bosc:** terreny amb un recobriment de capçades d'espècies arbòries igual o superior al 5%. Inclou les categories de arbrat dens, arbrat clar i repoblacions, per exemple.
- **Forestal:** són terrenys forestals, els sòls rústics poblats d'espècies arbòries o arbustives, de matolls i d'herbes, així com els erms situats en els límits dels boscos que siguin necessaris per a la protecció d'aquests i els erms que per llurs característiques siguin adequats per a l'aforestació o reforestació. També es consideren terrenys forestals els prats de regeneració natural, els aiguamolls, els rasos poblats anteriorment o transformats sense l'autorització corresponent i les pistes i camins forestals.

Finalment, també es consideren terrenys forestals temporals, amb una durada mínima del torn de l'espècie, els terrenys agrícoles que circumstancialment són objecte de l'explotació forestal amb espècies de creixement ràpid.

A Catalunya hi ha aproximadament 2 milions d'hectàrees forestals (61% del territori). Un 35% correspon a conreus i el 3,5% restant el formen la xarxa viària principal i les zones urbanes. Dels 2 milions d'hectàrees forestals, 1,2 correspon a boscos (el 38%).

Per demarcacions, Girona és la més boscosa de Catalunya amb un 55,95%, que no vol dir la més forestal, essent les comarques de La Selva (amb un 74,81%) i La Garrotxa les més boscoses del país.

A les demarcacions de Lleida i Tarragona, els boscos són la segona coberta més important donat que els conreus amb un 37,07% i un 46,93%, respectivament, dominen el paisatge.

Pel que respecta a la província de Barcelona, el bosc també representa la majoria de superfície, amb un 48,09%. Les comarques metropolitanes del Barcelonès i el Tarragonès són les menys boscoses.

El bosc català té un límit altitudinal al voltant dels 2400 m i juntament amb la precipitació anual, especialment pel cas dels planifolis, condiona la distribució de les espècies arbòries al país. Tot plegat sense obviar que la distribució de les espècies està condicionada per un altre factor com és el de les perturbacions, els incendis en són algunes d'aquestes, com també les ventades, les plagues o les nevades.

A Catalunya hi ha un cens de gairebé 100 espècies forestals amb port arbori, n'hi ha 14 que són especialment abundants, 7 planifolis i 7 coníferes. Per ordre d'abundància, són les següents:

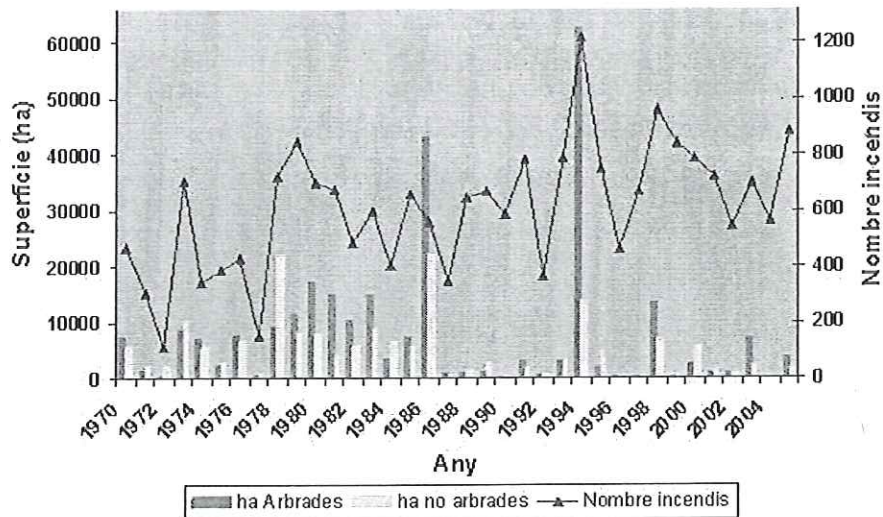
Espècie	Conífera/Planifoli	% superfície
Pi blanc ( <i>Pinus halepensis</i> )	Conífera	20.02
Pi roig ( <i>Pinus sylvestris</i> )	Conífera	18.40
Alzina ( <i>Quercus ilex</i> )	Planifoli	15.46
Pinassa ( <i>Pinus nigra</i> )	Conífera	11.46
Roure pubescent ( <i>Quercus humilis</i> )	Planifoli	6.26
Alzina surera ( <i>Quercus suber</i> )	Planifoli	5.27
Pi negre ( <i>Pinus uncinata</i> )	Conífera	4.57
Pi pinyer ( <i>Pinus pinea</i> )	Conífera	3.04
Faig ( <i>Fagus sylvatica</i> )	Planifoli	2.41
Pinastre ( <i>Pinus pinaster</i> )	Conífera	1.18
Avet ( <i>Abies alba</i> )	Conífera	1.12
Castanyer ( <i>Castanea sativa</i> )	Planifoli	1.02
Roure de fulla gran ( <i>Quercus petraea</i> )	Planifoli	0.77
Bedoll ( <i>Betula pendula</i> )	Planifoli	0.53

A tall d'exemple, es citen algunes formacions típiques del territori català com les pinedes (pi blanc, pinassa, pi pinyer), els boscos mixtos formats per espècies de la família *Pinus* juntament amb *Quercus*, els boscos de riberes, les fagedes o les rouredes i els alzinars.

Altres formacions no arbòries són els prats i les pastures, els matollars (garrigars, màquies) o els herbassars.

## 1.2. La paradoxa

Si recollim la estadística dels incendis forestals a Catalunya on es suma la superfície forestal (arbrada i no arbrada) afectada per anys, observem el gràfic següent:



Gràfic 1. Estadística de superfície cremada per any (període 1970-2005)

A l'hora d'analitzar el gràfic convé tenir present la informació següent:

- 1982. S'institucionalitza el Cos de Bombers de la Generalitat.
- 1986. Es cremen un total de 65.000 ha i una de les conseqüències és la creació de les Agrupacions de Defensa Forestal.
- 1994. Les 76.625 ha cremades durant aquest any dóna peu a que l'Administració creï el programa Foc Verd: una de les eines per combatre els incendis i que es troba en aquest programa en la creació de Grups d'Intervenció Immediata (GII).
- 1998. Un sol incendi crema més de 25.000 ha.
- 1999. Es crea la unitat GRAF dins el Cos de Bombers.
- 2006. S'aprova el Decret d'utilització del foc com a eina de gestió forestal i d'extinció d'incendis forestals.

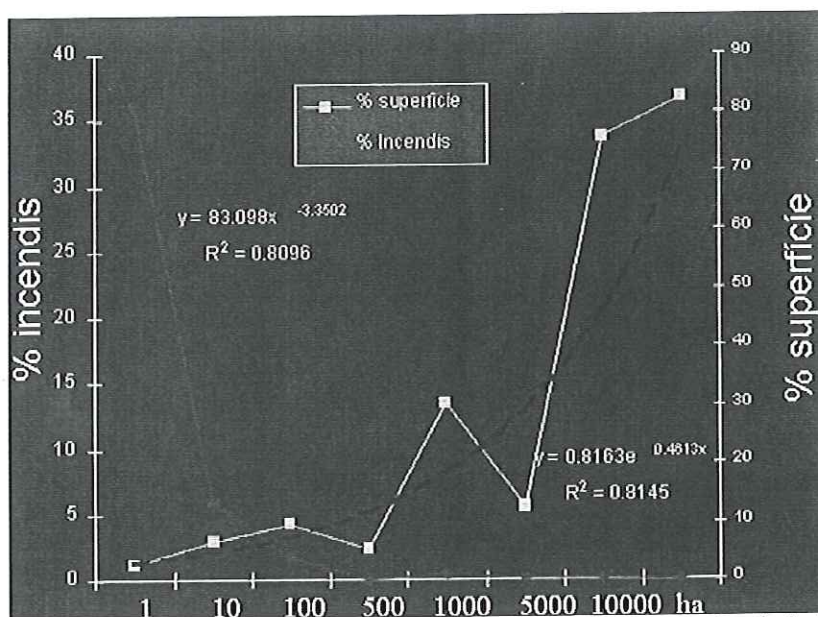
Els incendis forestals han estat sempre presents a la contrada mediterrània, països com Portugal, França, Grècia pateixen la pertorbació com Catalunya. La resposta de l'Administració al llarg dels anys davant els diferents episodis de Grans Incendis Forestals (GIF) no sempre ha estat la mateixa. Inicialment, com s'assenyala als '80 i meitat dels '90 la resposta va ser incrementar el nombre de recursos i la detecció; més mitjans aeris i/o terrestres per als bombers i per al territori (ADF). Però hi ha un punt d'inflexió marcat per l'incendi del Solsonès; del mateix es deriva una reflexió política que qüestiona la idoneïtat de continuar o no aportant més recursos d'extinció per als incendis forestals quan s'observa que la seva capacitat extintora (amb atac directe) ha arribat al límit.

En aquell moment s'aprofundeix en el problema derivat del marc socio-forestal català. La nul·la gestió comportava intensitats de front de foc impossibles d'assumir per un sistema d'extinció basat exclusivament en l'aigua.

Per tant, a partir d'aquell moment s'obren dues línies de treball:

- una, encaminada a dotar de major capacitat operativa al Cos de Bombers amb la recuperació del foc tècnic com a eina d'extinció,
- l'altra, més complicada, orientada a activar una gestió forestal nul·la per minimitzar l'impacte dels incendis forestal als boscos.

S'arriba a aquestes conclusions lligant la informació del gràfic XX amb el següent on es relaciona el percentatge d'incendis amb la superfície afectada.



Gràfic 2. Correlació entre la superfície afectada i el número d'incendis (període 1986-1955)

Del mateix es conclou la paradoxa de l'extinció; l'eficàcia en l'extinció del 95% dels incendis fa que la seva superfície sigui inferior a les 10 ha, però a la vegada, l'acumulació de combustible que indirectament es genera amb l'actuació eficient del sistema, juntament amb la desestructuració de les masses forestals i la continuïtat de les mateixes, incrementen la potència un 1% d'incendis forestals, els GIF, que acaben arrasant més del 90% de la superfície final cremada. Justament la paradoxa de l'extinció:

***“Com més eficaços som apagant incendis, els pocs que s'escapen són cada vegada més intensos, més potents, més grans”***

## 2. EL GIF. INTERPRETACIÓ DE COLUMNES.

En el moment d'aproximar-nos a un incendi forestal podem obtenir un seguit d'informació que ens permetrà treballar d'una forma més segura, alhora que optimitzarem els recursos necessaris per fer-hi front.

Dominar el significat d'algunes variables relacionades amb el comportament de l'incendi i entendre la informació que ens aporta una columna és important per aconseguir l'objectiu descrit anteriorment.

## 2.1. La columna

Les columnes d'un incendi (veure fitxa annexa) ens dona informació sobre la intensitat i el patró de comportament. La intensitat està relacionada amb el color de la columna; colors clars (blanquinosos) impliquen contingut d'humitat del combustible destacables; per contra, els colors grisencs o negres signifiquen que el contingut d'humitat és menor, situació característica durant les parts centrals de l'estiu (mes de juliol, per exemple). D'altra banda, el patró de comportament es correlaciona amb meteorologia i les característiques intrínseques d'un incendi per al moment concret; per exemple, les columnes tipificades com A es tradueixen com a focs incipients (llamps, pe), en canvi, les columnes D3, tombades, estan relacionades amb incendis que ja presenten un cert desenvolupament i a més, són conduïts per forts vents

Pel que respecta a les referències bàsiques per descriure i entendre el comportament del foc, com valors que afecten la capacitat dels diferents mitjans d'extinció d'incendis forestals són: longitud de flama, intensitat de foc i velocitat de propagació.

## 2.2. Longitud de Flama (m)

És la distància de la flama des de la base fins a l'extrem. Si la flama està inclinada, aleshores el que compta és la seva longitud, no l'alçada. Es mesura en metres.

Existeix una relació directa entre longitud de flama i intensitat de foc, que es pot expressar amb aquesta fórmula:

$$I = a L b$$

On  $a$  i  $b$  són constants,  $L$  és la longitud de la flama (m) i  $I$  és la intensitat lineal (Kw/m). Aquest factor limitarà la nostra capacitat d'extinció. Així, a partir de certa alçada es fa impossible l'atac directe i cal optar per altres tècniques.

## 2.3. Intensitat Lineal de Foc (Kw/m)

És l'energia emesa per unitat de temps en la unitat lineal de front de foc (kw/m). Com ja hem vist, està estretament relacionada amb la longitud de la flama. Aquest és el limitador real de la capacitat d'extinció; ens diu el punt en el qual ens podem apropar a l'incendi per poder extingir-lo, així com ens diu si l'aigua és un medi eficaç d'extinció. La intensitat és el factor que millor defineix l'abast de l'ambient de foc, la virulència i les condicions extremes de l'atmosfera que envoltarà aquest incendi.

La intensitat es pot expressar com una fórmula:

$$I = HWR$$

On,

$I$  = Intensitat de la flama (kw/m)

$H$  = Calor de combustió o poder calorífic (Kj/kg)

$W$  = Combustible consumit per unitat de superfície (k/m<sup>2</sup>)

$R$  = Velocitat de propagació del foc (m/s)

La potència del front de foc pot variar en un rang de xifres molt ampli (menys de 5.000 Kw/m fins a valors extrems de 15.0000 Kw/m). Perquè un foc de superfície passi a capçades cal que superi els 3.000 Kw/m. Els focs de capçada donen valor per sobre dels 10.000 Kw/m. En un foc forestal de combustible que produeix focus secundaris estem per sobre dels 50.000 Kw/m i podem arribar fàcilment als 100.000 Kw/m.

## 2.4. Velocitat de Propagació (Km/h)

És l'espai recorregut pel front de foc per unitat de temps. La velocitat és un factor que limita la capacitat de control de l'incendi. És a dir, si el foc és més ràpid que nosaltres s'escaparà i es convertirà en un gran incendi. Però si nosaltres són més ràpids l'apagarem.

La velocitat està relacionada de forma directa amb el vent i el pendent.

Cal tenir en compte la velocitat de diferents aspectes de l'incendi:

- Velocitat de propagació del front (Km/h);
- Velocitat de propagació del perímetre (Km/h);
- Velocitat de propagació de la superfície (Ha/h);

En condicions meteorològiques normals un Gran Incendi Forestal (GIF) avança amb una velocitat de 4-6 Km/h. Si les condicions meteorològiques li són especialment favorables la velocitat pot depassar les xifres anteriors per arribar a més de 8 Km/h. Però no són els focs més ràpids; un foc de rostolls de cereals en un dia sec d'estiu, quan fa dies que no plou, avança aproximadament a 12 Km/h. No podem confiar que un tallafoc cobert d'herba seca o un camp de rostolls aturi el foc doncs el que farà serà desplaçar-se més ràpidament.

La conjunció entre la longitud de la flama i la intensitat amb la velocitat de propagació defineixen el tipus de foc, el seu comportament i la nostra capacitat d'èxit per extingir-lo.

La qüestió és poder saber en un futur pròxim, en tot moment i segons les condicions existents, qui serà més ràpid i qui serà més fort (velocitat de propagació i longitud de flama o intensitat lineal de foc) si el bomber o l'incendi, per planificar correctament el tipus d'atac, el millor moment i la localització.

## 2.5. El GIF i l'ambient de foc

Quan parlem de GIF (Gran Incendi Forestal) hem de tenir present que no va associat a la superfície del mateix, sinó a la intensitat del mateix; els factors de la intensitat que ens ensenyen els GIF són:

- La longitud de flama. >2m
- La velocitat de propagació. >3Km/h

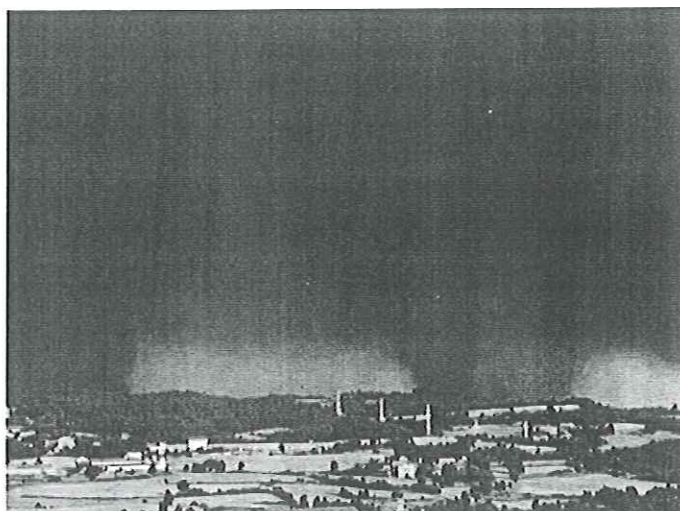
Precisament aquest llinars defineixen la capacitat d'extinció del cos de bombers.

L'**ambient de foc** és l'atmosfera que es crea al voltant de l'incendi i que n'és directament afectada. És a dir, quan un incendi forestal ha crescut prou en extensió i intensitat, crea el seu propi "ambient de foc" on les components meteorològiques es modifiquen (augment de la temperatura, disminució de la humitat relativa i, sobretot, la formació de vents convectius de

més o menys força provocats per la succió del mateix incendi). L'ambient del foc i el -seu comportament són dos paràmetres estretament relacionats.

Incendi	Valors Meteorològics	
	Atmosfèrics	Ambient de foc
Foc Solsona (20-07-98)	T: 38°C HR: 26% Vent: 22km/h	T: 68 °C HR: 2% Vent: 43 km/h
Foc Benifallet (12-06-98)	T: 29°C HR 31% Vent: 19km/h	T: 58°C HR: 9% Vent: 36 km/h

No tots els incendis però, són capaços de crear el seu propi "ambient". Únicament aquells que tenen més intensitat. De fet, l'ambient del foc es pot representar com un triangle on el foc, que ocupa el centre, és un factor més que altera els altres fins ara presents.

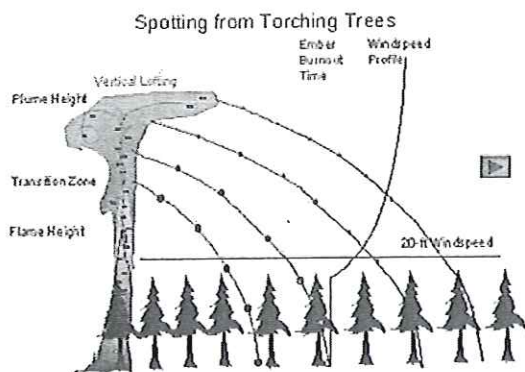


Fotografia 1. Ambient de foc a l'incendi del Solsonès 1998.

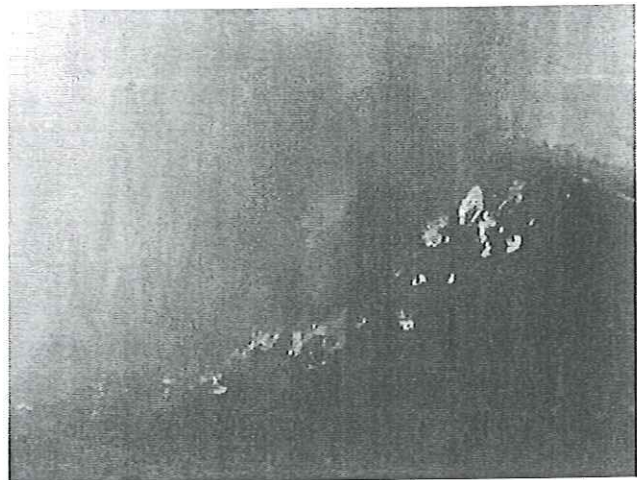
L'ambient de foc és el motor dels GIF, ja que potencia la transferència de calor amb la seva columna convectiva. En aquest procés de transferència de calor s'acceleren les fases de la combustió i es projecten els seus efectes a major distància.

Amb això tenim un aspecte que diferencia els GIF (Grans Incendis Forestals) dels PIF (Petits Incendis Forestals), ens apareix una propagació del foc per punts inconnexos en lloc del front lineal característic de menor intensitat (PIF).

Aquest tipus de propagació per punts hipoteca encara més una extinció ja condicionada a la intensitat del GIF. Per aquest motiu, les maniobres clàssiques es veuen desbordades pel GIF i ens fa analitzar l'origen del problema per tal de poder trobar-hi solucions. Un mateix GIF pot tenir comportament de PIF en parts del seu perímetre.



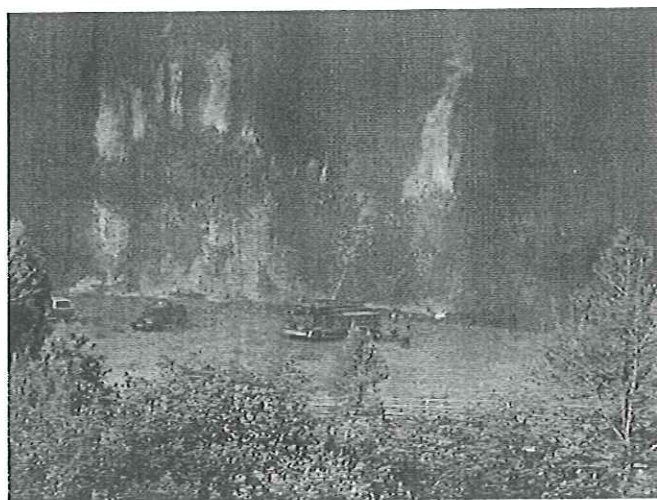
Gràfic 3. Procés de generació de focus secundaris per part de la columna convectiva. Com més inclinada la columna, més convecció.



Fotografia 1. Foc forestal amb columna convectiva que accelera les fases de la combustió.

Fins al moment s'està treballant amb dos tècniques combinades:

- L'ús del foc amb vehicles de mobilitat ràpida ataca l'ambient de foc, trencant la columna convectiva, i reduint aquesta reacció en cadena. L'objectiu és posar l'incendi dins la capacitat d'extinció:
  - Verticalitzant la columna convectiva
  - Redirigint el front de foc.
  - Reduint la intensitat del perímetre.
- L'extinció clàssica, un cop el comportament del foc és assequible als seus mitjans, és la que realment extingeix i controla els perímetres.



Fotografia 2. Comportament del foc que supera la capacitat d'extinció en un GIF. Navarcles 2005.



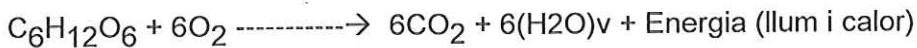
### 3. FÍSICA DEL FOC

Per entendre per què els Grans Incendis Forestals s'escapen cada cop més de la nostra capacitat de control tot i l'escalada de mitjans i recursos, cal entendre:

- Per què funcionen les nostres eines d'extinció, les quals trenquen la reacció bàsica del foc.
- La forma en la qual els canvis que hem vist en l'estructura de vegetació, produeixen comportaments que posen al límit les nostres tècniques.

#### 3.1. Extinció: Trencar el triangle del foc

El foc forestal és una reacció química d'oxidació ràpida que involucra material vegetal. Consumeix oxigen i genera diòxid de carboni i vapor d'aigua en forma de fum, emet llum i calor. Podem comparar la reacció química de la combustió d'una substància orgànica amb l'oxidació d'un hidrocarbur. Exemple: la glucosa.



Per poder iniciar la reacció química de la combustió és necessari aplicar prou quantitat de calor a un material combustible en presència d'oxigen. Quan la temperatura del material està per sobre d'un determinat valor (en el cas de la fusta és aproximadament 300° C) el material entrarà en combustió. Aquest procés, és el que anomenem reacció de combustió, definit químicament com una oxidació ràpida, que incorpora tres elements bàsics: combustible, oxigen i calor. Aquests tres elements formen els costats del famós triangle del foc.

Els tres elements han de ser presents i s'han de combinar correctament abans que la combustió sigui possible. Hi ha d'haver combustible per cremar, aire per dotar d'oxigen la flama i finalment, calor per poder iniciar i donar continuïtat al procés de combustió. Si falta un dels costats del triangle no es produirà el foc.



En els grans incendis forestals apareix una quarta dimensió que interactua amb les altres i que és el propi foc. Aquesta quarta dimensió és la que explica la formació d'aquest ambient de foc

#### 3.2. Eines d'extinció d'incendis

Cadascun dels costats del triangle del foc representa un element que intervé en la reacció de la combustió -combustible, oxigen i calor-. Producció del foc forestal: combustible, oxigen i calor. Quan els tres elements coincideixen amb prou quantitat, es produeix el foc. L'extinció consisteix a eliminar algun dels components per poder interrompre la reacció d'oxidació.

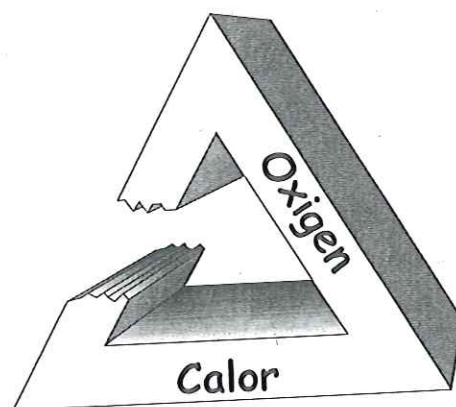
Com el comportament del foc posa al límit els sistemes d'extinció d'arreu del món, és imprescindible que els bombers dominem el màxim nombre de tècniques possibles, per poder aprofitar totes i cadascuna de les oportunitats que se'ns ofereixen. A partir de l'any 1999 el cos de bombers de la Generalitat de Catalunya va ampliar les eines d'extinció que usava. Tot i que la base de l'extinció continua essent l'aigua, les eines manuals i el foc són el suport del sistema d'extinció.

Les eines d'extinció es poden classificar segons actuïn sobre un o altre element, si bé en la majoria dels casos cal actuar sobre dos d'ells per tal d'extingir el foc. Així doncs, a grans trets, les diferents tècniques d'extinció es poden classificar en:

### Eliminació dels combustibles

Es tracta generalment d'un atac indirecte al foc basat en la creació d'una línia de defensa avançada al front de l'incendi on aquest pugui aturar-se amb garanties quan sigui a la vora. Es tracta d'eliminar el combustible en una faixa neta que s'interposa com a tanca entre el foc i la superfície forestal a protegir. Per l'eliminació del combustible es poden utilitzar els mètodes següents:

- Neteja mecanitzada amb tractor-pala, que arrenca tant la vegetació com part del sòl.
- Neteja manual mitjançant l'ús d'eines lleugeres, eliminant la vegetació i descobrint el sòl mineral.
- Crema d'eixamplament, o destrucció del combustible amb l'ús de foc i el suport d'una línia de defensa prèviament preparada.



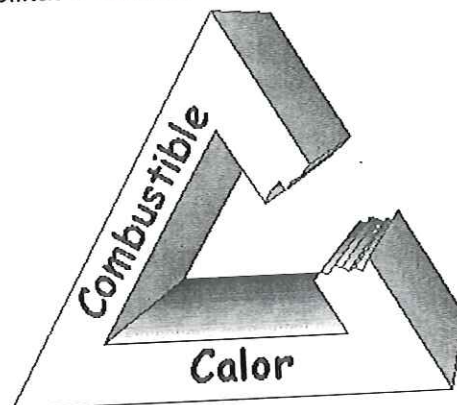
Aquestes tècniques són molt importants, ja que no necessiten un incendi actiu. Són també eines de gestió forestal i es poden usar amb objectius de prevenció d'incendis.

### Eliminació de l'aire

Es tracta de separar el contacte de l'aire amb el combustible en ignició; és, per tant, un atac directe però sempre a petita escala donada l'evident impossibilitat d'eliminar l'aire d'una forma senzilla.

Per l'eliminació de l'aire es poden utilitzar els mètodes següents:

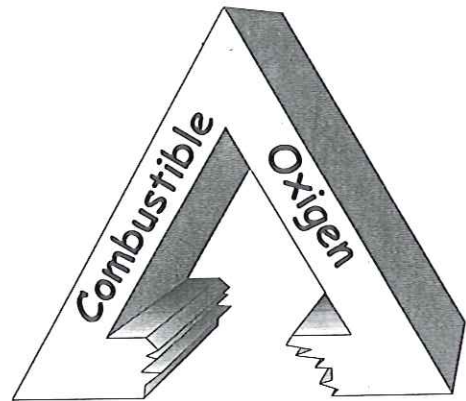
- Mitjançant el recobriments del combustible en ignició amb terra escampada amb pales o aigua llançada amb mànegues o mitjans aeris.
- Colpejar el combustible per tal d'ofegar-lo i sufocar l'emissió de gasos inflamables mitjançant l'ús de matafocs i branques verdes.



### Eliminació de la calor

Es tracta d'inhibir la reacció exotèrmica, retardant l'emissió de gasos inflamables, mitjançant l'aplicació de productes sobre el combustible, principalment aigua o retardants. L'aigua és el sistema de refredament més comú, i s'utilitza de dues maneres amb efectes ben diferents:

- Directament sobre el foc, de tal manera que l'aigua en evaporar-se consumeix calor (540 cal/l), es redueix la temperatura i es limita la propagació de l'incendi, arribant fins i tot a extingir-lo si la quantitat d'aigua és prou gran o el focus de l'incendi és petit.
- Indirectament sobre el combustible abans que cremi, augmentant el seu contingut en aigua, donada la higroscopicitat de la matèria vegetal. En arribar el foc la seva calor es gastarà principalment en l'evaporació de l'aigua. Fins que no es dessequi no començarà la piròlisi del combustible i es mantindrà la temperatura per sota dels 200° C ; caldrà per tant, molta més calor per aconseguir les temperatures d'inflamació i en conseqüència es retardarà l'avanç del foc.



A més de l'aigua, s'utilitzen d'altres productes anomenats retardants que, combinats amb aquesta, en milloren el rendiment -retardants de curt efecte- o bé presenten un efecte propi més intens -retardants de llarg efecte-.

#### Retardants de curt efecte

Podem distingir dos tipus de retardants de curt efecte:

- Humectants, que redueixen la tensió superficial de l'aigua, millorant-ne la penetració i recobriment sobre la superfície dels combustibles. S'utilitzen en focs de subsòl, de pastures i de matolls.
- Viscosants i gelificants, que en barrejar-se amb l'aigua formen un compost de major viscositat, milloren el recobriment i l'evaporació de la massa d'aigua que es llança sobre el combustible.

Ambdós tipus milloren les propietats de l'aigua però perden efectivitat un cop s'evapora l'aigua.

#### Retardants de llarg efecte

Els retardants de llarg efecte tenen un efecte retardant propi en el qual l'aigua és tan sols el seu vehicle d'aplicació. Actuen afavorint la formació de compostos volàtils, principalment vapor d'aigua i amoníac, que es desprenen de la matèria vegetal abans d'arribar al punt d'ignició, de manera que la matèria vegetal crema lentament i sense flames, dificultant la propagació de l'incendi.

Els productes més utilitzats són el fosfat diamònic, el polifosfat amònic i el sulfat amònic, que es barregen amb aigua, un agent viscosant, argila o cola, un inhibidor de la corrosió per protegir els dipòsits d'emmagatzematge i aplicació, i un colorant d'òxid de ferro per marcar la zona tractada.

### 3.3. Lluitant contra fronts de punts

Davant els grans incendis forestals fora de capacitat d'extinció, els sistemes d'extinció d'arreu del món han augmentat el nombre d'eines, com ho ha fet el cos de bombers de la Generalitat de Catalunya. Tot i aquesta globalització de tècniques, els grans incendis forestals ens continuen superant. Això és degut a que les tècniques estan pensades per trencar fronts lineals, i els grans incendis forestals, els que ens superen, no es mouen de forma lineal sinó per punts irregulars que interaccionen entre sí.

Hi ha dos factors bàsics que es relacionen amb aquests tipus de fronts per punts, els vents forts i l'ambient de foc. Els vents forts formen part de la nostra climatologia, però la formació d'ambients de foc està relacionada amb l'augment de quantitat i continuïtat dels combustibles de les darreres dècades.

L'augment de combustible es tradueix en un augment d'intensitat que escalfa i encén *combustibles en un àrea més gran*.

Per entendre aquests conceptes estudiarem primer com el foc transfereix la calor al seu voltant, i després com aquesta calor que va per davant del foc facilita la combustió posterior.

### 3.4. Transferència de la calor

L'aportament d'una quantitat de calor suficient és un condicionant indispensable per a la reacció de combustió: Cal que la calor es desplaci d'uns combustibles a d'altres, perquè l'incendi progressi. Al moviment o flux de calor l'anomenem transferència de calor. La calor es transmet mitjançant un o més d'aquests mètodes: radiació, convecció i conducció.

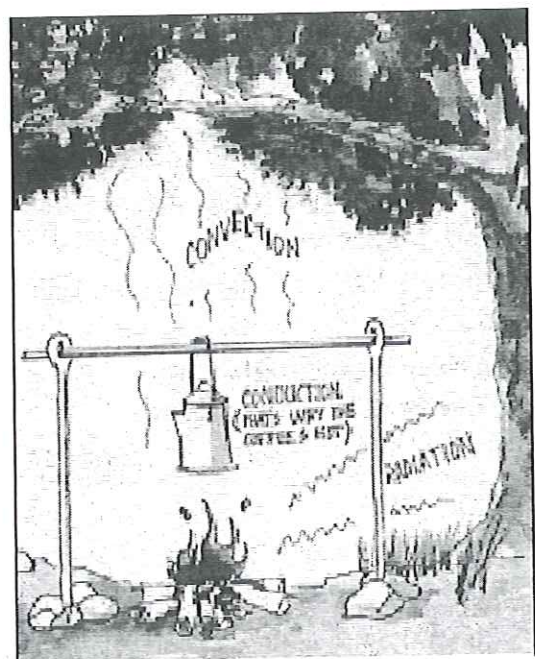
**Radiació:** És la transmissió de calor en forma d'ona a través del buit o l'aire.

*Per exemple: els raigs solars.* Aplicant una lupa a un paper concentra els raigs solars en un punt, asseca el combustible circumdant i, algunes vegades, pot encendre'l.

El seu efecte és fàcilment evitable si ens protegim amb una barrera.

**Convecció:** És el moviment produït per una massa d'aire de temperatura superior a la de l'aire circumdant. *Per exemple: una columna de fum de combustió per sobre del foc o el fum pujant per la xemeneia d'una estufa.* Els gasos calents que componen aquest fum poden assecar i encendre altres combustibles. Cal fugir dels camins que segueixen els núvols convectius dels gasos de combustió.

**Conducció:** La calor es transmet partícula a partícula per contacte directe.



*Per exemple: la cullera que s'escalfa en contacte amb una beguda calenta.* Com que la fusta és un mal conductor (transmet calor de forma deficient), aquest procés és el menys important en el foc forestal.

Ens protegim fàcilment de la calor per conducció si evitem entrar en contacte directe amb objectes calents utilitzant els equips de protecció personal.

En els grans incendis forestals, la major intensitat reforça la transferència de calor al seu voltant. Particularment important és el reforç en la convecció, que permet transportar grans volums d'aire i partícules enceses per davant del foc a distàncies grans. Això permet no només l'aparició de múltiples focus secundaris per davant del foc, sinó també la transferència d'aire calent que prepara el combustible per cremar-se

### 3.5. Fases de la combustió

La combustió no només la componen les flames, i quan mirem un incendi forestal no les mirem només a elles, sinó que també observem la columna de fum o les brases calentes. És necessari comprendre totes les fases de la combustió per poder entendre l'incendi forestal.

#### Fase 1: Escalfament previ

La temperatura s'apropa a la d'ebullició de l'aigua i la fusta comença a desprendre gasos (bàsicament vapor d'aigua). Aquests gasos són poc inflamables, però en augmentar la temperatura, el procés de dessecació avança cap a l'interior de la fusta.

#### Fase 2: Piròlisi

L'augment de temperatura, fins a 300° C, provoca una modificació del color de la fusta. És un signe evident que ha començat el procés de piròlisi (=trencament). És la descomposició química que pateix la fusta per l'efecte de la calor. En pirolitzar-se, la fusta desprèn gasos inflamables i deixa un residu carbonós negre anomenat carbó vegetal. La reacció de piròlisi aprofundeix en la fusta a mesura que la calor continua afectant-la.

#### Fase 3: Punt d'ignició-autoinflamació

És la piròlisi activa. La fusta produeix prou gasos combustibles com per alimentar una combustió gasosa. Tot i així, perquè comenci a cremar, cal una flama que la provoqui. Si no existeix aquest agent provocador, necessitem una font de calor que faci que la superfície de la fusta arribi a temperatures molt més altes que provoquin autoignició.

#### Fase 4: Combustió gasosa

En aquesta fase es produeixen les flames. Un cop iniciada la ignició, les flames cobreixen ràpidament tota la zona pirolitzada, augmentant la temperatura i la velocitat de pirolització. La flama evita el contacte entre el combustible sòlid i l'oxigen de l'aire. La propagació a través de tota la superfície del combustible vegetal es produeix perquè les diferents fraccions del combustible capten i retornen gran part de l'energia emesa per radiació de la flama original.

#### Fase 5: Combustió sòlida

S'acaben les flames i comencen les brases. El gruix de la capa carbonitzada augmenta amb la combustió. Aquesta capa és un bon aïllant de la calor, limita el cabal de calor que penetra l'interior de la fusta i limita la piròlisi, que va disminuint en esgotar-se el volum de fusta sense pirolitzar. En disminuir la intensitat de la pirolització no es pot mantenir la combustió de la fase gasosa, l'aire entra en contacte directe amb la capa carbonitzada i facilita la combustió incandescent si les pèrdues de calor radiant no són massa elevades.

### **Fase 6: Refredament**

És la pèrdua de calor que succeeix a la reacció de combustió.

Les tres primeres fases són prèvies al pas del front del foc, la quarta és el front del foc pròpiament dit, i les dos últimes ja són posteriors al front del foc visible.

En els grans incendis forestals, la convecció permet traslladar la calor i els focus secundaris a distàncies molt més grans. Aquesta calor transmesa inicia, escalfa i pirolitza el combustible d'un àrea força gran, de manera que pràcticament tots els focus secundaris tenen capacitat d'encendre, cremar en molt alta intensitat i interaccionar entre sí.

Hem vist la reacció química, els factors de la reacció que componen el triangle, les fases necessàries pel procés i com es transmet la calor que possibilita l'inici de la reacció.

Ara és necessari entendre la reacció com un sistema global, i com aquesta aconseguix tenir una propagació que li permet créixer i passar de ser una petita flama a ser un incendi forestal dinàmic. L'explicació d'aquest procés és la interacció de la reacció del foc i els combustibles que l'envolten. Les propietats dels combustibles que permeten aquest procés són:

#### **Ignitabilitat**

Capacitat del combustible per poder entrar en ignició. Depèn dels combustibles i de la presència d'una font de calor suficient com per portar els combustibles a través de les fases d'escalfament, piròlisi i ignició.

#### **Sostenibilitat**

Facilitat del combustible per poder continuar cremant una vegada iniciada la ignició. És necessària la presència de suficient material disponible perquè la reacció es mantingui i generi calor suficient.

#### **Combustibilitat**

Velocitat a la qual es pot cremar el combustible. S'ha de produir la combustió perquè es generi suficient calor i augmenti la intensitat i capacitat de reacció. Quanta més combustibilitat, més ràpida serà la propagació als combustibles veïns.

#### **Consumibilitat**

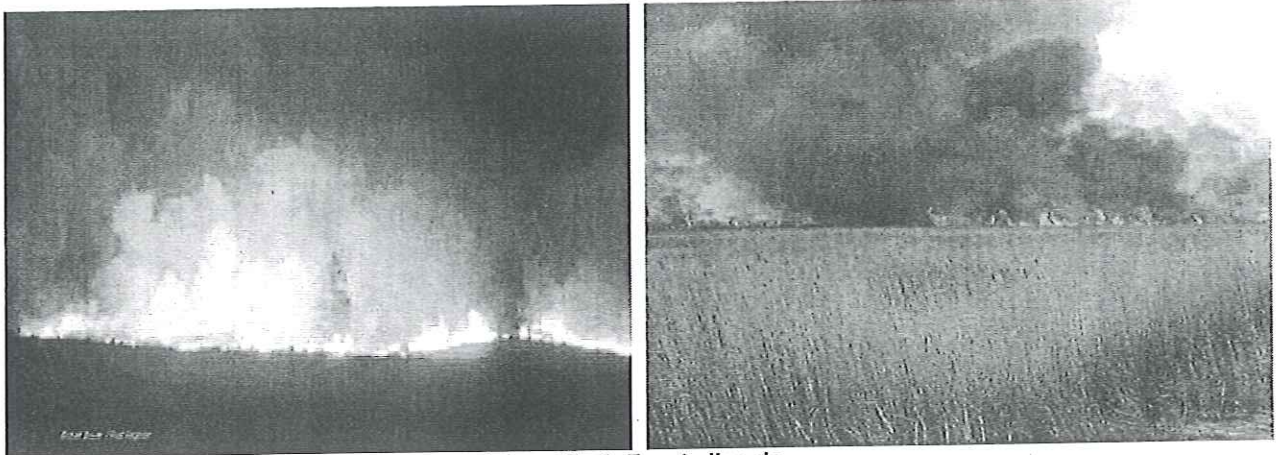
Capacitat del combustible per poder ser consumit i generar altes intensitats que afavoreixen una major ignitabilitat i sostenibilitat.

Aquestes quatre propietats componen la inflamació dels combustibles. A través d'aquest procés, el foc pot iniciar-se, mantenir-se i propagar-se per la vegetació forestal. Ja tenim definit com és l'incendi forestal. Encara que tot aquest procés depèn de les característiques del combustible, alhora també depèn de la meteorologia, de la font de calor i de la distribució del conjunt sobre la topografia.

### **3.6. Canvis en la dinàmica de fronts**

Els incendis forestals es comporten habitualment de forma lineal. Però en unes poques ocasions la gran quantitat i continuïtat del combustible disponible per cremar reforça la convecció de l'incendi, que trasllada calor i focus secundaris a llargues distàncies. Aquesta calor pre-escalfa i pirolitza el combustible i el prepara per encendre's amb qualsevol petita brasa que caigui per davant del foc i ho fa amb gran intensitat. Això augmenta molt la velocitat de propagació de l'incendi, que passa a moure's a salts, i també la intensitat, degut a que el combustible per davant del foc ja ha pirolitzat i a la interacció entre els punts de foc. Aquesta intensitat més gran permet una major distància de convecció i de piròlisi, i retroalimenta el procés.

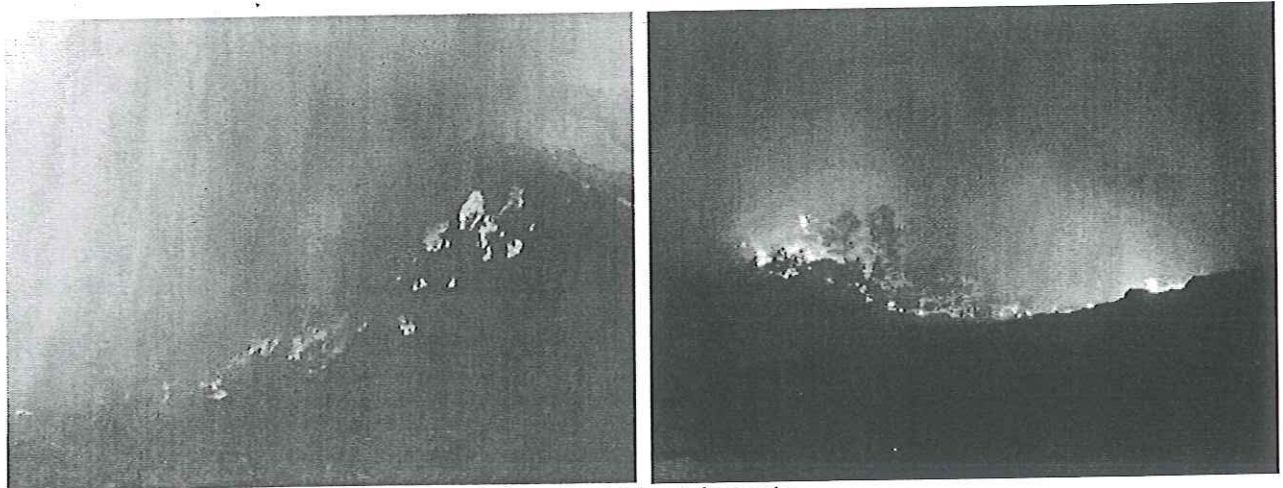
## Fronts lineals



Fotografia 3. Fronts lineals.

Caps o flancs perfectament dibuixats, es tracta d'unes línies de foc fàcilment diferenciables i relativament fàcils de perimetrar i confinar. Els canvis de direcció i de velocitat de la línia de foc són apreciables. Els fronts lineals són típics d'incendis conduïts pel vent i per la topografia, així com la combinació d'ambdós. És característic del seu comportament un eixamplament dels flancs quan el cap perd tirada o empenta ja que és aquest el que estira els flancs.

## Fronts irregulars i per punts de foc

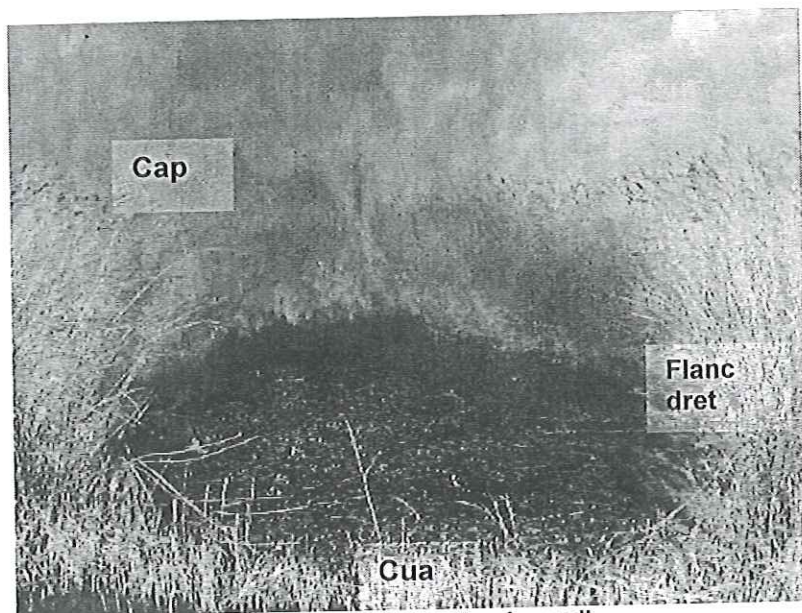
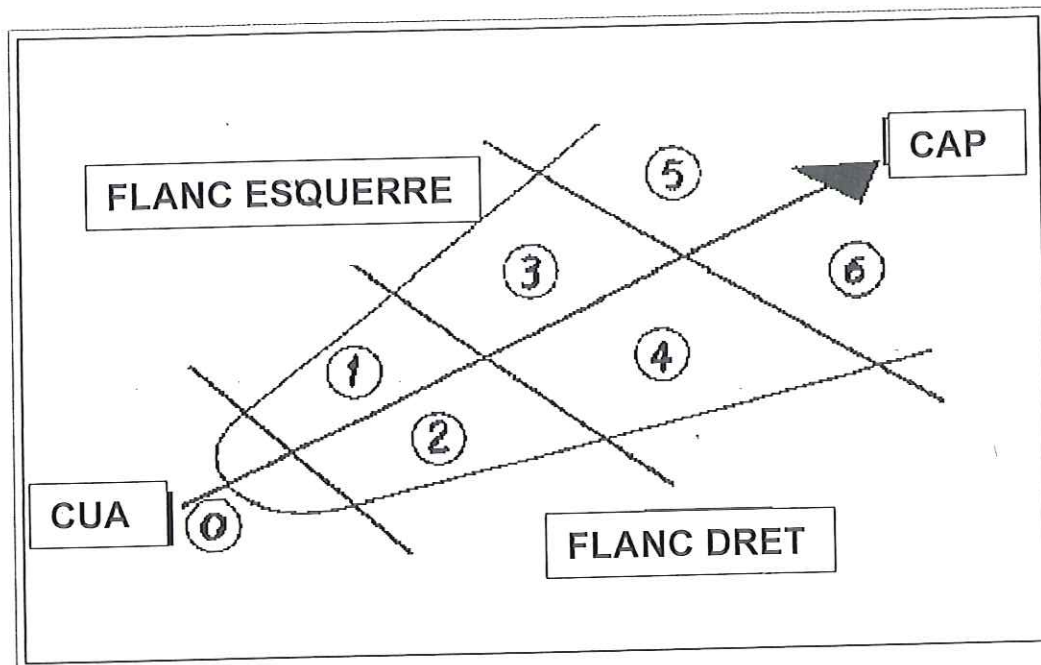


Fotografia 4. Front de punts.

Difícilment observarem una línia de foc clara, l'incendi avança fent salts, ajudat pels focus secundaris i l'ambient de foc; és molt complicat perimetrar aquests incendis amb atac directe, cal definir una línia de referència. L'incendi es mou en massa, molt freqüentment dominat pel combustible i les grans concentracions del mateix. L'estabilització dels fronts no lineals sol presentar abundants repeses i situacions de perill, la succió dels focus secundaris és un comportament freqüent i perillós.

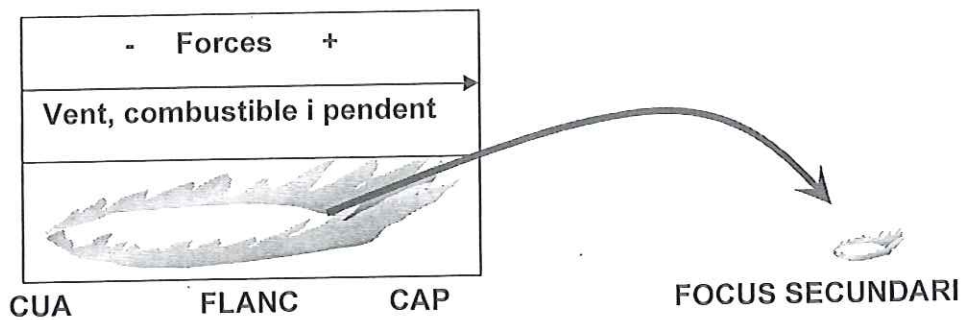
### 3.7. Parts de l'incendi

En un incendi podem distingir les parts següents:



Fotografia 5. Parts d'un incendi.



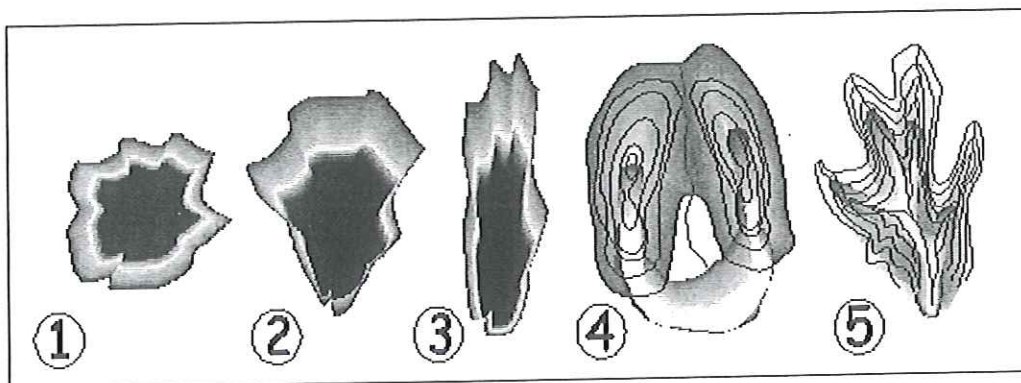


Si l'eix de propagació és el que uneix el punt d'inici amb el cap de l'incendi, en situar-lo sobre aquest observant el cap de l'incendi podem distingir el flanc dret i l'esquerre.

Normalment es parla d'un front d'avançament o línia d'ignició dels combustibles, sempre d'escassa amplada, que separa els materials encara combustibles i els materials cremats que han alliberat bruscament la seva energia en pocs minuts o fins i tot segons, i un front de dessecament que avança per davant del front d'avançament, en aquest cas invisible però responsable de les altes temperatures propagades per radiació, que dessequen i maten ràpidament els vegetals preparant-los com llenya seca per a la seva combustió a l'arribada del front d'avançament.

### 3.8. Tipus de focs segons la morfologia del foc en el seu inici

La morfologia de l'incendi forestal quan comença és un bon indicador del seu comportament futur. En arribar, el bomber troba un incendi en la seva fase inicial, petit en dimensió però de potencialitat desconeguda. Fixar la seva forma serà el primer caràcter indicatiu per poder analitzar-lo. Aquesta valoració es fa indispensable per plantejar de forma correcta l'emplaçament i atac inicial.



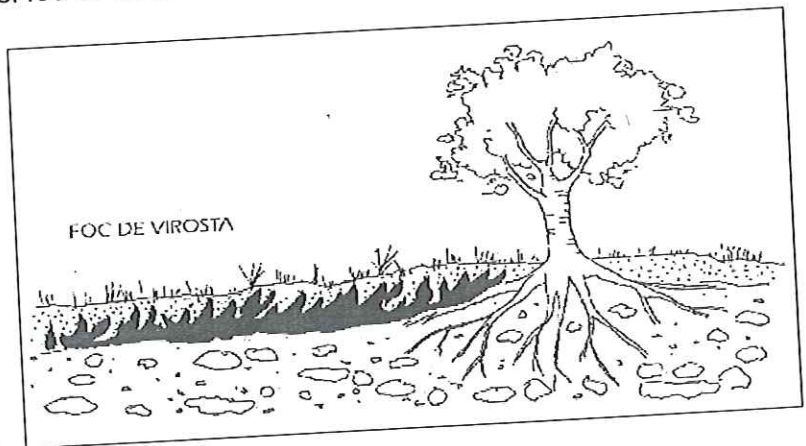
1. Incendis on els efectes del vent i els pendents no són importants
2. Incendi on els efectes del vent i/o el pendent dominen
3. Incendi dirigit per un vent fort
4. Incendi a cavall sobre les crestes. Indica que els vents generals són importants
5. Incendi que segueix les valls i els barrancs. Indica que els vents de convecció o topogràfics el controlen.

### 3.9. Tipus de foc segons el combustible afectat

La classificació es fa tot estudiant el combustible que propaga l'incendi i que assegura la seva sostenibilitat. Tenim, doncs:

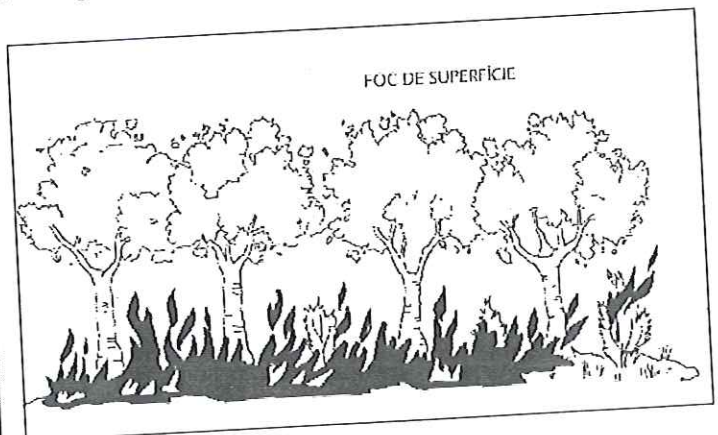
#### Focs de subsòl

Consumeixen la matèria orgànica i allò que queda per sota de la superfície del terra (arrels, fullaraca en descomposició, matèria orgànica...). Solen ser de poca intensitat però poden durar dies o setmanes. Pot ser que només vegem el fum que provoquen o ni això. No n'hi ha prou amb llançar aigua sinó que cal usar eines manuals per gratar fins a sòl mineral. Es donen sobretot a alta muntanya. Exemple: el foc de turba.



#### Focs de superfície

Creuen fulles i branques mortes, restes d'explotacions forestals, també vegetació viva d'herbàcies i matolls. És a dir, tot aquell material combustible disponible situat immediatament per sobre de la superfície del terra. Són la immensa majoria dels que trobem a Catalunya. Exemple: foc de prats i pastures, foc de matolls i garriga.



## Foc de capçades

Creuen les capçades dels arbres (fulles, branques i tronc) i pot avançar independentment del foc de superfície. Hi ha diferents categories a definir:

- Torxeig: No és que cremin totes les copes, sinó que puntualment les copes dels arbres s'encenen de forma intermitent degut a la radiació procedent del foc de superfície. És el que passa tot sovint en pinedes clares amb matollar abundós que, en cremar, afecta alguns arbres.
- Foc de copes passiu: les copes creuen en conjunt al mateix temps que ho fa el foc de superfície. Tot el foc avança alhora per sobre i per sota els arbres.
- Foc de copes actiu: el foc es desplaça per les copes de forma independent al foc de superfície. Es donen casos en què el sotabosc queda sense cremar. Aquests últims són els incendis més destructius, perillosos i ràpids, però per sort molt poc freqüents a casa nostra.



Fotografia 6. Antorxeig, foc de capçades passiu i foc de capçades actiu.

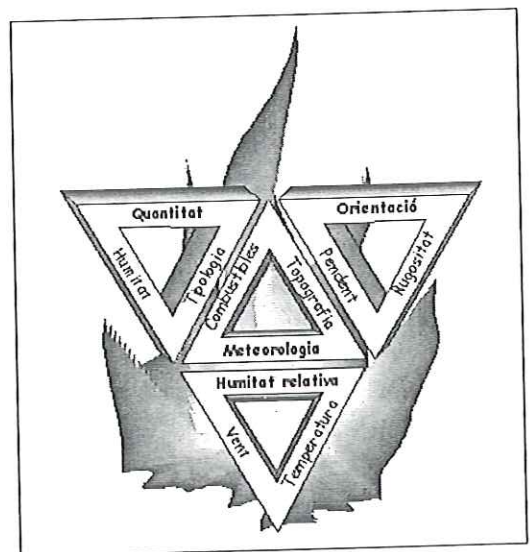
Vegeu la fitxa de tipologies de foc per a més informació sobre tipus de foc, segons el seu combustible i mètodes d'extinció.

## 3.10. Comportament de l'incendi

El comportament d'un incendi queda definit amb la seva intensitat o longitud de flama i la velocitat de propagació. Analitzar el comportament ens permetrà conèixer les característiques del foc actual i predir el seu comportament futur. Si no podem anticipar-nos a l'avanç de l'incendi, escollirem una estratègia d'extinció equivocada, posarem en perill el personal d'extinció i farem inútil qualsevol esforç per aturar-lo.

Un bomber ha de ser capaç de preveure el comportament d'un incendi, o com a mínim poder anticipar-se als seus moviments per identificar situacions perilloses.

El triangle de foc que tots coneixem és el que es defineix com el triangle de la reacció de combustió,



que precisa de calor, aire i combustible. Per a nosaltres, el veritablement important ha de ser el triangle del comportament del foc, que bàsicament tradueix els factors anteriors en: Meteorologia, Combustible i Topografia. En aquest context, el combustible s'entén com la vegetació forestal.

Els diferents factors d'aquest triangle es poden desglossar en diferents components, tal com es mostra a la figura anterior

Hi ha quatre factors bàsics que influeixen en un incendi forestal:

1. El combustible (humitat i  $T^a$ , tipus i quantitat).
2. La meteorologia (temperatura, humitat relativa i vent) passada, actual i futura.
3. La topografia (relleu o rugositat, pendent i orientació).
4. El propi incendi (intensitat o longitud de flama i velocitat de propagació).

Malgrat que la predicció no és una ciència exacta, es pot fer. És fàcil dir el que pot passar si hi ha un vent del nord de 50 km/h empenyent un incendi de matolls. L'incendi es desplaçarà ràpidament cap al sud. Però, què farà un incendi si no hi ha un element predominant? L'incendi està influenciat per diferents factors i la majoria d'ells tenen un efecte subtil. La clau consisteix en comprendre com aquests factors es combinen i canvien els patrons de l'incendi.

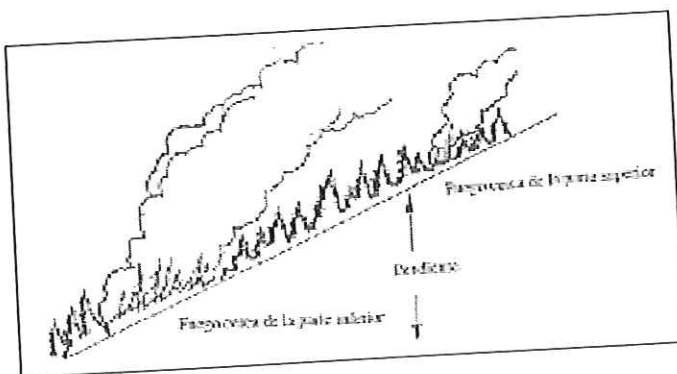
Per fer-ho, el millor és fer prediccions sobre petites parts del territori. Exemple: Estudiem els combustibles, l'orientació per cada pendent segons el moment del dia i fem una predicció del que pot passar. En agrupar el treball fet en petites porcions tenim l'estudi global del foc en una àrea.

## 4. TOPOGRAFIA

La topografia, configuració del terreny, és la més constant dels tres elements ambientals dels quals depèn el comportament del foc. Per això, és més fàcil esbrinar la influència que la topografia tindrà sobre un foc, que no la del combustible o la meteorologia. La topografia inclou quatre elements: el pendent, l'orientació, l'altitud i la configuració del terreny.

### 4.1. Pendent (% o °)

El pendent és la inclinació d'una superfície sobre un pla horitzontal de referència. Normalment, es calcula en graus o percentatge (pendent del 100%=45°).



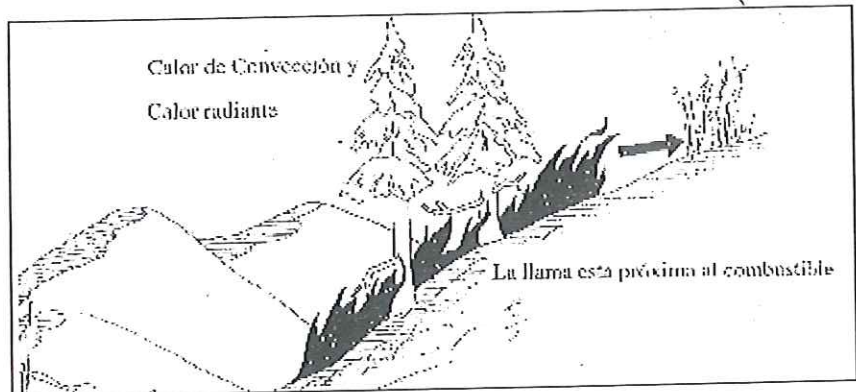
En les mateixes condicions generals (meteorològiques, topogràfiques i de combustible) els focs que es propaguen pendent amunt ho faran amb una velocitat i intensitat superior a aquells que ho fan pendent avall.

Quan el foc va pendent amunt, el combustible que queda per sobre del foc queda "més a prop" de les flames inclinades ascendents, amb un efecte

semblant a quan el vent és el que controla l'incendi.

El moviment convectiu d'aire escalfat accelera el procés de la piròlisi. Tot això provoca l'escalfament i la inflamació més ràpida del combustible per radiació i convecció, afavorint les condicions que fan augmentar la velocitat de propagació.

En el cas de focs que baixen per un pendent, hi ha la possibilitat que rodoli material situat a un nivell superior, que pugui cremar el combustible per sota del foc principal.



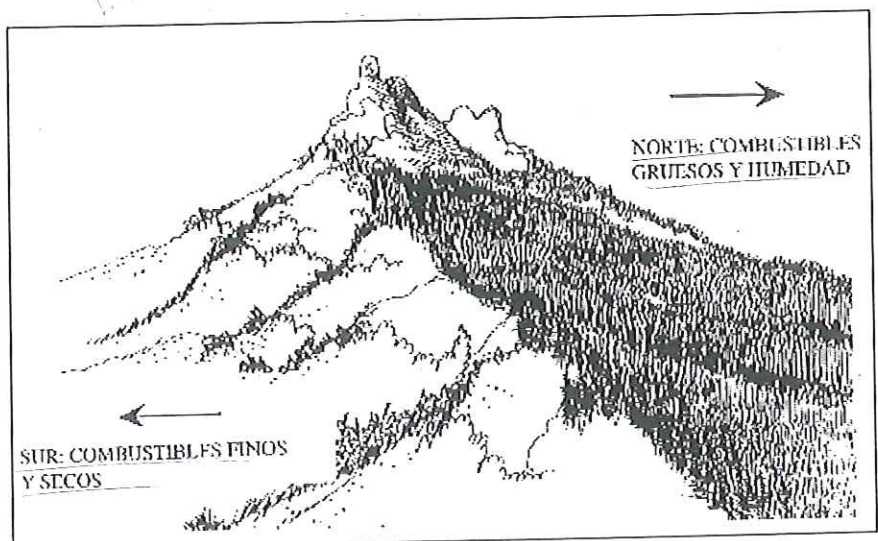
**Posició del foc respecte a la vessant:** És important a l'hora de valorar el potencial del foc i el temps en el que podrà donar-se un canvi de comportament. Si el foc és ascendent i es troba a la part baixa del vessant, com a carrera, té per davant tota la vessant, recorregut en què anirà guanyant intensitat. En funció de la intensitat amb la qual aquesta carrera arribi al cim del vessant, serà capaç o no de llançar focus secundaris a l'altre costat, abans de començar el descens amb un comportament més favorable. En canvi, si el foc ascendent està situat a la part alta del vessant, la carrera que té pel davant fins al cim, serà molt més curta i per tant, arribarà a l'altre costat on serà descendent, amb menys intensitat.

## 4.2. Orientació

És la direcció a la qual està encarat un pendent respecte als quatre punts cardinals (N, S, E, O).

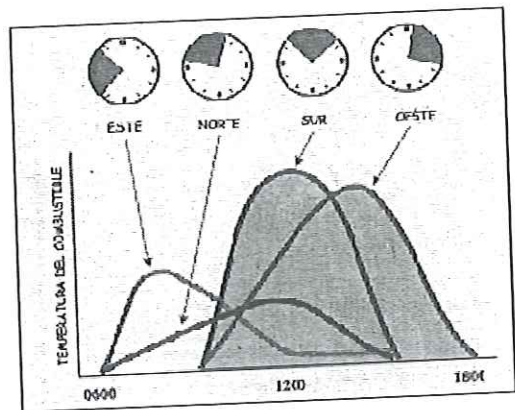
L'orientació condiona el tipus i l'estada del combustible present. Les vessants sud i sud-oest estan més exposades a l'escalfament solar, generalment compten amb més combustibles lleugers, menys humitat, menys humitat de combustibles i són més crítics en termes d'iniciació i propagació de focs forestals.

Les orientacions del nord, més ombrejades, tenen combustibles més pesats, temperatures menors, humitat més alta i humitat de combustibles més alta. Els incendis en un pendent orientat cap al nord, normalment es desplacen més lentament tot i que, degut a que predominen els combustibles pesats en aquesta orientació, poden ser incendis més difícils de controlar.



Però sobretot, l'orientació d'un pendent determina la quantitat total de calor que rep del sol. Aquest escalfament canvia hora a hora, tal com el sol es desplaça al llarg del dia. És a dir, que a cada hora pot ser que el comportament de l'incendi sigui diferent segons l'angle amb el qual incideixi el sol i escalfi els combustibles.

La gràfica del costat mostra, per cadascuna de les quatre orientacions principals, el moment del dia en que s'assoleix el màxim escalfament i comparativament quines orientacions s'escalfen mes.



Es també aquest escalfament procedent del sol, el que provoca un escalfament diferencial de les masses d'aire en contacte amb les diferents orientacions i genera el que anomenem **dinàmica dels vents topogràfics**.

A primera hora del matí, quan comença a sortir el sol, escalfa en primer lloc les parts altes de les crestes generant una diferència de temperatura amb les parts baixes de les vessants i les valls. Aquestes diferències de temperatura entre les superfícies fa que l'aire flueixi de les superfícies baixes i fredes a les altes i calentes, ascendint pels vessants, mentre que empeny l'aire dels cims cap al centre de la vall. Aquest fet continua produint-se a mida que el sol es va aixecant, escalfant cada cop més i mantenint la diferència de temperatura entre les superfícies.

Entre el migdia i la mitja tarda, s'assoleix el màxim escalfament però continua havent-hi diferències de temperatura degut a la distància d'incidència del sol i és tota la vall que té vents ascendents des de les planes.

Al vespre, quan el sol es comença a pondre, les parts altes, més obertes i desprotegides, en tenir la terra escassa inèrcia tèrmica, són les que abans es refreden. Llavors, l'aire canvia de sentit i comença a desplaçar-se des dels cims cap a les valls, empenyent l'aire calent amunt pel centre de l'olla. Cap a mitja nit tota la vall té vents descendents de compensació amb les planes.

La velocitat dels vents topogràfics diürns oscil·len entre 3 i 8 Km/h, mentre que els vents nocturns es situen entre 5 i 13 Km/h. El màxim en els vents ascendents es dona al voltant de mitja tarda i en els descendents poc després de mitjanit. El canvi de sentit del vent es dona al vespre de forma gradual i en aquest interval sol estar calmat durant una hora o més.

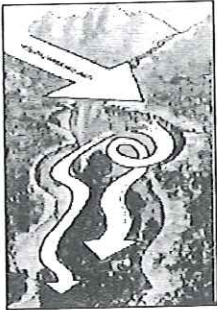
### 4.3. Elevació (m)

L'elevació és l'alçada del terreny respecte al nivell del mar i s'expressa en metres. L'elevació condiona el tipus de combustible, la seva quantitat i condició, també la meteorologia de la zona i per tant, el comportament del foc.

Per a un mateix incendi, si no hi ha grans variacions, l'elevació no és un factor determinant.

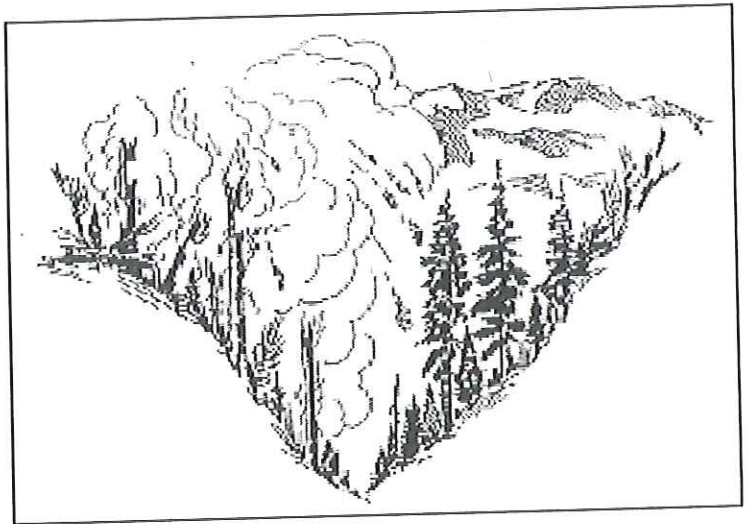
#### 4.4. La forma del territori

La configuració del terreny i la seva rugositat, afecten els patrons de vent, el règim de precipitacions, l'exposició del sol i en definitiva, tots els factors que determinen la propagació de l'incendi. Així doncs, una vall tancada pot facilitar un itinerari del vent una mica diferent a la del vent predominant. La forma del territori pot afectar també l'itinerari de la propagació del foc, velocitat i intensitat dels incendis forestals. Cal estar doncs molt atents als fenòmens que es poden donar en les situacions següents:



**Barranc encaixat** – Els focs que comencen molt a prop de la base d'un barranc encaixat reaccionaran com una fusta que s'està cremant, una estufa o una xemeneia. L'aire serà absorbit cap a dins des del fons del barranc creant fortes ràfegues vessant amunt, facilitant una ràpida propagació del foc. Aquest efecte pot desencadenar un comportament extrem del foc i pot ser molt perillós.

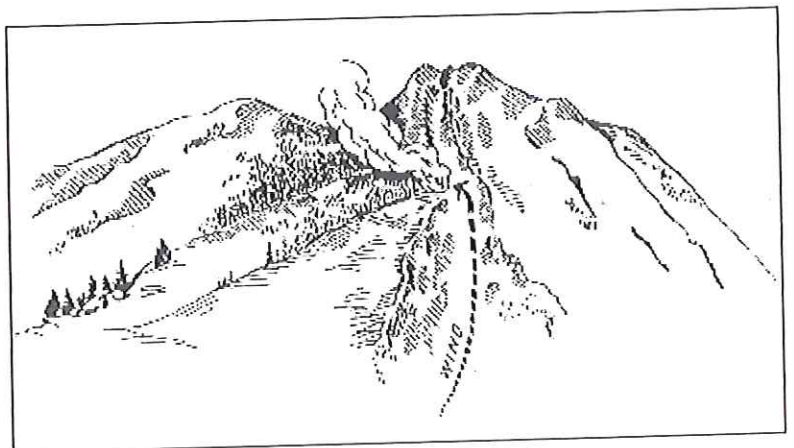
**Valls estretes** – Un incendi situat en una vall estreta i abrupta pot propagar-se fàcilment als combustibles del costat oposat. L'itinerari del vent seguirà normalment la forma de la vall. Són normals el remolins de vent i un gran moviment d'aire pendent amunt. El vent superficial normalment segueix l'itinerari de la vall, que pot ser diferent del vent predominant.



**Valls amples** – L'itinerari del vent general pot ser alterat per l'itinerari de la vall. No són freqüents cendres que creuen la vall, excepte amb forts vents. Hi ha notables diferències entre les condicions generals de l'incendi a les vessants nord o sud.

**Crestes** - Els incendis que es donen en una cara de la muntanya poden canviar d'itinerari quan cauen cap a un tàlveg. Aquest canvi d'itinerari es produeix pel flux d'aire que circula per la vall.

**Collada** – El vent que bufa a través d'una collada o pas entre una serralada de muntanyes, pot augmentar de velocitat a mida que passa a través de l'àrea estreta i expandir-se en el costat de sotavent (afavorint el vent) amb la probabilitat de remolins.



Les collades faciliten els canvis de velocitat en la propagació de l'incendi ja que els incendis s'impulsen a través de les collades més ràpidament quan l'incendi se'n va pendent amunt. Les crestes no

tan sols divideixen el terreny, sinó que compten amb condicions de vent diferents a cadascun dels costats. Això és especialment cert en les regions costeres on els patrons meteorològics són canviants.

## 5. COMBUSTIBLES FORESTALS

### 5.1. Definició

Definim combustible forestal com tota aquella biomassa, viva o morta, capaç de cremar.

Cal considerar que és l'únic component del triangle del foc sobre el qual podem arribar a actuar, ja que no ho podem fer ni sobre el temps atmosfèric ni sobre la topografia.

La naturalesa i la grandària del combustible determinen com cremarà, la quantitat d'humitat que retindrà i la velocitat amb què recuperarà o perdrà humitat.

A la natura podem diferenciar dos grans tipologies de combustibles: els vius i els morts.

**Els combustibles vius** es mouen en un rang d'humitats<sup>1</sup> que va del 100 fins al 300%, aquesta quantitat depèn de forma bàsica de l'estat vegetatiu i l'estació de l'any. Tenen la capacitat d'autoregular, fins a cert punt, el seu contingut d'aigua independentment de la humitat exterior (capacitat de regulació estomàtica). Malgrat l'ambient sigui sec, poden mantenir els teixits hidratats i per tant, serà més difícil que cremin.

**Els combustibles morts.** La humitat del combustible mort no sobrepassa el 30% i pot baixar fins a valors inferiors al 5%. El combustible mort sempre es troba en equilibri higroscòpic amb l'aire perquè no té capacitat de regulació, depèn sempre de la humitat ambiental. Dins d'aquest grup s'inclouen:

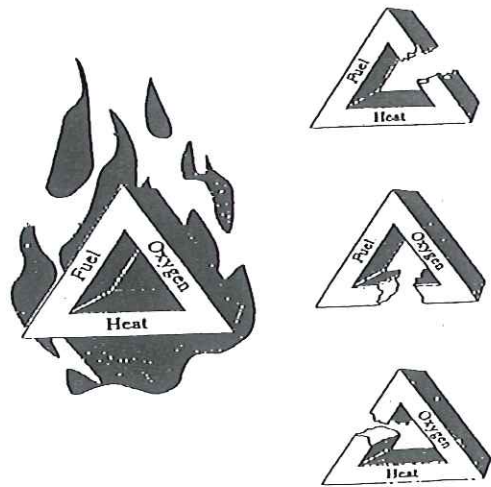
- Combustibles morts fins o lleugers: herbes seques, acícules i branquillons morts
- Combustibles morts pesats: troncs, branques, arrels

### 5.2. Distribució espacial del combustible

La continuïtat horitzontal i vertical són conceptes referits a la forma en què es situen els combustibles en una determinada àrea. La continuïtat horitzontal i la distribució vertical poden classificar-se de la forma següent:

#### Continuïtat horitzontal

- Combustibles uniformes: Inclou tots els combustibles distribuïts de manera homogènia en un àrea determinada.



<sup>1</sup> Humitat del combustible =  $((PH - PS)/PS) * 100$ ; PH: Pes en humit i PS: Pes sec



- Combustibles dispersos: Distribució del combustible irregular en una determinada àrea o àrees, amb trencaments o barreres definits, com aflorament rocós, terra mineral o àrees amb un altre tipus de combustible dominant, menys inflamable, o una estructura de vegetació diferent.

## Distribució vertical

Conceptes bàsics:

- Combustibles aeris: Són tots els materials vius o morts situats a la part més alta de la coberta, incloent-hi branques d'arbres i copes, arbres morts i arbustos alts.
- Combustibles superficials: Són tots els materials combustibles disposats a sobre o immediatament per sobre del terra, incloent-hi les fulles, fullaraca, troncs caiguts, grans branques i matolls.
- Combustibles del terra: Són tots els combustibles de sota de la superfície, també humus, arrels d'arbres, etc.

La continuïtat vertical es defineix per l'escala del combustible. La continuïtat vertical implica facilitar l'ascens del foc als combustibles aeris. La falta d'escala o de continuïtat vertical permet que, excepte en incendis especialment intensos, el foc es mantingui en superfície.

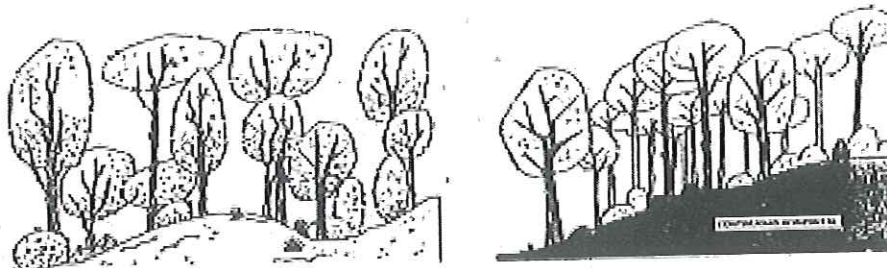


Figura 1. Continuïtat vertical (esquerra) i horitzontal (dreta)

### 5.3. Càrrega de combustible i disponibilitat de combustible

La càrrega de combustible és la quantitat total de combustible acumulat en una àrea forestal. Contempla el combustible disponible (càrrega total disponible per a ésser consumida pel foc) i el combustible residual (fracció de combustible que resta després del pas del front de foc)

### 5.4. Temps de retard

És el temps que triga el combustible mort en equilibrar el seu contingut d'humitat amb la humitat relativa ambiental. Aquest paràmetre es mesura en hores i depèn en gran mesura de la forma i la grandària del combustible. Hi ha combustibles d'1 HR (< 6 mm de diàmetre). Exemple: herbes, pinassa i fulles; 10 HR (6 mm – 2,5 cm), com les branques petites; 100 HR (2,5 – 7,5 cm), branques més grosses, restes de podes i 1000 HR (7,5 –20 cm) com soques i troncs d'arbres.

Així doncs, els combustibles d'1 HR i 10 HR són més plàstics i reaccionen més ràpidament als canvis de l'HR ambiental, s'assequen i humitegen a un ritme semblant al de l'atmosfera, al

contrari que els combustibles de 100 HR i 1000 HR, que són molt més lents en equilibrar el seu contingut d'humitat a la HR de l'ambient.

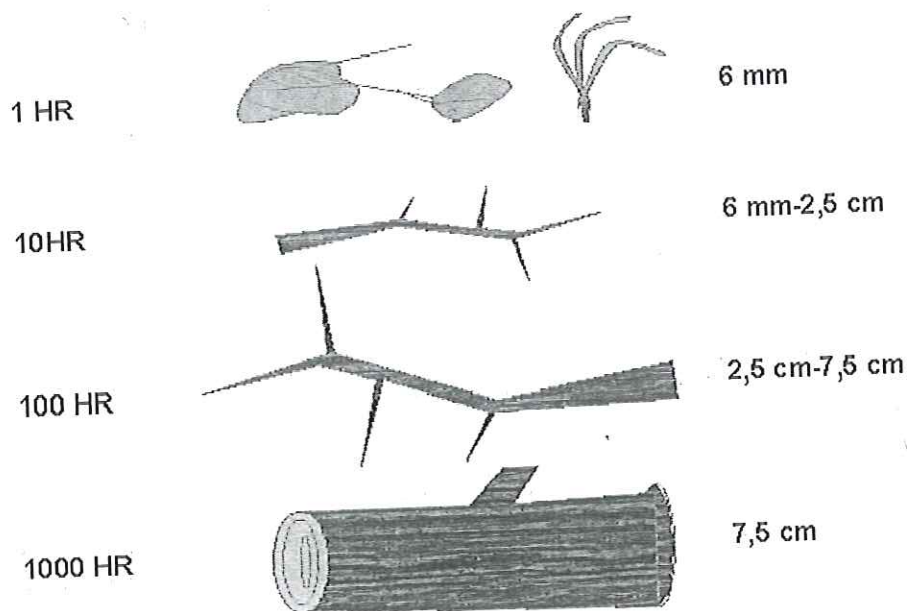


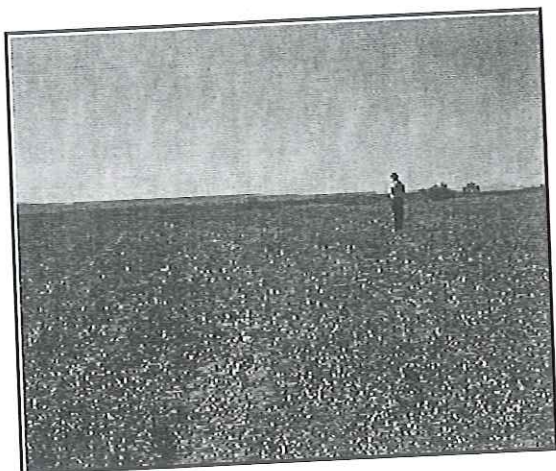
Figura 2. Classificació dels combustibles per temps de retard

### 5.5. Models de combustible (Rothermel, 1973)

Per poder modelitzar el foc, s'ha fet una classificació de combustible basada en el combustible que principalment condueix el foc.

- **PASTURES:** Vegetació herbàcia. Models de l'1 al 3.
- **MATOLL:** Tot tipus de matoll o garriga. Els regenerats joves o repoblacions passen per aquest estat els primers anys. Models del 4 al 7.
- **FULLARACA SOTA ARBRAT:** Acícules de pi, sotabosc d'alzina, roure o faig, etc. Models del 8 al 10.
- **BRANCADA:** Branques i puntes de capçada deixades al sotabosc, així com els troncs dels arbres menuts després de les aclarides. Models de l'11 al 13.

## MODEL 1 GRUP PASTURES



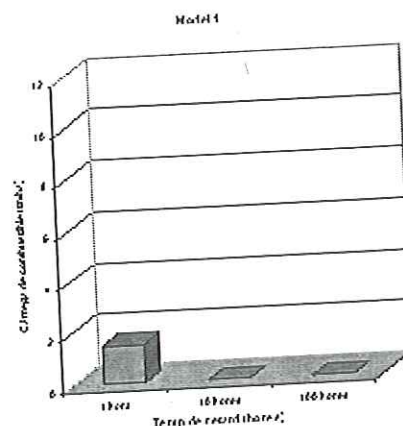
Descripció del model:

La vegetació es troba constituïda per plantes herbàcies tipus pastures, fines, seques i baixes, d'una alçada general per sota el genoll (menys de 40 cm), amb una continuïtat molt alta, cobrint completament el sòl. Hi pot haver algunes plantes llenyoses disperses (arbres o matolls), però que en conjunt no superen 1/3 de la superfície considerada.

Aquest model és típic de les deveses, rostolls, prats i pastures naturals.

Comportament del foc:

L'incendi es conduït per la pastura, per les plantes herbàcies. La velocitat de propagació és molt alta. Si existeix arbrat no es veu afectat per l'incendi.



## MODEL 2 GRUP PASTURES



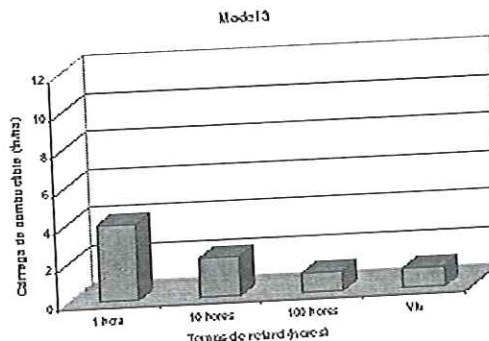
Descripció del model:

L'incendi és conduït per plantes herbàcies fines, seques i baixes, que cobreixen totalment el terreny. Pot existir una quantitat variable de plantes llenyoses (matolls, arbres) que poden arribar a ocupar de 1/3 a 2/3 de la superfície considerada.

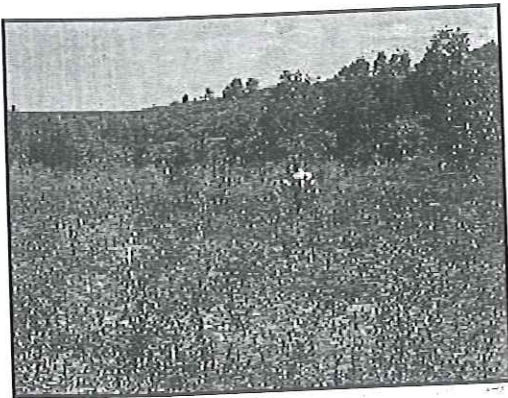
Pasturatges amb arbres i arbusts dispersos, vegetació situada als marges dels camps i camins, primers estadis de regeneració després d'un incendi.

Comportament del foc:

La propagació del foc es troba condicionada, en qualsevol cas, per les plantes herbàcies que formen la pastura. Les acumulacions disperses de combustible poden incrementar puntualment la intensitat de l'incendi, que en condicions de foc poden originar focus secundaris.



### MODEL 3 GRUP PASTURES



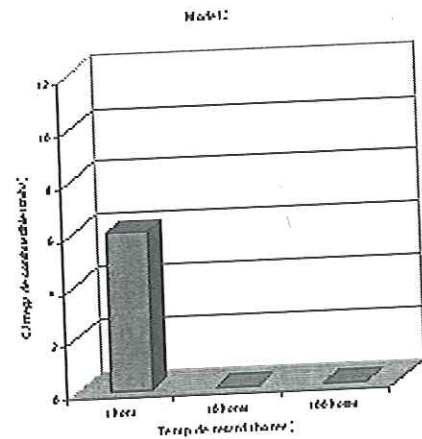
Descripció del model:

Aquest model es troba constituït per un herbassar dens i alt (més d'un metre), sec i continu que fa difícil caminar entremig.

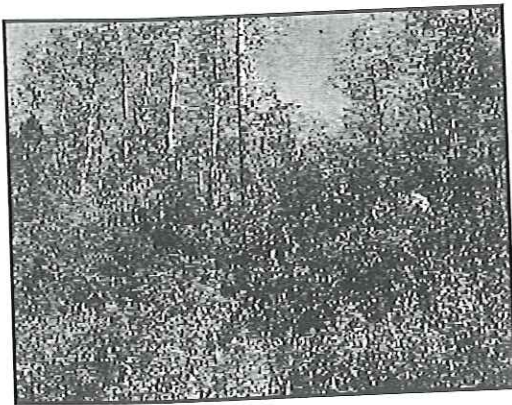
Aquest és el model típic dels camps de cereals abans de la sega i canyissars.

Comportament del foc:

L'incendi el condueix l'herbassar i pot passar per sobre l'aigua. La propagació és moderadament ràpida i la intensitat és superior a la dels models anteriors.



### MODEL 4 GRUP MATOLLS *evoluciona cap al 7*



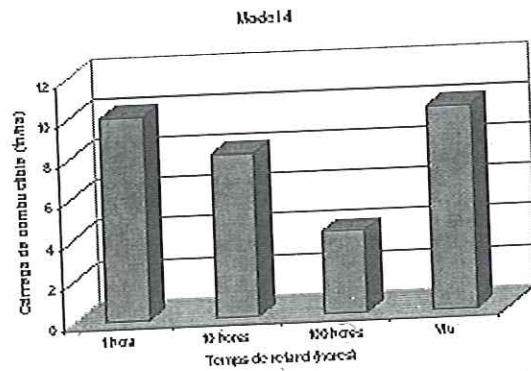
Descripció del model:

Aquest model es troba constituït per matolls o també per regenerats joves i densos. La vegetació dominant és alta (2m o més), amb una gran continuïtat vertical i horitzontal, amb presència de branques mortes a l'interior.

Replantacions joves i sense aclarir, etapes secundàries de regenerats abundants després d'incendis, màquies i garrigars envellits.

Comportament del foc:

L'incendi és dominat pels matolls o l'arbrat jove. El foc es propaga ràpidament per les fulles, branques i parts altes dels matolls, amb grans flamarades i una alta intensitat de foc. Es consumeix tot el fullam i tot el combustible llenyós fi (viu i mort).



## MODEL 5 GRUP MATOLLS



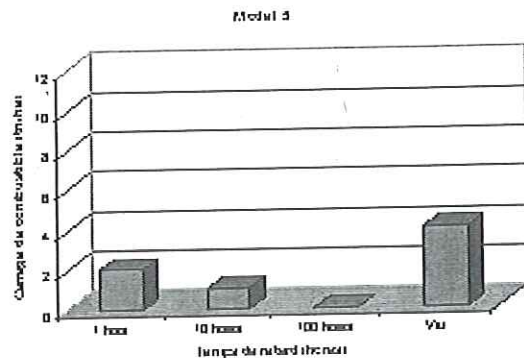
Descripció del model:

Format per un matollar dens, verd, de menys alçada respecte al model anterior ( $< 1\text{m}$ ), que cobreix completament la superfície. Hi ha presència de fullaraca procedent dels mateixos matolls al sòl. Els matolls acostumen a ésser joves, amb poc material mort i fullam viu amb pocs volàtils.

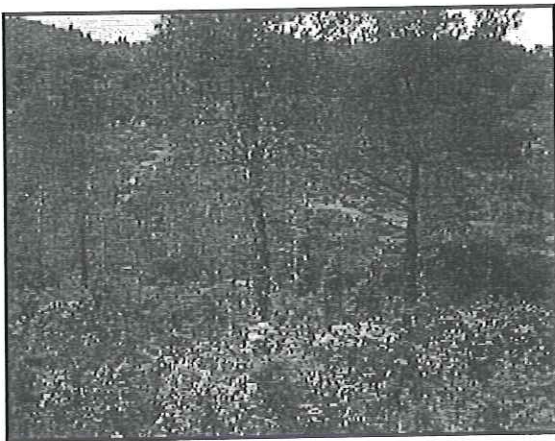
Màquies i garrigars baixos i degradats, pasturatges abandonats i envaïts per matolls, regeneracions pobres després d'un incendi.

Comportament del foc:

L'incendi es propaga principalment pels combustibles superficials, com la fullaraca i les pastures, sobretot amb vents fluïxos. Focs d'intensitat moderades.



## MODEL 6 GRUP MATOLLS



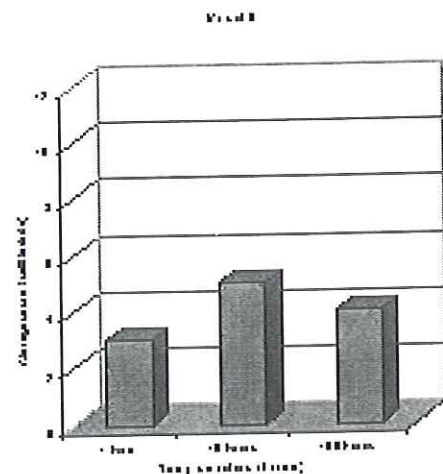
Descripció del model:

És molt semblant al model anterior, però la vegetació és molt envellida, hi ha espècies més inflamables i plantes de mida més gran (de 0,6 o 1,2 metres) tot i que els combustibles són més escassos i amb menys continuïtat, es troben més dispersos.

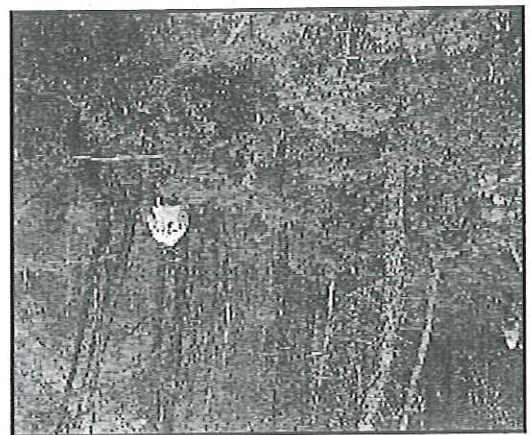
Matollars d'espècies inflamables, en àrees amb gran recurrència d'incendis.

Comportament del foc:

L'incendi es propaga pels matolls ajudat per vents de moderats a forts ( $< 13\text{km/h}$ ). 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 GRUP MATOLLS**



Descripció del model:

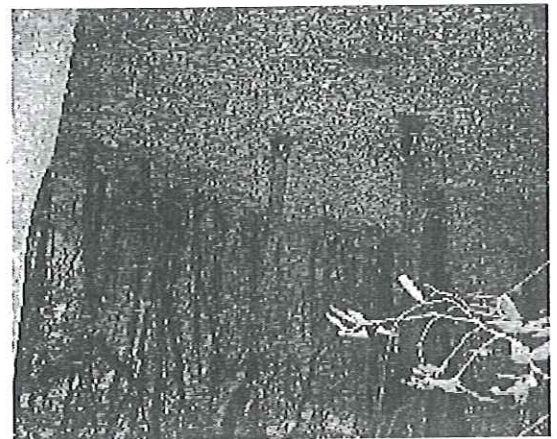
Es troba constituït per un matollar d'espècies inflamables d'alçada variable (0,5 a 2m), situat com a sotabosc en boscos principalment de coníferes. Continuïtat horitzontal, en dos estrats principals diferenciats i separats verticalment: un superior (els arbres del bosc) i un altre mitjà que correspon als matolls.

Boscos principalment de coníferes, amb una fracció de cabuda coberta i un sotabosc ben constituït.

Comportament del foc:

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.

**MODEL 8 GRUP FULLARACA SOTA ARBRAT**



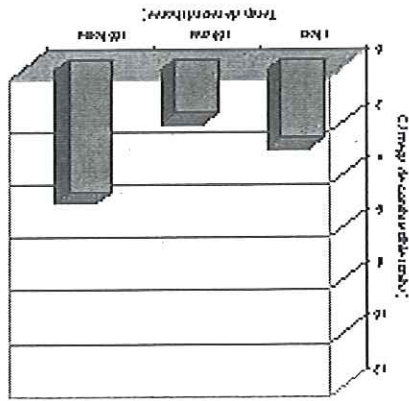
Descripció del model:

La vegetació es troba constituïda per un bosc dens, on manca el sotabosc i existeix una clara discontinuïtat vertical entre els combustibles superficials i les capçades dels arbres. El sòl es troba cobert per una capa contínua de fullaraca compactada.

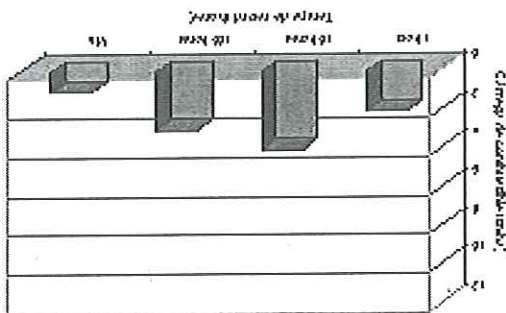
Un bon exemple són els boscos densos de pi roig (*Pinus sylvestris*), o també d'altres pins amb acícules curtes.

Comportament del foc:

S'hi desenvolupen incendis de baixa intensitat, amb flames curtes i velocitats de front de foc lentes. Únicament en condicions ambientals molt negatives (humitats relatives molt baixes, vents forts i altes temperatures), pot arribar a comportar-se perillósament.



Model 8



Model 7

### MODEL 9 GRUP FULLARACA SOTA ARBRAT



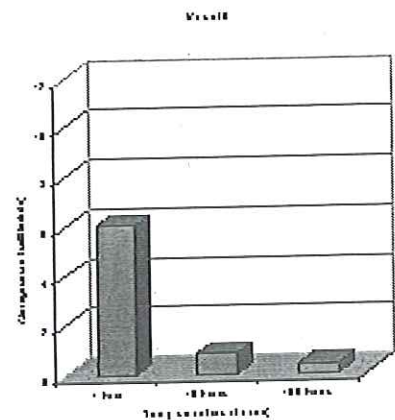
Descripció del model:

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.

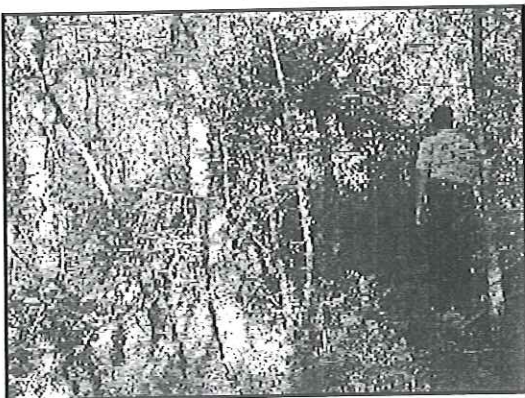
Els boscos de pins d'acícules llargues i rígides, com el pinastre (*Pinus pinaster*), o de frondoses amb fulles grans, com el castanyer (*Castanea sativa*), o el roure de fulla gran (*Quercus petraea*), són un bon exemple d'aquest model.

Comportament del foc:

S'hi desenvolupen incendis d'intensitat elevada, ràpids i amb flames de major longitud que al model 8.



### MODEL 10 GRUP FULLARACA SOTA ARBRAT

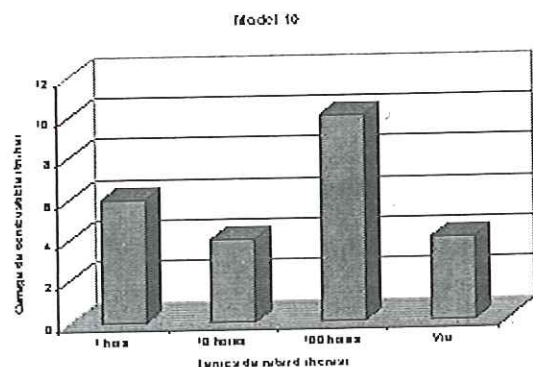


Descripció del model:

Pertanyen a aquest grup els boscos madurs i envellits amb gran quantitat d'arbres caiguts per ventades, nevades, malalties... que originen grans acumulacions puntuals de combustible mort al sòl. Continuitat vertical i horitzontal.

Comportament del foc:

Es cremen els combustibles superficials i del sòl amb més intensitat que d'altres models forestals. És freqüent el coronament de capçades.



### MODEL 11 GRUP BRANCADA



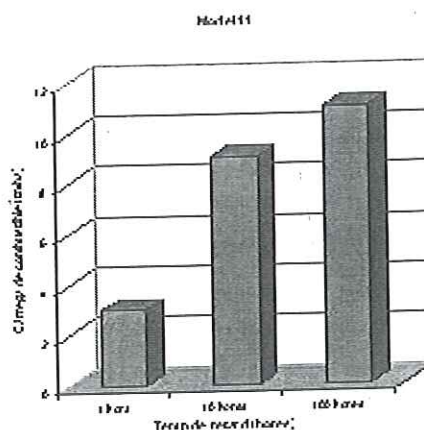
Descripció del model:

Format per un bosc clar o aclarit, encara amb les restes d'esporga i de les aclarides disperses per tot el bosc. La fullaraca i les plantes herbàcies tapissen el sòl.

Bosc clar, sotmesos a esporgues i en els quals no s'han recollit les restes, en són el millor exemple.

Comportament del foc:

Les restes de material lleuger o mitjanament gruixut provinent de l'esporga o l'aclarida del bosc augmenten força la intensitat del foc.



### MODEL 12 GRUP BRANCADA



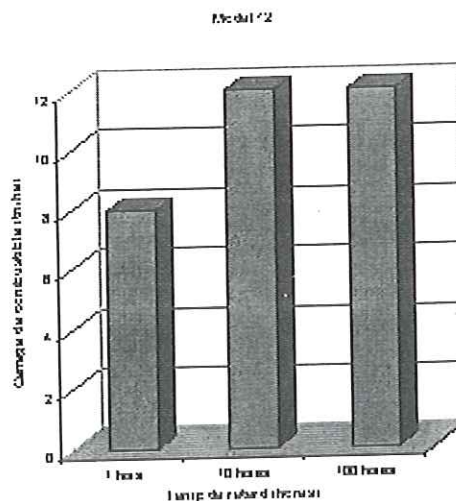
Descripció del model:

Bosc fortament aclarit, on les restes de l'esporga o de les aclarides són de major diàmetre que en el model anterior. Aquestes cobreixen gran part del sòl i predominen per sobre de l'arbrat. Gran quantitat de fulles encara es troben en branques caigudes i encara no es troben seques del tot.

Pertanyen a aquest model els boscos fortament aclarits, amb les restes escampades.

Comportament del foc:

Els combustibles vius no influeixen en el comportament del foc. El foc genera molts paveses i avança fins a trobar una discontinuïtat en el combustible. Focs de gran intensitat.





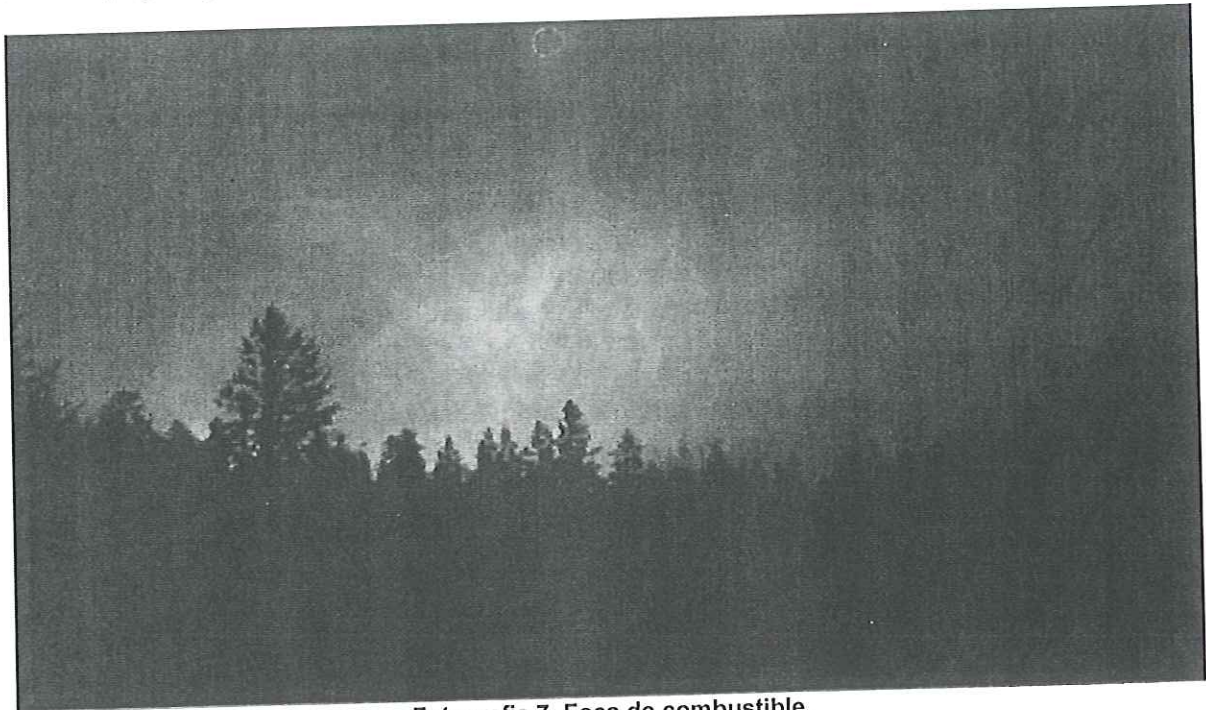
## 6. PATRONS BÀSICS DE PROPAGACIÓ

El desenvolupament de l'incendi és conduït per tres factors bàsics: els combustibles (vegetació forestal), la topografia per on es desplaça l'incendi i el vent que el dirigeix. Un incendi pot presentar un patró únic de desenvolupament, tot i que la realitat és sempre més complexa. Els incendis poden manifestar patrons diferents però simultanis en diferents zones del foc o anar encadenant patrons diferents al llarg de l'evolució del mateix.

Identificar la tipologia de l'incendi és el primer pas per elaborar una predicció sobre el comportament del foc i aplicar l'estratègia i tàctiques adequades per a la seva extinció.

### 6.1. Focs de combustible

Són incendis on l'acumulació de combustible, existent en grans quantitats, permet la formació d'un ambient de foc que és responsable del seu desenvolupament i intensitat. Es mou en focus secundaris en massa, que interaccionen entre si generant alta intensitat i reforçant la transferència de calor i nous focus secundaris per convecció, retroalimentant el sistema. Només quan s'acaba el combustible o varien significativament les condicions meteorològiques o macrotopogràfiques, l'incendi canvia el seu comportament i en permet el control.



Fotografia 7. Focs de combustible.

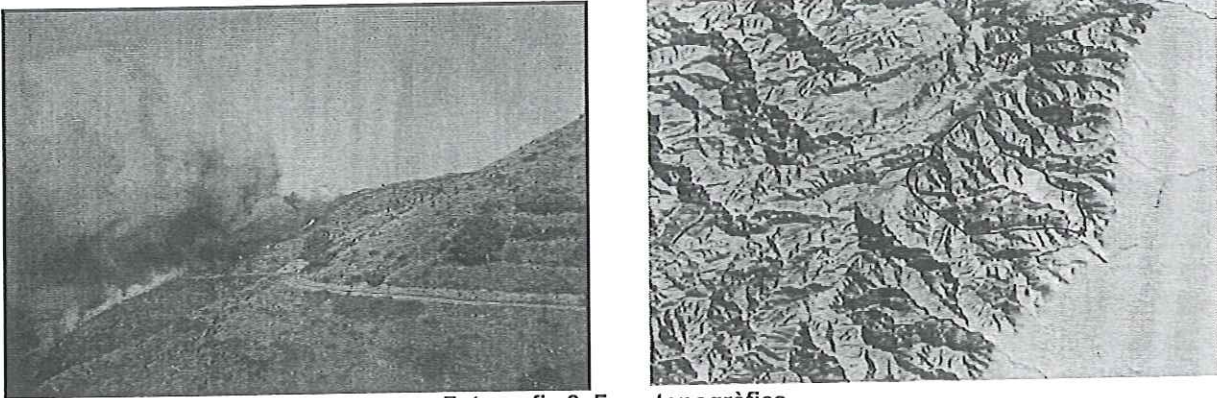
### 6.2. Focs topogràfics

La conjunció dels factors vent topogràfic local, escalfament de combustibles i el pendent determinarà la propagació del foc topogràfic sobre el territori.

L'escalfament divers de la superfície terrestre provoca els vents anomenats convectius o topogràfics, tant de vessant, de vall o les marinades. Tant els vents topogràfics com l'escalfament diferencial dels vessants van variant a mesura que el sol es mou i avança el dia.

El pendent també és un factor molt important en aquest tipus d'incendis: com més gran sigui, més afavorirà la propagació de l'incendi.

El comportament el marca la posició del foc en la topografia, prenen importància les divisòries, les línies de drenatge, les vessants calentes, els colls i els embuts.



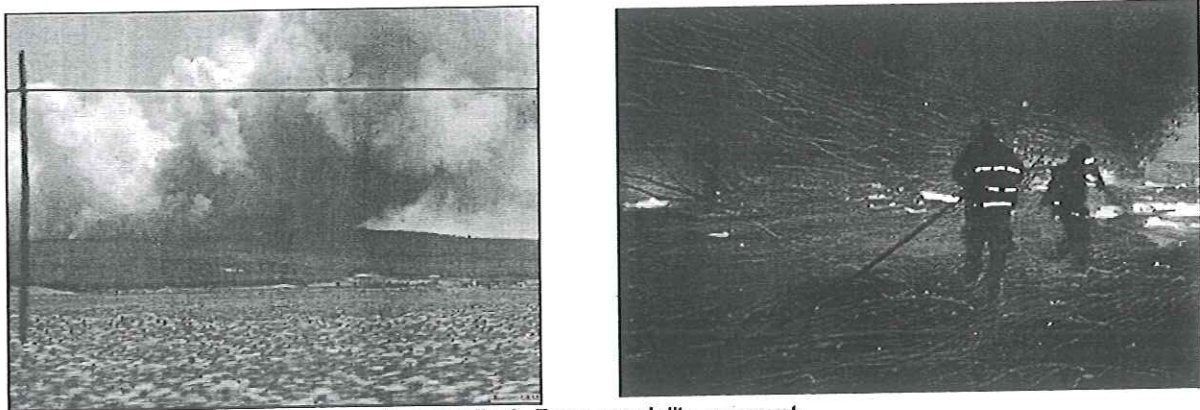
Fotografia 8. Focs topogràfics.

### 6.3. Focs conduïts pel vent *són estrets P. crític ⇒ nus de carenes*

Són incendis de propagació en la direcció del vent, que s'adapten més o menys a la morfologia del terreny. Aquest tipus de focs són molt ràpids i constants, amb flancs estirats i cues poc intenses i lentes. En aquests incendis són habituals els focus secundaris a llargues distàncies.

Aquí, les claus són: la direcció del vent, la força i la durada del període meteorològic que l'ocasiona. L'ambient de foc és inexistent. Quan els vents generals s'aturen, es produeix una certa confusió en passar a focs topogràfics i canviar el tipus de propagació, és un dels moments en què es poden produir nous fronts.

Aquests tipus de focs són típics de l'Empordà amb tramuntana, i Tarragona (Vall de l'Ebre) amb el cerç. Cal fer especial atenció a les zones amb contravents, on el vent va en direcció oposada al vent general degut a la interacció amb la topografia.



Fotografia 9. Focs conduïts per vent.

## 7. FOC TÈCNIC

L'aplicació d'aquesta eina té dues vessants fàcilment diferenciades pels seus objectius, encara que ambdues requereixen la mateixa destresa, protocols i condicions:

- Foc tècnic en crema prescrita.
- Foc tècnic en extinció.

### 7.1. El foc tècnic en crema prescrita

Els objectius són la extinció passiva o pre-extinció, és a dir, preparar el terreny perquè cremi dins les nostres limitacions i ajudats d'un estudi previ i analitzat, del passat.

Els elements de la crema:

- **La parcel·la**  
Superfície prèviament delimitada que es pretén gestionar.
- **El pla de crema.**  
Projecte que defineix tot el que envolta la crema planificada.
  - o **Els objectius**
  - o **El rang d'efectes desitjats.**
  - o **La finestra de prescripció.** Condicions meteorològiques dintre de les quals obtenim els nostres efectes esperats i per tant, els objectius.
  - o **Condicionats.** Limitants de l'entorn.
- **Les línies de control.**  
Poden ser discontinuïtats de combustible naturals, artificials (camins) o puntuals, si usem línia d'aigua sobre combustible forestal.
- **Les figures.**  
Com en tota maniobra, s'han de coordinar diferents tasques i per aquest motiu apareixen la figures següents:
  - o Mitjans de suport
  - o Cap de crema. Controla la resta de responsables i l'execució de la crema.
  - o Cap d'ignició. Gestiona l'acció dels que porten la torxa.
  - o Les torxes.
  - o Guaita. Visualitza el comportament del foc i del fum, informa dels canvis.
  - o Meteorologia. Fa el seguiment meteorològic.
  - o Seguiment. Pren dades de comportament de foc i les relaciona amb efectes per tal d'ajustar finestres de prescripció futures.
- La planificació, el briefing, el foc de test, l'execució, el debriefing, el retén i el seguiment.

## 7.2. Foc tècnic com a maniobra en extinció

Com hem vist en parlar dels GIF (Grans Incendis Forestals), les maniobres amb foc ens donen una alternativa davant certs comportaments de foc. Així doncs, és una alternativa més per tal d'atacar els focs forestals.

El tipus de maniobra amb foc tècnic depèn de l'objectiu i finalitat :

- Crema d'eixamplament.  
L'objectiu és l'atac paral·lel i l'eliminació del combustible per davant del perímetre de l'incendi , la finalitat és deixar ancorat el perímetre en línies segures (senders, pistes,...) i estalviar feina a la línia d'aigua.
- Contrafoc i trencament de l'ambient de foc.  
L'objectiu és l'atac indirecte i generar prou combustió com per ofegar el front principal en eliminar-li l'oxigen i el combustible. La finalitat és trencar la dinàmica de reacció en cadena i la propagació de la columna convectiva.
- Redireccionament del front principal.  
L'objectiu és l'atac indirecte i ajudar el perímetre a dirigir-se cap a on ens interessa. La finalitat principal és treure-li potencial a l'incendi.

Elements necessaris en les maniobres amb foc:

- Elements de control.  
Aquí tenim les línies de control on ancorem el nostre foc i el suport amb vehicles d'aigua, mitjans aeris o eines manuals.
- Analista.  
És la persona que observant el comportament del foc i el seu potencial, prediu el comportament del foc i la finestra d'actuació.
- Finestra d'actuació.  
Es tracta de l'espai en el temps on la nostra maniobra prevista és eficaç i segura.
- Cap de Crema  
Com en el cas del ús del foc, en prevenció es necessita un responsable per executar la maniobra.
- Cap d'ignició  
Responsable de l'acció d'encendre, gestiona el tipus d'ignició per tal d'aconseguir els efectes que es demanen.
- Foc de test  
Ignició puntual a petita escala i controlada per tal de comprovar que el foc que s'iniciarà no ens sorprendrà i respondrà com esperem que ho faci.
- Guaita  
Responsable de vigilar els executors de la maniobra i preservar-ne la seguretat davant qualsevol canvi sobtat inesperat. En aquest cas, si la maniobra s'allarga aquesta figura també prendrà les dades meteorològiques.

- Les torxes.  
Figures que s'encarreguen de practicar la ignició.
  - o Elements d'ignició.  
Sempre elements segurs, evitant encenedors i llumins.  
Bengales, torxes de goteig, pilotes ignífugues.

### 7.3. Els patrons d'ignició

Tota ignició té un temps per activar-se, un temps per accelerar, i un temps per estabilitzar-se. Aquest procés distribuït en el temps, en el combustible d'una topografia i influenciat per una meteorologia donarà un comportament i uns efectes determinats.

Tota ignició té una part que es desenvolupa com a cap o front actiu (plena alineació), una que crema de cua (en contra dels factors) i una altra que es comporta com a flanc (mitja alineació).

En primer lloc, cal que diferenciem les ignicions lineals i les ignicions puntuals. I aquestes es poden aplicar de cap, de cua, de flanc o en anell.

L'aplicació del tipus d'ignició serà la necessària per aconseguir els efectes desitjats.

## 8. LÒGICA D'ANÀLISI D'INCENDIS FORESTALS (CPS)

### 8.1. Conceptes de les anàlisis

Per tal de poder realitzar una bona anàlisi, hem de seguir una metodologia o uns principis que es detallen a continuació:

- Informació: S'han de extrapolar i separar tots els factors d'alineacions per cadascuna de les unitats homogènies del territori.
- Prediccions: Amb el comportament actual, associat a una alineació i amb la predicció de les alineacions de les unitats que el foc té a l'abast, es pot fer una aproximació del comportament futur.
- Tàctiques: Una vegada sabem on és més dèbil el foc, on té un comportament fora d'alineació, podem planificar i ubicar una tàctica més efectiva i segura.
- Lògica: Ens permet comparar i analitzar dos situacions llunyanes, en tenir un mateix patró d'anàlisi.
- Llenguatge: Un sistema de comunicació objectiu (no depèn de qui ho comunica) amb una comunicació simple (parlem d'alineacions amb llenguatge binari (0/1 fins a 3/3)) que ens dóna una imatge d'allò que passa a l'incendi i del que pot passar.

## 8.2. Definició factor bàsic d'alineació

*Factors bàsics.* Els factors que afecten el comportament del foc són diversos. A la figura del desglossament del triangle de comportament del foc podem veure els més importants, però cal cercar els principals a l'hora de fer prediccions de comportament. A nivell de lògica de camp ens podem fixar en tres de bàsics per a definir una regla d'anàlisi. No és que els altres factors siguin menys importants sinó que aquests 3 són la clau de connexió de la resta. Tot i així, la lògica d'alineació que s'explica es pot aplicar a aquests factors i a la resta, si es considera necessari.

**Orientació:** Defineix la posició del combustible en el pendent respecte al sol i la seva radiació definint quan serà fred o calent. A més  $T^a$  del combustible més inflamable i per tant més perillós. Diferències en  $T^a$  del combustible fi mort de  $40^{\circ}\text{C}$  són fàcils i normals en un dia d'estiu. Per fer aquesta valoració es fan servir les corbes horàries, per saber en funció del moment del dia que ens trobem, si es una orientació calenta o freda.

**Pendent:** És una força important perquè afavoreix l'ascens a velocitat elevada del front de foc i posa els materials combustibles més propers a la radiació necessària.

**Vent:** Igual que el pendent, és un accelerador de la velocitat del foc tant per el seu efecte sobre la radiació, en l'empenta i oxigenació del foc, com en el dessecament dels combustibles.

**Lògica de camp CPS:** Es defineix com un sistema senzill d'operar amb els tres factors bàsics de propagació del foc; orientació, vent i pendent, per tal de realitzar una breu anàlisi útil per al bomber a l'hora de plantejar tàctiques basades en el comportament previst del foc i delimitar-ne la seva validesa en l'espai i el temps.

Aquesta lògica es basa en el sistema de l'alineació de forces, entenent com a tal el grau de coincidència favorable o desfavorable respecte al front de foc dels tres factors esmentats. Si el factor esta a favor, en sumarem una i si no esta a favor no en sumarem cap alineació (orientat +1, pendent positiu +1, vent a favor +1).

Parlarem d'alineació de forces, en funció dels tres factors; així, en funció del nombre que intervé, tenim les alineacions següents:

- 0/3 Fora d'alineació
- 1/3 Poca alineació
- 2/3 Mitja alineació.
- 3/3 Plena alineació.

*Exemple:* Si tenim un foc a la base d'un pendent, orientat al Sud a les 12:00 i amb vent del Sud; tenim plena alineació perquè el foc pot ascendir (+1) a favor de vent (+1) i sobre un combustible calent (+1), és a dir 3/3.

Si tenim la mateixa situació a les 8 del matí, som solament a 2/3 d'alineació (vent i pendent) ja que a aquesta hora als pendents calents són els que miren a l'Est.

Si en questa situació el vent és del Nord, som solament a 1/3 d'alineació (pendent).

Si per contra, el foc es troba a la part alta del pendent, som fora d'alineació ja que, per propagar-se hauria de baixar a contravent i en un pendent de combustible fred.

### 8.3. Identificació de canvis de factor i elaboració predicció

La manera d'operar amb la lògica de camp és seguir el protocol següent:

#### 1. Identificació de la tipologia d'incendi

Definir si el foc és topogràfic, de vent, de combustible o d'alguna tipologia mixta. En aquest darrer cas, definir on es manifesta cada una d'aquestes tipologies en l'espai i el temps.

#### 2. Identificació del factor motor del front analitzat

Identificar quin dels factors, vent, pendent, orientació és el responsable del comportament del foc o quina combinació dels tres, és a dir: cal definir l'alineació de les forces.

#### 3. Definició dels canvis futurs del factor amb què es trobarà el foc

Identificar el moment i el lloc de l'espai (topografia) en què l'alineació canviarà a millor (l'extinció serà més fàcil, el foc perdrà alineació) o a pitjor (l'extinció es complicarà). Quantificar aquest canvi a nivell de variables de comportament del foc:

- Longitud de flama (m)
- Velocitat de propagació (m/min)

#### 4. Interpretació de l'efecte dels canvis del factor sobre el foc

El comportament del foc sota la mateixa alineació serà sempre similar sota les mateixes condicions meteorològiques, topogràfiques i de vegetació. Així, una alineació de 3/3 amb 6 m de flama ens diu que totes les alineacions similars de 3/3 en aquell incendi seran de 6 de flama. Similars vol dir sobre el mateix pendent, orientació i vegetació. La resta de correspondències es poden deduir.

És important l'observació del foc i l'anotació del seu comportament per tal de poder fer una correcta interpretació dels canvis d'alineació.

#### 5. Elaboració de predicció

Ara, ens cal plasmar sobre el mapa els canvis d'alineació i traduir-los a canvi de comportament del foc per tenir dibuixat i definit on tindrem capacitat d'atac i on no podrem tenir garanties d'èxit.

*Eines que cal dominar:*

- Brúixola
- Mapa topogràfic

*Processos que cal tenir clars sobre el mapa topogràfic:*

- Càlcul de pendents
- Càlcul d'orientacions

*Normes a recordar:*

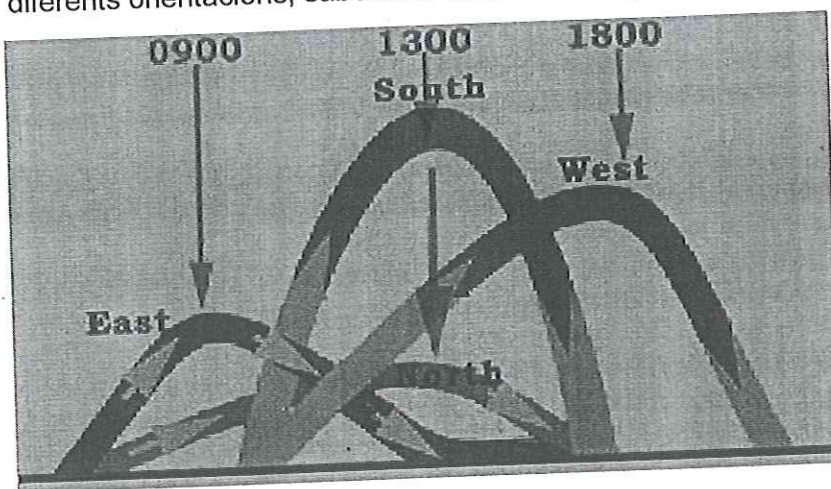
- El sol surt per l'E i la màxima alçada l'assoleix al S, quan és migdia.
- Cada hora el sol es mou 15° cap a l'W.
- A les nostres latituds, les obagues vertaderes són l'orientació NW-NE i el pendent de més de 30°.

### 8.4. Pitjor o millor

Una vegada tenim la imatge estàtica i l'anàlisi de l'evolució de l'incendi, direm que el foc va a **pitjor** quan passa fora d'alineació cap a plena alineació; la seva extinció serà més complicada perquè es comportarà amb més intensitat. Per altra banda, direm que el foc va a **millor** si el seu comportament perd intensitat, és a dir, ens dóna una oportunitat.

### 8.5. Ús de les corbes horàries

La tarja de les corbes horàries és una eina que ens permet identificar les alineacions per a les diferents orientacions, sabent en tot moment el grau d'alineament i la seva tendència futura.



L'ús de les corbes és pot definir de forma tabulada però més estàtica. Cal recordar que són una guia orientativa de la tendència a l'escalfament de cada pendent segons l'orientació. Alhora però, aquesta tendència ens marca la potència de la convecció o els vents topogràfics per a cada porció del territori.

Fig.3.- Corbes d'inflamabilitat segons orientació de la pendent. CPS

Taula 1. Valor de l'escalfament i la convecció per a diferents orientacions segons l'hora del dia.

Hora del dia	Orientació de la pendent				
	90°	135°	180°	225°	270°
0900 hores	alt	mig	mig	baix	baix
1200 hores	baix	mig	alt	mig	baix
1600 hores	baix	baix	mig	alt	mig
1800 hores	baix	baix	baix	mig	alt

### 8.6. Determinació de la tàctica

Per determinar la tàctica caldrà que ens fem determinades preguntes, que haurem de contestar fent servir la lògica.

**Com es pot atacar aquesta situació?** Es tracta de valorar si amb els mitjans disponibles i el comportament actual i esperat, es pot controlar.

**Es segura i efectiva?** Es tracta d'analitzar si és segur per al personal que ha d'actuar i si serà possible el control de l'incendi.

**Podem explicar perquè funcionarà?** Hem de poder explicar-ho fent servir el llenguatge de comunicació perquè és efectiva parlant de finestres d'actuació i d'alineacions.



## 8.7. Llenguatge de comunicació

El llenguatge de comunicació per a un incendi forestal, ha de ser un conjunt de construccions fetes, conegudes per tot el personal implicat i que ens permetin saber ràpidament l'estat de l'incendi i la seva evolució futura. No cal que ens perdem en explicacions de matisos i observacions que generalment no duen enlloc més que a la mera constatació d'un sentiment de l'observador, més que subjectiva. Cal comunicar aquests fets i sensacions clara i ràpidament perquè tothom els entengui i alhora, pugui comunicar-los a altres persones sense que es perdi informació pel camí. Analitzarem primer les expressions a emprar i posteriorment el seu encadenament per funcionar com a tal llenguatge.

### Construccions bàsiques:

- *Alineament de forces*. Mot per explicar la posició i els factors determinats del foc, és a dir, vent, pendent i orientació. S'usa emprant plena, mitja o nul·la alineació.
- *Vent, pendent i temperatura del combustible*. Són els factors bàsics que han d'estar dins o fora d'alineació.
- *La situació va a millor o a pitjor*. És l'expressió per a constatar l'evolució del foc segons la nostra anàlisi de la situació, definint si el comportament del foc millorarà o empitjorarà.
- *Combustible calent / combustible fred*. Ens serveix per definir l'estat del combustible respecte a l'orientació de la vessant on ens trobem.
- *Anant amunt o anant avall per la corba*. Expressió a utilitzar quan estem treballant amb la tarja d'inflamabilitat i estem identificant la nostra posició temporal i espacial sobre les corbes.
- *Tipus de focs: Conduïts per vent, topogràfics o de combustible*. Estem definint la tipologia del foc davant el qual ens trobem per tal d'emmarcar immediatament les tàctiques possibles i el tipus de raonament que emprarem.
- *Finestra d'actuació*: Espai topogràfic i interval de temps en el qual la tàctica és vàlida per garantir el nostre èxit. Ens serveix per definir la validesa de les tàctiques emprades sobre un determinat espai en un interval de temps. Tota tàctica ha d'anar acompanyada d'una **hora de caducitat** i un **espai de caducitat**.
- *Què t'està dient el foc?*: Ens interroguem sobre el que està explicant el foc, sobre com es comporta i què vol fer.
- *El límit de control*: Es defineix com el límit de comportament del foc (intensitat i flama) al qual ens podem enfrontar amb els nostres mitjans. Per sobre d'aquest nivell les nostres tasques d'extinció són totalment inútils.
- *Tècniques oportunistes o tàctiques basades en la predicció del comportament del foc*: Les **tàctiques oportunistes** són les que aprofiten una oportunitat sense anàlisi passada ni futura de la situació. Aplicant aquesta tipologia de treball anem sempre a remolc del foc i ens trobem amb fets "estranyos" i "imprevistos".

Les **tàctiques basades en el comportament del foc** ens permeten saber què està fent el foc i quan serà atacable o quan no. Al mateix temps, podem posar períodes temporals de validesa a

les operacions. Ja no anem a remolc, anem per davant sabent en tot moment què està passant i podent explicar perquè passa.

Articulació del Llenguatge

Una construcció típica comunicada hauria de tenir l'estructura següent:

- a) Identificació del tipus de foc (en si ja un factor dominant) + tipus alineació.
- b) Identificació de la posició del factor clau i evolució immediata.
- c) Delimitació de l'interval de validesa de l'observació.
- d) Constatació del moment i/o lloc de superació de límit de control; punt crític.
- e) Opcions i propostes.

Exemple 1:

Situació arribant a foc i observant un front ascendent per un pendent SW a les 12:00 hores.

*El foc és topogràfic en mitja alineació, encara en combustible fred però anant a pitjor: ens trobem en una situació ascendent a la corba que en dues hores pot dur el foc a superar els límits de control.*

El mateix foc a les 19:00;

*El foc és topogràfic en mitja alineació, encara en combustible calent però anant a millor: ens trobem en una situació descendent a la corba que ens permet atacar el foc fins demà al migdia.*

Exemple 2:

Foc descendent per un pendent SW a les 12:00 hores;

*El foc és topogràfic en 1/3 d'alineació, encara en combustible fred però anant a pitjor: ens trobem en una situació ascendent a la corba que en 2 hores pot dur el foc a comportaments pròxims al límit d'atac directe. Caldrà canviar la tàctica a atac paral·lel. Cal evitar desequilibris de fronts que afavoreixin carreres ascendents, les quals estarien fora de l'abast d'extinció i en 2/3 d'alineació. Cal doncs, posicionar observadors per possibles focus secundaris a parts baixes.*

El mateix foc a les 19:00;

*El foc és topogràfic en 1/3 d'alineació, encara en combustible calent però anant a millor: ens trobem en una situació descendent a la corba; ens permet plantejar atac directe a partir d'ara i fins demà al matí mentre estem en el pendent.*

## PRINCIPIS BÀSICS D'APLICACIÓ

### NORMES PRINCIPALS

- **Ataca l'incendi fora d'alineació**  
Cal cercar la situació favorable, allà on guanyarem.
- **Aparta't del camí de les carreteres potencials**  
Identificar el potencial per carreteres és trobar els punts d'inflexió a pitjor. Cal tenir-los clars i evitar-los.
- **Canvia la tàctica abans que el foc canviï de comportament**  
Els canvis de comportament han d'haver estat detectats amb antelació i per tant han d'haver definit correctament les nostres finestres d'actuació. Si el foc ens obliga a fer canvis "ON TIME" estem perdent el control de la situació.
- **Guanya a cada incendi, això no és un esport**  
La feina d'extinció d'incendis no és un esport ni un camp de batalla on es cerquen accions valeroses i heroiques. Hem de tenir el cap fred i buscar sempre guanyar. El que importa és guanyar i no participar!!

### Raonament lògic en arribar a un incendi

- a) Observació de la grandària i el comportament del foc.
- b) Ràpida predicció del comportament del foc en el pròxim interval de temps d'actuació i PUNTS CRÍTICS.
- c) Localització de les rutes àrees de seguretat.
- d) Localització de perills especials: cingles, grans arbres cremant, cases, etc.
- e) Cerca de bons punts d'anclatge: carreteres, camins, conreus...
- f) Identificar lloc on iniciar l'atac.
- g) Determinar com atacar el foc: TÀCTICA i FINESTRA d'ACTUACIÓ.
- h) Determinar posició de les següents unitats i altres necessitats, si s'escau.

### Regles de supervivència del comportament del foc

- a) Quan el temps i la topografia canvien i et trobes enmig de combustible CALENT, reconeix l'increment potencial del comportament del foc. En conseqüència, no llencis la teva vida al vent; disminueix la teva exposició.
- b) Quan el foc corre vers combustible FRED, reconeix que augmenta l'oportunitat per al control.

- c) Mira les diferències en el comportament de l'incendi en el foc. Identifica quina força i alineacions creen aquestes diferències. Basa les teves prediccions del comportament del foc en aquestes observacions.
- d) Coneix el moment i condicions en les quals el comportament potencial del foc serà pitjor. Assegura't que la tàctica de supressió escollida no et posi a tu i als teus bombers en perill durant aquest període i situació.
- e) Quan un atac falla, considera-ho un fracàs de predicció sobre el comportament del foc o de la vostra capacitat estimada de supressió. Si predius correctament un comportament de foc i una capacitat de recursos de supressió, l'atac hauria de reeixir.
- f) Intenta sempre explicar les causes per les quals predius un canvi en el comportament del foc. Encoratja els altres a fer el mateix. Això augmenta en cadascú la comprensió de la base per a la predicció del foc en la línia i comunicar la lògica del que prediu. Si tu pots reconèixer i comunicar els factors precursors del canvi, serà més fàcil convèncer els altres de canviar la tàctica.
- g) **Contínuament pregunta't a tu mateix: Quines forces estan canviant que podran canviar el comportament del foc? La topografia, la vegetació o les condicions atmosfèriques, ...?**

## 8.8. RESUM

L'anàlisi del comportament del foc comença per l'observació del foc i de l'entorn. Amb això es pretén entendre quins són els principals factors que mouen el foc (les alineacions). El pas següent és desenvolupar una metodologia d'anàlisi per fer prediccions de futur quant a aquest comportament. Aquestes prediccions permeten establir tàctiques segures i eficients. Si sabem entendre què fa i què farà el foc, (per tant, establir on són les oportunitats), però no som capaços de transmetre-ho, no ens serveix de res. Aquesta comunicació és fa utilitzant el llenguatge lògic.

Paraules clau: foc topogràfic, foc conduït per vent, foc dominat per combustibles, pendent, vent, orientació, alineació de forces, canvi a millor, canvi a pitjor, comportament, extrapolació del comportament

## ANNEX 1. GUIES DE SUPORT PER A INCENDIS FORESTALS

Descripció de la seqüència operativa i de l'aplicació del Mètode d'Avaluació Tàctica per a l'elaboració del PLA d'ACTUACIÓ en intervencions en incendis forestals en primera sortida des d'un parc de bombers

1	2	3
<b>PARC</b>	<b>TRAJECTE d'APROXIMACIÓ</b>	<b>INCENDI</b>
Recepció de l'alarma Recollida inicial d'informació Activació sortida	En trànsit cap a l'incendi Millora i concreció de la informació	Arribada al lloc de l'incendi Elaboració del Pla d'Actuació
Formulari/guia de recollida de dades i de localització cartogràfica de l'incendi	Guia de recollida de dades durant el trajecte i l'aproximació a l'incendi	Guia per a l'aplicació del Mètode d'Avaluació Tàctica per a l'elaboració del Pla d'Actuació

### Fase 1

#### Recepció de l'alarma

Les informacions a recollir s'estructuren en:

#### Preguntes a fer:

- Identificació de l'alertant. **Qui truca?**
- Tipus de vegetació/combustible afectat. **Què crema?**
- Característiques de l'incendi i de la seva propagació. **Com crema?**
- Localització de l'incendi segons informacions rebudes. **On crema?**
- Presència de punts sensibles (persones o béns amenaçats). **Hi ha algú en perill?**
- Característiques del territori/zona d'intervenció: accessos. **Com arribar-hi?**

#### Accions a realitzar:

- Localització de l'incendi segons la cartografia operativa d'emergències.
- Activar i realitzar la sortida.
- Comunicar-ho a Control Central de la Regió d'Emergències.
- Recerca continuada de nova i millor informació complementària.
- Traspàs continuat d'informació entre el parc, el vehicle i Control central.
- Guiatge del vehicle del parc i d'aquells que vinguin en ajuda.
- Coordinació entre els diferents organismes que recolzen o participen en l'extinció.
- Localitzar, segons els casos, el punt d'accés, el punt de trobada o el punt de trànsit.
- Localitzar, si se'n té coneixement, els punts sensibles.
- Suport i seguiment de les tasques d'extinció de les unitats operatives.

## Fase 2 Trajecte cap a l'incendi

Les informacions a recollir poden agrupar-se/classificar-se en referència a:

- La **localització cartogràfica** de l'incendi.
- Identificar el **punt d'accés** a l'incendi.
- Identificar el **punt de trobada** amb d'altres organismes fins a l'incendi.
- L'**observació de la columna de fum**.
- Les **informacions complementàries** rebudes sobre l'incendi al parc o CCR.
- Les **condicions meteorològiques observables** a la zona d'intervenció.
- Les **condicions meteorològiques recollides** de la xarxa d'estacions meteo.
- L'**índex de perill d'incendi** establert per a aquell dia a la zona de l'incendi.
- Les **característiques topogràfiques observables** a la zona d'intervenció.
- La **continuitat/discontinuitat de la massa forestal** amenaçada per l'incendi.
- La presència de **punts sensibles**.
- La **seguretat de l'itinerari d'aproximació** a l'incendi de l'autobomba.
- La **distribució i assignació de canals de ràdio**.
- Els **codis dels vehicles i mitjans aeris** que es dirigeixen cap a l'incendi.

Les principals accions a realitzar...

- Confirmar la localització de l'incendi. **Saber on es va i com aconseguir arribar-hi.**
- Observar i analitzar l'incendi: la columna de fum. **Què ens indica?**
- Observar indicadors meteorològics. **Què ens indiquen?**
- Observar i analitzar la zona d'intervenció. **Com és el territori?**
- Orientar i organitzar els vehicles que venen en ajuda. **Com fer que hi arribin?**
- Passar les informacions generades des de CC i des del Parc.
  - Referents a l'incendi. **Disposem de nova i millor informació?**
  - Referents de la ruta, l'accés a l'incendi. **Ens espera algú?**
  - Referents al nombre, procedència i codi dels recursos activats.
  - Referents a l'assignació de canals de la xarxa de comunicacions Àgora.

## Fase 3

### Arribada a l'incendi

#### Tasques i accions genèriques a realitzar un cop arribats a l'incendi

- Comunicar l'arribada a l'incendi.
- Confirmar:
- Punt d'inici de l'incendi. *On es situa l'incendi?*
- Punt d'accés/trobada/trànsit, segons el cas. *Per on s'ha d'entrar a l'incendi?*
- Confirmar l'itinerari d'accés fins a l'incendi. *Per on s'ha d'arribar a l'incendi?*
- Assignació de canals de ràdio. *Per quins canals treballarem?*
- Establir direcció de l'eix principal de propagació de l'incendi. *Cap a on es dirigeix l'incendi?*
- Aplicar terminologia de la zona d'intervenció. *Identificar les parts de l'incendi.*

Aplicar el MAT per a l'elaboració del Pla d'actuació  
 El Mètode d'avaluació tàctica és una guia de raonament tàctic per a l'elaboració del Pla d'Actuació. Es basa en la realització, a peu d'incendi, de les següents accions:

#### OBSERVAR I AVALUAR + COMUNICAR + DECIDIR TÀCTICA + ORDRES D'ACTUACIÓ

##### Observar i avaluar tàcticament

- **Els factors de propagació**
  - √ La situació topogràfica de l'incendi: orientació, posició i pendent.
  - √ La meteorologia de la zona: vent, temperatura i humitat relativa.
  - √ Els combustibles afectats: continuïtat i tipologia.
- **La zona d'intervenció**
  - √ El relleu de la zona
  - √ Els accessos
  - √ Els punts d'aigua
  - √ L'existència de punts sensibles
  - √ Elements que afavoreixen o dificulten l'extinció
- **Característiques de la propagació**
  - √ Tipus de propagació
  - √ Longitud de flama i altres paràmetres
  - √ Velocitat de propagació
  - √ Ambient de foc i focus secundaris
  - √ Punts crítics de propagació
  - √ Tipologia d'incendi

**Comunicar a Control central**

- **Resultats de l'avaluació tàctica de l'incendi**
  - √ Concepte alineació de forces: vent + pendent + pendent
  - √ Gravetat de l'incendi: va a millor / va a pitjor
- **Confirmació de recursos en ajuda / petició de més recursos**

**Decisions tàctiques: elaborar el Pla d'acció**

- **Establir objectius d'extinció. Què volem fer?**
  - √ "Preguntar-nos: amb els recursos de què dispo, quin és el lloc i la **maniobra** que de forma més eficaç i segura, puc executar per extingir o limitar la propagació de l'incendi?"
- **Decidir maniobra d'extinció. Com ho volem fer.**
  - √ L'elecció de la maniobra dependrà tant de les **característiques de la propagació** de l'incendi, com de la **tipologia de les unitats d'extinció** de què disposem. Les maniobres s'agrupen en 3 grups segons el tipus d'atac a l'incendi: **Directe, indirecte i combinat**. La maniobra estandarditzada més habitual és l'atac directe amb aigua per part de les Esquadres Forestals.
  - √ Aplicar consignes i criteris tant de seguretat com d'organització operativa pel desenvolupament correcte de la maniobra.

**Comunicar a les unitats els objectius i maniobres d'extinció a realitzar i ordenar-ne la seva execució, Aplicació del Pla d'Actuació establert.**

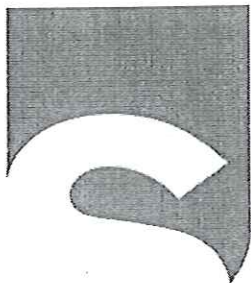
- **Assignar l'execució de la maniobra a les unitats. Qui ha de fer-ho?**
- **Determinar el punt d'emplaçament dels vehicles. On ha de fer-ho?**



Els criteris que s'apliquen per a la realització de l'avaluació tàctica de l'incendi es basen en la utilització de diferents eines de suport per a l'avaluació, la presa de decisions i l'organització operativa de les tasques d'extinció dels incendis forestals.

Aquestes eines i criteris són: (haurien de ser...)

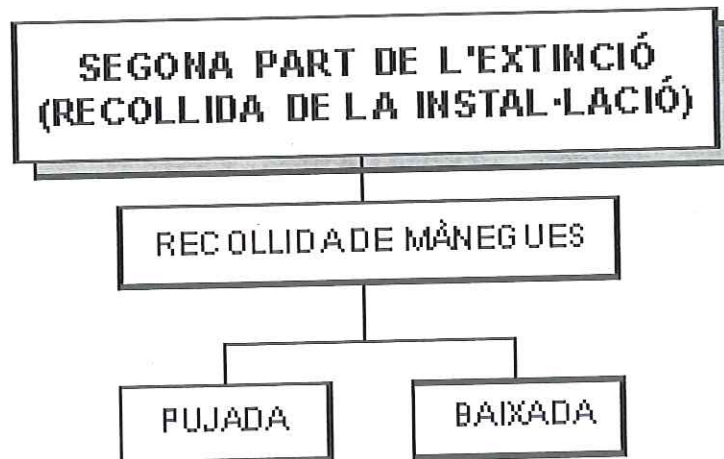
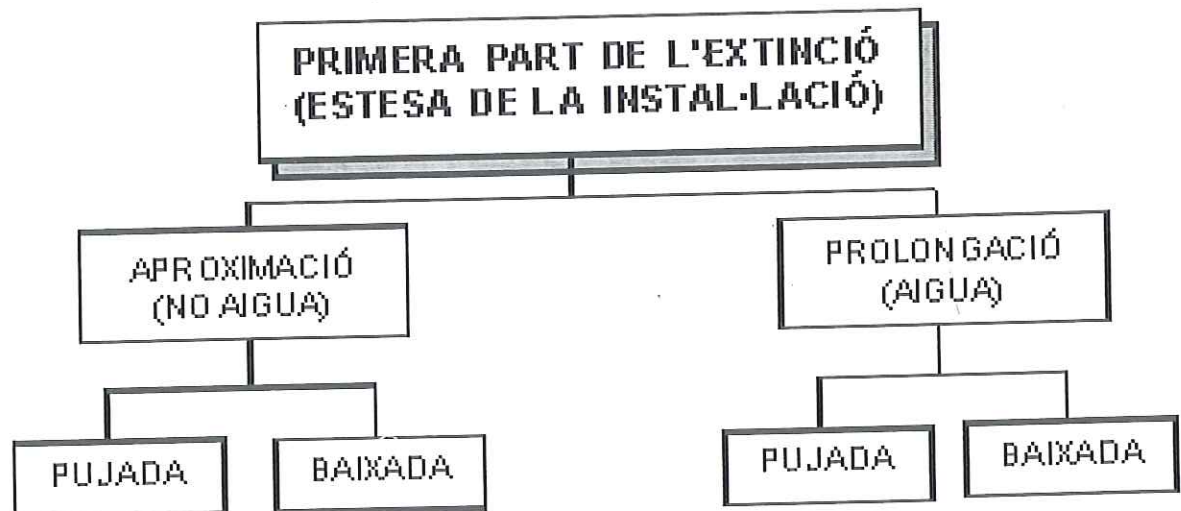
- √ La utilització dels mapes de Cartografia Operativa d'Emergències. En concret dels mapes operatius 1:25.000 i la Guia de Navegació d'escala 1:100.000, així com dels criteris de lectura, interpretació i utilització establerts pel darrer curs AFCAP-2001.
- √ L'assignació de canals i criteris d'utilització de la Xarxa Àgora durant les intervencions operatives en incendis forestals.
- √ L'aplicació dels criteris d'organització operativa i funcional, descrits en el Procediment Normalitzat d'Actuació en incendis forestals en l'àmbit de la intervenció i treball operatiu PAN\_IF\_OPER. Es fixen els criteris, les tasques i les funcions d'una unitat estandarditzada d'extinció que denominen Esquadra Forestal.
- √ La utilització del model IADO com a criteri de raonament tàctic pel comandament i pel responsable de la sortida. La presa de decisions seguirà la seqüència: INFORMACIÓ - AVALUACIÓ - DECISIONS - ORDRES.
- √ L'aplicació dels coneixements sobre el comportament i la propagació dels incendis forestals descrits als apunts del CFBB sobre incendis forestals i que genèricament definim com a S-190.
- √ La utilització del Mètode CPS (Campbell Prediction System) per a l'avaluació de comportament, la propagació i el tipus de l'incendi.
- √ L'aplicació dels criteris de circulació, trànsit i seguretat dels vehicles terrestres durant la participació en les tasques d'extinció dels incendis forestals.
- √ La determinació del ventall de maniobres a realitzar durant les tasques d'extinció d'un incendi forestal, a partir dels criteris tàctics i metodològics descrits en el manual de maniobres forestals per a incendis forestals.
- √ Els criteris d'organització i treball conjunt amb les mitjans aeris, tant pel que fa als de comandament com als d'extinció.



## II. INSTAL·LACIONS I METODOLOGIES D'ACTUACIÓ

### 1. INSTAL·LACIONS FORESTALS

## INSTAL·LACIONS FORESTALS



## 1.1. INTRODUCCIÓ

Podríem definir les instal·lacions forestals com aquelles instal·lacions que són de longitud considerable però de baix consum. El tipus de mànega que s'utilitza per a fer aquest tipus d'instal·lació, és la de diàmetre 25 mm.

L'execució d'aquesta instal·lació resta condicionada entre d'altres als factors següents:

- El relleu del terreny
- La seva longitud
- Les altes temperatures amb les que s'executa
- El desgast del personal

Per tal de facilitar el laboriós treball que comporta fer-les, es fa necessari aplicar una metodologia diferent a d'altres instal·lacions amb característiques similars.

## 1.2. CONSIDERACIONS GENERALS

A l'incendi forestal hi ha dues fases o més ben dit, el podem dividir en dues grans etapes; la primera l'anomenarem d'atac i la segona la remullada o rematada. Pel que fa a les instal·lacions, només se'n fa una i serveix per a les dues etapes.

### 1.2.1. Primera etapa: L'atac

És l'etapa en què els esforços es centren en cerclar l'incendi (aturar l'avanç del front) el més aviat possible; per aconseguir-ho, es realitzen una o diverses instal·lacions anomenades instal·lacions d'atac.

La instal·lació d'atac, es compon de les parts següents:

- Instal·lació d'aproximació
- La prolongació d'instal·lació
- Sistema de relleu de motxilla

### 1.2.2. Segona etapa: La remullada

És l'operació que es fa per assegurar que no hi hagi rebrots de foc. Consta de les parts següents:

- La remullada
- El replegat d'instal·lació
- Retorn de material al vehicle (sistema de relleu de motxilla)

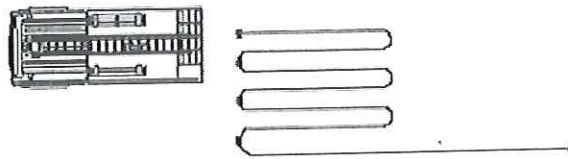
Tant a la primera com a la segona etapa la incorporació de les eines manuals (Pulaski, McLeod) ens permetrà treballar de forma més eficient; eliminant punts calents, controlant punts crítics (abans no arribi la línia d'aigua) o mantenir un retén eficaç sense necessitat d'utilitzar l'aigua, aquests són alguns exemples de la seva utilització (veure fitxes annexes: 15, 17, 19 i 20).

## 1.3. PRIMERA ETAPA DE L'EXTINCIÓ

### 1.3.1. Instal·lació d'aproximació

És el tram d'instal·lació de mànegues de 25 mm que es fa quan la distància des de la bomba al punt més pròxim de l'inici de l'extinció és considerable.

Aquesta instal·lació no cal fer-la mànega per mànega, sinó que podem utilitzar el rodet de mànegues flexibles que hi ha a la part de darrere del vehicle, o bé podem estirar un número determinat de mànegues, connectant-les entre sí.



Aquest primer tram d'instal·lació, l'hem de fer a la vegada que ens desplacem cap al punt de l'inici de l'extinció, per facilitar-ne l'arrossegament, i en aquells casos en els quals no s'hagin de fer tasques d'extinció al llarg d'aquest desplaçament. Aconsellem no omplir la instal·lació d'aigua.

En aquest punt, acaba l'aproximació i comença la prolongació, és a dir, continuarem la instal·lació mànega a mànega.

### Col·locació de la bifurcació en la instal·lació d'aproximació

En aquest primer tram d'instal·lació i més concretament entre la primera i la segona mànega, hi col·locarem una bifurcació. No és recomanable col·locar la bifurcació lluny del vehicle, ja que la manipulació, per raons de seguretat, només la farà el bomber conductor i el punta de llança en aquells casos en què tots dos es posin d'acord.

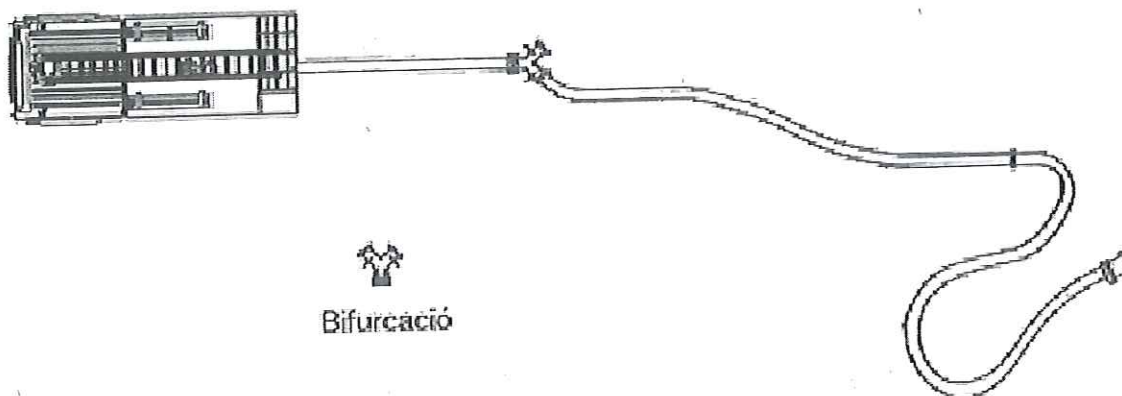
La col·locació d'aquesta bifurcació ens permetrà diverses funcions, tals com:

- La despressurització de la instal·lació per desnivell.
- El canvi de bomba sense haver de despressuritzar tota la instal·lació (estalviarem l'aigua a més del temps que perdríem si haguéssim de tornar a pressuritzar-la).

### Observacions a tenir en compte

- No podem entendre la utilització de la bifurcació com la d'una eina que ens permet bifurcar una instal·lació de 25 mm. en dues instal·lacions de 25 mm.
- Tampoc no podem confondre la bifurcació amb la derivació. La derivació no serveix per aquesta funció, ja que només podem escanyar la instal·lació de derivació i no la d'atac.

- Tampoc no podem fer servir el carret de primer socors per fer la instal·lació d'aproximació; aquest carret es per garantir la seguretat del vehicle i el personal que hi hagi en aquells moments.



Un cop finalitzada la instal·lació d'aproximació, començarem el tram d'instal·lació anomenada instal·lació d'atac.

### 1.3.2. Instal·lació d'atac

#### Prolongació de la instal·lació

Durant la prolongació haurem de realitzar un seguit de maniobres que, havent practicat prèviament, ens portaran sens dubte a l'èxit.

Les maniobres a fer són les següents:

- a) Desplegament de la mànega
- b) Escanyament de la mànega
- c) Manipulació de la llança
- d) Afegiment de la nova mànega
- e) Demanda d'aigua

Cal tenir en compte que totes aquestes maniobres les realitzarem amb la instal·lació pressuritzada.

- a) **Desplegament de la mànega:** Sempre desplegarem la nova mànega (per llançament) en sentit contrari a l'avanç de l'atac en cas d'haver-hi foc. Si per les característiques del terreny, això no és possible, ho farem perpendicularment.
- b) **Escanyament de la mànega:** L'escanyament es pot fer de maneres diferents (un sol doblec, doble doblec, doblec i enrotllament de la mànega sobre aquest, etc.) però hem de tenir cura a tancar la llança just abans d'escanyar (l'ordre la donarà el portallançador).
- c) **Manipulació de la llança:** Primer, tancarem la llança per aconseguir pressió estàtica i poder escanyar sense problemes. Un cop escanyat, haurem d'obrir-la per tal d'alliberar la pressió que hi ha entre l'escanyament i la llança. Seguidament, desconnectarem la llança per col·locar-hi la nova mànega

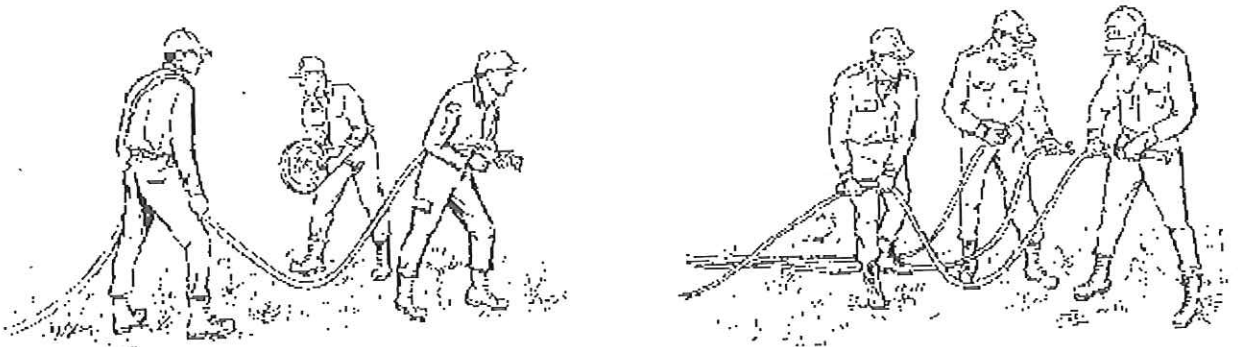
- d) **Afegiment de la nova mànega:** Quan restin uns 3 o 4 metres per acabar d'estirar la instal·lació de prolongació, traurem de la motxilla una nova mànega i l'estirarem. Els dos ràcords quedaran junts a punta de llança, un d'ells es donarà al portallança perquè hi connecti la llança i l'altre l'empalmarem a la instal·lació.
- e) **Demanda d'aigua:** El portallança ordenarà que deixin d'escanyar un cop hagi comprovat que totes les maniobres d'afegiment de la mànega s'han acabat.

### 1.3.3. Resum d'actuació

Quan manquin pocs metres per acabar d'estirar la instal·lació es prepararà una nova mànega en sentit contrari a l'atac, deixant els ràcords junts a punta de llança. El portallança, recula uns passos en darrere per facilitar l'escanyat de la mànega, tanca la llança i demana l'escanyament de la instal·lació. Un cop escanyada obrirà la llança i la traurà, quedant-se-la a la mà i empalmant-la a la nova mànega. Un cop completada la instal·lació, sempre sota les ordres del portallança, es demanarà l'aigua i acte seguit es deixarà d'escanyar per continuar l'atac.

#### OBSERVACIONS

- Mai continuarem l'atac si no hi ha pressió necessària per a l'extinció a punta de llança.
- Mai haurà de restar un bomber sol a la punta de llança executant tasques d'extinció



### 1.3.4. Sistema de relleus de motxilles

El sistema de relleus és un procediment d'actuació per a instal·lacions forestals que pressuposem llargues i que per realitzar-les comptem amb un personal mínim. El sistema es basa en el transport de motxilles de mànegues entre un grup de bombers a trams indeterminats, fins arribar a punta de llança. Els avantatges, vist el sistema tradicional de transport de motxilles fonamentalment, són,:

- Garanteix la contínua arribada de material d'extinció a punta de llança.
- Permet que els bombers treballin d'una forma més contínua, sense sobreesforços.
- Permet mantenir contacte verbal entre tots els components de l'equip.

Per dur a terme aquest sistema amb una esquadra completa, cal que tots els bombers menys els portallança surtin del vehicle equipats amb una motxilla a l'espatlla la qual, al llarg del muntatge de la instal·lació aniran buidant alternativament.

Un cop buida la primera motxilla, el seu portador (bomber núm. 1 del gràfic de la pàg. següent) retornarà al vehicle a recollir l'última motxilla plena que hi queda, deixant la buida al vehicle, per tal que el bomber 6 conductor, l'ompli amb les mànegues que hi ha als armaris.

El bomber 5 amb la motxilla plena retornarà cap a la punta de llança. Donat que continua l'extinció de l'incendi, es buidarà una segona motxilla, el bomber 4 retornarà al vehicle per recollir més material. En un determinat lloc de la instal·lació, es creuaran el bomber 5 i el 4. En aquest punt, intercanviaran les motxilles, la plena que porta el bomber 5, per la buida del bomber 4.

Paral·lelament, el bomber 3 que haurà exhaurit el seu material, iniciarà el retorn cap al vehicle (per recollir més material). Al llarg del camí, es creuaran el bomber 4 amb el 3, s'intercanviaran les motxilles, la plena per la buida de tal manera que el bomber 3 retorna cap a la punta de llança amb la motxilla plena al mateix temps que el bomber 4 retorna al vehicle per tornar a canviar la motxilla buida per una de plena.

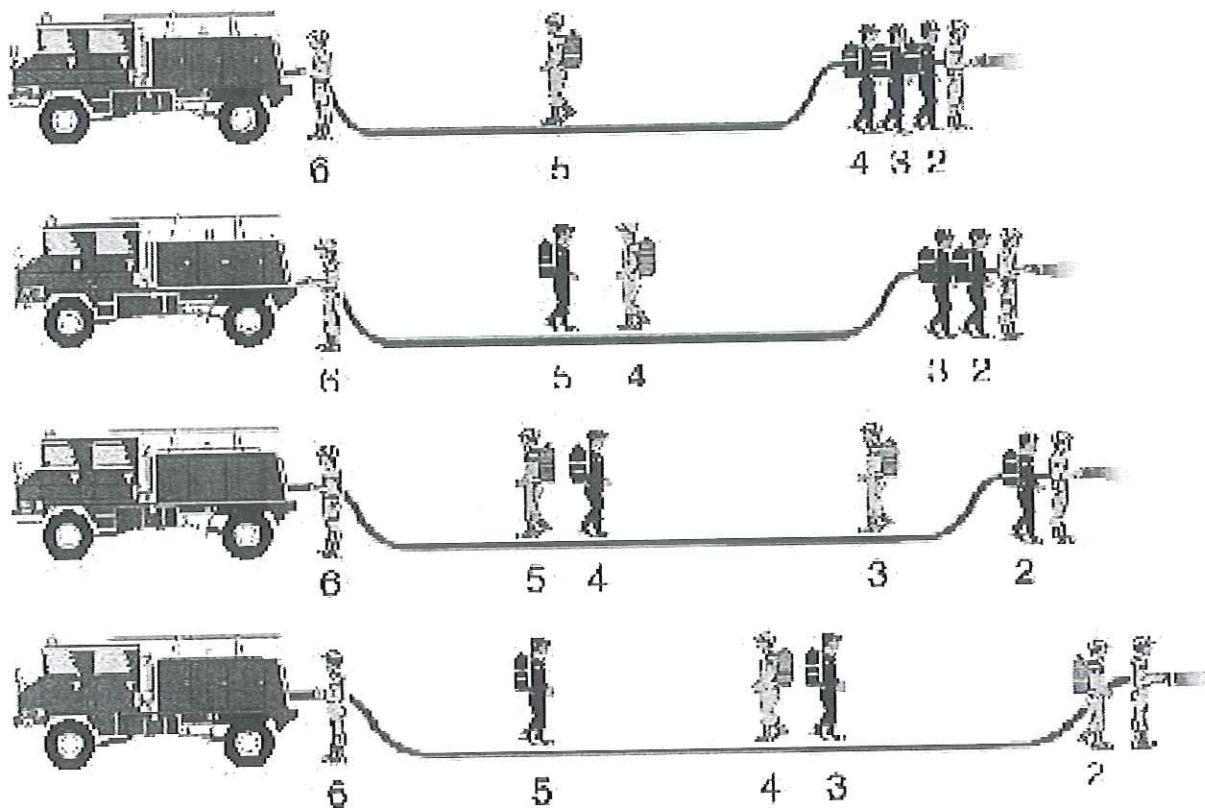
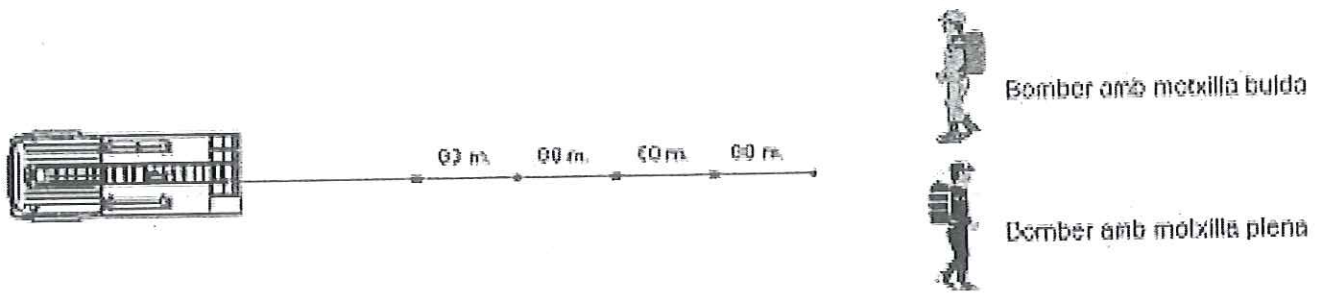
Així, repetidament cada bomber caminarà un trajecte indeterminat amb la motxilla plena, i la lliurarà al bomber procedent del cap de la instal·lació, que en porta una de buida.

Aquest sistema, permet que l'esforç sigui més continu, sense sobrecarregar el bomber amb trajectes excessivament llargs amb pes a l'esquena.

**Nota:** El bomber que és al vehicle, a l'hora d'omplir les motxilles amb les mànegues que hi ha als armaris, haurà de desplegar les mànegues que siguin plegades en rotlle senzill i plegar-les en madeixa; aquest tipus de plegat facilita tant el transport com el desplegat.



RELLEU DE MOTXILLES



## 1.4. SEGONA ETAPA D'EXTINCIÓ

Aquesta segona part de l'extinció, consta de tres feines diferents, però dues d'elles es realitzen simultàniament. Per una part, hi ha la rematada i el replegat de la instal·lació d'atac i per l'altra, el retorn del material al vehicle.

### *La rematada o remullada*

És la part en què els treballs es centren en assegurar que el perímetre de l'incendi resti totalment remullat per tal d'evitar possibles rebrots de l'incendi.

### *Replegat de la instal·lació d'atac*

La metodologia a emprar pel replegat, dependrà de com s'ha executat la instal·lació d'atac:

- a) Recollida d'instal·lació en baixada
- b) Recollida d'instal·lació en pujada

### 1.4.1. Recollida d'instal·lació en baixada

La metodologia a emprar per recollir la instal·lació que explicarem a continuació l'executaran dos bombers. La intenció és aclarir quines són les feines a fer i no quants bombers calen per dur a terme aquesta metodologia. Les maniobres d'execució de la instal·lació sempre haurien d'ésser executades per l'esquadra completa, però són moltes les vegades que no podrà ser així; d'aquí la necessitat d'explicar la metodologia, i un cop entesa aquesta serà molt més senzill adaptar-la al personal del qual es disposi en aquell moment.

Per començar les operacions de remullar i replegar la instal·lació d'atac, cal que inicialment els components de l'equip (en aquest exemple, dos bombers) es situïn en el lloc correcte: bomber 1 (el portallança) en la punta de la instal·lació, i el bomber 2, un parell de metres per darrere d'aquest.

#### Operacions a fer

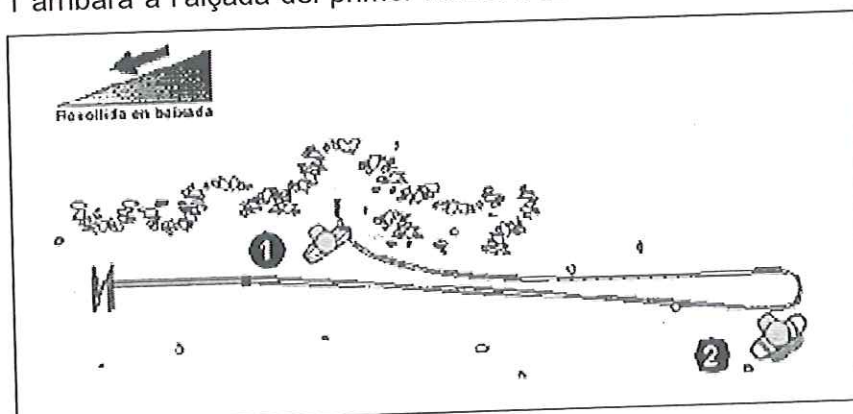
**Fig.1** El bomber 1 començarà la segona part de l'extinció reculant i remullant el perímetre de l'incendi en direcció a la bomba; aquesta acció provocarà un escurçament de la instal·lació.

El bomber 2 agafarà la mànega a treure pel bucle que es crea en el moment que el bomber 1 començarà a baixar, fent-lo córrer amb la mateixa mesura del desplaçament del bomber 1.

La feina del bomber 2 consisteix en evitar que el bucle de mànega que es crea, s'enganxi.

Quan el bomber 1 arribarà a l'alçada del primer ràcord s'aturarà i la mànega que volem treure restarà estesa.

Fig. 1



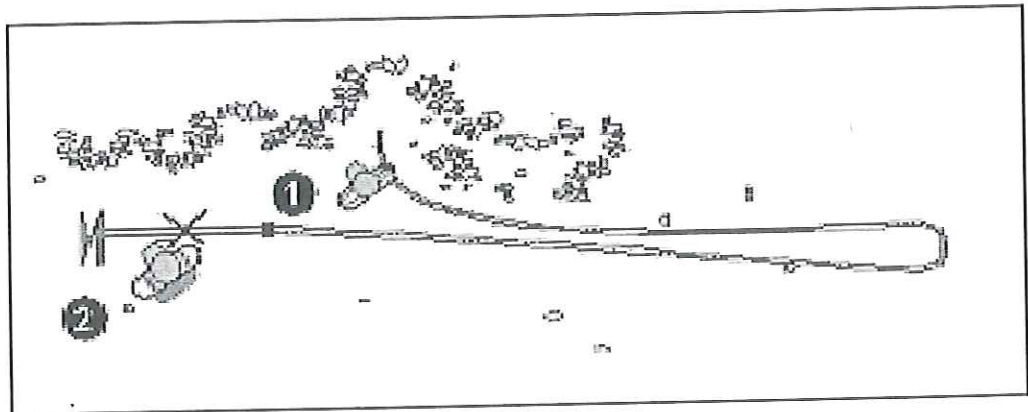
**Fig. 2** El bomber 1, un cop al primer ràcord, donarà l'avis al bomber 2 per a començar les operacions de treure la mànega.

El bomber 2, que estava encarregat del bucle, el deixarà a terra i es desplaçarà fins al lloc on es troba el bomber 1.

El bomber 1 coordinarà les operacions de treure la mànega:

- 1) Tancarà la llança, a fi d'escanyar (tallar l'aigua) amb pressió estàtica.
- 2) Donarà l'ordre al bomber 2, d'escanyar.
- 3) Obrirà la llança per a treure la pressió i desconnectarà la llança.
- 4) Desconnectarà la mànega i empalmarà la llança a la instal·lació que ve de la bomba.
- 5) Donarà l'ordre al bomber 2, de deixar d'escanyar.

**Fig. 2**

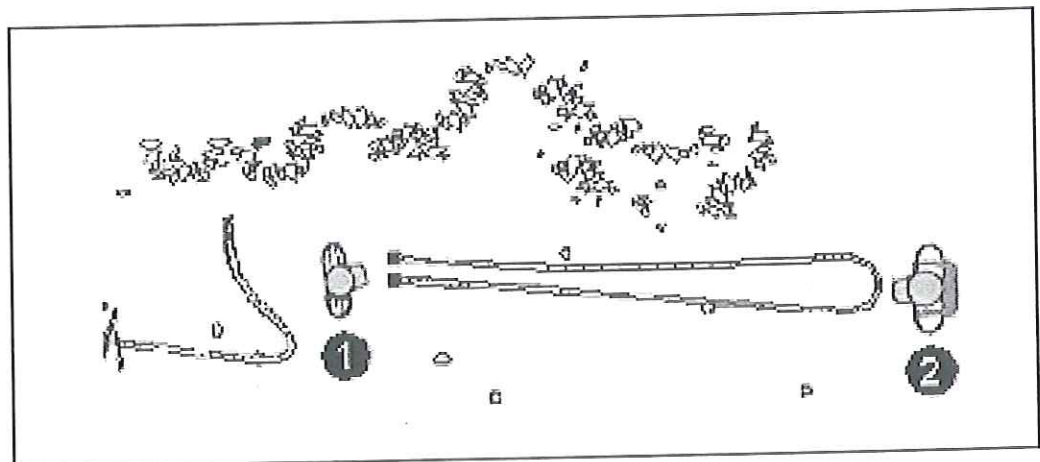


**Fig. 3** En aquest cas, no caldrà fer cap més operació amb la mànega, ja que es buidarà per si sola.

El bomber 2, serà l'encarregat de pujar fins al lloc on anteriorment havia deixat el bucle (centre de la mànega) per a començar el plegat (tipus madeixa).

Un cop plegada la col·locarà a la motxilla per al seu transport. Finalitzades aquestes operacions, podran restablir les operacions de remullat i replegat d'instal·lació.

**Fig.3**



### 1.4.2. Recollida d'instal·lació en pujada

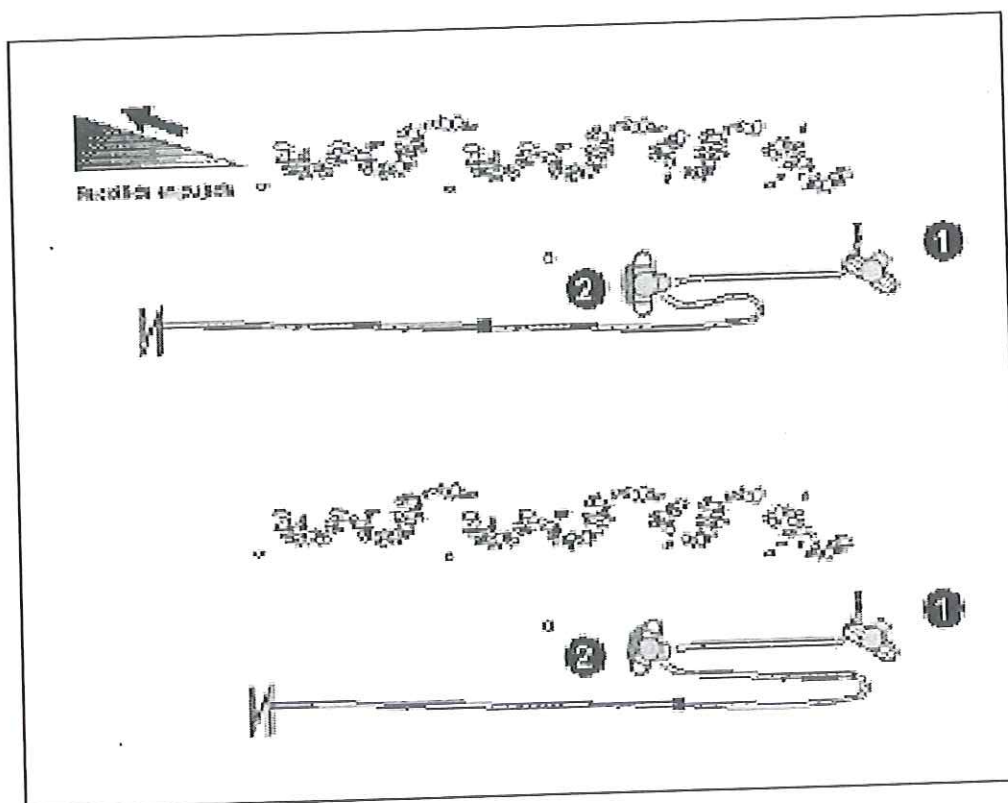
Per començar les operacions de remullar i replegar la instal·lació d'atac, cal que inicialment els components de l'equip (en aquest exemple, dos bombers) es situïn en el lloc correcte, bomber 1, (el portallança) en la punta de la instal·lació, i el bomber 2 a uns 5 metres aproximadament per darrere d'aquest.

#### Operacions a fer

**Fig.1** El bomber núm. 2 agafarà la mànega que es vol treure aproximadament a uns 5 metres per darrere el bomber 1.

Quan el bomber 1 comenci la segona part de l'extinció reculant i remullant el perímetre de l'incendi en direcció a la bomba, aquesta acció crearà dos bucles dels quals un haurà de restar sempre a prop del bomber 1 per tal que ell mateix pugui controlar-lo; l'altre, el controlarà el bomber 2 amb la mateixa mesura del desplaçament del bomber 1.

Fig.1



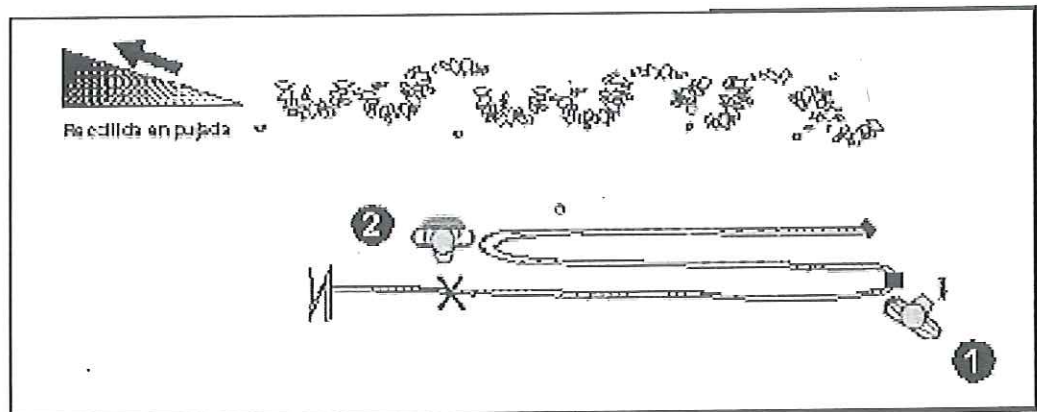
**Fig. 2** Un cop el bomber 1 arribi al primer ràcord, donarà l'avís al bomber 2 per començar les operacions de treure la mànega.

El bomber 2 que estava encarregat del bucle, el deixarà a terra i es desplaçarà fins al tram d'instal·lació que prové de la bomba a l'alçada on es troba.

El bomber 1 coordinarà les operacions de treure la mànega:

- 1) Tancarà la llança, per tal d'escanyar (tallar l'aigua) amb pressió estàtica.
- 2) Donarà l'ordre al bomber 2, d' escanyar.
- 3) Obrirà la llança per a treure la pressió i desconnectarà la llança.
- 4) Desconnectarà la mànega i empalmarà la llança a la instal·lació que ve de la bomba.
- 5) Donarà l'ordre al bomber 2, de deixar d'escanyar.

**Fig. 2**



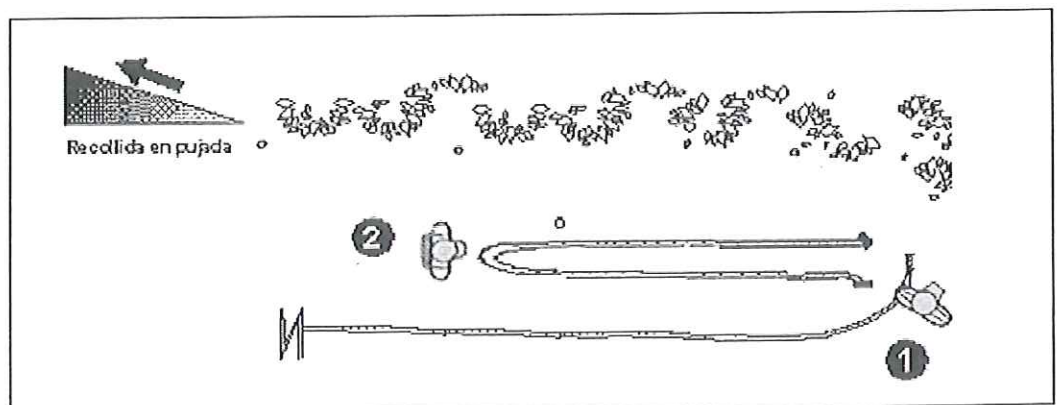
**Fig. 3** En aquest cas, no caldrà fer cap més operació amb la mànega, ja que es buidarà per si sola.

El bomber 2 serà l'encarregat de retornar al lloc on anteriorment havia deixat el bucle (centre de la mànega) per a començar el plegat (tipus madeixa).

Un cop plegada, la col·locarà a la motxilla per al seu transport.

Finalitzades aquestes operacions, podran restablir les operacions de remullat i replegat de la instal·lació.

**Fig.3**



### 1.4.3. Recollida de mànegues en pujada amb l'esquadra completa

Si el terreny ho permet, es poden plegar les manegues de dues en dues, en lloc d'una a una.

A la fig. 1 de la pàgina següent, podeu veure la metodologia emprada per al replegat d'una instal·lació en pujada amb l'esquadra completa.

Fig. A)

El bomber 1 (portallança) començarà la segona part de l'extinció sempre acompanyat pel bomber 2. Un tercer bomber, (bomber 3) es col·locarà al bucle per tal d'evitar que aquest s'enganxi amb la vegetació.

El bomber 1 sobrepassarà el primer ràcord i quan arribi al segon, es trobarà amb el bomber 4, preparat per escanyar (tallar l'aigua).

Fig. B)

#### **Operacions per treure les mànegues**

El bomber 4 escanyarà, el bomber 2 desempalmarà, el bomber 1 traurà i col·locarà la llança. Un cop fetes aquestes operacions es reprendrà la feina.

Fig. C)

El bomber 3 desconnectarà les mànegues, deixarà els ràcords al terra i pujarà fins a la meitat de les mànegues; un cop allà, les agafarà i caminarà fins que els ràcords s'igualin; un cop igualats, podrà plegar les mànegues i finalment, les carregarà a l'interior de la motxilla. Recordeu: sempre en madeixa.

Fig. D)

La maniobra de pujar i plegar les mànegues de la fig. C, la pot fer un bomber sol o bé dos, la majoria de les vegades dependrà del nombre de bombers que hi hagi per a fer l'operació. A la fig. D podeu veure com, al bomber 3 s'hi ha afegit el bomber 5, cadascun d'ells plegarà una mànega.

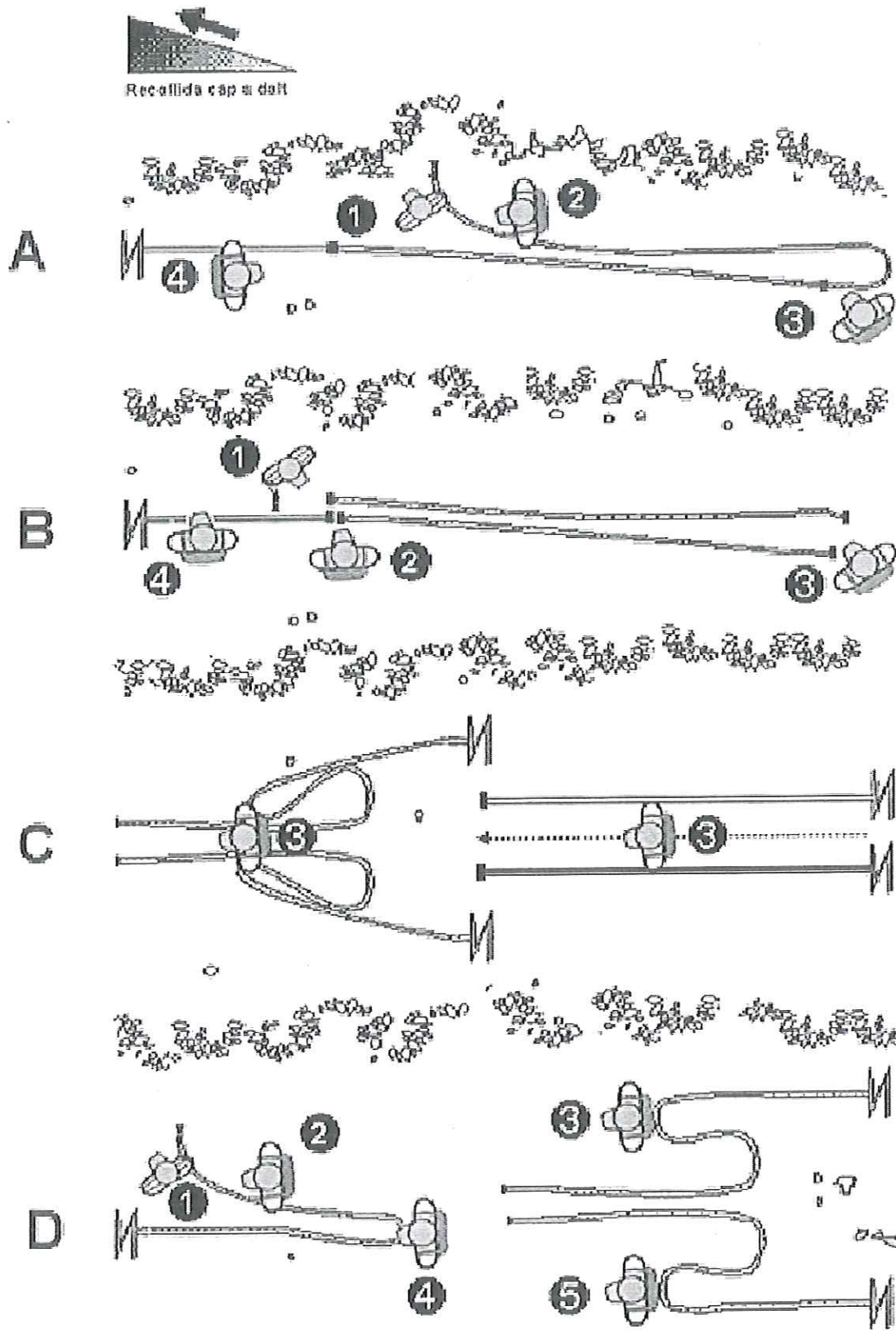
En aquesta figura, també podeu veure com quedaran col·locats els bombers per a treure la mànega següent:

Variacions que poden afegir-se dins la mateixa metodologia:

Un cop desconnectades les dues mànegues de la instal·lació i esteses paral·lelament a terra, les agafarem pels ràcords superiors i anirem desplaçant les mànegues cap amunt, fins que els ràcords inferiors s'igualin amb els superiors. A continuació, ja podrem plegar-les.

Totes aquestes maniobres es fan alternativament fins a acabar la segona part de l'extinció.

Lògicament, els intercanvis entre les tasques respectives de cada bomber s'aniran succeint a mesura que la maniobra vagi avançant.



#### 1.4.4. Retorn del material utilitzat fins al vehicle

A l'hora de retornar al vehicle el material emprat per a l'execució de la instal·lació, podem aplicar la mateixa metodologia que en l'execució de la instal·lació que anomenen "relleu de motxilles", però haurem de tenir present que la maniobra de remullar pot ser més lenta, i que pot provocar que al començament de la recollida, atès que la distància al vehicle és considerable, el primer portador faci el recorregut de tornada molt llarg, per això recomanem realitzar la operació d'omplir les primeres motxilles de la manera següent:

Les primeres mànegues que es repleguin les repartirem una a cada una de les motxilles. Per recollir la resta de mànegues, podrem acabar d'omplir les motxilles totalment; un cop estigui plena la primera, el seu portador l'haurà de retornar al vehicle i un cop allà, haurà d'agafar-ne una altre de buida, i si no n'hi ha cap, buidarà la que du ell i retornarà cap a la punta de la instal·lació. Pel camí de retorn, es creuarà amb un altre portador amb qui s'intercanviaran les motxilles (la plena per la buida).

La resta del replegat de la instal·lació, es farà amb la mateixa metodologia.