

# Incendios Forestales



## INCENDIO FORESTAL

Se considera incendio forestal al fuego que se propaga sin control por un terreno en el que vegetan especies forestales arbóreas, arbustivas, de matorral o herbáceas, ya sea espontáneamente o bien procedan de siembra o plantación y cumplan o puedan cumplir funciones ambientales, protectoras, productoras, culturales, paisajísticas o recreativas.

También tienen la consideración de incendios forestales los que afecten a:

- Los terrenos yermos, roquedos y arenales.
- Las construcciones e infraestructuras destinadas al servicio del monte en el que se ubican.
- Los terrenos agrícolas abandonados que cumplan las condiciones y plazos que determine la comunidad autónoma (en el caso de España), y siempre que hayan adquirido signos inequívocos de su estado forestal.
- Todo terreno que, sin reunir las características descritas anteriormente, se adscriba a la finalidad de ser repoblado o transformado al uso forestal, de conformidad con la normativa aplicable.
- Los enclaves forestales en terrenos agrícolas con la superficie mínima determinada por la comunidad autónoma (en el caso de España).

## COMPORTAMIENTO DEL INCENDIO

El comportamiento de un incendio queda definido por su intensidad o longitud de llama y su velocidad de propagación. Analizar el comportamiento nos permitirá conocer las características del fuego actual y predecir su comportamiento futuro. Si no podemos anticiparnos al avance del incendio, escogeremos una estrategia de extinción equivocada, pondremos en peligro al personal de extinción y haremos inútil cualquier esfuerzo por detenerlo.

Un operario tiene que ser capaz de prever el comportamiento de un incendio, o como mínimo poder anticiparse a sus movimientos para identificar situaciones peligrosas.

El triángulo de fuego que todos conocemos es el que se define como el triángulo de la reacción de combustión, que precisa de: calor, aire y combustible. Para nosotros, el verdaderamente importante tiene que ser el triángulo del comportamiento del fuego, que básicamente traduce los factores anteriores en: Meteorología, Combustible y Topografía. En este contexto, el combustible se entiende como la vegetación forestal.

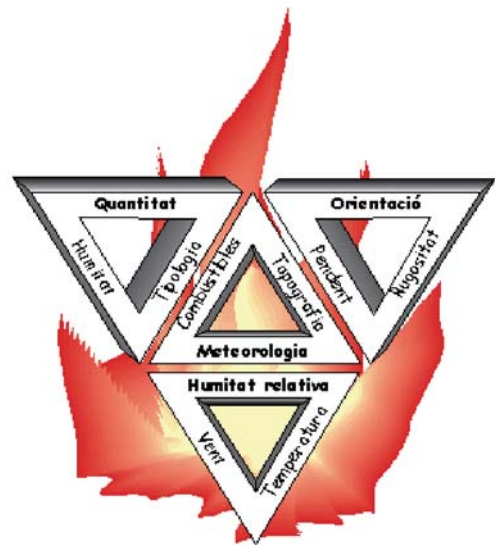


Ilustración 11: Triángulo del fuego desglosado

Los diferentes factores de este triángulo se pueden desglosar en diferentes componentes, tal como se muestra en la figura anterior (Ilustración 10)

Hay cuatro factores básicos que influyen en un incendio forestal:

1. El combustible (humedad y  $T^a$ , tipos y cantidad).
2. La meteorología (temperatura, humedad relativa y viento) pasada, actual y futura.
3. La topografía (relieve o rugosidad, pendiente y orientación).
4. El propio incendio (intensidad o longitud de llama y velocidad de propagación).

Aunque la predicción no es una ciencia exacta, se puede hacer. Es fácil decir lo que puede pasar si hay un viento de norte de 50 km/h empujando un incendio de matorrales. El incendio se desplazará rápidamente hacia el sur. ¿Sin embargo, qué hará un incendio si no hay un elemento predominante? El incendio está influenciado por diferentes factores y la mayoría de ellos tienen un efecto sutil. La clave consiste en comprender cómo estos factores se combinan y modifican los patrones del incendio.

Para hacerlo, lo mejor es hacer predicciones sobre pequeñas partes del territorio. Ejemplo: Estudiamos los combustibles y la orientación para cada pendiente según el momento del día y hacemos una predicción de lo que puede pasar. Al agrupar el trabajo hecho en pequeñas porciones tenemos el estudio global del fuego en un área.

# TOPOGRAFÍA

La topografía, configuración del terreno, es el más constante de los tres elementos de los que depende el comportamiento del fuego. Por eso, es más fácil averiguar la influencia que la topografía tendrá sobre un fuego, que la del combustible o la meteorología. La topografía incluye cuatro elementos: la pendiente, la orientación, la altitud y la configuración del terreno.

## PENDIENTE

La pendiente es la inclinación de una superficie sobre un plano horizontal de referencia. Normalmente se calcula en grados o porcentaje (pendiente del 100%=45°).



En las mismas condiciones generales (meteorológicas, topográficas y de combustible) los fuegos que propaguen pendiente arriba lo harán con una velocidad e intensidad superior a aquéllos que lo hagan pendiente abajo.

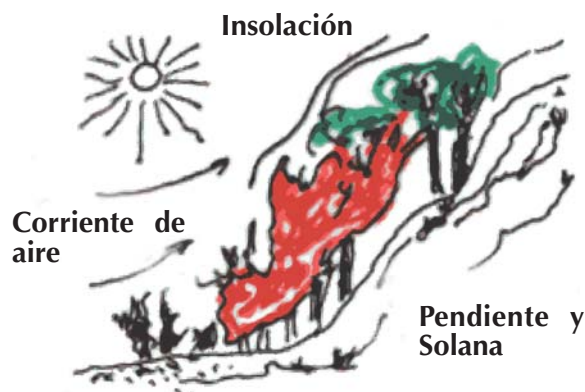
Cuando el fuego va pendiente arriba, el combustible que queda por encima del fuego queda "más cerca" de las llamas inclinadas ascendentes, con un efecto parecido a cuando el viento es el que controla el incendio.

Ilustración 12: Fuegos a distintas alturas en la pendiente.  
Fuente: Normalsrlp

El movimiento convectivo de aire calentado acelera el proceso de pirolisis. Todo eso provoca el calentamiento y la ignición más rápida del combustible por radiación y convección, favoreciendo las condiciones que hacen aumentar la velocidad de propagación.

En el caso de fuegos que bajan por una pendiente, está la posibilidad de que ruede material situado a un nivel superior, que pueda quemar el combustible por debajo del fuego principal.

**Posición del fuego con respecto a la vertiente:** es importante a la hora de valorar el potencial del fuego y el tiempo en el que podrá darse un cambio de comportamiento. Si el fuego es ascendente y se encuentra en la parte baja de la vertiente, como carrera, tiene por delante toda la vertiente, recorrido en el que irá ganando intensidad. En función de la intensidad con la que llegue esta carrera a la cima de la vertiente, será capaz o no de tirar focos secundarios al otro lado, antes de empezar el descenso con un comportamiento más favorable. En cambio si el fuego ascendente está situado en la parte alta de la vertiente, la carrera que tiene por delante, hasta la cima, será mucho más corta y por lo tanto llegará al otro lado donde será descendente, con menos intensidad.



## ORIENTACIÓN

Es la dirección a la que está orientada una pendiente con respecto a los cuatro puntos cardinales (N, S, E, O).

La orientación condiciona el tipo y el estado del combustible presente. Las vertientes sur y suroeste están más expuestas al calentamiento solar, generalmente cuentan con más combustibles ligeros, menos humedad, menos humedad de combustibles y son más críticos en términos de iniciación y propagación de fuegos forestales.

Las orientaciones del norte, más sombreadas, tienen combustibles más pesados, temperaturas menores, humedad más alta y humedad de combustibles más alta. Los incendios en una pendiente orientada hacia el norte, normalmente se desplazan más lentamente aunque, debido a que predominan los combustibles pesados en esta orientación, pueden ser incendios más difíciles de controlar.

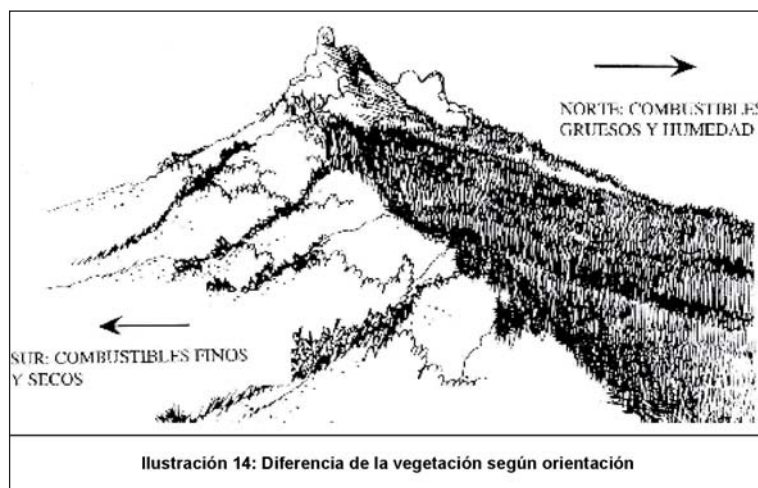


Ilustración 14: Diferencia de la vegetación según orientación



Pero sobre todo, la orientación de una pendiente determina la cantidad total de calor que recibe del sol. Este calentamiento cambia hora a hora, tal como el sol se desplaza a lo largo del día. Es decir, que a cada hora puede ser que el comportamiento del incendio sea diferente según el ángulo con el que incida en el suelo y caliente los combustibles.

La gráfica contigua, muestra por cada una de las cuatro orientaciones principales, el momento del día en que se alcanza el máximo calentamiento y comparativamente qué orientaciones se calientan más.

Es también este calentamiento procedente del sol, el que provoca un calentamiento diferencial de las masas de aire en contacto con las diferentes orientaciones generando lo que llamamos dinámica de los vientos topográficos.

A primera hora de la mañana, cuando empieza a salir el sol, calienta en primer lugar las partes altas de las crestas generando una diferencia de temperatura con las partes bajas de las vertientes y los valles. Estas diferencias de temperatura entre las superficies hacen que el aire fluya de las superficies bajas y frías a las altas y calientes, ascendiendo por las vertientes, mientras que empuja el aire de las cimas hacia el centro del valle. Este hecho continúa produciéndose a medida que el sol se va levantando calentando cada vez más y manteniendo la diferencia de temperatura entre las superficies.

Entre el mediodía y la media tarde, se alcanza el máximo calentamiento, pero continúa habiendo diferencias de temperatura debido a la distancia de incidencia del sol y todo el valle tiene vientos ascendentes desde el llano.

Por la tarde, cuando el sol empieza a ponerse, las partes altas, más abiertas y desprotegidas, al tener la tierra escasa inercia térmica, son las que antes se enfrían. Entonces el aire cambia su sentido y empieza a desplazarse desde las cimas hacia los valles, empujando el aire caliente hacia arriba por el centro de la olla topográfica. Hacia media noche todo el valle tiene vientos descendentes de compensación con los llanos.

La velocidad de los vientos topográficos diurnos oscila entre 3 y 8 km/h, mientras que los vientos nocturnos se sitúan entre 5 y 13 km/h. El máximo en los vientos ascendentes se da en torno a media tarde y en los descendentes poco después de medianoche. El cambio de sentido del viento se da por la noche de forma gradual y en este intervalo suele estar calmado durante una hora o más.

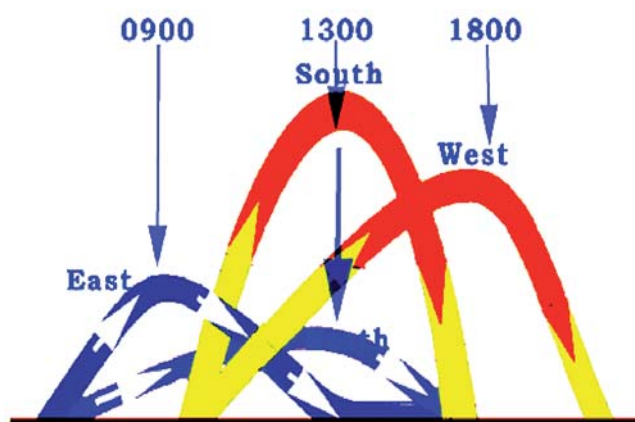


Gráfico 2: Insolación según orientación a lo largo del día

## ELEVACIÓN (m)

La elevación es la altura del terreno respecto al nivel del mar, se expresa en metros. La elevación condiciona el tipo combustible, su cantidad y condición, también la meteorología de la zona y por lo tanto el comportamiento del fuego.

En un mismo incendio, si no hay grandes variaciones, es un factor determinante.

## LA FORMA DEL TERRITORIO

La configuración del terreno y su rugosidad, afectan a los patrones de viento, al régimen de precipitaciones, a la exposición del sol y, en definitiva, a todos los factores que determinan la propagación del

incendio. Así pues, un valle cerrado puede facilitar un itinerario del viento un poco diferente a la del viento predominante. La forma del territorio puede afectar también al itinerario de la propagación, a la velocidad y a la intensidad de los incendios forestales. Hay que estar pues muy atentos a los fenómenos que se pueden dar en las siguientes situaciones:

**Barranco encajado** - Los fuegos que empiezan muy cerca de la base de un barranco encajado reaccionarán como una madera que se está quemando, una estufa o una chimenea. El aire será absorbido hacia dentro desde el fondo del barranco creando fuertes ráfagas vertiente arriba, facilitando una rápida propagación del fuego. Este efecto puede desencadenar un comportamiento extremo del fuego y puede ser muy peligroso.

**Valles estrechos** - Un incendio situado en un valle estrecho y abrupto puede propagarse fácilmente en los combustibles del lado opuesto. El itinerario del viento seguirá normalmente la forma del valle. Son normales el remolino de viento y un gran movimiento de aire pendiente arriba. El viento superficial normalmente sigue el itinerario del valle, que puede ser diferente del viento predominante.



Ilustración 15: Viento en un barranco



Ilustración 16: Viento de valle o cañón

**Valles anchos** - El itinerario del viento general puede estar alterado por el itinerario del valle. No son frecuentes cenizas que cruzan el valle, excepto con fuertes vientos. Hay notables diferencias entre las condiciones generales del incendio en las vertientes norte o sur.

**Crestas** - Los incendios que se dan en una cara de la montaña pueden cambiar de itinerario cuando se caen

hacia una vaguada. Este cambio de itinerario se produce por el flujo de aire que circula por el valle.

**Cuello** - El viento soplando a través de un collado o paso entre una cordillera de montaña, puede aumentar de velocidad a medida que pasa a través del área estrecha y expandirse en el lado de sotavento (favoreciendo el viento) con la probabilidad de remolinos.

**Los cuellos** facilitan los cambios de velocidad en la propagación del incendio ya que los incendios se impulsan a través de los collados más rápido cuando el incendio va pendiente arriba. Las crestas no tan sólo dividen el terreno, sino que cuentan con condiciones de viento diferentes a cada uno de los lados. Eso es especialmente cierto en las regiones costeras donde los patrones meteorológicos son cambiantes.

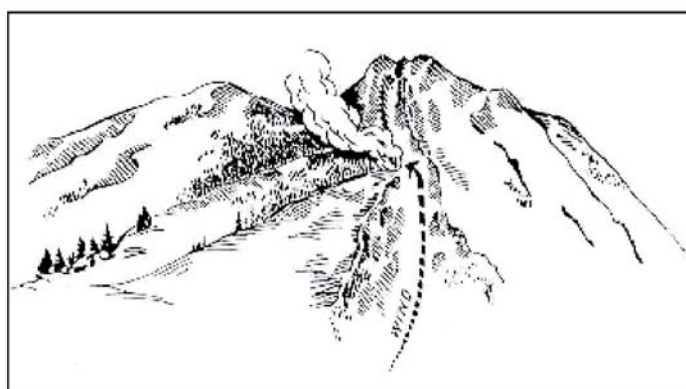


Ilustración 17: Fuego en un collado

# METEOROLOGÍA

Los principales factores meteorológicos que hay que tener en cuenta son la temperatura, la humedad relativa y el viento.

## LA TEMPERATURA

Es la representación sobre una escala del grado de agitación de las moléculas del aire. Cuando más caliente está el aire mayor agitación. La temperatura se mide en grados y en función de la escala utilizada éstos pueden ser Celsius, Kelvin, Fahrenheit...

La temperatura del aire y su contenido en humedad tiene un efecto directo en la forma en que quemará el incendio. A más temperatura más fácilmente perderán humedad los combustibles muertos.

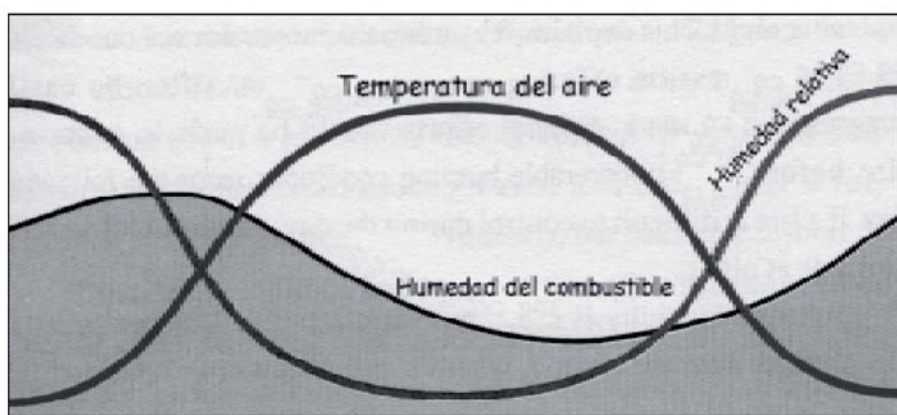
Hay que señalar que la temperatura del aire también tiene su efecto sobre los operarios. Tenemos que tomar medidas de seguridad cuando se combatan incendios en días de mucho calor.

## LA HUMEDAD RELATIVA

Es el contenido de agua de la atmósfera expresada en % en relación a la atmósfera saturada (al 100%). El vapor de agua es un elemento común en la naturaleza, afectando a la humedad que contienen los combustibles. El aire que rodea los combustibles húmedos absorbe su humedad y la traspasa a los combustibles más secos. Los combustibles más verdes y húmedos no queman fácilmente, pero sí se inflaman fácilmente si están muy secos. Normalmente, el aire está más seco durante el día que por la noche. Es más normal que los incendios se propaguen más lentos por la noche, ya que los combustibles más ligeros (de menos horas de retraso) absorben humedad del aire durante la noche, que es más húmedo.

La absorción de humedad de los combustibles, los vientos pendiente abajo, las bajas temperaturas y cualquier otra diferencia meteorológica entre el día y la noche pueden ayudar a los operarios cuando se hace de noche. Eso implica el por qué un incendio en condiciones normales aguanta los esfuerzos de extinción durante el día, pero puede apagarse cuando es de noche. Se tiene que hacer un esfuerzo especial para poder contener un incendio antes de que aparezcan las condiciones más desfavorables al día siguiente. Si un incendio es difícil de controlar durante el día, tendremos que desplegar el máximo de efectivos posibles para la noche.

La humedad relativa a nivel del suelo es un factor meteorológico muy relacionado con la extinción, ya que influye en el comportamiento del incendio y en los combustibles. La estación, el momento del día, la pendiente, la orientación, la altura, las nubes y la vegetación provocan importantes variaciones de la humedad relativa. Si la humedad relativa es del 30% o menor, el peligro de incendio es crítico y es posible que se dé un comportamiento del incendio extremo.



**Gráfico 3: Temperatura/humedad relativa para un período de 24 h**

En el gráfico 3 se muestra el mediodía, medianoche, y mediodía del siguiente día. Una curva representa la temperatura y la otra, la humedad relativa.

A primeras horas de la mañana, la temperatura es baja y la humedad relativa es elevada, aunque seguramente habrá alcanzado su máximo en torno a las 4 h solares, es decir las 6 h oficiales si se trata del verano. Mientras el sol va subiendo, la temperatura va aumentando y la humedad relativa va disminuyendo. Cuando la temperatura llega a su máximo del día (normalmente por la tarde) la humedad relativa disminuye hasta el mínimo. En este momento se da la humedad mínima en los combustibles finos. Cuando el sol va bajando, la temperatura cae y la humedad relativa empieza a subir de nuevo.

## EL VIENTO

Con respecto al viento tenemos que diferenciar los vientos generales o de gradiente de los vientos locales. En ambos casos los principales parámetros a observar son la dirección (° con respecto al N, se indica de allí dónde sopla) y la velocidad del viento (km/h; m/s).

Cuanto más fuerte sea el viento, más rápida será la propagación del incendio. El viento tiene un triple efecto:

- Aporta oxígeno en forma de aire que alimenta la combustión
- Extiende (o curva) las llamas para poder calentar los combustibles situados por delante del frente del incendio.
- Hace volar pavesas por delante del fuego principal que pueden provocar focos secundarios.

El viento es el principal factor que influye en la propagación del incendio. Aún así, hay que considerar la interacción de la meteorología (en este caso el factor viento) con la topografía, que condiciona la dinámica de vientos en la zona.

Hay diferentes sistemas de clasificación de los vientos según su intensidad. El sistema más utilizado y también más intuitivo, es la famosa escala de Beaufort. Podemos decir que es un lenguaje internacional para hablar de intensidad de viento. Con todo, resulta más comprensible para el personal dar estos parámetros en velocidad (km/h).

Tabla 2: Escala de Beaufort adaptada a los incendios forestales

Nº de Beaufort	Nombre	Velocidad km/h	Descripción
0	Calma	0-1	El humo sube verticalmente
1	Aire ligero	1-5	El humo se extiende lentamente
2	Brisa ligera	6-11	Se nota el viento en la cara y hace mover las hojas de los árboles
3	Brisa ligera	12-19	Las hojas y los brotes de los árboles se mueven. También las banderas
4	Brisa Moderada	20-28	Se levanta polvo y vuelan papeles. Las ramas ya se mueven
5	Brisa Fresca	29-38	Los árboles jóvenes se balancean
6	Brisa Fuerte	39-49	Se mueven los árboles grandes y silban los cables eléctricos
7	Viento	50-61	Los árboles grandes se balancean. Dificultad para avanzar cara al viento
8	Viento Fuerte	62-74	Las ramas se rompen y caminar cara al viento no es posible
9	Ventolera	75-88	Árboles caídos y pequeños destrozos en las casas
10	Viento muy fuerte	88-101	
11	Vientos huracanados	102-120	Árboles arrancados y casas destruidas
12	Huracán	+120	

## VIENTOS GENERALES O DE GRADIENTE

Son vientos a gran escala, los ocasionados por sistemas de altas y bajas presiones. La causa principal de su creación es el movimiento de la tierra, y en consecuencia la variación de presión.

Para denominar un cierto viento, o bien se habla del sector geográfico concreto desde donde sopla, o bien se le da un nombre propio. En general existen muchos nombres para designar los vientos, dependiendo tanto del ámbito geográfico como de las situaciones meteorológicas determinadas. Sin embargo, los nombres genéricos que cogen en la rosa de los vientos son los siguientes:



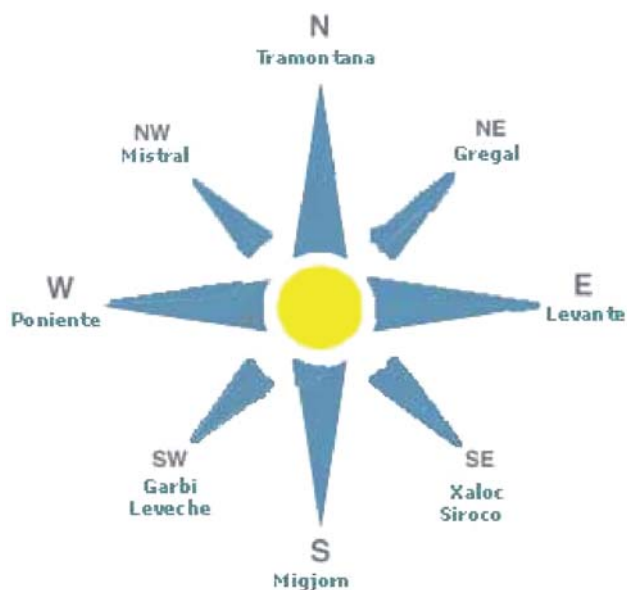


Ilustración 18: Rosa de los vientos

Sectores (en grados sexagesimales) que corresponden a cada viento:

Viento del norte o tramontana (N): de  $337.5^\circ$  a  $22.5^\circ$   
 Viento del norte-este o gregal (NE): de  $22.5^\circ$  a  $67.5^\circ$   
 Viento de este o levante (E): de  $67.5^\circ$  a  $112.5^\circ$   
 Viento de sur-este o siroco (SE): de  $112.5^\circ$  a  $157.5^\circ$   
 Viento de sur o migjorn (S): de  $157.5^\circ$  a  $202.5^\circ$   
 Viento de sur-oeste o leveche (SW): de  $202.5^\circ$  a  $247.5^\circ$   
 Viento de oeste o poniente (W): de  $247.5^\circ$  a  $292.5^\circ$   
 Viento de norte-oeste o cierzo (NW): de  $292.5^\circ$  a  $337.5^\circ$

A veces, cuando la dirección del viento oscila en más de 45 grados, se habla de:

Viento de componente norte (entre  $315^\circ$  i  $45^\circ$ )  
 Viento de componente este (entre  $45^\circ$  i  $135^\circ$ )  
 Viento de componente sur (entre  $135^\circ$  i  $225^\circ$ )  
 Viento de componente oeste (entre  $225^\circ$  i  $315^\circ$ )

El efecto Foëhn es un viento seco, característico del lado de sotavento de los macizos montañosos.



Ilustración 19: Efecto fohën

Es frecuente, pero no siempre, durante la estación cálida. Los vientos Foëhn normalmente son bastante fuertes y constantes, con velocidades de 60 a 100 km/h pero pueden llegar a 150 km/h. Usualmente, la humedad relativa caerá con el comienzo de los vientos Foëhn, y se producirá una disminución en la humedad del combustible. Un viento típico Foëhn en España es el cierzo o mistral del Valle del Ebro después de superar la cordillera Cantábrica. Este viento es el principal responsable de los grandes incendios en Tarragona y Castellón. Otro ejemplo sería el Fogony en el Pallars provocado por un viento del norte después de superar los Pirineos, o el viento del sur en Cantabria después de superar la Cordillera Cantábrica y Picos de Europa.

## VIENTOS LOCALES: MARINADAS, TERRALES Y TOPOGRÁFICOS

Los vientos locales son producto del calentamiento diferenciado del territorio. Destacan los siguientes: las marinadas o brisas marinas, los terrales y los vientos topográficos.

**La marinada o brisa marina.** Es un viento diurno. La tierra, que se calienta más rápidamente que el mar, hace aumentar la temperatura de la masa de aire que tiene por encima. Este aire más caliente se eleva y es sustituido por el aire más frío situado sobre el mar. Es un flujo continuo que aumenta a lo largo del día, pudiendo llegar a los 30-40 km/h.



**El Terral o brisa terrestre.** Es un viento nocturno. El mar tiene más inercia térmica que la tierra, es decir le cuesta más ganar y ceder temperatura. Por la noche, el mar mantiene más la temperatura adquirida a lo largo del día y calienta el aire que tiene por encima. En tierra se origina un flujo de aire frío hacia el mar que sustituye la masa de aire situada sobre éste. La velocidad más habitual se encuentra entre 5 y 15 km/h.

Las marinadas y los terrales son en realidad la versión diurna y nocturna respectivamente de un mismo movimiento de viento. El mapa diario de direcciones de viento en el litoral tiene forma de 8, característico en cada zona de Catalunya.

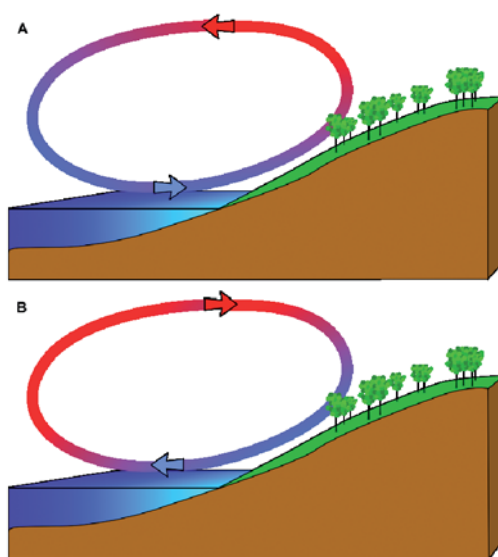
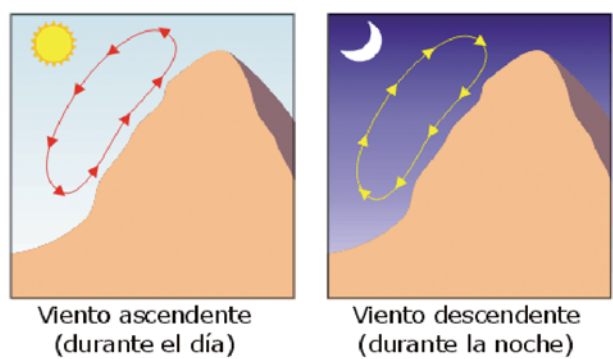


Ilustración 20: Esquema de dinámica de vientos de marinada (día) imagen superior. Terral (noche) imagen inferior.

Normalmente, estos vientos se detienen en la sierra litoral, pero en Catalunya penetran hacia el interior a través de los valles importantes como el del Ebro, o el del Llobregat, etc.

Con respecto a los vientos topográficos de vertiente y de valle, se dan en sitios con relieve donde se produce el efecto diferencial del calentamiento del terreno. La pauta general es tener vientos diurnos ascendentes y vientos nocturnos descendentes.

La velocidad de los **vientos topográficos** diurnos oscila entre 15 y 25 km/h, mientras que los vientos nocturnos se sitúan entre 3 y 8 km/h. El máximo en los vientos ascendentes se da alrededor de la media tarde y en los descendientes poco después de medianoche. El cambio de sentido del viento se da por la noche de forma gradual y en este intervalo suele estar calmado durante una hora o más.



Para entender la dinámica de los vientos tendremos en cuenta los siguientes aspectos:

- El viento es un fluido y se comporta como tal.
- El aire fluye de las superficies frías a las calientes.
- Las vertientes S y W, por estar más expuestas a la radiación solar, se calientan más que otras orientaciones y las rachas de viento son más fuertes.

- Los accidentes topográficos hacen variar la dirección y la velocidad del viento.

Algunos de los riesgos asociados con estas tipologías de viento se describen a continuación.

Durante la media tarde, cuando los vientos de vertiente arriba se encuentran en su máximo, pueden causar que un fuego que esté quemando en una vertiente experimente una rápida propagación del fuego.

Por la noche, si el viento descendente fluye lo bastante fuerte, un fuego en la vertiente empezará a correr saliéndose por abajo. Los vientos descendentes raramente provocan condiciones peligrosas, pero hay que considerar la intensidad de este factor.

Sin embargo, también hay que valorar otros parámetros como:

- **días desde la última lluvia** (permite valorar la disponibilidad del combustible)
- **nubosidad** (para conocer la radiación incidente en la vegetación y de esta forma deducir el grado de disponibilidad de ésta)
- **estabilidad atmosférica** que se define como la resistencia del aire al movimiento vertical. Cuando el aire es estable, hay muy poco movimiento hacia arriba o abajo y se produce una mezcla escasa.

Los fuegos forestales están muy condicionados por el aire, que en definitiva es un movimiento atmosférico. El primer punto a tener en cuenta incluye los vientos superficiales con su temperatura y humedad. No tan comunes, pero igual de importantes, son los movimientos verticales que afectan a los incendios de formas diferentes. La estabilidad del aire puede avivar o amainar el movimiento vertical del aire. Si el aire es inestable, se producirá su ascensión, soplará aire por los lados del incendio y hará que aumente la intensidad. El aire inestable también afectará indirectamente en el comportamiento del incendio. Los vientos tienden a ser turbulentos y arremolinados, provocando un comportamiento errático del incendio; las tormentas tienden a desarrollar fuertes movimientos ascendentes y descendentes.

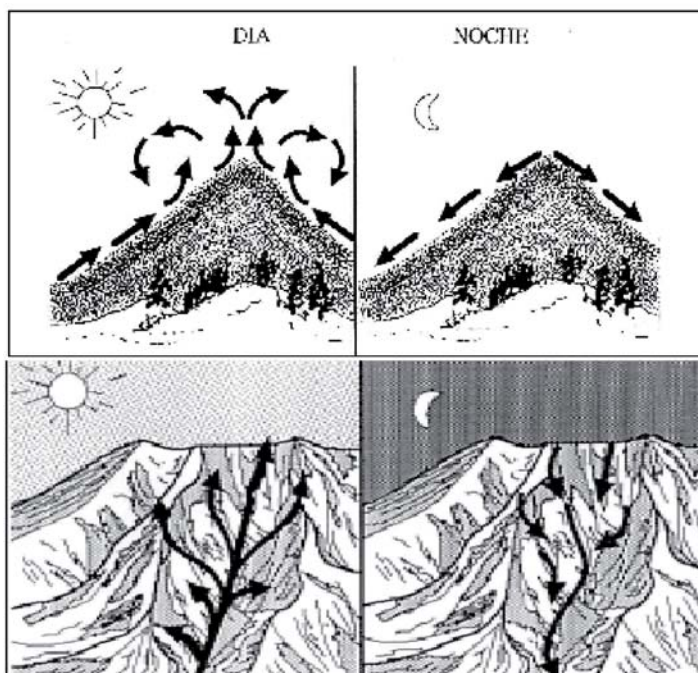


Ilustración 22: Dinámica día-noche de los vientos topográficos

**Tabla 3: Indicadores visibles de atmósfera estable/inestable**

Indicadores visibles de aire estable/inestable	
Estable	Inestable
Las nubes en forma de capas, sin movimiento vertical; nubes tipo Estrato	Las nubes crecen verticalmente; nubes del tipo Cúmulo
La columna de humo se dispersa después de elevarse un poco	Corrientes ascendentes y descendientes; el humo se eleva a gran altura; vientos arremolinados
Pobre visibilidad a nivel bajo debido a la acumulación de neblina y humo	Buena visibilidad
Vientos en calma Enfriamiento a poca altura; capas de niebla	Remolinos de polvo Calentamiento a poca altura

- **Punto de rocío**, temperatura a la cual el vapor de aire condensa, es un indicador de la humedad absoluta de la masa de aire. Cuanto más baja es la temperatura de rocío, la humedad absoluta de la masa de aire es menor. El seguimiento de la evolución de la temperatura de rocío permite identificar los cambios en la masa de aire, y por lo tanto, los momentos de gran inestabilidad atmosférica.

- **La sequía acumulada**, indica la disponibilidad de los combustibles gruesos y de la hojarasca más profunda para quemar, así como la cantidad de necromasa nueva generada por los vegetales vivos. El grado de sequía y la velocidad a la que ha progresado, señala en qué condiciones pueden ocurrir propagaciones de fuego extremas, y qué tipo de comportamiento del fuego se puede esperar.

Después de esta amplia reflexión se concluye que en el incendio influyen tanto las condiciones del día en que se declara como el tiempo que ha hecho durante los días anteriores a éste.

Una forma de conocer (aunque sea de forma aproximada) el riesgo de propagación del fuego forestal es identificando la disponibilidad del combustible fino y muerto (< 6 mm de diámetro, constituido fundamentalmente por gramíneas y acículas de pino), ya que se trata de uno de los factores más importantes de los incendios forestales en general, pues la acumulación de combustible por periodos largos de no gestión hace que éste acabe siendo el combustible dominante. Este combustible permite la conducción del fuego en años normales, de precipitaciones importantes o de sequías medias. En años de sequía, el resto de la vegetación también favorece la propagación.

Como norma, este material se clasifica como de 1 hora de retraso. Eso quiere decir que este combustible tarda una hora en secarse o una hora en mojarse dependiendo de la humedad atmosférica dominante. Es pues, el responsable de que los fuegos quemen mejor de día que de noche. Ojo sin embargo, ya que es el responsable de las reproducciones, pues una hora después de mojado ya puede volver a estar seco.

La humedad ambiental es la que determina la capacidad de quemar de este combustible, ya que condiciona su humedad. De hecho, y entendiendo esta regla de forma orientativa, la humedad del combustible fino muerto se alcanza dividiendo la humedad ambiental por 5, ahora bien, existen unas tablas que permiten ajustar este valor y que se exponen a continuación:

#### A) Cálculo aproximativo de la Humedad del Combustible Fino muerto (HCF)

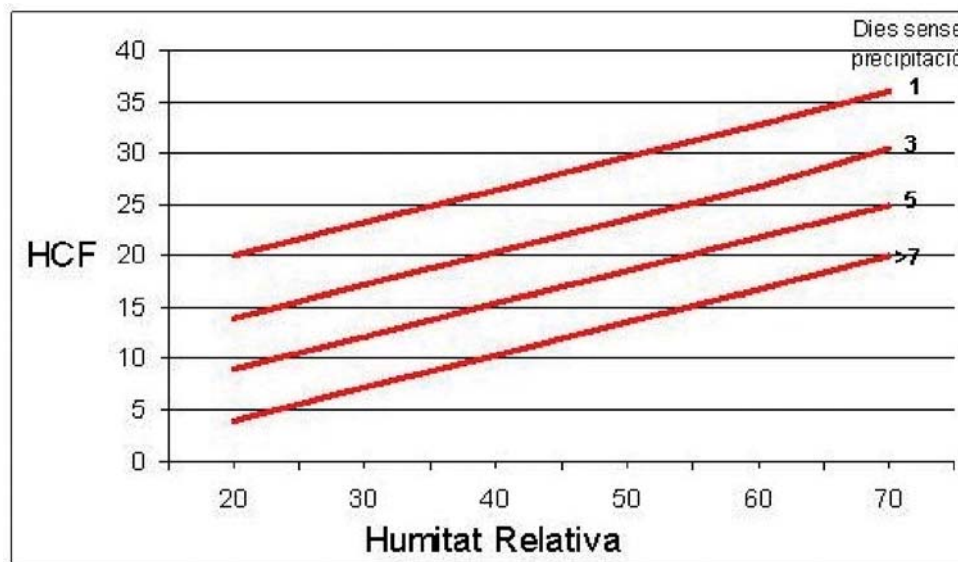


Gráfico 4: Tabla de cálculo de HCF según la humedad relativa y los días previos sin precipitación

De forma más esmerada se puede hacer el mismo cálculo pero a partir de las tablas que se exponen a continuación:

#### B) Cálculo esmerado a la baja de la humedad de los combustibles finos muertos (ver bloque apartado 12).

##### Hoja tipificada de Cálculo de la HCF

\* Los datos que se solicitan en esta hoja se extraen de las tablas que se exponen a continuación

Punto de proyección

Día o noche

#### Cálculos durante el día

- 1.-Temperatura °C
- 2.-Humedad Relativa (%)
- 3.-HCF de referencia (tabla sin cor.)
- 4.-Mes del año
- 5.-Expuesto o sombreado
- 6.-Hora
- 7.-Cambio de elevación
- 8.-Orientación de proyección
- 9.-Pendiente
- 10.-Corrección en % de la HR (Tablas)
- 11.-HCF resultando ( 3+10)

### Cálculos durante la noche

- 1.-Temperatura °C
- 2.-Humedad Relativa (%)
- 3.-HCF de referencia (tabla sin cor.)
- 4.-Hora
- 5.-Cambio de elevación
- 6.-Orientación de proyección
- 7.-Orientación del sitio de calculo
- 8.- Corrección sitio proyección en %
- 9.- Corrección sitio de cálculo
- 10.- HCF corrección (8-9)
- 11.- HCF resultando (3+10)**

## ÁREA DE ALTAS Y BAJAS PRESIONES

**Áreas de altas presiones:** Están formadas por isobaras elípticas, con valores crecientes de la presión desde la periferia hacia el centro. Corresponden a situaciones anticiclónicas de gran extensión, con vientos circulando a su alrededor en la llamada circulación anticiclónica, es decir en sentido horario en el hemisferio norte y al revés en el hemisferio sur. Corresponde a escenarios meteorológicos de buen tiempo.

**Áreas de bajas presiones:** Están formadas por isobaras circulares o elípticas, con valores decrecientes de la presión desde la periferia hacia el centro. Las depresiones o áreas de bajas presiones son de menor extensión que los anticiclones fijos y casi siempre son móviles, desplazándose de oeste a este. Los vientos giran a su alrededor siguiendo la llamada circulación ciclónica, es decir, en sentido antihorario en el hemisferio norte. La nubosidad y las precipitaciones acostumbra a ser abundantes.

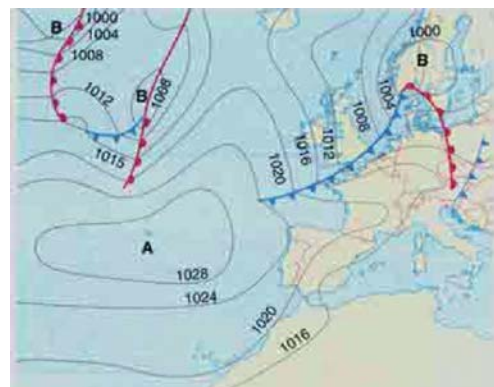


Ilustración 23: Mapa isobárico de situación anticiclónica.



Ilustración 24: Mapa isobárico de situación ciclónica.

## SISTEMAS METEOROLÓGICOS: MASAS DE AIRE Y FRENTE

La atmósfera no es homogénea. Se encuentra dividida en grandes cuerpos o masas de aire, que se diferencian las unas de las otras atendiendo a características termodinámicas: temperatura y humedad.

Las masas de aire se trasladan fuera de sus regiones de origen, obedeciendo las leyes de la circulación general atmosférica y modifican sus propiedades al moverse por otras regiones. La clasificación de estas masas responde a las regiones de origen (región fuente), de forma que podemos diferenciar 4 grandes tipologías de masas de aire:



- **Aire ártico**
- **Aire polar**
- **Aire tropical**
- **Aire ecuatorial**

Las masas de aire se mezclan poco. Mantienen superficies de separación bastante definidas. Estas superficies de separación son las superficies frontales y su intersección con el suelo se llama frente. Existen diferentes tipologías de frente:

- **Frente estacionario:** Aquél en que las masas fría y cálida no avanzan la una contra la otra.
- **Frente móvil:** Entre ellos hay los siguientes:

**Frente frío:** El aire frío avanza sobre el cálido, lo desplaza y lo obliga a elevarse de forma violenta y desordenada. Provoca un cambio de la dirección del viento en dirección al viento asociado con el frente frío, con un aumento considerable de su fuerza. Al mismo tiempo va asociada una bajada drástica de la humedad relativa.

Los vientos asociados con un típico frente frío son:

- Vientos del sur-este al sur-oeste delante del frente;
- Vientos del oeste a norte-oeste detrás del frente con aire más frío.

Indicadores del paso de un frente frío:

- Se puede ver una línea de cúmulos aproximándose desde el oeste hacia el noroeste.
- Normalmente, los vientos cambian de sureste hacia suroeste, y aumentan la velocidad antes de la llegada del frente.
- Los vientos serán más fuertes, erráticos y racheados a medida que el frente os vaya atrapando.
- Los vientos continuarán girando a medida que el frente pase, normalmente resultan vientos fuertes, racheados y fríos del oeste y noroeste.

**Frente cálido:** El aire cálido avanza contra el frío, pero éste se resiste a ser desplazado enganchándose al suelo y ofreciendo a la cálida una pendiente suave por donde asciende, de forma ordenada y leve.

En las operaciones de extinción de incendios forestales hay que considerar esta posibilidad, pues el hecho de que el paso de un frente implique un cambio en la dirección del viento puede comportar un cambio de alineación de fuerzas y en definitiva del comportamiento del incendio (por ejemplo un flanco puede transformarse en cabeza del incendio).

## 5.9. CONCEPTOS COMPLEMENTARIOS

**Atmósfera.** Capa de aire que rodea la tierra donde tienen lugar los fenómenos meteorológicos. No es una masa homogénea, sino diferentes masas, con diferentes características físicas. Su composición consta de:

- Gas en proporciones fijas (O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, He...)
- Gas en proporciones variables (vapor de agua)
- Partículas en suspensión (cenizas, polen, esporas...)



Los principales gases son vapor de agua (que condiciona la humedad del combustible), el ozono (que absorbe la radiación) y el dióxido de carbono que provoca el efecto invernadero.

**Presión.** Fuerza por unidad de superficie que ejerce la columna de aire sobre un sitio determinado. Varía con la altitud, temperatura y humedad. El movimiento del aire es desde zonas de mayor presión a zonas de presión más baja, siguiendo un gradiente descendente. A menos presión el aire aumenta de volumen y disminuye su temperatura.

La presión varía: (1) al aumentar la temperatura, pues el aire se dilata, es más ligero que el aire ambiente y se eleva, por lo tanto la presión baja, (2) al variar la humedad del aire. A igual presión, un litro de vapor de agua es más ligero que un litro de aire seco. Así, en las regiones de fuerte evaporación, donde el vapor de agua aumenta su presencia en el aire, la presión baja.

**Circulación general atmosférica.** Por el hecho de que la tierra gira sobre sí misma, el aire está sometido a una serie de interacciones que hace que se mueva continuamente. Este movimiento se conoce como circulación general atmosférica.

Si la tierra no girara, el único motivo del desplazamiento del aire sería el térmico. Dado que el aire que se encuentra en el Ecuador es muy cálido, éste subiría por convección y dejaría que el aire frío procedente del polo ocupara su sitio.

En el Ecuador se formaría una zona de bajas presiones mientras que en los polos se formarían zonas anticiclónicas.

**Temperatura.** Parámetro indicador del estado de agitación molecular. Cuanto más alta es la agitación más alta es la temperatura. En general la temperatura del aire disminuye con la altura. El aumento de la temperatura en la atmósfera comporta una disminución de la humedad relativa. Su gradiente determina la división vertical de la atmósfera.

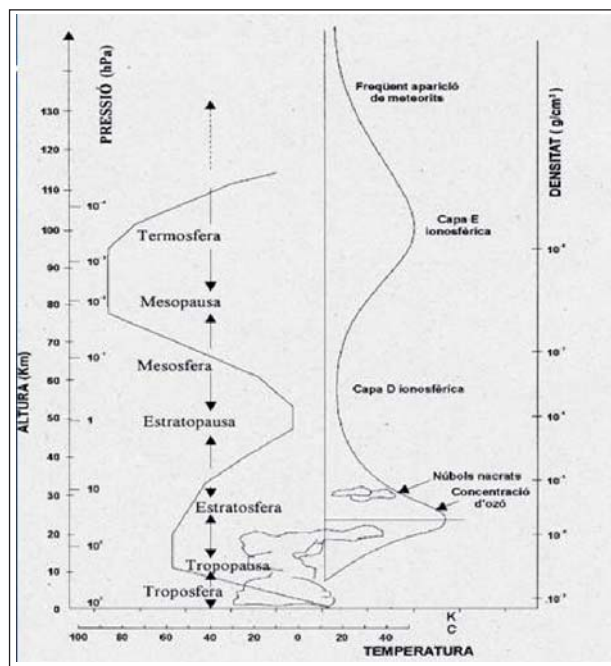


Gráfico 5: Perfil vertical de la atmósfera y la variación de la temperatura con la altitud.

**Inversión térmica.** Irregularidad en la distribución del gradiente vertical de temperatura en la atmósfera. La provoca el estancamiento de una capa de aire caliente en altura. Este fenómeno se asocia a situaciones de estabilidad.

Indicadores de inversión:

- Aire en calma
- Capas de niebla hasta una cierta altitud
- Las columnas de humo suben hasta la capa de inversión
- Visibilidad reducida en los valles

En condiciones de inversión, el humo y los gases calientes generados por un fuego subirán tan sólo hasta que su temperatura iguale la del aire de sus alrededores; entonces, el humo se extiende y se propaga horizontalmente debido a que ha perdido su empuje frío.

Las inversiones formadas por la noche son conocidas como inversiones nocturnas, o inversiones superficiales. Las inversiones nocturnas son importantes en el comportamiento del fuego y son frecuentes durante tiempo calmado y fijo. Normalmente son fáciles de identificar debido a que atrapan humo, impurezas y gases y provocan baja visibilidad en los valles.

Una inversión se eleva o se rompe como resultado de la irrupción de vientos en el aire estable. Cuando una inversión empieza a elevarse o romperse, la masa de aire pasa de estable a inestable. El comportamiento de un incendio cuando se da una inversión puede cambiar radicalmente cuando la capa de inversión se destruye. Las inversiones acostumbran a elevarse a la misma hora cada día. Toma nota de este patrón; te ayudará a "predecir" lo que puede suceder en un incendio.

Una inversión también puede causar condiciones peligrosas de vuelo debido a la baja visibilidad, y se pueden restringir operaciones normales de vuelo.

**Tormenta.** Es un temporal local y violento producido por una nube Cumulonimbus. Suelen ir acompañados por lluvia, rayos y vientos fuertes y cambiantes. Este fenómeno es importante en el Mediterráneo, ya que es el origen de las igniciones causadas por tormentas secas y facilitan el crecimiento de otras que estén en funcionamiento.

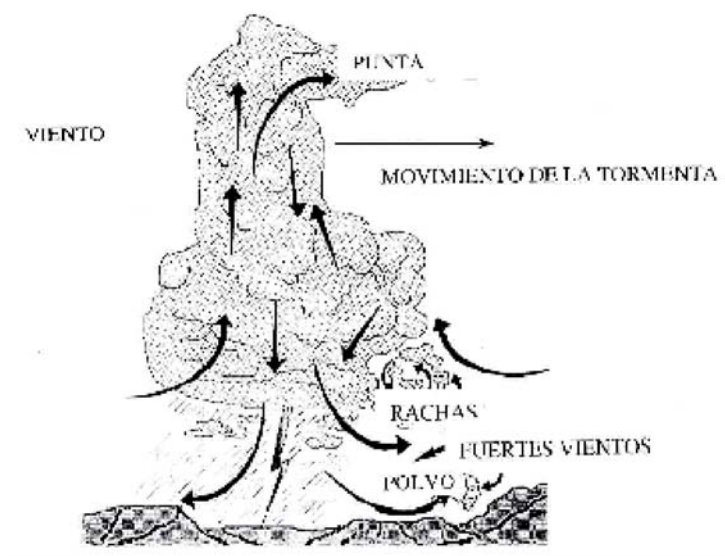


Ilustración 29: Dinámica de vientos en una situación de inestabilidad con tormenta

Indicadores visuales para reconocer una tormenta:

- Nubes cúmulos de gran altura que tienen apariencia de coliflor
- Base de la nube, plana y oscura
- Presencia de “calabobos” o “virga” (lluvia que no llega a caer al suelo)
- Generalmente, la dirección del movimiento de la tormenta está en la dirección de los vientos en altura. Podemos saber hacia dónde se mueve la tormenta observando la punta del yunque
  - Los vientos descendentes de las tormentas que llegan al suelo, normalmente se propagan radialmente, en todas las direcciones. Estos vientos son de 40 a 65 km/h y pueden llegar a los 100 km/h
  - Los vientos superficiales de una tormenta serán más fuertes en la dirección donde la tormenta se está produciendo.
  - La velocidad y dirección del viento de las tormentas pueden ser alteradas por la topografía y la vegetación.

# COMBUSTIBLES FORESTALES

## COMBUSTIBLES FORESTALES

### DEFINICIÓN

Definimos combustible forestal como toda aquella biomasa, viva o muerta capaz de arder.

Hay que considerar que es el único componente del triángulo del fuego sobre el que podemos llegar a actuar, ya que no lo podemos hacer ni sobre el tiempo atmosférico, ni sobre la topografía.

La naturaleza y el tamaño del combustible determinan cómo quemará, la cantidad de humedad que retendrá y la velocidad con que recuperará o perderá humedad.

En la naturaleza podemos diferenciar dos grandes tipologías de combustibles: los vivos y los muertos.

**Los combustibles vivos:** se mueven en un rango de humedad que va del 100 hasta el 300%, esta cantidad depende de forma básica del estado vegetativo y la estación del año. Tienen la capacidad de autorregular, hasta cierto punto, su contenido de agua independientemente de la humedad exterior (capacidad de regulación estomática). A pesar del ambiente sea seco pueden mantener sus tejidos hidratados y, por lo tanto, será más difícil que quemen.



**Ilustración 30:** Si falta uno de los factores no se puede dar el fuego

**Los combustibles muertos:** la humedad del combustible muerto no sobrepasa el 30% y puede bajar hasta valores inferiores al 5%. El combustible muerto siempre se encuentra en equilibrio higroscópico con el aire porque no tienen capacidad de regulación, depende siempre de la humedad ambiental. Dentro de este grupo se incluyen:

- Combustibles muertos finos o ligeros: hierbas secas, acículas y ramillas muertas.
- Combustibles muertos pesados: troncos, ramas, raíces.

## DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL COMBUSTIBLE

La continuidad horizontal y vertical son conceptos referidos a la forma en que se sitúan los combustibles en el medio forestal. La continuidad horizontal y la distribución vertical pueden clasificarse de la forma siguiente:

### Continuidad horizontal

- **Combustibles uniformes:** incluye todos los combustibles distribuidos de forma homogénea en un área determinada.
- **Combustibles dispersos:** Distribución del combustible irregular en una determinada área o áreas, con rupturas o barreras definidas, como afloramientos rocosos, suelo mineral o áreas con otro tipo de combustible dominante menos inflamable o una estructura de vegetación diferente.

### Distribución vertical

Conceptos básicos:

- Combustibles aéreos: son todos los materiales vivos o muertos situados en la parte más alta de la cubierta, incluyendo ramas de árboles y copas, árboles muertos y arbustos altos.
- Combustibles superficiales: son todos los materiales combustibles dispuestos encima o inmediatamente por encima del suelo incluyendo las hojas, hojarasca, troncos caídos, grandes ramas y matorrales.
- Combustibles del suelo: son todos los combustibles debajo de la superficie, también humus, raíces de árboles, etc.



Ilustración 31: Continuidad vertical (izquierda) y horizontal (derecha)

La continuidad vertical se define por la escalera del combustible. La continuidad vertical implica facilitar el ascenso del fuego por los combustibles aéreos. La falta de escalera o de continuidad vertical permite que, excepto en incendios especialmente intensos, el fuego se mantenga en superficie.

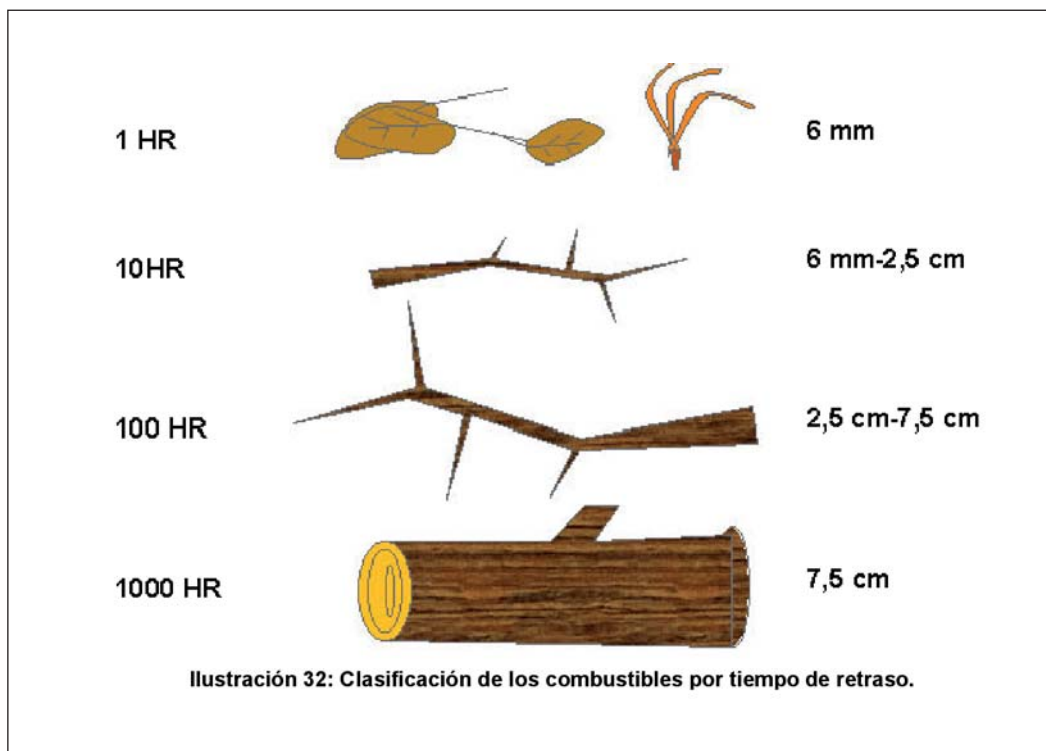
## CARGA DE COMBUSTIBLE Y DISPONIBILIDAD DE COMBUSTIBLE

Cantidad total de combustible acumulado en un área forestal. La carga de combustible contempla el combustible disponible (carga total disponible para ser consumida por el fuego) y el combustible residual (fracción de combustible que queda después del paso del frente de fuego).

## TIEMPO DE RETRASO

Es el tiempo que tarda el combustible muerto en equilibrar su contenido de humedad con la humedad relativa ambiental. Este parámetro se mide en horas y depende en gran medida de la forma y el tamaño del combustible. Hay combustibles de 1 HR (< 6 mm de diámetro); como hierbas, pinocha y hojas; 10 HR (6 mm - 2,5 cm.), como las ramas pequeñas; 100 HR (2,5 - 7,5 cm.), ramas mayores, restos de podas y 1000 HR (7,5 - 20 cm.) como cepas y troncos de árboles.

Así pues, los combustibles de 1 HR y 10 HR son más plásticos y reaccionan más rápidamente a los cambios del HR ambiental, se secan y humedecen a un ritmo parecido al de la atmósfera, al contrario que los combustibles de 100 HR y 1000 HR, que son mucho más lentos para equilibrar su contenido de humedad a la del ambiente





## MODELOS DE COMBUSTIBLE (ROTHERMEL, 1973)

Para poder modelizar el fuego se ha hecho una clasificación de **combustible basada en el combustible que principalmente conduce el fuego**.

- PASTOS: Vegetación herbácea. Modelos desde el 1 al 3.
- MATORRAL: Todo tipo de matorral o chaparral. Los regenerados jóvenes o repoblaciones pasan por este estado sus primeros años. Modelos del 4 al 7.
- HOJARASCA BAJO ARBOLADO: Acículas de pino, sotobosque de encina, roble o haya, etc. Modelos del 8 al 10.
- RAMAJE: Ramas y puntas de copa dejadas en el sotobosque, así como los troncos de los árboles pequeños después de los clareos. Modelos desde el 11 al 13.

### MODELO 1 GRUPO PASTOS



Foto 14: Modelo 1

Este modelo es típico de las dehesas, rastrojos, prados y pastos naturales.

Comportamiento del fuego:

El incendio es conducido por el pasto, por las plantas herbáceas. La velocidad de propagación es muy alta. Si existe arbolado no se ve afectado por el incendio.

Descripción del modelo:

La vegetación esta constituida por plantas herbáceas tipo pastos finos, secos y bajos, de una altura general por debajo de la rodilla (menos de 40 cm.), con una continuidad muy alta, cubriendo completamente el suelo. Puede haber algunas plantas leñosas dispersas (árboles o matorrales), pero que en conjunto no superan 1/3 de la superficie considerada.

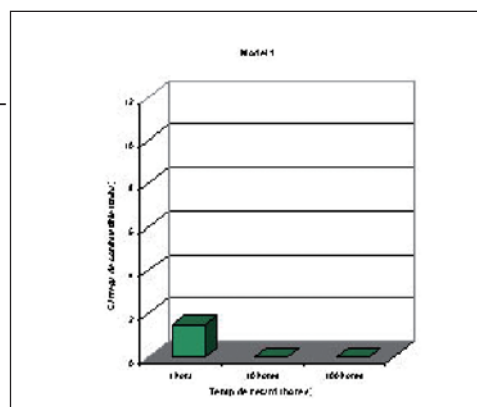


Gráfico 6: Carga de combustible de 1, 10 y 100 h del modelo 1

### MODELO 2 GRUPO PASTOS

Descripción del modelo:

El incendio es conducido por plantas herbáceas finas, secas y bajas, que cubren totalmente el terreno. Puede existir una cantidad variable de plantas leñosas (matorrales, árboles) que pueden llegar a ocupar de 1/3 a 2/3 de la superficie considerada.



Foto 15: Modelo 2

Pastos con árboles y arbustos dispersos, vegetación situada en los márgenes de los campos y caminos, primeros estadios de regeneración después de un incendio.

Comportamiento del fuego:

La propagación del fuego se encuentra condicionada, en cualquier caso, por las plantas herbáceas que forman el pasto. Las acumulaciones dispersas de combustible pueden incrementar puntualmente la intensidad del incendio, que en condiciones de fuego pueden originar focos secundarios.

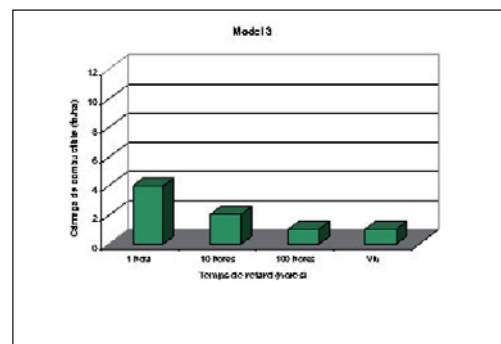


Gráfico 7: Carga de combustible de 1, 10, 100 horas y vivo del modelo 2

### MODELO 3 GRUPO PASTOS

Descripción del modelo:

Este modelo es un herbazal denso y alto (más de un metro), seco y continuo. Es difícil caminar entre la vegetación.

Éste es el modelo típico de los campos de cereales antes de la siega y cañizos.



Foto 16: Modelo 3

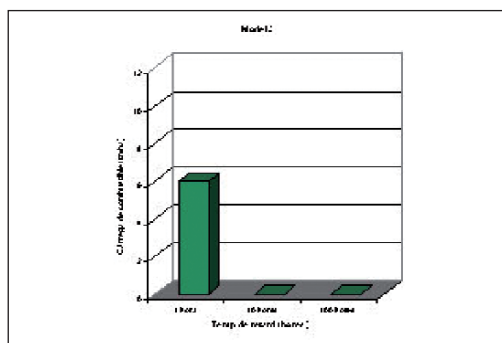


Gráfico 8: Carga de combustible de 1, 10 y 100 h del modelo 3

Comportamiento del fuego:

El incendio lo conduce el herbazal, y puede pasar por encima del agua. La propagación es moderadamente rápida, y la intensidad es superior a la de los modelos anteriores.

### MODELO 4 GRUPO MATORRALES

Descripción del modelo:

Este modelo se encuentra constituido por matorral o también por regenerado joven y denso. La vegetación dominante es alta (2 m o más), con una gran continuidad vertical y horizontal, con presencia de ramas muertas en el interior.

Replantaciones jóvenes sin aclarar, etapas secundarias de regenerados abundantes después de incendios, máquias y carrascales envejecidos.



Foto 17: Modelo 4

### Comportamiento del fuego:

El incendio esta dominado por los matorrales o el arbolado joven. El fuego se propaga rápidamente por las hojas, ramas y partes altas de los matorrales, con grandes llamara-  
das y una alta intensidad de fuego. Se consume toda la hojarasca, y todo el combustible leñoso fino (vivo y muerto).

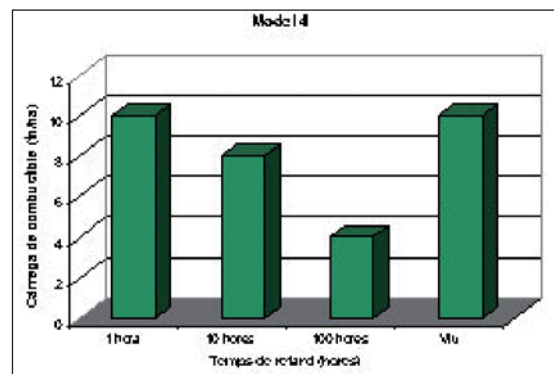


Gráfico 9: Carga de combustible de 1, 10, 100 horas y vivo del modelo 4

## MODELO 5 GRUPO MATORRALES

### Descripción del modelo:

Formado por un matorral denso, verde, de menos altura que el modelo anterior (< 1 m), que cubre completamente la superficie. Hay presencia de hojarasca procedente de los mismos matorrales en el suelo. Los matorrales acostumbran a ser jóvenes, con poco material muerto y hojarasca viva con pocos volátiles.

Máquias y carrascales bajos y degradados, pastos abandonados e invadidos por matorrales, regenerados pobres después de un incendio.



Foto 18: Modelo 5

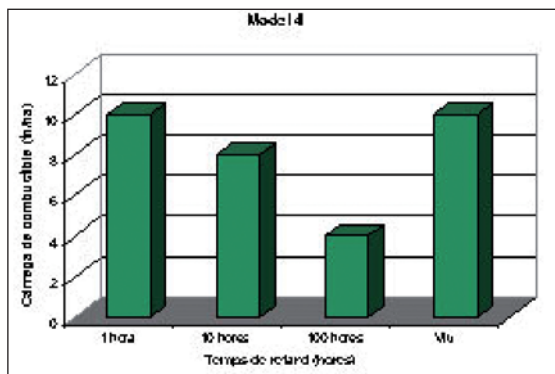


Gráfico 10: Carga de combustible de 1, 10, 100 horas y vivo del modelo 5

### Comportamiento del fuego:

El incendio se propaga principalmente por los combustibles superficiales, como la hojarasca y los pastos, sobre todo con vientos flojos. Fuegos de intensidad moderadas.

## MODELO 6 GRUPO MATORRALES

### Descripción del modelo:

Es muy parecido al modelo anterior, pero la vegetación esta muy envejecida, hay especies más inflamables, y plantas de tamaño mayor (de 0,6 o 1,2 metros), aunque los combustibles son más escasos y con menos continuidad, se encuentran más dispersos.



Foto 19: Modelo 6

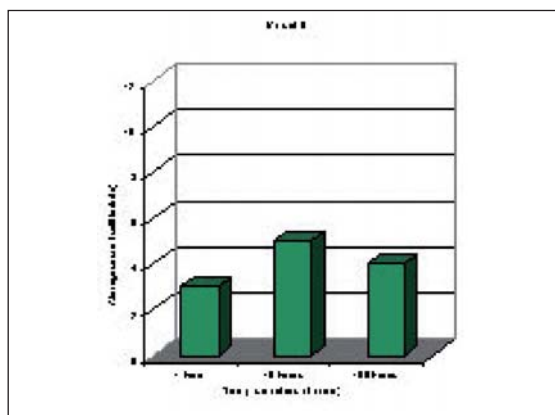


Gráfico 11: Carga de combustible de 1, 10 y 100 h del modelo

Matorrales de especies inflamables, en áreas con gran recurrencia de incendios.

Comportamiento del fuego:

El incendio se propaga por los matorrales ayudado por vientos de moderados a fuertes (<13km/h). Sin la ayuda del viento, el fuego sólo consumirá las partes bajas y los combustibles superficiales. En conjunto es más inflamable que el modelo anterior.

## MODELO 7 GRUPO MATORRALES

Descripción del modelo:

Se encuentra constituido por un matorral de especies inflamables de altura variable (0,5 a 2 m), situado como sotobosque en bosques principalmente de coníferas. Continuidad horizontal, en dos estratos principales diferenciados y separados verticalmente: un superior (los árboles del bosque) y otro medio que corresponde a los matorrales.

Bosques principalmente de coníferas, con una fracción de cabida cubierta y un sotobosque bien constituido.



Foto 20: Modelo 7

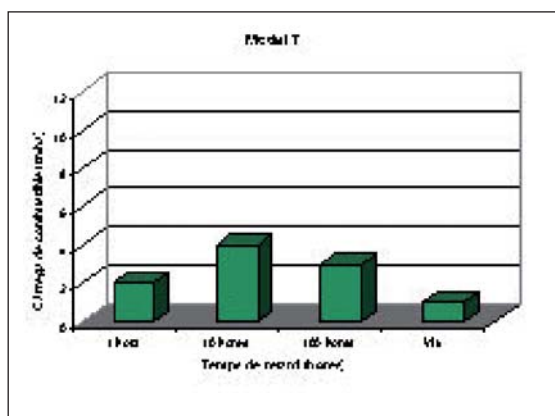


Gráfico 12: Carga de combustible de 1, 10, 100 horas y vivo del modelo 7

Comportamiento del fuego:

El incendio es conducido por el matorral, pero también por el combustible acumulado en el suelo forestal.

El fuego es capaz de no perder la sostenibilidad en humedad más alta del combustible muerto debido a la alta inflamabilidad de los combustibles vivos.



## MODELO 8 GRUPO HOJARASCA BAJO ARBOLADO

Descripción del modelo:

La vegetación se encuentra constituida por un bosque denso, donde falta el sotobosque y existe una clara discontinuidad vertical entre los combustibles superficiales y las copas de los árboles. El suelo está cubierto por una capa continua de hojarasca compactada.

Un buen ejemplo son los bosques densos de pino albar (*Pinus sylvestris*), o también de otros pinos con acículas cortas.



Foto 21: Modelo 8

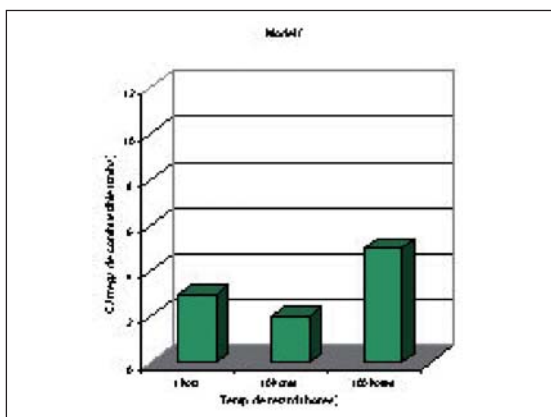


Gráfico 13: Carga de combustible de 1, 10 y 100 h del modelo 8

Comportamiento del fuego:

Se desarrollan incendios de baja intensidad, con llamas cortas y velocidades de frente de fuego lentas. Únicamente con condiciones ambientales muy negativas (humedad relativa muy baja, vientos fuertes y altas temperaturas), su comportamiento se puede convertir en peligroso.



Foto 22: Modelo 9

## MODELO 9 GRUPO HOJARASCA BAJO ARBOLADO

Descripción del modelo:

Es muy parecido al modelo anterior, pero el bosque está formado por especies de hojas mayores, formando un estrato de hojarasca menos compacta y más aireada.

Los bosques de pinos de acículas largas y rígidas, como el pino negral (*Pinus pinaster*), o de frondosas con hojas grandes, como el castaño (*Castanea sativa*), o el roble (*Quercus petraea*), son un buen ejemplo de este modelo.

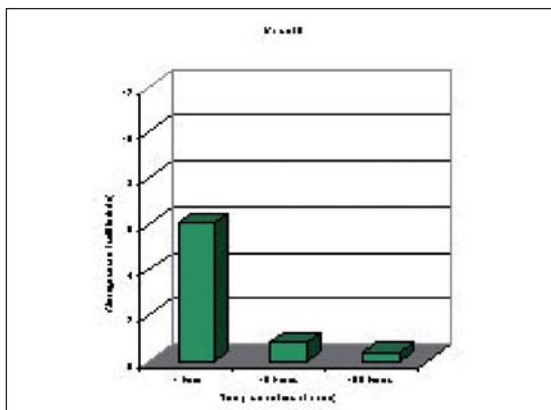


Gráfico 14: Carga de combustible de 1, 10 y 100 h del modelo 9

Comportamiento del fuego:

Se desarrollan incendios de intensidad elevada, rápidos y con llamas de mayor longitud que en el modelo 8.

## MODELO 10 GRUPO HOJARASCA BAJO ARBOLADO

### Descripción del modelo:

Pertenecen a este grupo los bosques maduros y envejecidos con gran cantidad de árboles caídos por ventoleras, nevadas, enfermedades... que originan grandes acumulaciones puntuales de combustible muerto en el suelo. Continuidad vertical y horizontal.

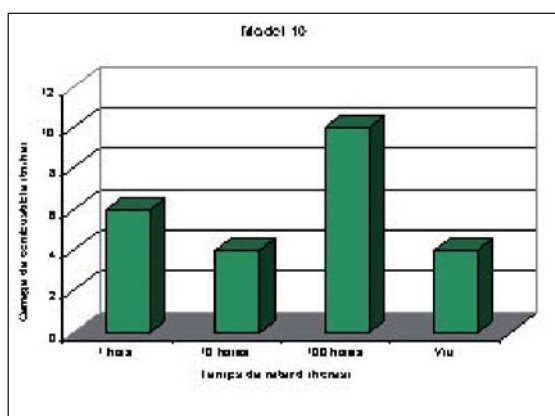


Gráfico 15: Carga de combustible de 1, 10 100 h y vivo del modelo 10



Foto 23: Modelo 10

### Comportamiento del fuego:

Se queman los combustibles superficiales y del suelo con más intensidad que otros modelos forestales. Es frecuente el coronamiento de copas.

## MODELO 11 GRUPO RAMAJE

### Descripción del modelo:

Formado por un bosque claro o aclarado, aún con los restos de poda y de los clareos dispersos por todo el bosque. La hojarasca y las plantas herbáceas tapan el suelo.

Bosques claros, sometidos a podas y en los cuales no se han recogido los restos son el mejor ejemplo.

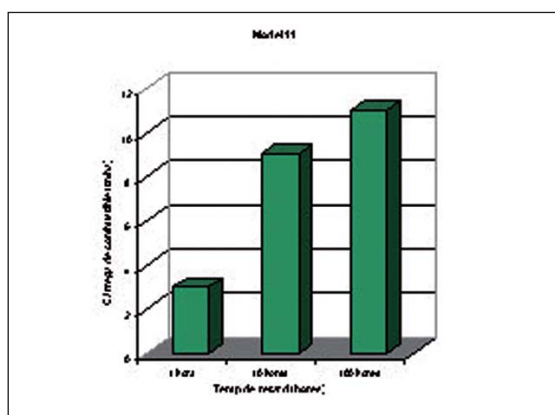


Gráfico 16: Carga de combustible de 1, 10 y 100 h del modelo 11



Foto 24: Modelo 11

### Comportamiento del fuego:

Los restos de material ligero o medianamente grueso proveniente de la poda o de los clareos del bosque aumenta bastante la intensidad del fuego.



## MODELO 12 GRUPO RAMAJE

Descripción del modelo:

Bosque fuertemente aclarado, donde los restos de la poda o de las claras son de mayor diámetro que en el modelo anterior. Éstas cubren gran parte del suelo y predominan por encima del arbolado. Gran cantidad de hojas todavía se encuentran en ramas caídas y todavía no se encuentran secas del todo.

Bosques fuertemente aclarados, con los restos derramados, son los que pertenecen a este modelo.



Foto 25: Modelo 12

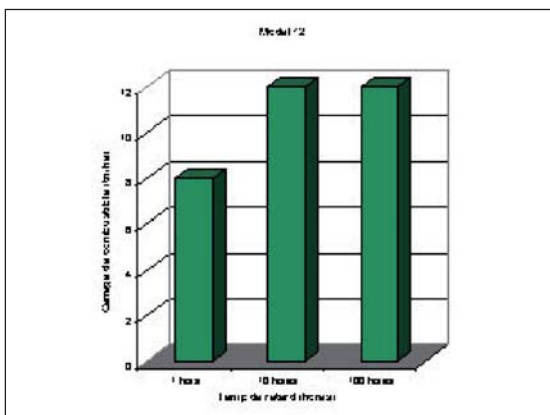


Gráfico 17: Carga de combustible de 1, 10 y 100 h del modelo 12

Comportamiento del fuego:

Los combustibles vivos no influyen en el comportamiento del fuego. El fuego genera muchas pavesas y avanza hasta encontrar una discontinuidad en el combustible. Fuegos de gran intensidad.

# PATRONES BÁSICOS DE PROPAGACIÓN

El desarrollo del incendio está conducido por tres factores básicos: los combustibles (vegetación forestal), la topografía por donde se desplaza el incendio, y el viento que lo dirige. Un incendio puede presentar un patrón único de desarrollo, aunque la realidad es siempre más compleja. Los incendios pueden manifestar patrones diferentes pero simultáneos en diferentes zonas del fuego o ir encadenando patrones diferentes a lo largo de la evolución del mismo.

Identificar la tipología del incendio es el primer paso para elaborar una predicción sobre el comportamiento del fuego y aplicar la estrategia y tácticas adecuadas para su extinción.

## FUEGOS DE COMBUSTIBLE

Son incendios donde la acumulación de combustible altamente disponible permite la formación de un ambiente de fuego, responsable de su desarrollo e intensidad. Se mueve en focos secundarios en masa, que interaccionan entre sí generando alta intensidad y reforzando la transferencia de calor y nuevos focos secundarios por convección, retroalimentando el sistema. Sólo cuando se acaba el combustible o varían significativamente las condiciones meteorológicas o macrotopográficas el incendio cambia su comportamiento y permite su control.



Foto 26: Fuegos de combustible.

## FUEGOS TOPOGRÁFICOS

La conjunción de los factores viento topográfico local, calentamiento de combustibles y pendiente, determinará la propagación del fuego topográfico sobre el territorio.

El calentamiento diferente de la superficie terrestre, provoca los vientos llamados convectivos o topográficos, tanto de vertiente, de valle o las brisas marinas.

Tanto los vientos topográficos como el calentamiento diferencial de las vertientes van variando a medida que el sol se mueve y avanza el día. La pendiente también es un factor muy importante en este tipo de incendios cuando mayor sea ésta, más se favorecerá la propagación del incendio.

El comportamiento lo marca la posición del fuego en la topografía, cogen importancia las divisorias, las líneas de drenaje, las vertientes calientes, los collados y los embudos.

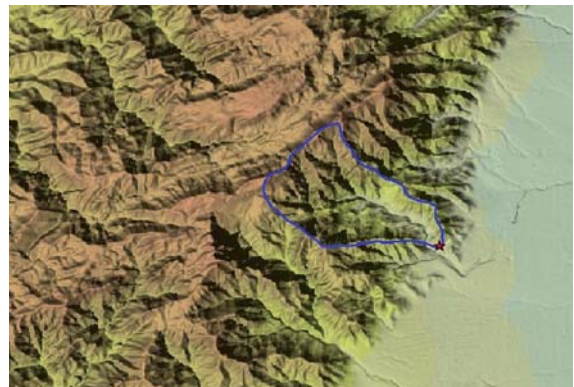


Foto 27 i 28: Fuegos topográficos

## FUEGOS CONducIDOS POR VIENTO

Son incendios de propagación en la dirección del viento general, adaptándose más o menos a la morfología del terreno. Este tipo de fuegos son muy rápidos y constantes, con flancos estirados y colas poco intensas y lentas. En estos incendios son habituales los focos secundarios a largas distancias.

Las claves aquí son: la dirección del viento, la fuerza y la duración del periodo meteorológico que lo ocasiona. El ambiente de fuego es inexistente. Cuando los vientos generales se detienen, se produce una cierta confusión al pasar a fuegos topográficos y cambiar el tipo de propagación, es uno de los momentos en que se pueden producir nuevos frentes.

Este tipo de fuego es típico del Empordà con tramontana, y Tarragona (Valle del Ebro) con el cierzo. Hay que prestar especial atención a las zonas con contravientos, donde el viento va en dirección opuesta al viento general debido a la interacción con la topografía.



Foto 29 y 30: Fuegos conducidos por viento

## METODOS DE EXTINCION

Una vez movilizado por una Central de Operaciones para todos los equipos, el objetivo al llegar al incendio será extinguir el fuego en la forma más efectiva, rápida y segura.

En las labores de extinción todos los equipos que intervienen en la lucha contra el incendio tienen que realizar alguna o varias de las **SIGUIENTES ACCIONES**:

### ACCIONES BÁSICAS PARA EXTINGUIR EL FUEGO

Ya sabemos que los lados del Triángulo de Fuego son: Oxígeno contenido en el aire, el Combustible y el Calor necesario para iniciar y mantener la combustión.

En el caso de un incendio forestal, dos de estos elementos están en el ambiente: el oxígeno del aire y el combustible constituido por vegetación viva o muerta en condiciones de arder. El calor inicial es aportado en forma natural (rayos) o por acción humana.

También sabemos que al unirse estos 3 elementos, en adecuada proporción, se inicia el proceso de la combustión y el calor generado por el propio proceso mantiene dicha combustión.

Por lo que el propósito de todos los esfuerzos de extinción del fuego tiende a romper o debilitar, directa o indirectamente, uno o más lados del Triángulo de Fuego.

Entonces las acciones que se pueden realizar son:

#### A) *Sobre el Oxígeno*

1. Sofocar las llamas aislando el combustible del aire, por ejemplo cubriendo el combustible con tierra, usando un batefuego, cubriendo con agua, etc.

2. Desplazar violentamente y por unos instantes la masa de aire en contacto con el combustible en llamas, por ejemplo, con una explosión, batiendo una rama. Es el mismo efecto que cuando soplamos con fuerza una llama de una cerilla o una vela.
3. Disminuir la proporción del oxígeno del aire aumentando la del vapor de agua, por ejemplo, lanzando agua pulverizada.

#### B) *Sobre el Calor*

Enfriar, reducir la temperatura del combustible en llamas.

La mayor capacidad del enfriamiento la tiene el agua y más aún si es aplicada en forma pulverizada, ya que el calor se consume intentando evaporar el agua.

No siempre el agua está presente y es difícil de transportar y aplicar, pero en muchas ocasiones podremos disponer de tierra, pues el suelo mineral es un sustituto del agua y por ello es importante su utilización, aunque su efecto sea parcial.

#### C) *Sobre el Combustible*

La permanente presencia del oxígeno y la común carencia de agua nos obliga en muchas ocasiones a realizar las acciones sobre el combustible:

1. Cortando la continuidad del combustible en la trayectoria del incendio, mediante el establecimiento de una faja libre de combustible entre lo quemado y lo verde, con un ancho suficiente que impida la ignición por radiación o convección.
2. Modificando su contenido de humedad al lanzar agua.
3. Impidiendo su combustión al cubrirlo con productos químicos.

El comportamiento del incendio y su previsible evolución nos condiciona si podemos realizar estas acciones directamente sobre las llamas (con equipos de tierra como retenes, etc., maquinaria o medios aéreos) o bien tenemos que realizar algunas de ellas indirectamente, alejado de las mismas, es decir, nos condiciona el método de combate.

La LONGITUD DE LA LLAMA nos indica si podemos acercarnos al frente y trabajar directamente sobre las llamas o nos tendremos que alejar. La VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN nos indica si los medios que estamos en la extinción somos suficien-



tes para producir trabajo mayor que la tasa de crecimiento del incendio y poderlo controlar, o si por el contrario el avance del fuego es más rápido que nuestro trabajo.

Pero tanto de una forma u otra, siempre todos los equipos realizarán una o varias de estas acciones que hemos descrito.

## **LÍNEAS. CONCEPTOS**

Antes de hablar de los MÉTODOS DE ATAQUE, es preciso definir y conocer dos conceptos que manejaremos permanentemente en el combate, como son LINEA DE DEFENSA y LINEA DE CONTROL.

### **La línea de defensa**

Su definición es muy sencilla: Es un elemento que se construye para romper o cortar la continuidad del combustible que está en la trayectoria del incendio, ya sea en forma mecanizada, por ejemplo, con tractores y arados, o de forma manual, con el personal y sus herramientas.

La línea de defensa es una faja de terreno, de largo y ancho variable, construida en la trayectoria del fuego y en la cual:

- Se corta y extrae todo el combustible aéreo, superficial y subterráneo.
- Se raspa el terreno hasta el suelo mineral.
- Se deposita el combustible en el lado exterior (en el lado contrario al que viene el incendio).
- Se quema el combustible intermedio, entre la línea y el incendio, a fin de ampliar la zona desprovista de combustible: esta quema se llama de ensanche y de ella sólo se espera que amplíe la faja de terreno raspada hasta el suelo mineral. En el fondo, esta faja de terreno es la base de la quema de ensanche.

### **La línea de control**

La línea de control es el conjunto de barreras naturales y construidas, así como de bordes extinguidos del fuego que se utilizan para controlar el incendio.

Las líneas de defensa forman parte de la línea de control, pero siempre sabemos que una línea de defensa se “construye”. La línea de control se “establece”.



También son muy útiles para contener al incendio todas las *barreras naturales* (ríos, roquedos, arenales, etc.) y *artificiales* (caminos, líneas férreas, vallas) espacios libres de vegetación entre masas forestales (como los llamados cortafuegos, etc.), tanto las que están presentes en el área, como las que se construyen durante el incendio.

Tenemos que recordar los combatientes que la palabra control de incendio significa encerrar al fuego dentro de una línea de control, evitando su propagación más allá de ésta.

En una etapa posterior, la liquidación, extinguiremos totalmente al fuego.

Por tanto, la línea de control es la línea máxima que queremos que borde nuestro incendio.

## MÉTODOS DE ATAQUE

En la lucha contra los incendios forestales, se producen múltiples situaciones, por lo que deberemos disponer de diferentes alternativas para su combate.

Pero, desde que llegamos al incendio y comenzamos a trabajar, pasamos por todas las fases del combate: por el ataque inicial para parar la progresión del incendio; trataremos, al tiempo o más tarde, de rodear todo el incendio con una línea, lo que hemos definido como línea de control y procederemos después a la liquidación del mismo, dejando el borde absolutamente frío.

Pues bien, en todas estas fases, y en todo momento, el combate consistirá en realizar unas u otras de las acciones básicas, directamente sobre las llamas, en el borde del incendio o alejados de él, dependiendo de la distancia de la línea de control que hemos establecido al mismo borde del incendio.

Estas formas son:



## Método Directo

Este método consiste en que la línea de control se establece interviniendo en el borde mismo del incendio, al actuar sobre las llamas y sobre el combustible inmediato a ellas.

El método directo, también llamado ataque directo, implica que tengamos que realizar fundamentalmente las siguientes acciones básicas, una sólo o varias combinadas:

- a) Enfriar el combustible con agua, productos químicos o tierra, según tengamos disponible.
- b) Desplazar al oxígeno del aire, atacando la base de las llamas con batefuegos o bien cubriendo el frente con tierra (por ejemplo con palines o con bulldozer).
- c) Cortar la continuidad del combustible próximo a las llamas, mediante una línea de defensa en el borde del fuego que, en este caso, no se amplía con quema de ensanche. Estaremos tan cerca del fuego que en ocasiones el combustible ardiendo hay que empujarlo al interior del área quemada.

¿Cuándo debemos emplear este método de combate?



El ataque directo se usa principalmente en incendios incipientes, superficiales o en focos pequeños de un incendio mayor, en los cuales no haya demasiado desprendimiento de humo y calor. Se emplean herramientas de sofocación, de corte y de raspado cuando se construye una línea de defensa a mano, con equipos terrestres.

Como todo, tiene ventajas e inconvenientes, es decir, limitaciones.

a) Ventajas:

- Nos permite reducir los daños del fuego a un mínimo de superficie.
- El trabajo que realizamos es muy eficaz ya que deja un borde frío que, prácticamente, no requiere liquidación.
- En incendios grandes es, a veces, más seguro para los combatientes, ya que podemos alcanzar rápidamente áreas quemadas y frías atrás del fuego, en caso de producirse una propagación rápida que nos sorprenda.
- Si se dispone de agua es el método más efectivo.

b) Inconvenientes:

- Expone a los combatientes a radiación calórica y humo, especialmente en la cabeza o frente de avance del incendio.
- Cuando estamos trabajando en un lugar con topografía abrupta el desplazamiento del personal es peligroso.
- La emisión de pavesas puede originar focos secundarios que pueden encerrar al combatiente. Esta posibilidad es mayor cuando estamos trabajando en una ladera con pendiente.
- Como se sigue el borde del incendio, con todas sus irregularidades, se realiza más trabajo.
- El agrupamiento de personal en focos pequeños puede ocasionar accidentes.

En el método directo se actúa sobre todo en el borde del frente en que estamos trabajando, y hay dos acciones, que están asociadas al método directo, que nos ayudan a mejorar la actuación de los equipos.

– Ataque a los focos críticos.

Consiste en prestar primero atención a los focos más intensos que son los que propagan y encienden nuevos combustibles, con más rapidez e intensidad.

Su propósito es reducir o detener la propagación y la intensidad lineal del fuego para hacer más manejable la situación, antes de establecer la línea de control. (En una palabra, intentar evitar que el fuego corra y crezca más rápidamente por esos puntos).

- Enfriamiento del borde.

“Enfriar el borde” o “senda fría”. Cuando el fuego se ha extinguido en el borde por alguna condición desfavorable (humedad nocturna, cambio de pendiente, etc.), se ejecuta una revisión para extinguir puntos calientes, principalmente ocultos, que pueden reactivarse súbitamente.

No realizar esta acción es la causa de que en muchos incendios los frentes ya abandonados, dados por enfriados, con las temperaturas altas del día, se activen de nuevo y nos destruyan los trabajos y logros conseguidos con gran esfuerzo en ese o en otros sectores.

Es un trabajo lento, cuidadoso y requiere seguir las irregularidades del borde del incendio todo completo, pero **no se puede dejar ni un solo metro sin revisar**.

## Método Indirecto

Consiste en establecer la línea de control a cierta distancia del borde del incendio.

En este método se aprovechan todas las barreras naturales y artificiales presentes carentes de combustibles y se construyen las líneas de defensa que sean necesarias a fin de completar la línea de control.

Algunos combatientes denominan como *Método o ataque paralelo* a la acción de construir líneas de defensa paralelas al borde, especialmente por los flancos del incendio, muy cerca de las llamas, a 2 ó 3 metros. Otros combatientes consideran el ataque paralelo como una combinación de directo e indirecto.

Después de establecida la línea de control, hay dos acciones para completar el trabajo, en función de donde estemos situados y en función de la intensidad del incendio.

- Quemar toda la vegetación que hay entre la línea y el incendio, es decir, eliminar el combustible intermedio, siempre que se pueda controlar el fuego que creamos.
- Esperar a que el fuego llegue hasta el borde y se consuma totalmente sin traspasar la línea. Esta opción se puede completar con la acción de dismi-



nución de la capacidad de arder de la vegetación, aumentando su contenido de humedad con agua o impregnándola y cubriéndola con retardantes.

Se puede sustituir la eliminación de la vegetación en la construcción de la línea si conseguimos que ésta no tenga capacidad de arder, al igual que antes, incrementando su contenido de humedad o cubriéndola con retardantes, es lo que se llama “cortafuegos químico”.

El ataque indirecto se utiliza cuando:

- El calor y el humo impiden el trabajo del personal próximo al borde.
- La topografía es abrupta o la vegetación es densa o una combinación de ambas.
- Si el borde es tan irregular que requiere excesivo trabajo y la vegetación en llamas es de escaso valor.
- También es aconsejable cuando hay rápida propagación del fuego, amplio frente y gran emisión de pavesas y, por supuesto, en incendios de copas.

Como en el método anterior tiene:

a) Ventajas:

- El trabajo es más seguro para los combatientes.
- Al ser las condiciones de trabajo menos duras para el personal, se puede mantener un ritmo de trabajo intenso durante períodos más largos.



b) Inconvenientes:

- Al separarnos del frente del incendio se tendrá que sacrificar la vegetación intermedia que pueda ser valiosa.
- También daremos lugar a un mayor perímetro de la línea de control al cual se debe prestar atención a fin de evitar que el fuego la sobrepase.

## **El contrafuego**

Utilizado en el combate indirecto, consiste en crear un fuego de gran magnitud desde una barrera existente o desde una línea de defensa que tengan una amplitud suficiente, con el objetivo de que el fuego creado se dirija hacia el incendio arrastrado por las corrientes de succión que genera el propio incendio.

De este modo se quema el combustible intermedio entre nuestra posición y el incendio y éste se extingue cuando se encuentran los dos fuegos.

Difiere de la quema de ensanche en su magnitud, aún cuando el concepto es el mismo: utilizar fuego para eliminar combustible, de hecho muchas quemas de ensanche, se terminan convirtiendo en contrafuegos.



Es un método de combate muy contundente y complicado, que requiere una cuidadosa evaluación de la situación para decidir su correcta aplicación. Hay que tener mucho cuidado porque si fracasa se puede originar un segundo incendio y complicar todo el combate. La traducción literal del inglés es “FUEGO A LA ESPALDA”, lo que nos indica el riesgo de que podamos atrapar a personal entre ambos fuegos.

Para ejecutarlo se aplican técnicas y elementos de incendio semejantes a los utilizados en quemas prescritas, por lo que estas quemas en épocas favorables son muy útiles para el adiestramiento del personal en el contrafuego.

### **Cuándo usar ataque directo y ataque indirecto**

#### – ¿Quién decide?

Es siempre el Jefe, en nuestro caso el Director de Extinción en cada momento, el que toma la decisión en un sentido u otro.

#### – ¿Cuándo y dónde?

Tanto en los primeros instantes del combate, como en cualquier momento del mismo, incluso en la liquidación, se usarán las modalidades de ataque directo e indirecto según sean las condiciones de cada zona del incendio. Así, en un sector se podrá trabajar en ataque indirecto, en tanto que en otro menos conflictivo se podrá combatir con método directo.

Es decir, en las tres etapas claves del combate:

- El ataque inicial.
- El control.
- La liquidación.

En cada una de ellas se empleará uno u otro tipo de ataque, y las acciones correspondientes en función del incendio.

Como norma general podemos decir que siempre que se pueda se debe emplear el ataque directo.

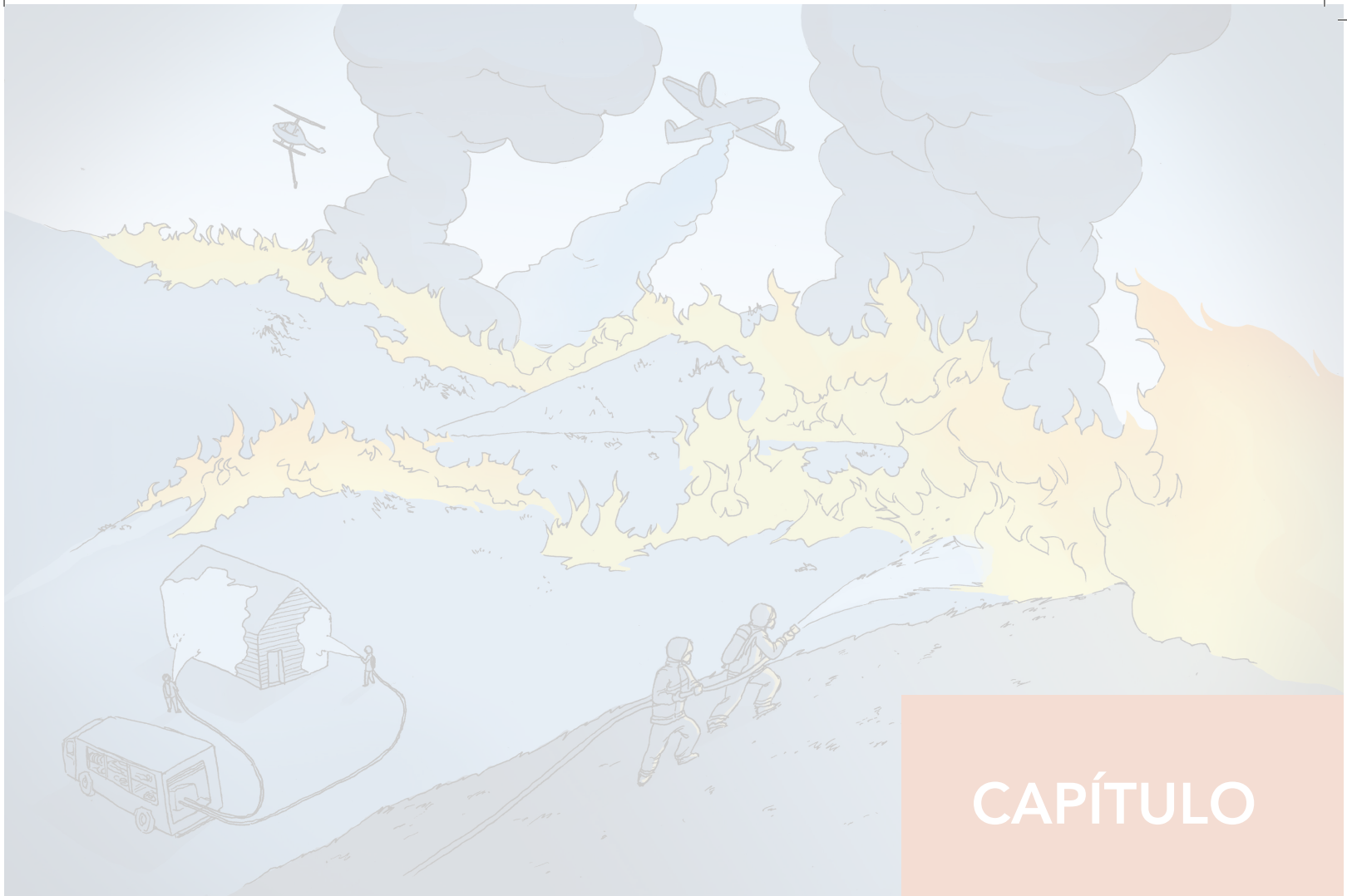
Si la intensidad del incendio es pequeña, podremos realizar un ataque directo con equipos terrestres como Cuadrillas-Retén con herramientas manuales o extintores de mochila y batefuegos o con vehículos autobomba.

Si ésta aumenta, es posible que se deba realizar el ataque directo con medios mecánicos como aviones y bulldozer.

Si la intensidad es muy alta o hay otras circunstancias como las descritas anteriormente, tendremos que alejarnos del frente del incendio y realizar un ataque indirecto y, posiblemente, la única acción viable sea el contrafuego.

Podemos resumir, considerando todos los aspectos antes relacionados que:

MÉTODO	ACCIÓN BÁSICA	PROCEDIMIENTO Y HERRAMIENTA
<b>ATAQUE DIRECTO</b>	Desplazar violentamente el aire	Explosión (Extintor de explosión)
		Batefuego y/o ramas
	Disminuir la proporción de oxígeno aumentando el contenido de vapor de agua	Empleo de agua pulverizada
	Sofocar las llamas	Cubrir con batefuegos
		Cubrir con tierra empleando una pala o un bulldozer
	Reducir la temperatura del combustible	Empleo del agua
<b>ATAQUE INDIRECTO</b>	Retirar y dispersar el combustible	Cortar, retirar y dispersar el combustible con herramientas manuales
	Cortar la continuidad del combustible	Apertura de fajas manuales
		Apertura de fajas mecanizadamente
		Cortafuegos químicos
		Contrafuego
	Reducir la temperatura del combustible	Empleo del agua con retardantes



## CAPÍTULO

# 4

## Tácticas de intervención

# Tácticas de intervención

La táctica a seguir frente a un incendio es muy variable porque depende de muchos factores, pero se haga lo que se haga hay que centrarse en tres objetivos: controlar el incendio, proteger las propiedades y recursos naturales y mantener a salvo a las personas que intervienen o que se pueden ver afectadas por el siniestro.

## 1. OBJETIVOS, ESTRATEGIAS Y TÁCTICAS

### 1.1. OBJETIVOS

El objetivo es la finalidad de una intervención, es decir, para qué se va a actuar y qué resultados se quieren conseguir condicionados por las circunstancias del momento (condiciones, medios, riesgos, etc.). Este objetivo ha de ser concreto, entendido y compartido por todos, pero también alcanzable (criterio que variará en cada caso según medios, plazo y condiciones), medible (para saber cuándo lo hemos alcanzado) y flexible (para poder buscar alternativas si las circunstancias cambian).

A partir de la identificación del objetivo, se podrán planificar los pasos para alcanzarlo.

### 1.2. ESTRATEGIA

Es el plan general a seguir para alcanzar los objetivos, es decir, lo que se va a hacer. Ello debe ser fruto de una evaluación previa de los factores que condicionan la situación: tiempo disponible, gravedad de la situación, medios disponibles, etc. Puede tratarse de una intervención de emergencia o un abordaje más amplio y progresivo, pero siempre puede verse modificada por el cambio de circunstancias. Por ello, una estrategia ha de ser flexible y adaptable.

La estrategia, como los objetivos, debe ser clara, concreta y escueta con el fin de que todos la entiendan de la misma manera, la recuerden y sea fácil de comunicar. Ha de tener como prioridad la seguridad de las personas y, como segunda condición, la máxima efectividad con los medios disponibles.

La estrategia se puede definir estableciendo unas líneas de control que contengan al incendio. Se identifica la ubicación del incendio y la dirección y velocidad del viento. A partir de ahí, se establece un objetivo de contención respecto a ciertas estructuras (casas, autopistas...) y a ciertas líneas imaginarias (o reales, como caminos, ríos, etc.) que limita el avance hacia otras direcciones (sur y oeste) y otras distancias.

### 1.3. TÁCTICAS

Las tácticas son las acciones a través de las cuales se da cumplimiento a la estrategia. Responde a cómo lo vamos a hacer considerando siempre los medios disponibles, las alternativas de actuación, los recursos idóneos para cada acción, etc. y, por supuesto, las condiciones que impone el entorno y el propio incendio. Se debe ser flexible para poder cambiar de táctica si el desarrollo de los acontecimientos lo exige (evolución inesperada del incendio, accidentes imprevistos, acciones ineficaces que hay que modificar, etc.).

#### 1.3.1. TÁCTICAS PARA LA DEFENSA DE ESTRUCTURAS

Las tácticas de defensa de estructuras se centran en las zonas anejas a la propia estructura más que en ella misma, y cobran mucha importancia las acciones que preceden a la llegada del frente. Estas tácticas pueden ser de carácter:

- **Ofensivo:** los medios atacan el fuego directamente, y se utilizan cuando tenemos recursos y tiempo suficientes y las condiciones del incendio no son virulentas (sin focos secundarios, poca altura, perímetro regular, etc.)

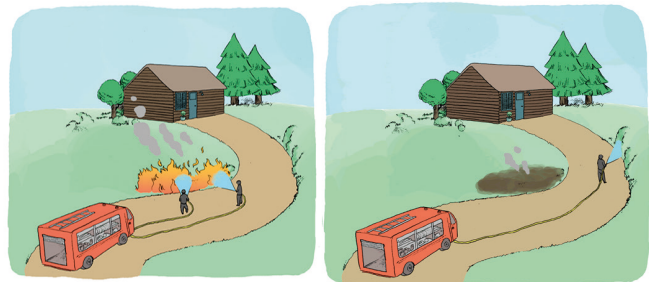


Imagen 48. Táctica ofensiva

- **Defensivo:** se orienta primero a proteger las estructuras defendibles y después a atacar el frente de llamas. Se usa con medios limitados a la espera de refuerzos. En todo caso, la prioridad sigue siendo la seguridad de las personas.



Imagen 49. Táctica defensiva

- **Ofensivo-defensivo:** se combinan acciones ofensivas y defensivas (atacar el frente y proteger la estructura). Se mantendrán las dos acciones o se dará prioridad a una de ellas según evolucione la situación. Exige contar con medios suficientes especializados en las dos funciones, y todos centrados en su respectiva actuación.



Imagen 50. Táctica ofensiva-defensiva



### 1.3.2. TÁCTICAS DE CONTENCIÓN DEL FUEGO ANTE LA LLEGADA DEL FRENTE

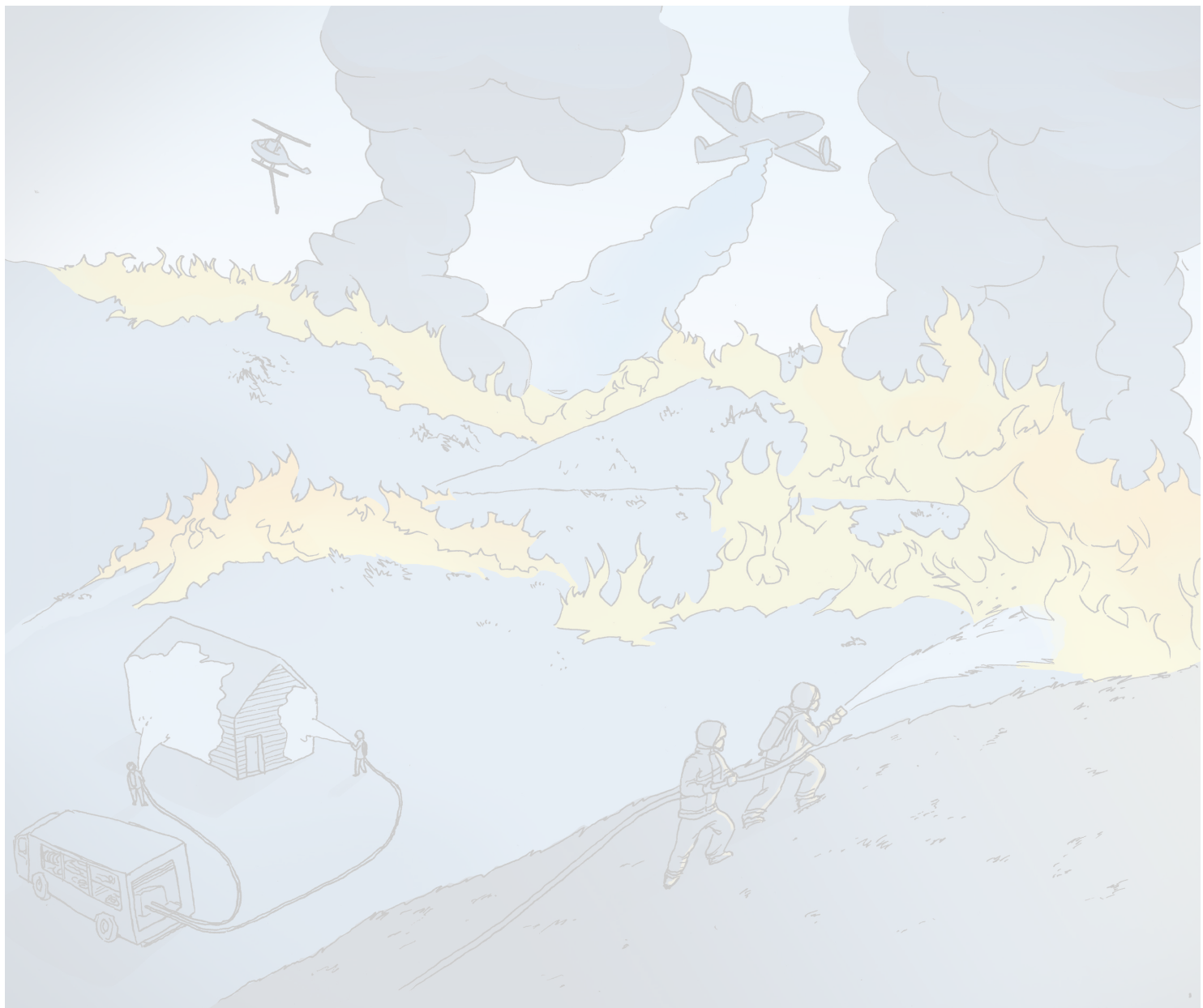
Se habla de tres tácticas de contención del frente que amenazan estructuras:

- **Contención completa:** control antes de que afecte a la estructura, lo que es posible en entornos de combustibles finos y baja intensidad del incendio. Para ello, y desde el borde de la estructura, se atacará el frente con agua o combinando esta con retardantes. En casos de mayor virulencia se pueden realizar quemados de ensanche.
- **Contención parcial:** ante intensidad alta de las llamas, se atacarán directamente con agua, contando con la suficiente reserva; si no hubiera suficiente, se reservaría para proteger la estructura. Nos apoyaremos en las líneas de control existentes para atacar las llamas con uno de nuestros tendidos.

Se guarda agua para objetivos de autoprotección y se aguanta en la zona de seguridad hasta que el frente haya pasado. Después, se protege la estructura de pavesas y focos secundarios en la misma estructura o en las proximidades (¡ojo!, si el tejado ha sido afectado en más de un cuarto de superficie, el uso del agua es ineficaz y se debe dar por perdido).

- **Contención imposible:** solo se puede esperar en la zona segura a que pase el frente una vez aplicada abundante agua y espuma sobre la estructura, si se dispone de tiempo para hacerlo. Tras ello, se vuelve a la estructura a evaluar los daños: si aún es salvable, se rebaja su temperatura con agua y se apagan posibles focos de ignición en ella o en las proximidades.

Si se dispone de tiempo, agua abundante y espumantes, antes de ir a zona segura, se aplicarán sobre la estructura para tratar de que se vea afectada lo menos posible.





# FUEGO TÉCNICO

La aplicación de esta herramienta tiene dos vertientes fácilmente diferenciadas por sus objetivos, aunque ambas requieren de la misma destreza, protocolos y condiciones:

- Fuego técnico en quema prescrita.
- Fuego técnico en extinción.

## 8EL FUEGO TÉCNICO EN QUEMA PRESCRITA

Los objetivos son la extinción pasiva o pre-extinción, o sea preparar el terreno para que queme dentro de nuestras limitaciones, ayudados de un estudio previo y analizado del pasado.

Los elementos de la quema:

- **La parcela**

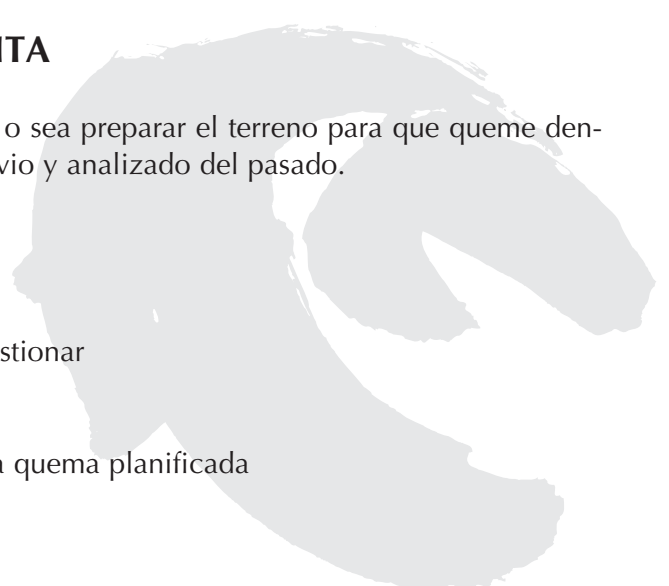
Superficie previamente delimitada que se pretende gestionar

- **El plan de quema**

Proyecto que define todos los aspectos referentes a la quema planificada

- o **Los objetivos**

- o **El rango de efectos deseados**



- o **La ventana de prescripción.** Condiciones meteorológicas dentro de las cuales obtenemos nuestros efectos esperados, y entonces los objetivos

- o **Condicionantes.** Limitantes del entorno

- **Las líneas de control**

Pueden ser discontinuidades de combustible naturales, artificiales (camino) o puntuales si usamos línea de agua sobre combustible forestal.

- **Las figuras**

Como en toda maniobra, hay que coordinar diferentes tareas, por este motivo aparecen las siguientes figuras:

- o Medios de soporte

- o Jefe de quema. Controla al resto de responsables y la ejecución de la quema

- o Jefe de ignición. Gestiona la acción de los que llevan la antorcha

- o Las antorchas

- o Vigía. Visualiza el comportamiento del fuego y del humo, e informa de los cambios.

- o Meteorología. Hace el seguimiento meteorológico.

- o Seguimiento. Coge datos de comportamiento de fuego y los relaciona con efectos con el fin de ajustar ventanas de prescripción futuras.

- La planificación, el briefing, el fuego de test, la ejecución, el debriefing, el reten y el seguimiento.

## FUEGO TÉCNICO COMO MANIOBRA EN EXTINCIÓN

Como hemos visto al hablar de los GIF (Grandes Incendios Forestales) las maniobras con fuego nos dan una alternativa ante ciertos comportamientos de fuego. Así pues se usa una herramienta más con el fin de atacar los fuegos forestales.

El tipo de maniobra con fuego técnico depende del objetivo y finalidad:

- **Quema de ensanche**

El objetivo es el ataque paralelo, y eliminar el combustible por delante del perímetro del incendio, la finalidad es dejar anclado el perímetro en líneas seguras (senderos, pistas...) y ahorrar trabajo a la línea de agua.

- **Contrafuego y ruptura del ambiente de fuego**

El objetivo es el ataque indirecto, y generar bastante combustión como para ahogar el frente principal al eliminarle el oxígeno y el combustible. La finalidad es romper la dinámica de reacción en cadena, y la propagación de la columna convectiva.

- **Redireccionamiento del frente principal**

El objetivo es el ataque indirecto, y ayudar al perímetro a dirigirse hacia donde nos interesa. La finalidad principal es sacarle potencial al incendio.

Elementos necesarios en las maniobras con fuego:

- **Elementos de control**

Aquí tenemos las líneas de control donde anclamos nuestro fuego, y el soporte con vehículos de agua, medios aéreos o herramientas manuales.

- **Analista**

Es la persona que observa el comportamiento del fuego y su potencial, predice el comportamiento del fuego y la ventana de actuación.

- **Ventana de actuación**

Se trata del espacio en el tiempo donde nuestra maniobra prevista se eficaz y segura.

- **Jefe de Quema**

Igual que en el caso del uso del fuego en prevención se necesita un responsable para ejecutar la maniobra.

- **Jefe de ignición**

Responsable de la acción de encender, gestiona el tipo de ignición con el fin de conseguir los efectos que se piden.

- **Fuego de prueba**

Ignición puntual a pequeña escala y controlada con el fin de comprobar que el fuego que se iniciará no nos sorprenderá y responderá como se espera.

- **Vigía**

Responsable de vigilar a los ejecutores de la maniobra y preservar su seguridad ante cualquier cambio repentino inesperado. En este caso, si la maniobra se alarga esta figura también tomará los datos meteorológicos.

- **Las antorchas**

Figuras que se encargan de ejecutar la ignición.

- o Elementos de ignición.

Siempre elementos seguros, evitando mecheros y cerillas.

Bengalas, Antorchas de goteo, pelotas ignífugas.

## LOS PATRONES DE IGNICIÓN

Toda ignición tiene un tiempo para activarse, un tiempo para acelerar y uno para estabilizarse. Este proceso distribuido en el tiempo, en el combustible de una topografía e influenciado por una meteorología dará un comportamiento y efectos determinados.

Toda ignición tiene una parte que se desarrolla como cabeza o frente activo (plena alineación), una que quema de cola (en contra de los factores) y otra que se comporta de flanco (media alineación).

En primer lugar hace falta que diferenciamos las igniciones lineales y las igniciones puntuales. Éstas se pueden aplicar de cabeza, de cola, de flanco o en anillo.

La aplicación del tipo de ignición será la necesaria para conseguir los efectos deseados.

## HERRAMIENTAS DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS

Cada uno de los lados del triángulo del fuego representa un elemento que interviene en la reacción de la combustión (combustible, oxígeno y calor). Cuando los tres elementos coincidan con suficiente cantidad, se producirá el fuego. La extinción consiste en eliminar alguno de los componentes para poder interrumpir la reacción de oxidación.

Como el comportamiento del fuego pone al límite los sistemas de extinción de todo el mundo, es imprescindible dominar como profesionales el máximo número de técnicas posibles, para poder aprovechar todas y cada una de las oportunidades que se nos ofrecen. A partir del año 1999 el cuerpo de Bombers de la Generalitat de Catalunya amplió las herramientas de extinción que usaba. Aunque la base de la extinción continúa siendo el agua, las herramientas manuales y el fuego técnico apoyan al sistema de extinción.

Las herramientas de extinción se pueden clasificar según si actúan sobre un u otro elemento, si bien en la mayoría de los casos hay que actuar sobre dos de ellos con el fin de extinguir el fuego. Así pues, a grandes rasgos, las distintas técnicas de extinción se pueden clasificar en:

### **Eliminación de los combustibles**

Se trata generalmente de un ataque indirecto al fuego basado en la creación de una línea de defensa adelantada al frente del incendio donde éste pueda detenerse con garantías cuando llegue a su borde. Se trata de eliminar el combustible en una franja limpia, que se interponga como un obstáculo entre el fuego y la superficie forestal a proteger. Para la eliminación del combustible se pueden utilizar los siguientes métodos:

- Limpieza mecanizada con tractor-pala, que arranca la vegetación y parte del suelo.
- Limpieza manual mediante el uso de herramientas ligeras, eliminando la vegetación y descubriendo el suelo mineral.
- Quema de ensanche, o destrucción del combustible con el uso de fuego basándose en una línea de defensa previamente preparada.

Estas técnicas son muy importantes, ya que no necesitan un incendio activo. Son también herramientas de gestión forestal y se pueden usar con objetivos de prevención de incendios.

### **Eliminación del aire**

Se trata de separar el contacto del aire con el combustible en ignición; es por lo tanto un ataque directo pero siempre a pequeña escala dada la evidente imposibilidad de eliminar el aire de una forma sencilla.

Para la eliminación del aire se pueden utilizar los siguientes métodos:

- Mediante el recubrimiento del combustible en ignición con tierra derramada con palas o agua tirada con mangueras o medios aéreos.

- Golpear el combustible para ahogarlo y sofocar la emisión de gases inflamables mediante el uso de batefuegos y ramas verdes.

### **Eliminación del calor**

Se trata de inhibir la reacción exotérmica, retrasando la emisión de gases inflamables, mediante la aplicación de productos sobre el combustible, principalmente agua o retardantes. El agua es el sistema de enfriamiento más común y se utiliza de dos maneras con efectos bien diferentes:

- Directamente sobre el fuego, de tal forma que el agua al evaporarse consume calor (540 cal/l), reduciéndose la temperatura y limitando la propagación del incendio, incluso llegando a extinguirlo si la cantidad de agua es bastante grande o el foco del incendio es pequeño.
- Indirectamente sobre el combustible antes de que queme, aumentando su contenido en agua, dada la higroscopicidad de la materia vegetal. Al llegar el fuego su calor se gastará principalmente en la evaporación del agua. Hasta que no se deseeque no empezará la pirolisis del combustible y se mantendrá la temperatura por debajo de los 200° C, necesitándose por lo tanto mucho más calor para conseguir las temperaturas de inflamación y retrasándose en consecuencia el avance del fuego.

Además del agua, se utilizan otros productos llamados retardantes, que combinados con ella, mejoran su rendimiento -retardantes de corto efecto- o bien presentan un efecto propio más intenso -retardantes de largo efecto-.

### **Retardantes de corto efecto**

Podemos distinguir dos tipos de retardantes de corto efecto:

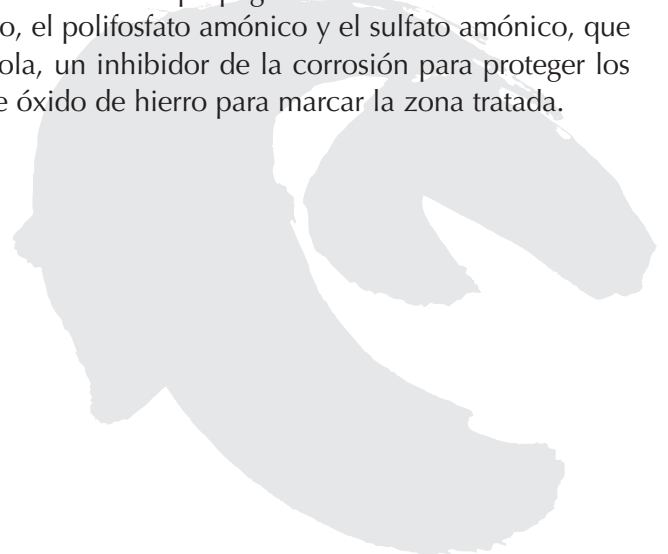
- Humectantes, que reducen la tensión superficial del agua, mejorando la penetración y el recubrimiento sobre la superficie de los combustibles. Se utilizan en fuegos de subsuelo, de pastos y de matorrales.
- Viscosantes y gelificantes, que al mezclarse con el agua forman un compuesto de mayor viscosidad, mejora el recubrimiento y la evaporación de la masa de agua que se lanza sobre el combustible.

Ambos tipos mejoran las propiedades del agua pero pierden su efectividad una vez el agua se evapora.

### **Retardantes de largo efecto**

Los retardantes de largo efecto tienen un efecto ralentizante propio, donde el agua es tan solo su vehículo de aplicación. Actúan favoreciendo la formación de compuestos volátiles, principalmente vapor de agua y amoníaco, que se desprenden de la materia vegetal antes de llegar al punto de ignición, de forma que la materia vegetal quema lentamente y sin llamas, dificultando la propagación del incendio.

Los productos más utilizados son el fosfato diamónico, el polifosfato amónico y el sulfato amónico, que se mezclan con agua, un agente viscosante, arcilla o cola, un inhibidor de la corrosión para proteger los depósitos de almacenaje y aplicación, y un colorante de óxido de hierro para marcar la zona tratada.





## HERRAMIENTAS PARA LA EXTINCIÓN

Para realizar las acciones básicas para la supresión del fuego, es decir, conseguir desequilibrar el balance en que se encuentran los tres elementos del triángulo del fuego, necesitamos equipos y herramientas.

Las herramientas han de ser transportadas y manejadas por los combatientes con su único esfuerzo, por lo que han de ser herramientas manuales.

Las herramientas manuales que vamos a emplear pueden ser comunes a las que se emplean en otras actividades forestales como las hachas, podones, etc., incluso herramientas mecánicas como motosierras y desbrozadoras mecánicas, o pueden ser específicas para la lucha contra incendios forestales.



Estas últimas, deben ser tal que produzcan el mayor rendimiento en el trabajo con el mínimo esfuerzo, ya que hay que transportarlas a mano y, en general, a largas distancias del vehículo en las que las llevamos al incendio.

También debemos poder realizar distintas operaciones, ya que dispondremos de una única herramienta o de dos en cada momento, es decir, que deberán ser versátiles, y realizar distintos trabajos o acciones.

Para que se puedan transportar cómodamente hasta el incendio las herramientas, deberán ser livianas y robustas, así como seguras.

También, deberán ser simples en su manejo, y resistentes para no dar problemas y aguantar los golpes en el trabajo de extinción o de construcción de la línea.

Veamos algunas de las acciones que tenemos que realizar y qué herramienta de las especificadas para el combate podemos usar:

a) Cortar (con herramientas con filo):

- Hacha-azada (pulaski).
- Palín.
- Rastrillo-azada (Macleod).

b) Raspar (rascar con el filo de la herramienta):

- Hacha-azada (pulaski).
- Palín.
- Rastrillo-azada (Macleod).

c) Cavar (profundizar en el suelo mineral):

- Hacha-azada (pulaski).
- Palín.

d) Sofocar (desplazar el oxígeno):

- Batefuegos.
- Palín.

e) Enfriar (bajar la temperatura del combustible):

- Extintor de mochila.
- Palín.

Vemos que la herramienta más versátil es el palín. Está claro que no realiza cada acción con la intensidad y la precisión de las demás, pero sustituye a todas las demás en la realización de su acción.

## **HACHA-AZADA (PULASKI)**

Es una herramienta compuesta por una pieza de acero forjado, con dos filos opuestos, en planos perpendiculares, y un ojo central para encajar un astil de madera.

Es importante prestar atención a los dos filos, ya que uno de ellos es en doble bisel, filo del hacha, y el otro es un pico de flauta, el correspondiente a la parte de azada.

Este último filo está en la cara interna, por lo que se debe mantener en esa cara y no cambiarlo a la cara externa.



Utilización: es una herramienta de corte, cavado y raspado, por lo que se usa en:

– **Ataque directo**

- Cavando y preparando tierra para ser lanzada sobre las llamas con un palín (trabajo combinado), es decir realizar una sofocación.
- Cavar y extender tierra sobre las brasas en la liquidación (enfriamiento más sofocación).
- Cavar y mezclar brasas con tierra y/o agua en la liquidación (enfriamiento más sofocación).
- Cortando, cavando y raspando la vegetación en la construcción de líneas perimetrales.

– **Ataque indirecto**

Cortar matorral, cavar el suelo húmico y raspar el suelo mineral para la construcción de una línea de defensa.

En este caso, la acción es sobre el combustible y normalmente debe trabajar en combinación con otras herramientas manuales como podones, rastrillo-azada y palines.

## **RASTRILLO-AZADA (MACLEOD)**

Es una herramienta compuesta por una pieza de acero laminado con un borde con filo (parte de azada) y el borde opuesto con dientes. Estos dientes tienen nervaduras para dotarles de mayor resistencia a la deformación por tracción.

La lámina de acero tiene un casquillo central en el que se inserta perpendicularmente un mango de madera.

Utilización: Es una herramienta de corte y raspado. Cavar lo hace muy mal, aunque se puede emplear en suelos muy blandos, en los que su rendimiento es bueno por la anchura del filo.

– **Ataque directo**

- Dispersar las brasas o combustibles ligeros con llamas en el borde del incendio.



#### – **Ataque indirecto**

- Arrastrar el material en la construcción de la línea perimetral.
- Cortar combustible y raspar hasta el suelo mineral en combinación con otras herramientas manuales en la construcción de una línea de defensa.
- Arrastrar combustible cortado, o suelo cavado y suelto, para sacarlo fuera de la línea, en la construcción de la misma. En operaciones de remate, en focos secundarios, etc.



## PALÍN

Esta herramienta consta de una pieza de acero templado, con filo en el borde, de forma ligeramente cóncava, y un agujero en la parte posterior para encajar un mango de madera.

Es necesario hacer especial hincapié en que es una herramienta que tiene filo en su contorno, pero no en todo él. El filo que está por la cara interna de la herramienta, comienza a unos 5 cm desde el hombro del palín, y es continuo hasta la punta.

Utilización: Es la herramienta más versátil, ya que puede realizar todas las funciones de las demás.

### – Ataque directo:

- Arrojando tierra sobre la base de las llamas, mediante una acción de sofocación.



- Cubriendo el combustible o las brasas con tierra, realizando una acción de enfriamiento.

Estas acciones se potencian, mejorando el rendimiento cuando trabaja combinada con otra herramienta de cavado que le prepara la tierra.

- Corte, cavado, raspado, etc., del combustible ligero ardiendo, o esparcir brasas en el borde del incendio.
- Trabajo combinado con otras herramientas, o sola, en la construcción de una línea perimetral.
- Mezclar combustible y/o brasas con tierra y/o agua, suministrada con extintores de mochila o de punta de lanza de algún vehículo.

– **Ataque indirecto:**

- Raspado del suelo en la construcción de una línea de defensa.
- En la construcción de esta línea puede realizar corte de matorral, tronchado del mismo, cavado de suelo orgánico o con pradera, arrastrado de matorral, etc.

## **BATEFUEGO**

Herramienta compuesta por una pala elástica de goma, con un fleje interno metálico o una nervadura, embutida en un mango metálico.

El fleje o la nervadura central le proporciona la rigidez suficiente para poder golpear sobre el combustible en la base de las llamas y poder recuperar la posición inicial.

Utilización:

Es una herramienta específica que realiza una única acción, que es la sofocación, sin embargo, su acción es muy eficaz sobre combustibles susceptibles de ser disgregados.

– **Ataque directo:**

- Sobre frentes de baja o mediana intensidad, con combustibles ligeros.
- Trabajo combinado con otras herramientas, fundamentalmente con extintores de mochila.



– **Ataque indirecto:**

- En labores de apoyo y vigilancia de la construcción de la línea de defensa, contrafuegos, supresión de focos secundarios, etc.

## **EXTINTOR DE MOCHILA**

Es un aparato aplicador de agua en chorro lleno o pulverización, que consta de un depósito de transporte dorsal, latiguillo de conexión y bomba (lanza) de accionamiento manual.

Utilización:

Es una herramienta que trabaja fundamentalmente sobre el lado del calor, enfriando el combustible que se está quemando. Para ello es necesario dirigir el agua a la base de la llama, al combustible que se está quemando (recordemos que el combustible se calienta y produce gases inflamables que son los que arden), y



adquiere la **temperatura de ignición**. Se trata de enfriar a ese combustible por debajo de esa temperatura.

También tiene la acción complementaria de humedecer el combustible que es susceptible de ser quemado, aumentando su resistencia a arder, acción que se ve potenciada si el agua va acompañada de aditivos retardantes y humectantes, espumas, etc.

– **Ataque directo:**

- Sobre fuegos débiles, incipientes o de combustibles ligeros y matorral de tipo medio.
- Su acción se combina muy bien con la acción de los batefuegos, donde el agua baja la intensidad del frente y el batefuego, por sofocación, termina de desequilibrar definitivamente el balance del triángulo del fuego, impidiendo que se recupere y vuelva a producirse la llama.
- También se puede combinar con la extracción del combustible enfriado con herramientas de corte, cavado y raspado.

– **Ataque indirecto:**

- En operaciones de apoyo a apertura de línea de defensa, contrafuegos, extinción de focos secundarios, etc.

## **MOTOSIERRA**

Es una máquina compuesta por un conjunto de elementos, que tiene como misión cortar el combustible.

Está compuesta por un motor que a través de un sistema, transmite el movimiento a una cadena que se desliza sobre una guía o espada. La cadena es el elemento cortante.

Es una herramienta común a otras actividades forestales, por lo que hay una gran variedad de máquinas, con potencias diferentes y con distintos largos de espadas, en función del diámetro del elemento a cortar.



Motosierra.



## MEDIOS TERRESTRES DE EXTINCIÓN.

Destacan especialmente los **vehículos** y la **maquinaria pesada**. Ambos aumentan la versatilidad de técnicas de extinción a emplear e incrementan exponencialmente el rendimiento. A continuación se indican los tipos de vehículos que normalmente participan en la extinción de los incendios forestales y algunas de sus características.

### VEHÍCULOS RURALES

#### AUTO-BOMBA RURAL LIGERO

Vehículo adecuado para operaciones elementales de salvamento en incendios. Su uso se realizará en zonas rurales, debido a que sus dimensiones y su bastidor, tipo todo terreno, le permiten acceso a cualquier incendio, incluso forestal.



Imagen 6. Auto-Bomba Rural Ligero

#### AUTO-BOMBA RURAL PESADO

Vehículo adecuado para operaciones normales de salvamento en incendios. Su uso se realizará en zonas rurales, debido a que sus dimensiones y su bastidor, tipo todo terreno, le permiten acceso a cualquier incendio, incluso forestal. Su dotación de material y elementos extintores le permite resolver la mayoría de los siniestros considerados normales. Su reserva de agua, especialmente con el uso de mangueras de pequeño diámetro y alta presión, dispone de elementos auxiliares para facilitar su suministro.



Imagen 7. Auto-Bomba Rural Pesado

Tabla 6. Características del Auto-Bomba Rural Pesado (BRP)

Vehículo	Auto-Bomba Rural Pesado (BRP)
Clasificación	M. Medio si su MTC es igual o inferior a 14 t. P. Pesado si su MTC es superior a 14 t.
Categoría	2 Rural
Carga normalizada	Variable según capacidad de la cisterna: - Carga mínima 3.900 kg - Peso disponible 500 kg
Dimen. máx.	6,5 m de longitud x 2,5 m de ancho x 3,5 m de alto
Bastidor	Tipo todo terreno con dos ejes motrices. La distancia al suelo, de los órganos o elementos suspendidos del bastidor en ningún caso deberá ser inferior a 400 Mm. Los ángulos voladizos delantero y posterior serán 25° como mínimo.
Remolque	Dispondrá de un dispositivo para 1.500 kg
Cabina	Doble, con cuatro puertas y capacidad mínima para 6 personas
Faro orientable móvil	Ubicado en la parte anterior de la cabina
Bomba hidráulica	Centrífuga y podrá accionarse por el propio motor del vehículo o motor independiente
Cisterna	Capacidad mínima 2.400 l
Instalación hidráulica	Dispondrá de las siguientes salidas de impulsión: -2 de 70 mmd -1 de 45 mmd -1 de 25 mmd conectada a la máxima presión
Transmisión	Contará con una caja de reducción de dos etapas como mínimo
Devanadera fija	Semi-rígida, de 25 mmd y 40 m de longitud acoplada a una lanza, situada en la parte trasera del vehículo, con conexión a la más alta presión de la bomba
Premezclador de espumógeno	En bomba o portátil
Boca de aspiración central	Con filtro y tapón ciego retenido por caden
Ataque a fuego	Con 4 lanzas de 45 mmd a incendio situado a 100 m de boca de incendios o punto de agua, 1 lanza de 25 mmd a 200 m, 2 lanzas de espuma de 400 l/m de caudal mínimo

## VEHÍCULOS FORESTALES

### AUTO-BOMBA FORESTAL LIGERO

Vehículo adecuado para operaciones de salvamento e incendios en zonas rurales, carreteras y zonas forestales debido a que sus dimensiones y su bastidor, tipo todo terreno con dos ejes motrices, le permiten acceso a casi cualquier zona. Su dotación de material y elementos extintores le permite resolver los siniestros de tipo agrícola, rural o forestal. Su reserva de agua limitada, le hace depender de abastecimientos próximos, vehículos nodriza, redes fijas, etc



Imagen 22. Auto-Bomba Forestal Ligero

La configuración de la suspensión y sus neumáticos de tacos todo terreno favorecen la conducción por terrenos no asentados, pero les perjudica en la conducción urbana y de carretera. Por este motivo, la velocidad en los traslados por carretera deberá ser moderada y, en las mejores condiciones, no superará los 85 km/h.

Tabla 12. Caracter. del Auto-Bomba Forestal Ligero (BFL)

Categoría	3 Todo terreno
Cabina	Doble, con cuatro puertas o sencilla para 3 personas
Faro orientable móvil	Ubicado en la parte anterior de la cabina
Bomba hidráulica	Centrífuga y podrá accionarse por el propio motor del vehículo o motor independiente
Instalación hidráulica	Generalmente con baja y alta presión. La mayor parte de las mangueras será de pequeño diámetro, enrolladas o en devanadera para su fácil extensión
Tomas auxiliares de aire	Para poder variar la presión de los neumáticos según necesidades del terreno
Instalaciones y cableados eléctricos, hidráulicos y neumáticos	Contarán con una protección para su circulación por terrenos accidentados y de altas temperaturas
Sistema de escape	Deberá prevenir la proyección de chispas
Bloqueo de ejes	Longitudinales de transmisión que garanticen el 50% de tracción en cada eje y de diferenciales trasero y delantero. Con la posición bloqueo todo terreno habitualmente se desconecta el sistema ABS

### 3.2. AUTO-BOMBA FORESTAL PESADO

Vehículo adecuado para operaciones de salvamento en incendios. Su uso se realizará en zonas rurales, carreteras y zonas forestales debido a que sus dimensiones y su bastidor, tipo todo terreno con dos ejes motrices, le permiten acceso a cualquier incendio, incluso forestal. Su dotación de material y elementos extintores le permite resolver los siniestros de tipo agrícola, rural o forestal. Su reserva de agua limitada, le hace depender de abastecimientos próximos, vehículos nodriza, redes fijas, etc

La configuración de la suspensión y sus neumáticos de tacos todo terreno favorecen la conducción por terrenos no

Tabla 13. Características del Auto-Bomba Forestal Pesado

Categoría	3 Todo terreno
Bastidor	Tipo todo terreno con dos ejes motrices. La distancia al suelo de los órganos o elementos suspendidos del bastidor, en ningún caso deberá ser inferior a 400 mm. Los ángulos voladizos delantero y posterior serán 35° como mínimo.
Cabina	Doble, con cuatro puertas y protegida por un sistema de autoprotección de agua pulverizada. Cuentan con una arco de seguridad alrededor de la cabina para protección de sus ocupantes en caso de vuelco
Faro orientable móvil	Ubicado en la parte anterior de la cabina
Bomba hidráulica	Centrífuga y podrá accionarse por el propio motor del vehículo o motor independiente
Instalación hidráulica	Generalmente con baja y alta presión. La mayor parte de las mangueras será de pequeño diámetro, enrolladas o en devanadera para su fácil extensión
Tomas auxiliares de aire	Para poder variar la presión de los neumáticos según necesidades del terreno
Instalaciones y cableados eléctricos, hidráulicos y neumáticos	Contarán con una protección para su circulación por terrenos accidentados y de altas temperaturas
Sistema de escape	Deberá prevenir la proyección de chispas
Bloqueo de ejes	Longitudinales de transmisión que garanticen el 50% de tracción en cada eje y de diferenciales trasero y delantero. Con la posición bloqueo todo terreno habitualmente se desconecta el sistema ABS
Boca de aspiración central	Con filtro y tapón ciego retenido por cadena
Sistema de protección de agua pulverizada	Para neumáticos ya que su utilización en terreno forestal podrá ser por zonas quemadas y/o calientes

asentados, pero les perjudica en la conducción urbana y de carretera. Por este motivo, la velocidad en los traslados por carretera deberá ser moderada y, en las mejores condiciones, no superará los 85 km/h.



Imagen 23. Auto-Bomba Forestal Pesado

VEHÍCULOS CISTERNA

AUTO-BOMBA NODRIZA (VERSIONES AUTO-BOMBA CISTERNA AGUA Y CISTERNA ESPUMA)

Vehículo adecuado para operaciones de salvamento en incendios y con unas dimensiones que le permiten una fácil circulación por vías de acceso normales. Por su reserva de agua, potencia de la bomba hidráulica y material para instalar mangueras puede efectuar una rápida acción en incendios, alimentando a otro vehículo o actuando directamente.



Imagen 24. Auto-Bomba Nodriza

Permitirá las siguientes maniobras en ambas versiones: lanzamiento de agua con alimentación de cisterna, con alimentación de red a presión directamente a la bomba o a través de la cisterna, aspiración de agua desde una altura geodésica de 7,5 m y lanzamiento o llenado de la cisterna, o ambas simultáneamente.

• Versión Auto-Bomba Cisterna de Agua (BCA)

Permitirá el llenado de la propia cisterna a distancias y desniveles superiores a los posibles con la propia bomba.

En la dotación de la versión para agua, BCA, se incluyen elementos para su propio abastecimiento de agua, aún en condiciones difíciles dada su utilización como nodriza especialmente.

• Versión Auto-Bomba Cisterna Espuma (BCE)

Permitirá el ataque con agua o espuma con el monitor fijo del vehículo a incendio y su protección con espuma simultáneamente, así como el lanzamiento de agua o espuma con el vehículo en movimiento.

Se hará uso en incendios específicos que requieran grandes cantidades de espuma como agente extintor y en la protección en caso de derrame de líquidos inflamables para los que sea aplicable.

Tabla 14. Características de los Auto-Bomba Nodriza

Vehículo	Auto-Bomba Cisterna Agua (BCA) Auto-Bomba Cisterna Espuma (BCE)
Clasificación	P. Pesado
Categoría	1 Urbano
Carga normalizada	Variable según capacidad de la cisterna: - Carga mínima 900 kg - Peso mínimo disponible 500 kg - Volumen mínimo disponible 0,400 m³
Dimensiones máximas	9,5 m de longitud x 2,5 m de ancho x 3,25 m de alto y 3,5 m de alto (con lanza monitor fijo)
Auto bastidor	Normal o con más de un eje motriz
Dirección	Servo-asistida
Cabina	Capacidad mínima de 3 personas
Remolque	Dispondrá de un dispositivo para 1.500 kg
Cisterna	Capacidad mínima: - 8.000 l (Versión BCA) - 7.200 l (Versión BCE)
Equipo eléctrico	Funcionará a una tensión nominal de 24 V
Luces	Dos faros orientables y móviles de 200 Mm de diámetro, uno en la parte anterior de la cabina y otro en la posterior del vehículo, ambos con circuito eléctrico independiente
Instalación hidráulica	Dispondrá de las siguientes salidas de impulsión: - 4 de 70 mmd - 1 de 25 mmd conectada a la máxima presión.
Bomba hidráulica	Centrífuga y podrá accionarse por el propio motor del vehículo o motor independiente
Motobomba auxiliar	Centrífuga y con un motor acoplado sistema monobloque
Devanadera fija	Con capacidad mínima de 40 m de longitud de manguera semi-rígida de 25 mmd y conexión independiente a la más alta presión de impulsión de la bomba. En el extremo libre de esta manguera irá acoplada una lanza con empuñadura de tipo pistola.
Bocas de aspiración central	Dos bocas de 100 mmd para aspiración simultánea, o una de 125 mmd
Ataque a fuego	Con lanza de 70 mmd o monitor portátil a incendio situado a 100 m de distancia, 2 lanzas de 45 mmd y 1 de 25 mmd a incendio situado a 100 m

**Tabla 14.** (Sigue) Características de los Auto-Bomba Nodriz

Características específicas Auto-bomba Cisterna Espuma (BCE)	
Sistema para extinción con espuma	La instalación hidráulica dispondrá de elementos específicos que permitirán el lanzamiento de este agente con instalaciones conectables a cualquier salida de la bomba.
Mezclador-dosificador en bomba	Permitirá una dosificación variable y regulable entre 0 y 5%
Caudal del líquido espumante	Mínimo de 75 l/min
Depósito de líquido espumante	<p>De material resistente a la corrosión e inalterable a la acción de los agentes espumantes líquidos usados con este fin. Dispondrá de llave que permita el vaciado total, fácilmente desobstruible. La boca de llenado por impulsión, de 25 mmd, estará provista de racor y una llave de cierre a una altura de cómoda utilización desde el suelo. Tendrá un dispositivo para impedir el vaciado del depósito en caso de falsa maniobra. Dispondrá de un indicador de nivel visible desde el puesto de mando de la bomba.</p> <p>Capacidad mínima del depósito de 750 l</p>
Lanza-monitor	<p>Instalado fijo sobre el techo, la parte móvil puede orientar y dirigir el chorro en todas direcciones. Ningún punto puede estar situado sobre el suelo a una distancia del vehículo superior a su longitud, en los 135° medidos a cada lado del eje longitudinal del vehículo en su parte delantera, y dos veces su longitud en el resto.</p> <p>La configuración de la boca de chorro permitirá lanzar agua en diversos chorros y espuma al 75% del caudal nominal de la bomba y a la presión normal. Alcance máximo medido sobre el suelo horizontal será de 45 y 35 m como mínimo, para agua y espuma respectivamente</p>



## MAQUINARIA

Hay condiciones e intensidad del incendio que no permiten aproximarse al frente en llamas directamente, pero que sí permiten el acercamiento de una máquina; o bien que el incendio se mueva muy rápidamente y no nos dé tiempo a seguirle.

La construcción de una línea de defensa es una labor pesada y ardua, que requiere un esfuerzo muy grande en los combatientes, y que normalmente se realiza en unas condiciones difíciles.

Es por esta razón que en muchas ocasiones la maquinaria permite realizar más rápidamente y con garantía los trabajos de apertura de línea, tanto en el ataque directo como en el indirecto.

Para abrir una línea o bien realizar un ataque directo hay distintos tipos de maquinaria, y distintos tipos de aperos que se les pueden acoplar.

### TIPOS DE MAQUINARIA

- Tractor oruga: Máquina de cadenas, a la que se le suele acoplar una pala empujadora y un ripper.

Las hay de muchos tipos, pero la que se suele emplear en los incendios es una máquina de 180 CV a 200 CV, que la experiencia ha demostrado como las más idóneas para el trabajo, ya que permite acceder y trabajar en terrenos en pendiente, empujar árboles si es necesario y se puede trasladar por carretera, para acceder al incendio, con relativa facilidad en camión-góndola.

Hoy día los tractores orugas disponen de cabina cerrada con aire acondicionado, lo que permite al palista acercarse al frente de llamas, soportando condiciones de calor radiante y, por tanto, elevadas temperaturas, como no pueden hacerlo otros medios de extinción desde tierra.

Para ello se requiere que la máquina esté en perfecto estado de uso, ya que en esas condiciones una avería puede representar un peligro para el palista y para el personal que acompaña a la máquina.

- Skiders: Máquinas empleadas para el arrastre y saca de madera.

Tienen una pala delantera en posición bulldozer, y un escudo trasero en el que se apoya la madera, y los hay de ruedas y de cadenas.

Hay algunas máquinas, a las que se les ha quitado el escudo y se ha sustituido por un depósito de agua acoplándole una bomba de impulsión, transformándolo en un vehículo autobomba.

En general tienen la ventaja de la movilidad, pero el inconveniente de tener escasa potencia.

- Tractores de ruedas: Tractores destinados a usos agrícolas, a los que se les puede acoplar una pala o arados de disco, etc.

Los hay de muchos tipos, y su uso en los incendios es escaso, y sólo por los propietarios, que los emplean para abrir líneas en los terrenos llanos en barbechos o en zonas cultivadas, donde se mueven bien.

Se mueven bien en zonas llanas, pero no son útiles cuando la pendiente aumenta.

## **TIPOS DE APEROS**

Ya vimos en el capítulo de “Prevención” las desbrozadoras, así que nos ocupamos específicamente en recordar los aperos que acompañan al tractor oruga, que es el que normalmente se emplea en la extinción:

- Palas de empuje.

De ellas la mejor es la tildozer, ya que permite trabajar en contrapendiente, es decir, empujar tierra incluso un poco en contrapendiente hacia el lado superior del terreno.

No obstante, recordemos que las palas pueden ser, en función del acoplamiento al tractor:

- Bulldozer: Permite el movimiento vertical, arriba y abajo, con una posición fija, perpendicular al eje, en el sentido de avance del tractor.
- Angledozer: Permite los movimientos anteriores y además movimiento transversal, al sesgo en el sentido de avance del tractor.
- Tildozer: los anteriores y también transversal en el plano vertical.

El mejor accionamiento de la pala es el hidráulico, ya que no hay que bajarse de la máquina, soltar los bulones y cambiar a mano la pala, para lo que se requiere ayuda.

- Bastidor protector ó cabina antivuelco: El tractorista debe estar protegido para la caída de ramas, árboles, etc., que se puedan desprender por la acción empujadora de la pala.
- Ripper: Es un subsolador vástago de acero de unos 70-80 cm que se sitúa detrás de la máquina, que sirve para clavarlo en el suelo y desgarrar ese suelo con el avance de la máquina manteniéndolo clavado.

Junto con la pala es el elemento de seguridad de la máquina, ya que si ésta por cualquier circunstancia tiende a desplazarse en un movimiento no con-



trolado, el palista, dejando caer la pala al suelo y clavando el ripper, sujeta la máquina en el sitio, evitando el desplazamiento.

Los tractores pueden llevar también otros tipos de aperos como:

- Arados de vertederas.
- Arados de discos.
- Gradas.
- Desbrozadoras.
- Subsoladores.

## MEDIOS AÉREOS EN INCENDIOS FORESTALES

Existen dos clases de medios aéreos en la extinción de incendios forestales: los Aviones y Helicópteros utilización, supone una serie de ventajas en el combate de incendios forestales; como son:

- Rapidez de desplazamiento, gran movilidad y autonomía.
- Transporte de personas, materiales y agua.
- Facilidad para posicionarse sobre el fuego (sin necesidad de utilizar vías de acceso difíciles).

Como es lógico, la aviación no es un medio de extinción perfecto, sino que se debe complementar con el resto de medios disponibles (vehículos, maquinaria, etc.) para lograr la máxima eficacia en su colaboración con el personal de tierra.

También presentan una serie de inconvenientes, entre los que cabe destacar:

1. Posibilidad de actuación sólo durante el día
2. Dependencia de las condiciones meteorológicas(viento, visibilidad, altitud).
3. Servidumbre de campos de aviación, en el caso de los aviones.
4. Mantenimiento continuo de los aparatos.
5. Precio.



## CARACTERÍSTICAS. RENDIMIENTO

---

### APARATOS DE ALA FIJA.

Según sus características, se destinan a los siguientes usos:

- Transporte: Suelen ser aviones de gran capacidad de carga, a los que se añade un depósito para poder ser utilizados para descargar agua. Requieren para su uso una infraestructura aeroportuaria. Deben volver a la base para recargar los tanques.
- Agrícolas: Muy extendidos en España (pertenecen a empresas de fumigación). Necesitan una infraestructura mínima en cuanto a instalaciones y mantenimiento, lo que unido a su bajo coste, los convierten en una herramienta ideal en la lucha contra incendios. Son muy maniobrables, aunque están limitados por su capacidad de carga y por su gran dependencia
- de las condiciones atmosféricas, así como por la proximidad de focos virulentos.



- Su capacidad de carga oscila entre los 1.500 l y los 3.500 l. Al igual que en el caso anterior deben volver a la base para recargar.
- Este tipo de avión tiene la posibilidad de lanzar mezclas retardantes. Existe ya un sistema, incorporado a estos aviones, que le permite mezclar el retardante o espumógeno en vuelo.
- Anfibios: Diseñados desde su origen para la lucha contra incendios forestales.
- Necesitan poca infraestructura de apoyo, aunque si una pista de aterrizaje en buenas condiciones. Tienen la ventaja de poder llenar las cisternas mediante el deslizamiento sobre una superficie líquida.
- Su uso sólo es posible si en las proximidades del incendio existe ( máx. 50 Km.) una superficie líquida.
- Están menos limitados que los anteriores por las condiciones atmosféricas, pero la existencia de nubosidad sobre una cordillera no les permite dirigirse hacia algunos incendios.
- Hay dos modelos en España: los CANSO (pertenecen a empresas privadas) y los CANADAIR (Ministerio de Agricultura). Estos últimos están siendo reconvertidos a motor turbohélice, y disponen además de un mezclador de espuma en su interior.

Las principales misiones que pueden llevar a cabo los aparatos de Ala Fija, son las siguientes:

**Vigilancia:**

El avión es una herramienta excelente para realizar misiones de observación y vigilancia, al constituirse en un punto de observación de enormes extensiones. Además, se eliminan las zonas ocultas, no visibles desde los puntos fijos.

**Extinción:**

Los aviones presentan varias posibilidades, como medio de extinción:

- Sofocación de fuegos incipientes a los que llegan antes que los medios terrestres.
- Descargas de agua o retardante en puntos peligrosos para los equipos de tierra.
- Combate de focos secundarios o de difícil acceso.
- Lanzamiento de agua en los lugares y con el propósito requerido (camino, cortafuegos, etc.).
- Lanzamiento de agua a baja altura para reducir los efectos del calentamiento.
- Aparte de las aplicaciones del avión para la extinción directa, también puede utilizarse para lanzar productos retardantes y formar una barrera que detenga la marcha del incendio.
- Actuación en coordinación con los medios terrestres.

## **APARATOS DE ALA ROTATIVA (HELICÓPTEROS)**

Existen muchos modelos, dedicándose a diferentes misiones, como son:

- Observación y vigilancia: Se utilizan aparatos muy pequeños, con capacidad para un solo pasajero. Tienen la ventaja de su gran maniobrabilidad, ya que pueden tomar tierra en cualquier zona.  
Actualmente van equipados con cámaras de vídeo, infrarrojos y GPS, para poder determinar focos, perímetros, y como ayuda para determinar el envío de aviones anfibios al incendio.
- Extinción de incendios: Estos aparatos disponen de dos sistemas para el transporte de agua; Heli balde (también llamado Bambi). Es un depósito exterior que se une al helicóptero por medio de unos cables, que permite descargas de gran precisión; Depósito Ventral, que mediante un manguito de aspiración colgante, carga el depósito, efectuando lanzamientos en cortina.



Cada sistema tiene sus ventajas e inconvenientes, siendo la desventaja mas importante del Depósito Ventral, su peso, y la del Heli balde, la desestabilización del vuelo del helicóptero.

Sus ventajas son el poder descargar el agua en cualquier parte, excepto en los focos más virulentos del fuego.

- Transporte de personal: Aunque el helicóptero es un medio caro, este inconveniente se ve ampliamente superado por la ventaja que supone el poder trasladar personal, hasta el pie del incendio, en muy poco tiempo.

## LIMITACIONES

Durante el desarrollo de una misión de vuelo una aeronave es afectada por diversos factores que de forma separada o en conjunto, comprometerán el éxito o el fracaso de su empleo.

El trabajo en incendios forestales implica volar en muchas ocasiones con la máxima capacidad de carga, a elevadas temperaturas y en áreas confinadas. Esto significa volar en condiciones de máximo riesgo. Por esta razón es conveniente sacrificar la capacidad de transporte de personal y equipos, siempre que la seguridad lo aconseje.

