

Tema 3

Incendios forestales: **fuego de vegetación**



Índice de contenidos

1. COMPORTAMIENTO DEL FUEGO FORESTAL. TIPOLOGÍAS DE INCENDIO

1.1. INTRODUCCIÓN

1.2. DEFINICIONES

1.3. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL COMPORTAMIENTO DEL FUEGO FORESTAL

1.3.1. INTRODUCCIÓN

1.3.1.1. FASES DE LA COMBUSTIÓN

1.3.1.2. FORMAS DE TRANSMISIÓN DEL CALOR EN LOS INCENDIOS FORESTALES

1.3.2. COMBUSTIBLES FORESTALES

1.3.2.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS COMBUSTIBLES FORESTALES

1.3.2.2. LOS MODELOS DE COMBUSTIBLE

1.3.2.2.1. MODELOS DE COMBUSTIBLE DE ROTHERMEL

1.3.2.2.2. MODELOS DE COMBUSTIBLE DE SCOTT Y BURGAM EN LA COMUNITAT VALENCIANA

1.3.2.2.3. HUMEDAD DE LOS COMBUSTIBLES

1.3.2.2.3.1. HUMEDAD DEL COMBUSTIBLE VIVO

1.3.2.2.3.2. HUMEDAD DEL COMBUSTIBLE MUERTO

1.3.2.2.3.3. INFLAMABILIDAD

1.3.2.2.3.4. COMBUSTIBILIDAD

1.3.3. METEOROLOGÍA BÁSICA APLICADA A INCENDIOS FORESTALES

1.3.3.1. INTRODUCCIÓN

1.3.3.2. LA TEMPERATURA

1.3.3.3. LA HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE

1.3.3.4. EL VIENTO

1.3.3.4.1. EFECTOS DEL VIENTO SOBRE EL INCENDIO

1.3.3.4.2. LOS VIENTOS DOMINANTES Y REGIONALES EN LA COMUNITAT VALENCIANA

1.3.3.4.3. LOS VIENTOS LOCALES EN LOS INCENDIOS FORESTALES: VIENTOS DE LADERA Y DE VALLE

- 1.3.3.4.4. LAS BRISAS
 - 1.3.3.4.5. EFECTO FOËHN
 - 1.3.3.4.6. CONTRAVIENTOS
 - 1.3.3.4.7. FRENTE FRÍOS
 - 1.3.3.5. ESTABILIDAD O INESTABILIDAD ATMOSFÉRICA
 - 1.3.3.5.1. INVERSIÓN TÉRMICA
 - 1.3.3.5.2. TORMENTAS
 - 1.3.4. TOPOGRAFÍA E INTERACCIÓN CON LOS INCENDIOS FORESTALES.
 - 1.3.4.1. PENDIENTE
 - 1.3.4.2. ALTITUD
 - 1.3.4.3. EXPOSICIÓN
 - 1.3.4.4. RELIEVE
 - 1.3.4.5. NOMENCLATURA TOPOGRÁFICA
 - 1.3.5. REMOLINOS DE FUEGO
 - 1.4. COMPORTAMIENTO DEL FUEGO EN INCENDIOS FORESTALES. COMPORTAMIENTO EXTREMO
 - 1.4.1. PARTES DE UN INCENDIO FORESTAL
 - 1.4.2. CLASES DE INCENDIOS FORESTALES
 - 1.4.3. EL VIENTO A MEDIA LLAMA
 - 1.4.4. FORMA DEL PERÍMETRO DE LOS INCENDIOS
 - 1.4.6. EL SISTEMA CAMPBELL DE ANÁLISIS DE INCENDIO
 - 1.4.6.1. LÓGICA DE CAMPO
 - 1.4.7. TIPOLOGÍA DE INCENDIOS
 - 1.4.7.1. INCENDIOS DOMINADOS POR VIENTO
 - 1.4.7.2. INCENDIOS CONVECTIVOS
 - 1.4.7.3. INCENDIOS TOPOGRÁFICOS
 - 1.4.7.4. MEGAINCENDIOS
 - 1.5. COMPORTAMIENTO DEL FUEGO
 - 1.5.1. VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN DEL INCENDIO FORESTAL
2. ORGANIZACIÓN DE INCENDIOS FORESTALES
 - 2.1. INTRODUCCIÓN
 - 2.2. EL INCIDENT COMMAND SYSTEM (ICS). ORIGEN Y FUNDAMENTOS
 - 2.3. EL SISTEMA DE MANEJO DE EMERGENCIAS EN INCENDIOS FORESTALES (SMEIF)
 - 2.4. EL PLAN ESPECIAL INCENDIOS FORESTALES
 - 2.4.1. ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN
 - 2.4.1.1. PREEMERGENCIA. NIVELES
 - 2.4.1.2. EMERGENCIA. CLASIFICACIONES
 - 2.4.1.3. ÍNDICE DE GRAVEDAD POTENCIAL
 - 2.4.1.4. SITUACIONES OPERATIVAS
 - 2.4.1.5. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA
 - 2.4.1.5.1. EL PMA Y EL CRM
 - 2.4.1.5.2. UNIDADES BÁSICAS
 - 2.4.1.5.2.1. UNIDAD BÁSICA DE INTERVENCIÓN
 - 2.4.1.5.2.2. LA UNIDAD BÁSICA DE SEGURIDAD
 - 2.4.1.5.2.3. UNIDAD BÁSICA DE APOYO
 - 2.4.1.5.2.4. UNIDAD BÁSICA SANITARIA
 - 2.4.2. OPERATIVIDAD
 - 2.4.2.1. ESTABLECIMIENTO DEL NIVEL DE PREEMERGENCIA
 - 2.4.2.2. MOVILIZACIÓN INICIAL DE MEDIOS
 - 2.4.2.3. CONSTITUCIÓN DEL PUESTO DE MANDO AVANZADO Y EL CRM
 - 2.4.2.4. MEDIDAS DE PROTECCIÓN PARA LA POBLACIÓN
3. MATERIALES Y MEDIOS DE EXTINCIÓN
 - 3.1. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI)
 - 3.1.1. CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS
 - 3.1.1.1. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL
 - 3.1.1.2. EQUIPOS COMPLEMENTARIOS
 - 3.2. HERRAMIENTAS
 - 3.2.1. EVOLUCIÓN
 - 3.2.2. NORMALIZACIÓN DE HERRAMIENTAS Y SUMINISTRO DE EQUIPOS
 - 3.2.3. CARACTERÍSTICAS COMUNES
 - 3.2.4. APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS
 - 3.2.5. TIPOS DE HERRAMIENTAS
 - 3.2.5.1. HERRAMIENTAS PARA ACTUAR DIRECTAMENTE SOBRE EL FUEGO
 - 3.2.5.2. HERRAMIENTAS MECÁNICAS.
 - 3.2.5.3. HERRAMIENTAS DEPENDIENTES DE AGENTE EXTINTOR
 - 3.2.5.4. HERRAMIENTAS IGNÍFERAS
 - 3.3. MEDIOS AÉREOS
 - 3.3.1. TIPOS DE AERONAVES
 - 3.3.1.1. AVIONES.
 - 3.3.1.2. HELICÓPTEROS

Índice de contenidos

3.3.2. EQUIPOS DE DESCARGA DE AGUA DESDE HELICÓPTEROS

3.4. MAQUINARIA

3.4.1. USO E INTEGRACIÓN DE LA MAQUINARIA PESADA EN LA EXTINCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES EN ESPAÑA. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

3.4.2. TIPOS DE MÁQUINAS USADOS EN INCENDIOS FORESTALES EN ESPAÑA. EQUIPOS DE MAQUINARIA PESADA

3.4.3. EQUIPO HUMANO. FORMACIÓN

3.4.4. OPERACIONES DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES EN ESPAÑA

3.4.4.1. EXTINCIÓN EN ATAQUE DIRECTO. ENTERRADO DEL FRENTE Y ELIMINACIÓN DEL COMBURENTE

3.4.4.2. EXTINCIÓN EN ATAQUE EN PARALELO O INDIRECTO

3.4.4.3. CONTROL Y LIQUIDACIÓN DE PERÍMETROS

3.4.4.4. CREACIÓN DE ACCESOS A OTROS MEDIOS

3.5. EQUIPOS HUMANOS

3.5.1. PERSONAL DE LOS CONSORCIOS PROVINCIALES DE BOMBEROS

3.5.2. SERVICIO DE BOMBEROS FORESTALES DE LA GENERALIDAD VALENCIANA

3.5.2.1. UNIDADES DE BOMBEROS FORESTALES HELITRANSPORTADOS

3.5.2.2. UNIDAD DE BOMBEROS FORESTALES

3.5.3. BRIGADAS DE LAS DIPUTACIONES PROVINCIALES

3.5.4. UNIDAD MILITAR DE EMERGENCIAS

3.5.5. BRIGADAS DE REFUERZO EN INCENDIOS FORESTALES DEL MINISTERIO COMPETENTE

3.5.6. GRUPOS DE PRONTO AUXILIO

4. TÉCNICAS Y TÁCTICAS DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES Y COMBINACIÓN DE ESTAS

4.1. INTRODUCCIÓN

4.2. ATAQUE DIRECTO, PARALELO E INDIRECTO

- 4.2.1. ATAQUE DIRECTO
- 4.2.2. ATAQUE PARALELO
- 4.2.3. ATAQUE INDIRECTO
- 4.3. EXTINCIÓN CON HERRAMIENTAS
- 4.3.1. COMBINACIÓN DE HERRAMIENTAS.
- 4.3.2. APERTURA DE LÍNEAS DE DEFENSA
 - 4.3.2.1. AVANCE PROGRESIVO
 - 4.3.2.2. AVANCE ALTERNADO
 - 4.3.2.3. ASIGNACIÓN INDIVIDUAL
 - 4.3.2.4. STEP UP
- 4.4. EXTINCIÓN CON MAQUINARIA
- 4.5. EXTINCIÓN CON MEDIOS AÉREOS
 - 4.5.1. OPERACIÓN CON AERONAVES
 - 4.5.2. COMUNICACIONES CON LAS AERONAVES
 - 4.5.3. 16 BRAVO
- 4.6. EXTINCIÓN CON LÍNEAS DE AGUA
 - 4.6.1. CAUDALES PARA TRABAJO EN INCENDIOS FORESTALES
 - 4.6.2. CONSTRUCCIÓN DE GRANDES TENDIDOS
- 4.7. CONTRAFUEGOS
- 4.8. USO DE RETARDANTES
 - 4.8.1. RETARDANTES (LARGO TÉRMINO)
 - 4.8.2. ESPUMÓGENOS (CORTO TÉRMINO) EN INCENDIOS FORESTALES
 - 4.8.2.1. VENTAJAS DE LA UTILIZACIÓN DE LAS ESPUMAS EN INCENDIOS FORESTALES
 - 4.8.2.2. CONSISTENCIA DE LAS ESPUMAS
 - 4.8.2.3. APLICACIONES AÉREAS DE ESPUMAS
 - 4.8.2.3.1. OPERACIONES CON AERONAVES
 - 4.8.2.3.2. CONSISTENCIA DE LAS DESCARGAS
 - 4.8.2.3.2.1. VELOCIDAD DE LA AERONAVE
 - 4.8.2.3.2.2. ALTURA DE DESCARGA
 - 4.8.2.3.2.3. VIENTO
 - 4.8.3. VISCOSANTES
 - 4.8.4. MÉTODOS DE TRABAJO CON RETARDANTES Y ESPUMÓGENOS
- 4.9. LIQUIDACIÓN DE INCENDIOS

- 4.10. OPERACIONES EN LA INTERFAZ
 - 4.10.1. VALORACIÓN Y SELECCIÓN DE CONSTRUCCIONES A DEFENDER
 - 4.10.2. TÁCTICAS PARA PROTECCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS
 - 4.10.3. ATAQUE INICIAL
 - 4.10.4. ORGANIZACIÓN DE LA DEFENSA CON CONSTRUCCIONES AMENAZADAS
 - 4.10.5. DEFENSA DE LA CONSTRUCCIÓN
- 5. SEGURIDAD DE OPERACIONES DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES
 - 5.1. INTRODUCCIÓN
 - 5.2. PRECAUCIONES GENERALES
 - 5.3. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD EN LA EXTINCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES
 - 5.4. 18 SITUACIONES EN LAS QUE EL PELIGRO AUMENTA
 - 5.5. ALGUNOS FACTORES COMUNES EN INCENDIOS TRÁGICOS
 - 5.6. RUTAS DE ESCAPE Y ZONAS DE SEGURIDAD
 - 5.7. LOS CINCO PUNTOS DEL PROTOCOLO BÁSICO DE SEGURIDAD EN INCENDIOS FORESTALES. OCELA
 - 5.8. LA ZONA DEL HOMBRE MUERTO
 - 5.9. NORMAS DE SEGURIDAD EN LA INTERFAZ
 - 5.10. PRECAUCIONES AL CAMINAR POR EL MONTE
 - 5.11. PRECAUCIONES EN EL EMPLEO DE HERRAMIENTAS MANUALES
 - 5.12. PRECAUCIONES EN EL USO DE MOTOSIERRAS
 - 5.13. PRECAUCIONES EN EL MANEJO DE MANGUERAS
 - 5.14. PRECAUCIONES EN EL TRABAJO COMBINADO CON TRACTORES
 - 5.15. PRECAUCIONES EN EL USO DEL CONTRAFUEGO
 - 5.16. PRECAUCIONES EN EL EMPLEO DE RETARDANTES Y ESPUMÓGENOS
 - 5.17. ATRAPAMIENTOS DE COMBATIENTES
 - 5.18. TRANSPORTE DE PERSONAL
 - 5.19. NORMAS DE CONDUCCIÓN DURANTE EL SERVICIO
 - 5.20. OTRAS SITUACIONES DE RIESGO PARA EL PERSONAL DE EXTINCIÓN

6. BIBLIOGRAFÍA

1. COMPORTAMIENTO DEL FUEGO FORESTAL. TIPOLOGÍAS DE INCENDIO

1.1. INTRODUCCIÓN

Los incendios de vegetación (forestales o rurales) son una de las actividades que con más frecuencia se enfrentan los bomberos en su día a día, constituyendo alrededor del 33 % de los Servicios que se atienden al año.

Si bien la complejidad de estas emergencias no es muy alta en relación al número absoluto de Servicios que se atienden, en días con una climatología especialmente adversa, los incendios forestales pueden derivar en servicios multiemergencia muy complejos, a los que los bomberos que trabajan en el arco mediterráneo tendrán que hacer frente todos los años, y que el contexto actual de cambio climático prevé que estos eventos serán más frecuentes e intensos.

Además, esta emergencia es la que causa más víctimas mortales entre el personal de combate de emergencias, por lo que es muy importante disponer de unas nociones básicas de cuáles son los factores que rigen su comportamiento, como intervenir en ellos con un alto grado de seguridad y que habilidades básicas debe disponer el bombero a la hora de combatirlos y extinguirlos.

Por todo esto, se hace imprescindible abordar la formación básica, tanto en conocimientos como en habilidades, en materia de incendios forestales, que se constituya como el pilar de otra formación de mayor nivel, para que el bombero pueda ir acumulando los conocimientos necesarios a lo largo de su carrera profesional.

Dentro de esta formación básica están los factores de comportamiento del fuego, como estos afectan a la seguridad del personal que los combate y cuál es la forma más adecuada de atacarlos en función de sus tipologías, motores, medios de extinción disponibles y valores amenazados.

1.2. DEFINICIONES

El siguiente listado de definiciones aparece en el Plan Especial por Incendios Forestales de la Comunitat Valenciana, y son una adaptación de las definiciones que aparecen en la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil de Emergencia por Incendios Forestales aprobada por Real Decreto 893/2013, de 15 de noviembre.

Cartografía oficial: la realizada por las administraciones públicas o bajo su dirección y control, con sujeción a las prescripciones de la Ley 7/1986, de Ordenación de la Cartografía, y del Real Decreto 1545/2007 por el que se regula el Sistema Cartográfico Nacional y los instrumentos esenciales de aquella. Tendrán también dicha consideración cualquier infraestructura de datos espaciales elaborada de acuerdo a los principios de la Ley 14/2010, de 5 de julio, sobre las Infraestructuras y los Servicios de Información Geográfica en España (LISIGE), que transpone a nuestro ordenamiento jurídico la Directiva 2007/2/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de marzo de 2007, por la que se establece una Infraestructura de Información Espacial en la Comunidad Europea (INSPIRE).

Terreno Forestal: Tal y como se establece en la Ley 3/1993, Forestal de la Comunitat Valenciana y en el artículo 17 del Decreto 58/2013, de 3 de mayo, del Consell, por el que se aprueba el Plan de Acción Territorial Forestal de la Comunitat Valenciana, son montes o terrenos forestales todas las superficies cubiertas de especies forestales arbóreas, arbustivas, de matorral o herbáceas, de origen natural o procedente de siembra o plantación, que cumplan o puedan cumplir funciones ecológicas, de protección, de producción, de paisaje o recreativas. Igualmente, se considerarán montes o terrenos forestales:

1. Los **enclaves forestales** en terrenos agrícolas que tengan una **superficie mínima de una hectárea**, sin perjuicio de que enclaves con superficies inferiores puedan tener dicha condición de terreno forestal, siempre y cuando la Administración competente determine, de forma expresa, la función ecológica de los mismos.
2. Los terrenos yermos, roquedos y arenales.
3. Las construcciones e infraestructuras destinadas al servicio del monte en el que se ubican.
4. Los **terrenos agrícolas abandonados** que hayan adquirido signos inequívocos de su estado forestal. Se considera signo inequívoco del estado forestal de un terreno, la cobertura de especies forestales arbóreas o arbustivas por encima del treinta por ciento de fracción de cabida cubierta, aplicado, como máximo, a escala de subparcela catastral.
5. 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, así como los procedentes de compensaciones territoriales por cambio de uso forestal, espacios forestales recuperados en concesiones de explotaciones mineras, canteras, escombreras, vertederos y similares, o contemplados en los instrumentos de planificación, ordenación y gestión forestal que se aprueben al amparo de la legislación forestal de aplicación.
6. **Los terrenos que pertenecen a un monte de utilidad pública o dominio público**, aunque su uso y destino no sea forestal.
7. Los terrenos dedicados a **cultivos temporales en terrenos agrícolas con especies forestales leñosas destinados a servicios de producción en régimen intensivo**. Las plantaciones subvencionadas mantendrán su condición de monte, al menos, durante la vigencia de sus turnos de aprovechamiento. Si el cultivo forestal se encuentra dentro del dominio público hidráulico, su condición de monte será permanente.

Incendio forestal: Fuego que se extiende sin control sobre combustibles forestales situados en el monte. A efectos de este Plan, tendrán dicha consideración también, los que se produzcan en las áreas adyacentes al monte o de transición con otros espacios urbanos o agrícolas.

Incendio forestal estabilizado: Aquel incendio que sin llegar a estar controlado evoluciona dentro de las líneas de control establecidas según las previsiones y labores de extinción conducentes a su control.

Incendio forestal controlado: es aquel que se ha conseguido aislar y detener su avance y propagación dentro de líneas de control.

Incendio forestal extinguido: situación posterior a la de Incendio controlado, en la cual ya no existen materiales en ignición en el perímetro del incendio y no se prevé que pueda reiniciarse.

Índice de gravedad potencial de un incendio forestal: Indicador de los daños que se prevé que puede llegar a ocasionar un incendio forestal, dadas las condiciones en que se desarrolla.

Interfaz urbano-forestal: Zona en la que las edificaciones entran en contacto con el monte. El fuego desarrollado en esta zona, no sólo puede alcanzar las edificaciones, sino que además puede propagarse en el interior de las zonas edificadas, cualquiera que sea la causa de origen.

Zonas de Alto Riesgo de Incendio (ZAR): Áreas en las que la frecuencia o virulencia de los incendios forestales, y la importancia de los valores amenazados, hagan necesarias medidas especiales de protección contra los incendios. En la Comunitat Valenciana, por la Resolución de 29 de julio de 2005 de la Conselleria de Territorio y Vivienda, se declaran todos los terrenos forestales como Zona de Alto Riesgo de incendio.

Movilización: conjunto de operaciones o tareas para la puesta en actividad de medios, recursos y servicios, para la lucha contra incendios forestales.

Zona de actuación preferente de los medios del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente: Es el área de trabajo ordinario asignada a un medio para el apoyo a las comunidades autónomas en la extinción de incendios forestales.

Puesto de Mando Avanzado (PMA): puesto de dirección técnica de las labores de control y extinción de un incendio, situado en las proximidades de éste.

Peligro de incendio: probabilidad de que se produzca un incendio en un lugar y en un momento determinado.

Índices de peligro: Valores indicativos del peligro de incendio forestal en una zona determinada.

Vulnerabilidad: grado de pérdidas o daños que pueden sufrir, ante un incendio forestal, la población, los bienes y el medio ambiente.

Riesgo de incendio: Combinación de la probabilidad de que se produzca un incendio y sus posibles consecuencias negativas para personas, bienes y medio ambiente.

1.3. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL COMPORTAMIENTO DEL FUEGO FORESTAL

1.3.1. INTRODUCCIÓN

Si atendemos al fenómeno físico, se puede definir un incendio forestal como la propagación libre del fuego sobre la vegetación. El fuego es la liberación de energía en forma de luz y calor, producto de la combustión. También, se podría definir como el fenómeno que se produce cuando se aplica CALOR a un cuerpo COMBUSTIBLE en presencia de AIRE que aporta OXIGENO, elevando su temperatura hasta que comienza a desprender gases, cuya combinación con el oxígeno del aire, proporciona la energía necesaria para que el proceso continúe. Por tanto, para que se produzca un incendio se necesitan tres elementos, CALOR, AIRE Y COMBUSTIBLE, que constituyen el llamado TRIANGULO DEL FUEGO.

Por tanto, si se quiere abordar el estudio del comportamiento de un incendio forestal, hay que realizarlo desde el estudio de la combinación de las condiciones meteorológicas y topográficas con el estado y tipo de combustible forestal sobre el que se desarrolla. Estos grandes grupos de factores y sus diferentes combinaciones constituyen la esencia del comportamiento del fuego forestal, teniendo una influencia directa sobre el incendio a través de cada una de sus variables y características.

También es interesante abordar las formas de propagación del calor en el incendio forestal y sus fases, esto permitirá entender de una forma más sencilla los procesos que se tienen lugar dentro del incendio forestal.



1.3.1.1. FASES DE LA COMBUSTIÓN

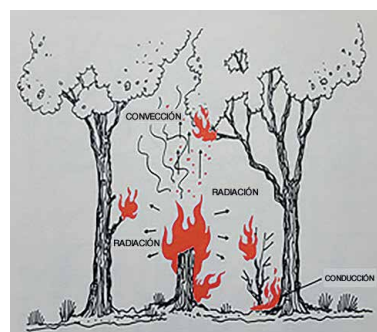
La combustión es una reacción de oxidación exotérmica entre un cuerpo combustible y un cuerpo comburente, provocada por una fuente de energía, normalmente en forma de calor. En este proceso se pueden distinguir tres fases:

- **Fase de precalentamiento:** El calor exterior eleva la temperatura del combustible hasta algo más de 100 °C, lo que produce la pérdida de vapor de agua. La temperatura continúa subiendo hasta 200 °C, eliminando toda el agua y destilándose las resinas y otros compuestos orgánicos.
- **Fase de combustión de los gases:** La temperatura se sitúa entre 300 y 400 °C, en donde comienzan a quemar los gases inflamables formando las llamas, así la temperatura continúa subiendo hasta los 600 °C - 1000 °C, en función del combustible que esté quemando. Además de los gases, se desprende calor, que mantiene por sí mismo la combustión. La madera arde con llama, se desprende humo formado por gases no quemados, dióxido de carbono, vapor de agua y partículas sólidas quemadas incompletamente.
- **Fase de combustión del carbón:** La madera arde, consumiendo su contenido en carbono y quedando las cenizas, formadas por sustancias minerales que no arden. Esta combustión se da en el rango de los 480 a 500 °C.

1.3.1.2. FORMAS DE TRANSMISIÓN DEL CALOR EN LOS INCENDIOS FORESTALES

En el incendio forestal, el calor se transmite de tres maneras:

- **Conducción:** Transporte del calor entre materiales en contacto.
- **Convección:** Transporte del calor y partículas incandescentes, por la corriente de aire que se crea en el proceso de combustión.
- **Radiación:** Consiste en la ignición del material cercano a un foco de calor, a través del aire sin tener contacto material.



*Formas de propagación del calor.
(Fuente: Rico Rico et al).*

1.3.2. COMBUSTIBLES FORESTALES

1.3.2.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS COMBUSTIBLES FORESTALES

Cuando se aborda el estudio de los incendios forestales a la vegetación se le denomina combustible, y este combustible presenta unas determinadas características que podrían agruparse en:

- **Vitalidad:** si el combustible está vivo o está muerto, este estado va a condicionar la velocidad de intercambio de humedad con el medio que los rodea. Son combustibles "muertos" la hojarasca, las acículas, las ramas secas, etc. Estos combustibles intercambian continuamente humedad con el ambiente, pudiendo oscilar su contenido de humedad entre el 1 % y el 30 %. Son combustibles "vivos", las plantas vivas con actividad fotosintética. Los niveles de humedad de las plantas vivas, medidos en porcentaje en relación con su peso seco, pueden oscilar entre el 30 % y más del 300 %.
- **Tamaño y forma:** Esto tiene que ver con la relación superficie volumen que presenta un determinado combustible. Cuando mayor es esta relación, mayor es la capacidad que tiene un combustible de adsorber

el calor y desecar. Como ejemplo se puede decir que si tenemos un tronco con un determinado diámetro y en el otro extremo tenemos un manojo de tallos de trigo con el mismo volumen que el tronco, el manojo de tallos desecará antes, ya que la superficie de absorción del calor será la suma de las superficies de todos los tallos de trigo, mucho mayor que la que tenía el tronco en su cara externa. Es el mismo principio de la utilización del agua pulverizada para absorber mejor el calor.

- **Cantidad de combustible:** Que será la masa de combustible vivo y muerto que tenga un determinado combustible. A esto también se le denomina **carga**, y se expresa en kg/m² ó T/ha.
- **Continuidad del combustible:** Que viene a definir la continuidad vertical u horizontal de un determinado combustible. A la continuidad vertical también se le denomina estructura en escalera, donde el fuego desde el combustible de superficie tiene continuidad para pasar a copas.
- **Humedad del combustible:** Es el factor más importante a tener en cuenta al hablar de los combustibles forestales y hay que referirlo a la vitalidad. A mayor humedad del combustible, menor será la probabilidad de inicio de un incendio y menor su velocidad de propagación. Cuanto mayor es el contenido de humedad del combustible, mayor es la cantidad de energía que ha de generar el incendio para mantener la combustión en el frente de llama.

1.3.2.2. LOS MODELOS DE COMBUSTIBLE

La relación entre el hombre y la naturaleza en el pasado, es la causa principal del paisaje que tenemos hoy en día. Los grandes incendios ocurridos en la Comunitat Valenciana en las décadas de los 70, 80 y 90 modificaron seriamente la fisonomía del paisaje, con el efecto principal, en muchos casos, de la destrucción del estrato arbóreo. Las asociaciones vegetales que normalmente acompañan como sotobosque al pino, tras un incendio suelen mantener su misma composición una vez regenerada aunque éste falte. El estrato arbustivo sólo merma en densidad y altura de forma proporcional a la distancia temporal del incendio.

Pero el efecto paisajístico es considerable cuando desaparecen los pinos o quedan unos cuantos aislados y deteriorados. Incluso cuando se ha regenerado el matorral, permanecen en el terreno los troncos muertos que atestiguan el paso del fuego tiempo atrás y que los arbustos casi han borrado su huella.



Matorralización del paisaje. (Fuente. Elaboración propia).

La identificación de la vegetación que está siendo afectada por un incendio ayuda a comprender el comportamiento de este. Pero realizar una evaluación de todos los combustibles presentes en cada incendio necesitaría mucho tiempo. Por eso se ha ideado el concepto de “modelos de combustible”, que nos ayuda a predecir el comportamiento de un incendio de una forma rápida y lógica.

Un modelo de combustible podría definirse como el comportamiento del incendio que presenta una determinada estructura de vegetación al paso del fuego a través de esta. Para identificarlo se citan las características de la estructura de vegetación y cuál será el comportamiento que esta presentará al paso del fuego.

La modelización del fuego requiere información específica de los combustibles forestales definida en términos numéricos. Esta definición incluye: carga de combustible, relación entre la superficie y volumen en

cada tamaño de clase, profundidad del combustible, densidad de las partículas de combustibles, capacidad calorífica de cada combustible, y humedad de extinción (Rothermel, 1983). Así, los modelos de combustible surgen como un método alternativo para describir y catalogar combustibles, de manera que no haya que tomar todos los datos antes comentados. Para cada modelo de combustible, se describen los valores numéricos necesarios para definir el modelo de propagación del fuego.

Los sistemas de información geográfica suponen una nueva herramienta que nos dota de la posibilidad de generar una cartografía específica de los modelos de combustible. Pero debe partir de una metodología que evite en la medida de lo posible fallos de interpretación, y que provea de una información contrastada de la vegetación presente.

Para la identificación de los diferentes modelos de combustible presentes en la Comunitat Valenciana se estableció como punto de partida los modelos de combustibles empleados por el Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos - USDA. El sistema de predicción del comportamiento del fuego (Fire Behavior Prediction System) empleado en EE.UU. incluye 53 modelos de combustible predefinidos. Trece de estos modelos se crearon en la década de 1970 (Rothermel) y en el año 2005 (Scott y Burgan, 2005) agregaron las definiciones de los 40 modelos adicionales. Los 13 modelos de combustible originales fueron diseñados para describir el comportamiento del fuego en las condiciones de quema durante el período más severo de la temporada de incendios forestales, cuando controlarlos resulta más problemático. Los nuevos modelos mejoran la exactitud de las predicciones de comportamiento del fuego fuera del período severo de la temporada de incendios, aumentando el número de modelos a aplicar, y mejorando la capacidad de entender el comportamiento del incendio al ofrecer más opciones de modelos de combustible.

1.3.2.2.1. MODELOS DE COMBUSTIBLE DE ROTHERMEL

Los modelos de combustible de Rothermel son 13 que están divididos en cuatro grupos de modelos que son los de Pasto, Matorral, Hojarasca bajo arbolado, y Restos de corta y trabajos selvícolas.

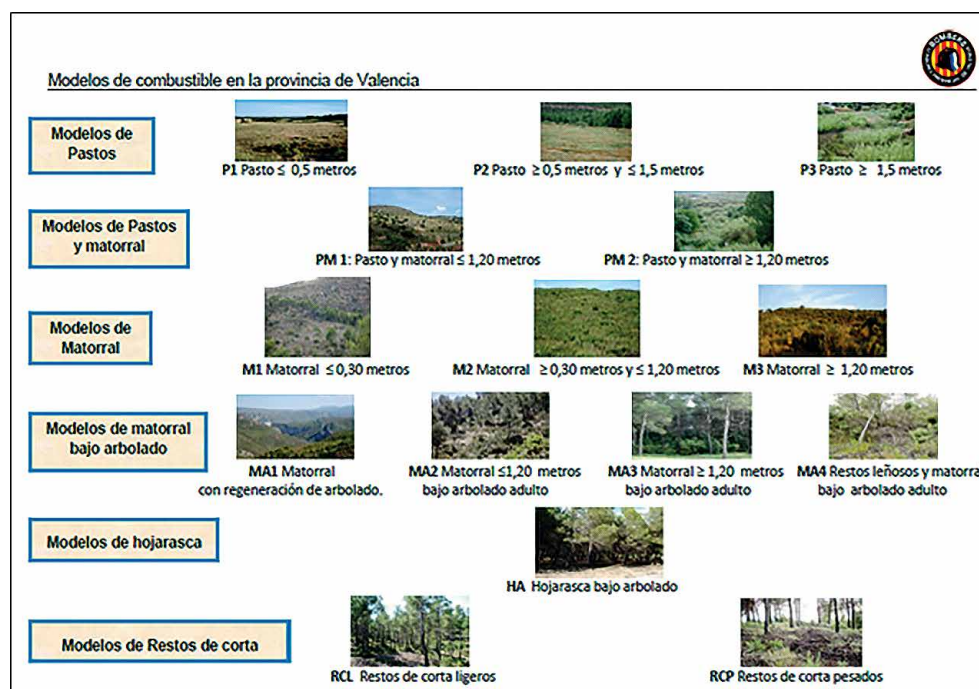
- **Pasto:** Dentro de este grupo existen tres modelos, que en nuestras regiones son muy difícil de encontrar, si exceptuamos los cultivos de cereales, las marjales (zonas ricas en carrizo junto al mar), y los cultivos abandonados. La cantidad de combustible por hectárea no es muy elevada (10 T/ha) pero si bien no desprenden gran cantidad de calor, en comparación con otros modelos, sí que puede llegar a ser muy rápido el avance del fuego sobre ellos.
- **Matorral:** En este grupo la cantidad de combustible oscila entre 5 y 35 T/ha, encontrándose dentro de este grupo el modelo más peligroso por la gran velocidad de propagación del fuego a través de él. Este modelo es el número 4, y se trata de matorral o plantación joven muy densa, de más de 2 metros de altura, con ramas muertas en su interior. Continuidad horizontal y vertical, con una cantidad de combustible entre 25 a 35 T/ha.
- Este es uno de los matorrales que más frecuentemente podemos encontrar en el Levante español, y que tiene su origen en el régimen pírco de estas regiones, que es el de incendios frecuentes e intensos.
- **Hojarasca bajo arbolado:** Aquí se encuentran los modelos menos peligrosos, ya que tienen escasa continuidad vertical, y se dan en regiones de España más lluviosas y frías, por lo que la vegetación está compuesta por especies menos inflamables, al ser su contenido de agua más elevado.
- **Restos de corta y tratamientos selvícolas:** La cantidad de combustible en este grupo es muy elevada, oscilando entre 25 y 150 T/ha. Puede dar lugar a incendios de gran magnitud por la cantidad de calor que desprende. Además, lo trabado de su estructura, dificulta muchísimo las tareas de extinción.

Modelos de combustible de Rothermel		
GRUPO	MODELO	DESCRIPCION
Pastos	1	Pasto fino seco y bajo, que recubre completamente el suelo. El matorral o el arbolado cubren menos de 1/3 de la superficie. El fuego se propaga rápidamente por el pasto seco. Cantidad de combustible (materia seca): 1 - 2 t/ha.
	2	Pastizal con presencia de matorral o arbolado claro que cubren entre 1/3 y 2/3 de la superficie. El combustible está formado por el pasto seco, la hojarasca y ramillas caídas de la vegetación leñosa. El fuego corre rápidamente por el pasto seco. Cantidad de combustible (materia seca): 5 - 10 t/ha.
	3	Pastizal espeso y alto (Mayor a 1 metro). Es el modelo típico de las sabanas. Los campos de cereales son representativos de este modelo. Los incendios son rápidos y de alta intensidad. Cantidad de combustible (materia seca): 4 - 6 t/ha.
Matorral	4	Matorral o arbolado joven muy denso de más 2 metros de altura. Continuidad horizontal y vertical del combustible. Abundancia de combustible leñoso muerto (ramas) sobre plantas vivas. El fuego se propaga rápidamente sobre las copas del matorral con gran intensidad y llamas grandes. La humedad del combustible vivo tiene gran influencia en el comportamiento del fuego. Cantidad de combustible (materia seca): 25 - 35 t/ha.
	5	Matorral denso y joven de menos de 1 metro de altura. Poco material muerto. Cantidad de combustible (materia seca): 5 - 8 t/ha.
	6	Matorral parecido al modelo 5 pero con alturas superiores a 1 metro o con restos de frondosas. Cantidad de combustible (materia seca): 10 - 15 t/ha.
	7	Matorrales de especies muy inflamables con alturas de menos de 2 metros o pinares de sotobosque. Cantidad de combustible (materia seca): 10 - 15 t/ha.
Hojarasca bajo arbolado	8	Hojarasca en bosque denso de coníferas o frondosas, la hojarasca forma una capa compacta al estar formada por acículas cortas (5 cm o menos) o por hojas planas no muy grandes. Cantidad de combustible (materia seca): 10 - 12 t/ha.
	9	Hojarasca en bosque denso de coníferas ó frondosas, que se diferencia del modelo 8 en que forma una capa esponjada poco compacta, con mucho aire interpuesto. Está formada por acículas largas, como en masas de Pinus pinaster, o por hojas grandes y rizadas como las de Quercus pyrenaica, Castanea sativa, etc. Cantidad de combustible (materia seca): 7 - 9 t/ha.
	10	Restos leñosos originados naturalmente, incluyendo leña gruesa caída como consecuencia de vendavales, plagas intensas, o excesiva madurez de la masa boscosa, con presencia de vegetación herbácea y matorral que crece entre los restos leñosos. Cantidad de combustible (materia seca): 30 - 35 t/ha.
Restos de corta y trabajos silvícolas	11	Bosque claro o fuertemente aclarado. Restos de poda o aclarado dispersos, con plantas herbáceas rebrotando. Cantidad de combustible (materia seca): 25 - 30 t/ha.
	12	Predominio de restos sobre el arbolado. Restos de poda o aclarado cubriendo todo el suelo. Cantidad de combustible (materia seca): 50 - 80 t/ha.
	13	Grandes acumulaciones de restos gruesos y pesados, cubriendo todo el suelo. Cantidad de combustible (materia seca): 100 - 150 t/ha.

Clave de clasificación de los modelos de combustible de Rothermel. (Fuente. Rothermel, 1983).

1.3.2.2.2. MODELOS DE COMBUSTIBLE DE SCOTT Y BURGAM EN LA COMUNITAT VALENCIANA

La aplicación de los modelos de Scott y Burgam en la Comunitat Valencia requiere de una síntesis, reduciendo el número de modelos a tratar, ya que no están todos presentes en el territorio. Estos modelos deben ser lo suficientemente representativos de la vegetación presente, pero sin excederse en el número de modelos, dado que el territorio a tratar y su biodiversidad es mucho menor. El resultado final incluye 15 modelos de combustible que son representativos de las diferentes estructuras de vegetación que conforman el paisaje actual en la provincia de Valencia.



Clave para la identificación de los modelos de Combustible en la provincia de Valencia.

1.3.2.2.3. HUMEDAD DE LOS COMBUSTIBLES

En relación con el clima, es muy importante conocer los escenarios futuros, pero no menos importante es conocer cómo afectan los escenarios climatológicos pasados para poder predecir los futuros.

Así como la climatología previa, tanto de meses o incluso años, a los incendios afecta al comportamiento del fuego alterando el contenido en agua de los combustibles vivos y su carga. El contenido en humedad es fundamental para el desarrollo del incendio y la cantidad de combustible consumida.

La humedad del combustible se puede definir como "el contenido de agua que tiene la vegetación, independientemente de que esté viva o muerta".

De esta definición se pueden extraer los conceptos de humedad del combustible vivo y la humedad del combustible muerto. La humedad del combustible viene expresada en tanto por ciento, e indica la cantidad de agua total que contiene la vegetación en relación a su peso de materia seca.

1.3.2.2.3.1. Humedad del combustible vivo

La humedad del combustible vivo depende de la época del año y de su estado vegetativo. Existen cinco estadios distintos del crecimiento de la vegetación y a cada uno de ellos le corresponde un contenido de humedad. Esta escala fue elaborada por Rothermel (1983) para poder realizar una valoración visual del contenido de la humedad del combustible. No obstante, los datos obtenidos en mediciones realizadas en España revelan unos resultados para las principales especies mediterráneas que difieren mucho de esta escala.

Así, se pueden encontrar especies como *Pinus halepensis* en la que su variación puede oscilar entre 130% y 80% de forma habitual para las épocas de mayor y menor contenido en humedad, pudiendo bajar en años secos al 50% de contenido de humedad del combustible vivo medido en acícula.

Normalmente, el contenido de humedad de las especies forestales es mayor en primavera, cuando la vegetación finaliza su parón vegetativo, iniciando el crecimiento de las partes jóvenes de las plantas, más ricas en agua. El contenido de humedad va descendiendo a lo largo del verano, motivado por el estrés hídrico y las altas temperaturas, aunque puede que no sea así si el verano es húmedo. Con las lluvias de otoño la vegetación vuelve a recobrar su turgencia, para posteriormente iniciar el parón vegetativo a finales de otoño con las primeras heladas.

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS COMBUSTIBLES VIVOS	
Estadios de Desarrollo de la Vegetación.	% Humedad del Combustible
Hojas jóvenes. Herbáceas anuales en crecimiento. Primeros estadios de desarrollo del crecimiento. <u>Color muy verde.</u>	300
Hojas maduras, pero todavía en desarrollo. Las células están <u>saturadas de agua.</u>	200
Hojas maduras en donde ha finalizado el crecimiento. Hojas perennes viejas. El color es <u>verde muy oscuro.</u>	100
Vegetación que está <u>iniciando el parón vegetativo.</u> El color comienza a cambiar. Algunas hojas se han caído de los tallos.	50
Hojas completamente maduras. Se decoloran totalmente, tornándose <u>marrones o pardos.</u>	Menos del 30. Se tratan como si fuesen combustibles muertos

Contenido de la humedad de los combustibles vivos. (Fuente: Rothermel, 1983).

En zonas cercanas a la costa puede que las plantas no tengan parón vegetativo durante el invierno si no se producen heladas. En determinadas zonas, la vegetación puede tener dos parones vegetativos provocados por las heladas de invierno y por el estrés hídrico en verano, especialmente, en años con primaveras secas.

Así, la humedad del combustible vivo varía fundamentalmente en función de las condiciones climatológicas estacionales a las que esté sometida la vegetación, además de otras circunstancias como:

- Naturaleza del sustrato sobre el que se desarrolla.
- Largos periodos secos o épocas de sequía.
- Enfermedades y plagas.
- Maduración temprana del follaje por una llegada temprana del verano.

- Por cortas de madera, en donde los árboles que quedan en pie reciben más cantidad de luz y calor.
- Derribos y roturas por tormentas, vendavales y nevadas.

1.3.2.2.3.2. Humedad del combustible muerto

La humedad del combustible muerto está directamente influenciada por algunos factores ambientales como son:

- Humedad relativa.
- Temperatura.
- Precipitación.
- Viento.

Otros factores que inciden en la humedad de forma indirecta son:

- Hora del día.
- Orientación.
- Cobertura de nubes.
- Pendiente.
- Sombreado.
- Elevación.
- Estructura de la vegetación.

El **tiempo de retardo** se puede definir como el tiempo que necesita la vegetación para absorber o perder la humedad, en función de la variación que presenten las condiciones ambientales, y equilibrar su contenido en humedad con la atmósfera hasta un 65% aproximadamente (Rothermel, 1983).

El tiempo de retardo varía en función del diámetro de la vegetación y se expresa en función de las horas de exposición que el combustible necesita para alcanzar el equilibrio con el contenido de humedad de la atmósfera.

La más utilizada de todas es la Humedad del Combustible Fino Muerto (Hcfm), correspondiente a la humedad de la vegetación muerta, con un tiempo de retardo de 1 hora, es decir, de aquellos elementos que tienen menos de medio centímetro de diámetro. La Humedad del Combustible Fino Muerto se utiliza para calcular la probabilidad de ignición. La humedad de los combustibles con un tiempo de retardo de 10 y 100 horas está relacionada con la facilidad o dificultad de propagación que el incendio encontrará una vez comenzado.

Si la humedad relativa sube por encima del 60 % entre las 4:00 y las 6:00 horas de la madrugada, los combustibles de 10 horas recuperan su humedad y por lo tanto, no están disponibles.

Para realizar el cálculo de la humedad del combustible fino muerto, se utilizan los nomogramas y tablas elaboradas por Rothermel (1983).

TIEMPO DE RETARDO DE LA HUMEDAD DEL COMBUSTIBLE MUERTO Y SU RELACIÓN CON EL TAMAÑO DE LA VEGETACIÓN.

Tiempo de retardo	Diámetro del combustible
1 hora	Hasta 0,5 cm.
10 horas	> 0,5 cm – 2,5 cm.
100 horas	>2,5 cm – 7,5 cm.
1000 horas	>7,5 cm – 20,5 cm.

Tiempo de retardo. (Fuente. Rothermel, 1983).

1.3.2.2.3.3. Inflamabilidad

La materia vegetal es siempre combustible, sin embargo, la inflamabilidad de una determinada especie varía en función de su contenido en humedad.

La inflamabilidad se puede definir como **el tiempo transcurrido hasta que se emiten gases inflamables bajo un foco de calor constante**. Teniendo en cuenta las fases de propagación del calor, precalentamiento (desección y volatilización de gases inflamables), inflamación de gases y combustión del carbón, cuanto menor sea el contenido de agua, más rápidamente se producirá la inflamación de gases, ya que el foco de calor tendrá que evaporar menor cantidad de agua.

Así, hasta que no se desprende toda el agua que contiene la sustancia vegetal no se inicia la combustión, por tanto conocer el contenido de humedad de la vegetación es determinante para saber cómo estos combustibles se van a comportar frente a un incendio forestal.

Diferentes autores han descrito el concepto de inflamabilidad, Anderson propuso que la inflamabilidad consistía en la ignitabilidad (facilidad de ignición), sostenibilidad (como es de buena la combustión) y combustibilidad (velocidad o intensidad de combustión) (Anderson, 1970), y más tarde se incluyó el concepto de consumibilidad (cantidad de combustible consumido) (Martin et al. 1994).

Para entender mejor el proceso de propagación del incendio forestal, se diferencia el apartado de combustibilidad, parámetro que resulta clave para las operaciones de extinción.

1.3.2.2.3.4. Combustibilidad

La combustibilidad se refiere a la propagación del fuego dentro de una estructura de vegetación, con una determinada velocidad e intensidad, es decir, no basta con que se inicie el fuego, sino que tiene que propagarse para que sea considerado como incendio.

Así, primaveras húmedas suelen disparar el crecimiento de la vegetación, acumulándose gran cantidad de herbáceas anuales, combustible fino, que al agostarse con la llegada del verano, dan lugar a innumerables conatos de incendio, o incendios de pastos o cosechas. Por el contrario, el contenido de humedad del combustible vivo será elevado, lo que dificultará la transmisión del calor a través de la estructura de vegetación, ya que tendrá que evaporar mayor cantidad de agua, haciendo relativamente sencillo el control de posibles incendios.

Lo contrario pasará en las primaveras secas, ya que aunque se produzca una cantidad de herbáceas relativamente baja, el contenido de humedad de los combustibles vivos será muy bajo, y en caso de incendio, la transmisión del fuego a lo largo de la estructura de vegetación será mucho más rápida, ya que la cantidad de agua a evaporar por el calor será menor.

Otra de las claves de cómo transcurrirá la época de mayor riesgo de incendios (verano / otoño), depende de si el verano es seco o húmedo. En el caso de veranos húmedos, aunque haya gran cantidad de vegetación herbácea seca en determinados días, el contenido en agua de la vegetación viva y la cantidad de humedad del combustible muerto mediano y grueso será alta, por lo que los incendios se propagarán con dificultad, es decir tendrán una baja combustibilidad, y serán mucho más fáciles de extinguir.

Si por el contrario, el verano es seco, habrá gran cantidad de conatos que podrán evolucionar rápidamente hacia la vegetación adyacente.

Largos periodos de sequía hacen que la combustibilidad de las especies se incremente mucho, incluso en otoño o invierno, pudiendo dar lugar a grandes velocidades de propagación en épocas de "relativo" bajo riesgo.

Lo mismo puede ocurrir en invierno, en situaciones de sequía, con la aparición de intensas heladas, la vegetación pierde el agua que tiene por congelación, pudiendo presentar humedades muy bajas, tanto los combustibles vivos como los muertos, por lo que los incendios pueden desarrollarse con gran rapidez.

Por otro lado, en relación con la combustibilidad, hay que tener presente que cuando se declara un incendio forestal, la velocidad de propagación es la propia de los combustibles finos, que puede llegar a centenares de metros por minuto, siendo muy fácil que el incendio evolucione por saltos de fuego si hay gran disponibilidad de los combustibles finos muertos. La intensidad del incendio es la propia de los combustibles pesados por los que evoluciona, que marcan la dificultad de las operaciones de combate del incendio.

1.3.3. METEOROLOGÍA BÁSICA APLICADA A INCENDIOS FORESTALES

1.3.3.1. INTRODUCCIÓN

Meteorología y clima (o climatología) son términos que a menudo causan confusión en los medios de comunicación y son utilizados de forma errónea, tanto para definir alguna situación meteorológica como las condiciones climáticas de una determinada ciudad, región o país.

Alguna vez se ha leído la expresión incorrecta: "Se suspendió el evento por las condiciones climatológicas". Son dos ramas de la ciencia relacionadas pero no iguales.

La meteorología es la ciencia de la rama de la Física que estudia el estado del tiempo atmosférico, de los fenómenos que se producen en la atmósfera así como de las causas y leyes que los rigen, en un plazo de tiempo cronológico determinado.

En cambio la climatología es una disciplina del conocimiento enmarcada dentro de las ciencias de la Tierra que utilizando parámetros y conceptos pertenecientes a la meteorología, se encarga de estudiar las condiciones atmosféricas en un plazo de tiempo extenso, con el objetivo de definir cuáles son las variables atmosféricas habituales en una comarca, región, país, etc. en una determinada franja de tiempo cronológico.

Es decir, podríamos decir que la meteorología estudia las condiciones atmosféricas transitorias, mientras que la climatología trabaja en el análisis y estudio de las condiciones atmosféricas permanentes o habituales de una determinada zona.

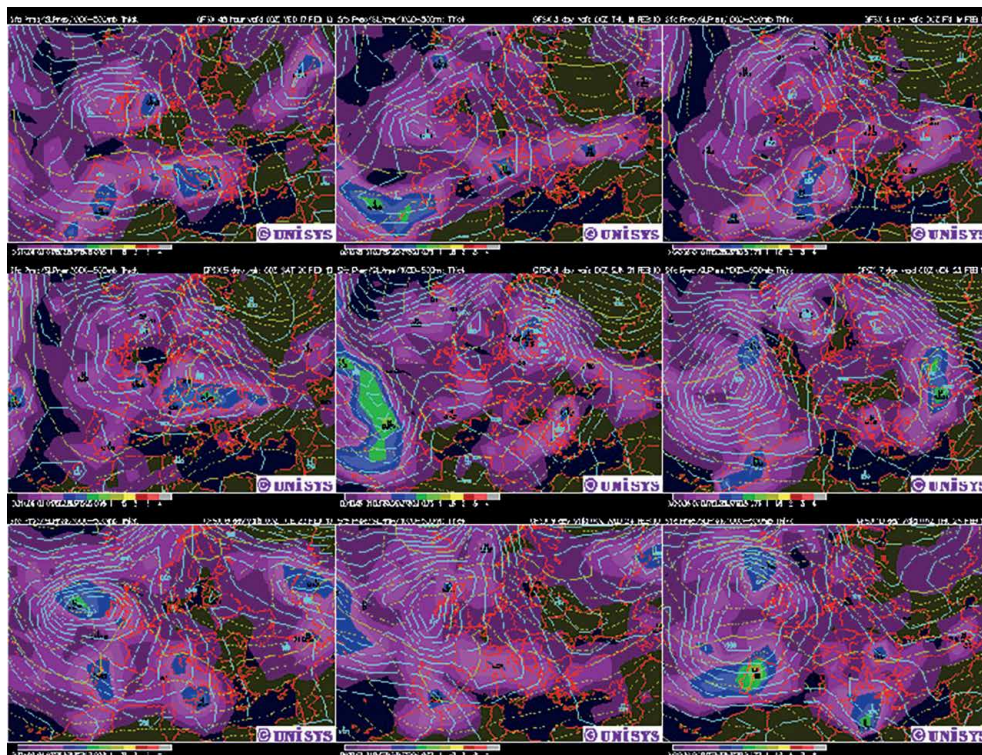
Sería correcto indicar que la meteorología es una ciencia auxiliar de la climatología, pues la segunda hace uso de los datos que día a día registran las **estaciones meteorológicas** y que permiten con el tiempo definir el clima de una zona.

Por ello, haremos referencia a la meteorología cuando se quiera hablar de qué tiempo hará dentro de unos días o una semana; o incluso si se quiere hacer un análisis de la situación meteorológica (de las condiciones atmosféricas) que tuvieron lugar en una determinada jornada o espacio de tiempo en el pasado.

Y es que si es habitual recurrir a la meteorología para realizar una **previsión del tiempo** que hará en un plazo de tiempo concreto (que hoy día con los modelos meteorológicos estacionales pueden llegar a plazos de muchas semanas) también lo es para realizar un estudio pormenorizado de una **situación atmosférica interesante o peculiar** que tuvo lugar en el un tiempo atrás.

En ambos casos, la ciencia utiliza herramientas de análisis de las condiciones atmosféricas para unos días determinados, empleando los datos que proporcionan los **modelos numéricos de predicción meteorológica**,

así como los datos obtenidos de las **estaciones meteorológicas** en tierra, en el mar, las **sondas** que se lanzan a la **atmósfera** o incluso de los datos obtenidos por los **satélites meteorológicos**.



Modelo de predicción meteorológica a varios días vista y diferentes variables. (Fuente: Unisys).

De todas esas fuentes los meteorólogos recaban los datos tanto para una estimación del tiempo que hará, como para un análisis de las condiciones que propiciaron un fenómeno meteorológico determinado.

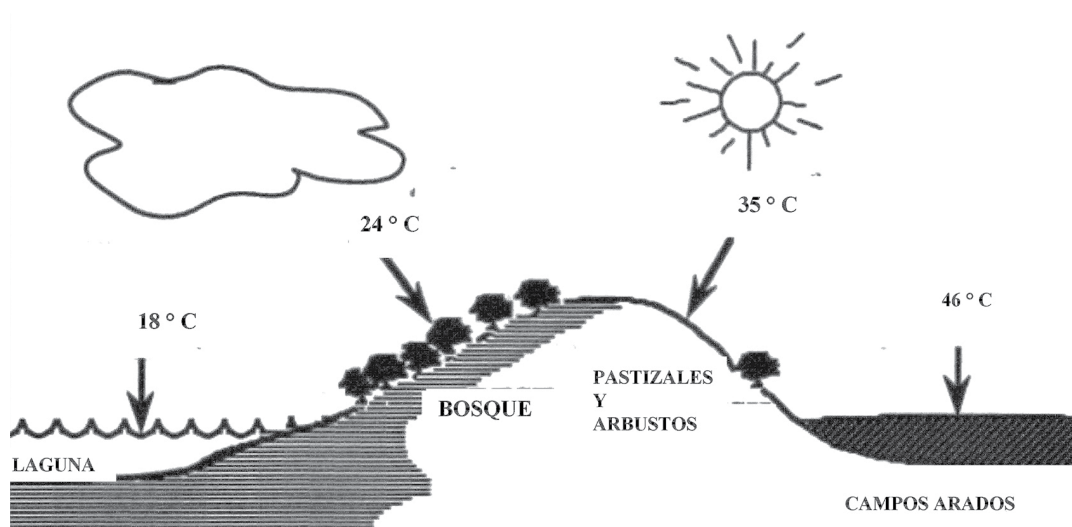
Pero la **relación** entre **meteorología** y **climatología** va más allá. A menudo, los datos climatológicos de una zona, ayudan también a terminar de definir la predicción meteorológica, y es que los valores estadísticos, la experiencia y las conclusiones de la climatología de una determinada región, son esenciales también para terminar de definir correctamente una predicción meteorológica.

Cuando lo que se pretende es definir las **condiciones meteorológicas habituales** en una **zona**, sin basarse en una predicción meteorológica, haremos caso a los **datos climatológicos disponibles**. En este caso no se está haciendo una predicción de qué tiempo puede hacer o hizo en un lugar, sino de qué valores de temperatura, nubosidad, pluviometría, insolación, etc. suelen presentarse en una época determinada del año en ese lugar.

Para ello, la climatología hace uso de los registros y estadísticas históricos de la zona, los cuales permiten definir qué tiempo atmosférico es frecuente para cada época del año, sin hacer un análisis o predicción meteorológica.

1.3.3.2. LA TEMPERATURA

Es el resultado de la acción de la radiación solar sobre la superficie terrestre, y sobre la propia atmósfera, y depende de la altitud, latitud, además del diferente comportamiento térmico en función del tipo de superficie, bien sea tierra, vegetación o agua.



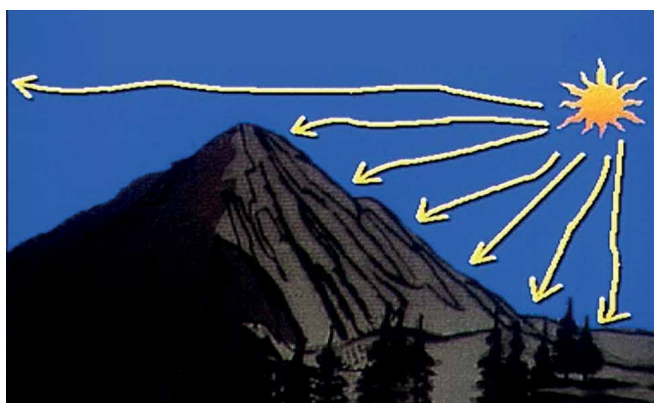
Variación de la temperatura en función de la exposición, tipo de superficie y la temperatura que va a alcanzar la superficie depende del ángulo de inclinación vegetación. (Fuente. The Nature Conservancy, adaptado por Raúl Quílez).

La temperatura que alcanzará una determinada superficie tiene que ver con el ángulo de inclinación con el que inciden los rayos solares sobre esta superficie, así cuanto más perpendicular sea la incidencia de los rayos mayor será el calentamiento de la superficie.

Los efectos de la temperatura, sobre todo cuando es elevada y persistente, se traduce en una desecación progresiva de la vegetación que puede alcanzar extremos de sequía, e influir en la aparición de corrientes de aire caliente que favorecen el proceso de convección.

La temperatura de los combustibles está directamente relacionada con su contenido en humedad y con la cantidad de calor que debe recibir la vegetación para comenzar a arder. Si los combustibles están fríos, necesitarán más calor para llevarlos a su punto de ignición.

Si los combustibles están sombreados, estarán más fríos que los adyacentes que reciben la luz solar directamente. Esta situación cambia a medida que el sol se desplaza por el cielo. La exposición y su posición la posición



Diferentes ángulos de incidencia de los rayos solares sobre la superficie terrestre. (Fuente. The Nature Conservancy).



Intensidad de combustión en ladera exposición oeste en el incendio de Simat de 2005. (Fuente. Raúl Quílez).

con respecto al sol, es un indicador de la temperatura del combustible, y por tanto, indicador de su contenido en humedad.

Se debe evaluar a la exposición, la posición con respecto al sol y la temperatura del combustible, ya que estos factores afectarán directamente en el desarrollo del incendio.

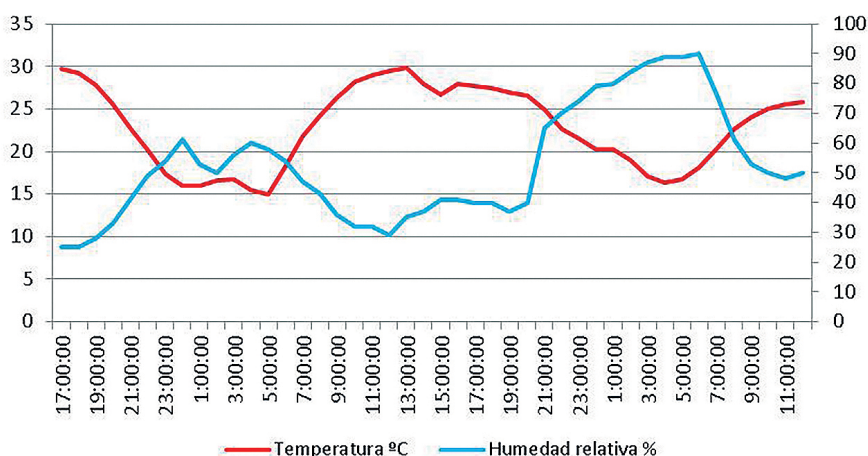
1.3.3.3. LA HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE

La humedad relativa es la **relación entre la cantidad de vapor de agua que tiene una masa de aire y la máxima que podría tener**. Se expresa en %, entendiéndose que el 100 % es cuando se alcanza el grado de saturación. La humedad relativa marca, fundamentalmente, el contenido de humedad de los combustibles muertos.

El **punto de rocío** es una expresión del grado de saturación del agua que presenta la atmósfera, e indica, **en grados centígrados, la temperatura a la que la humedad relativa que presenta una masa de aire va a condensar**, o lo que es lo mismo, se produce su saturación. Este dato es muy importante para poder calcular la disponibilidad del combustible que presenta un territorio en función de la humedad relativa, o para incorporar conceptos como la dificultad de extinción.

La humedad relativa del aire contribuye al intercambio de agua del combustible con la atmósfera. Existe un equilibrio dinámico entre el contenido de agua del vegetal y la atmósfera, de forma que si la humedad relativa del aire es menor, ésta extrae agua del vegetal y lo deseca, con lo cual la cantidad de calor necesaria para iniciar la combustión es menor.

En la dinámica normal atmosférica de variación de la humedad relativa y temperatura en las épocas de mayor riesgo de incendio forestal, la temperatura sube en las horas centrales del día y la humedad relativa baja en ese periodo, de tal forma que al avanzar el día la temperatura se incrementa, y esto hace que la humedad relativa disminuya, desecando los combustibles muertos, e incrementando el riesgo de incendio. **Las horas de mayor peligro oscilan entre las 10:00 y las 19:00 horas.**



Oscilación de la temperatura y la humedad relativa en el incendio de Carcaixent de junio de 2016. (Fuente: Raúl Quílez a partir de datos de AEMET).

También se debe tener en cuenta que, sin la participación de otros elementos externos o configuraciones meteorológicas que provoquen otra modificación en la relación humedad relativa y temperatura, se puede afirmar que de forma general al ascender la temperatura 10 °C en un determinado lugar, la humedad relativa baja a la mitad, en atmósferas donde la humedad relativa es inferior al 65 %. En atmósferas con un contenido superior al 65 % la humedad relativa baja un cuarto.

1.3.3.4. EL VIENTO

El viento es la corriente de aire producida en la atmósfera por causas naturales como diferencias de presión o temperatura. El viento se define por su intensidad, normalmente expresada en km/h o nudos (knots en inglés) y su dirección en grados indicando siempre de donde viene.

Hay muchas fuerzas de la naturaleza que contribuyen a la circulación de masas de aire alrededor de la tierra. Algunos de estos factores son la rotación de la tierra, la gravedad, y las diferencias de calentamiento por efecto del sol.

1.3.3.4.1. EFECTOS DEL VIENTO SOBRE EL INCENDIO

El viento es un factor determinante durante el transcurso de los incendios forestales, siendo el principal factor que determina la velocidad y dirección de la propagación de los incendios.

El viento provoca en el incendio los siguientes efectos:

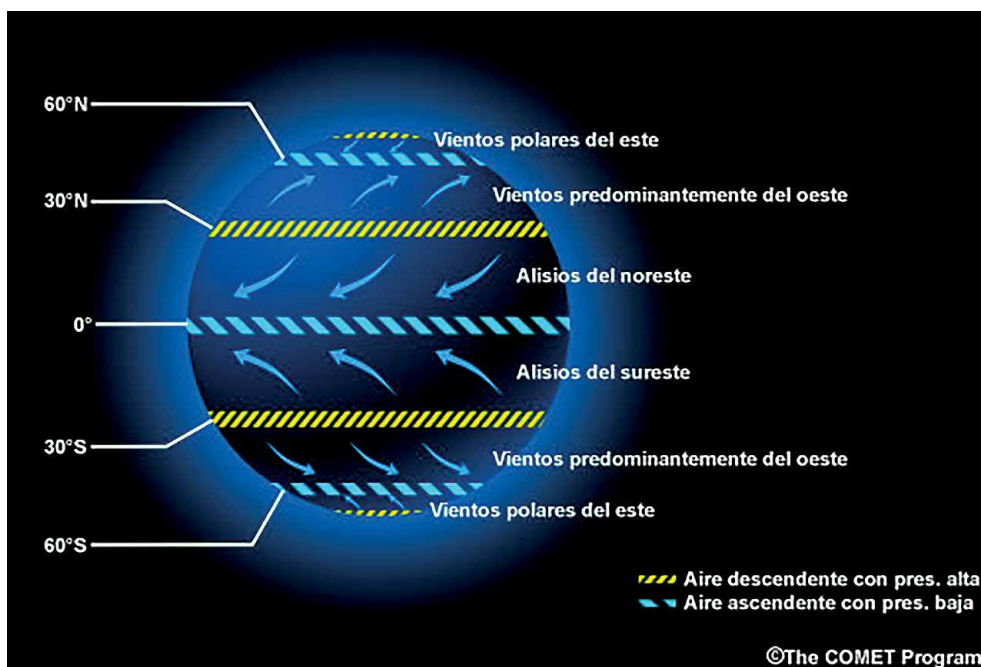
- Favorece el aporte de oxígeno al fuego, con lo que intensifica el proceso de combustión.
- Determina la dirección de avance del fuego.
- Aproxima las llamas al combustible situado en la dirección de avance del viento, acercándolas al fuego, lo que influye en la velocidad de desecación del combustible que tiene por delante.
- Desplaza chispas y pavesas, provocando la aparición de nuevos focos en zonas alejadas del frente de fuego (focos secundarios o saltos de fuego).
- Provoca cambios en la dirección, sentido, y velocidad de desplazamiento del incendio.



Efectos del viento sobre los incendios forestales. (Fuente. Rico Rico et al).

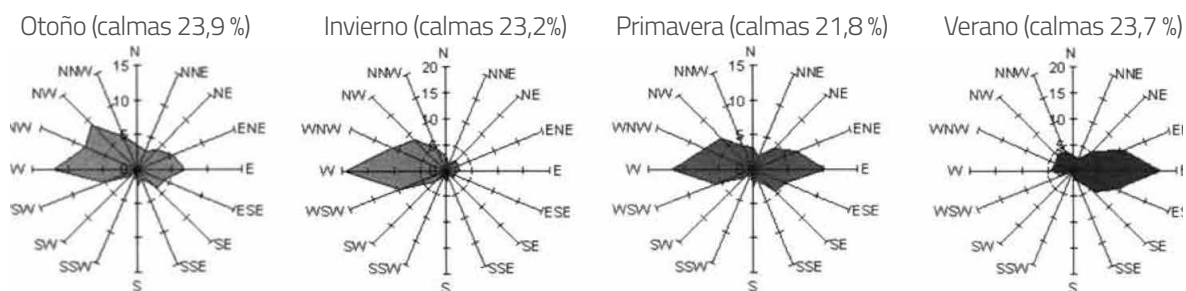
1.3.3.4.2. LOS VIENTOS DOMINANTES Y REGIONALES EN LA COMUNITAT VALENCIANA

En cada zona del planeta se presenta una serie de vientos dominantes, que son aquellos desde los que normalmente viene el viento en un determinado lugar.



Vientos dominantes según la región del planeta. (Fuente. Comet Program).

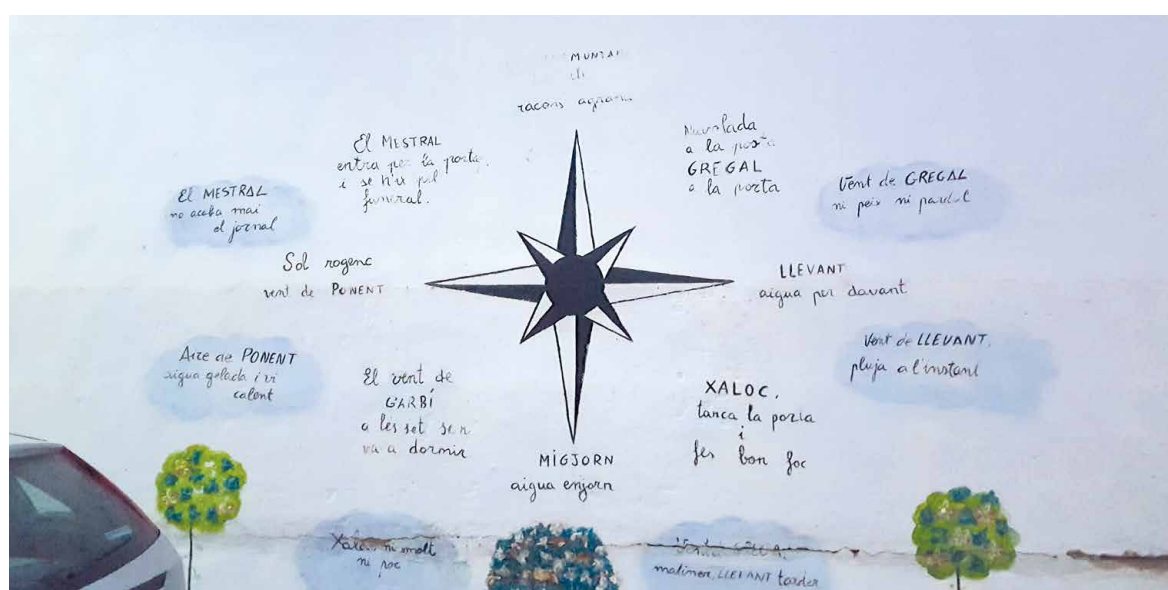
La dirección de vientos dominantes en la Comunitat Valenciana por estaciones del año también está íntimamente relacionada con la disposición de borrascas y anticiclones a lo largo del año en el Atlántico Norte. En invierno la distribución de borrascas en latitudes bajas, frente a la península ibérica parece marcar la llegada de vientos húmedos y fríos del oeste. Aunque en el Mediterráneo se note más la llegada de las DANAS (Depresión Aislada en Niveles Altos) desde el Atlántico Norte, que generan las lluvias torrenciales de otoño, motivadas por el calentamiento del Mediterráneo, en invierno sigue predominando la entrada de vientos del oeste, con mayor o menor humedad pero frescos en la mayoría de los casos, para volver a un estado de semi equilibrio entre los regímenes de vientos del este y del oeste en primavera y prevalecer el anticiclón de las Azores durante el verano con regímenes de vientos del este, y pequeñas entradas de vientos del oeste, tal y como se muestra en las siguientes ilustraciones:



Vientos dominantes en Valencia por estación y anuales. (Fuente. Capell Molina y Viedma Muñoz, 2004).

En cuanto a los vientos regionales:

- Vientos del este (levante), cargados de **humedad** y dan lugar a la mayor cantidad de precipitaciones.
- Vientos del oeste (poniente), son **secos**, puesto que pierden su humedad al atravesar la meseta. Son los más temidos pues traen consigo incendios de grandes magnitudes, debido a su velocidad, y su bajo contenido en humedad, que deseca la materia vegetal.
- Vientos del norte, son secos al haber cruzado el sistema ibérico, pero su fuerza nunca es comparable a la del poniente. Esta dirección de viento no es muy habitual en la Comunitat.
- Vientos del sur, proceden del mar y están cargados de humedad, aunque no tanta como los del este.



Rosa de los vientos locales en una pared del colegio público de Vilamarxant. (Fuente. Raül Quílez).

1.3.3.4.3. LOS VIENTOS LOCALES EN LOS INCENDIOS FORESTALES: VIENTOS DE LADERA Y DE VALLE

Los vientos de ladera vienen motivados por el calentamiento que sufren las laderas con la salida del sol y el enfriamiento cuando este desaparece.

Así, la temperatura que coge la superficie terrestre por el sol, calienta la masa de aire que hay en contacto con ella, desplazándose el aire caliente hacia arriba, motivando la circulación de vientos ascendente por la ladera.

Si por el contrario el sol se esconde, la poca inercia térmica de la superficie terrestre tiende a perder muy rápidamente este calor, enfriando el aire que hay en contacto con esta, por lo que el aire se enfría y tiende a descender, resumiendo, son ascendentes por el día y descendentes por la noche hasta el amanecer.

Los vientos de valle son aquellos que se producen entre dos laderas enfrentadas y unidas por la base. Tienen el mismo origen y comportamiento que los de ladera, y la vegetación existente en el valle frena la

circulación de los mismos. Es frecuente que durante la noche, el aire frío se acumule en la parte baja del valle, dando lugar al fenómeno de inversión térmica.



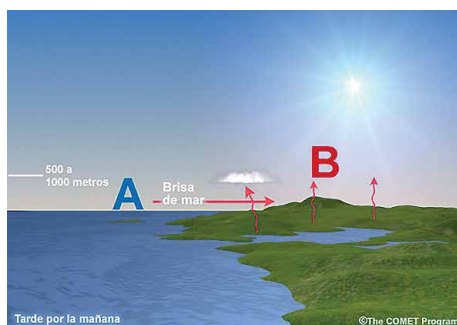
Vientos de valle por el día. (Fuente. Comet Program).



Vientos de valle por el día. (Fuente. Comet Program).

1.3.3.4.4. LAS BRISAS

Desde mediodía hasta el atardecer, sopla de mar hacia tierra y desde 2 o 3 horas después de la puesta del sol hasta el amanecer, sopla de tierra hacia el mar. Son debidos, a la diferente velocidad de calentamiento, a igualdad de radiación recibida, entre la tierra y el mar, que dan lugar a altas y bajas presiones locales que originan las brisas.



Circulación de brisas por el día y la noche. (Fuente. Comet Program).

1.3.3.4.5. EFECTO FOËHN

Es un viento muy cálido y seco de gran intensidad, que sopla desde regiones altas hacia las bajas. Su alta velocidad, y las condiciones especialmente desecantes que conlleva, pueden hacer que un incendio sea incontrolable.

Este fenómeno se da, cuando sobre una cadena montañosa sopla un viento A frío y húmedo, al superar la cima de esta cadena, condensa la humedad en la cumbre, y baja hacia la otra vertiente seco y denso.

Si sobre la otra vertiente sopla un viento B, más cálido y menos denso, el viento inicial A tiende a desplazar al B hacia arriba por gravedad, por el efecto aerodinámico de la cordillera, y por la circulación del viento A hacia el B, así A incrementa su velocidad, y por el efecto de la compresión que sufre se calienta.

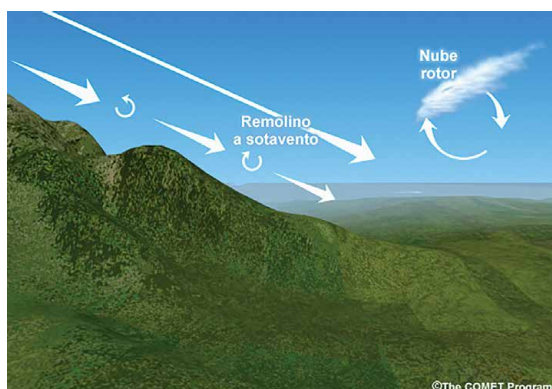


Diagrama de efecto Foehn. (Fuente: Michael Baker).

1.3.3.4.6. CONTRAVIENTOS

Cuando el incendio pasa a evolucionar por la parte contraria de la zona donde recibe el viento dominante (sotavento), el incendio podría meterse en una zona de contraviento y evolucionar en dirección contraria a la del viento dominante, debido a la succión que las olas de montaña realizan sobre el incendio.

Las olas de montaña son los vórtices de viento que el viento dominante crea a su paso sobre la cordillera montañosa a modo de remolinos que empujan el viento en dirección contraria.



Formación de olas de montaña al paso del viento sobre cuerdas y divisorias. (Fuente: Comet Program).



Diagrama de formación de los contravientos en el incendio de Llaurí de febrero de 2005. (Fuente: Raúl Quílez).

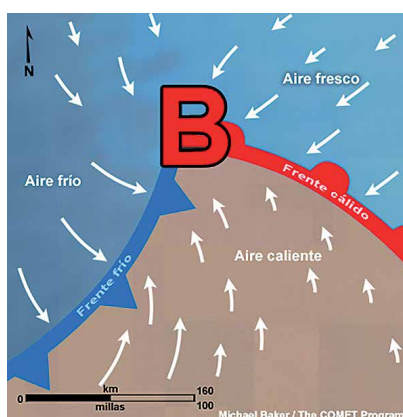


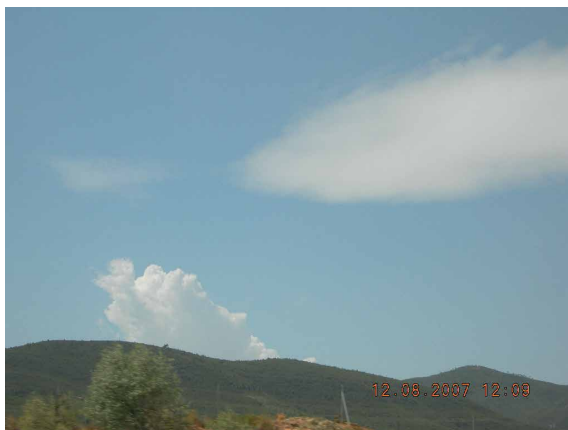
Figura de un frente frío y representación del movimiento del viento. (Fuente: The Comet Program).

1.3.3.4.7. FRENTES FRÍOS

Los frentes fríos son el límite entre dos masas de aire distintas que son invadidas por una masa de aire frío. El paso de un frente frío puede provocar cambios drásticos del viento y afectar muy negativamente al comportamiento del incendio, especialmente si la masa de aire frío es seca. Estos frentes se mueven entre los 30 y los 50 km/h.

Cuando un frente frío pasa por una zona de incendio, el viento puede girar radicalmente de dirección rotando (como en el caso de las siguientes imágenes) de este, a sur para terminar en viento del oeste en un pequeño espacio de tiempo.

En estas fotografías se puede apreciar como un cumulonimbo que se está formando con viento del sureste, se desplaza hacia el este por la llegada de un frente frío sobre la zona, que motiva el giro del viento a componente oeste.



Entrada de un frente frío en la Comunitat Valenciana. (Fuente. Raúl Quílez).

1.3.3.5. ESTABILIDAD O INESTABILIDAD ATMOSFÉRICA

La estabilidad atmosférica se puede definir como la resistencia de la atmósfera al movimiento vertical de viento, así, al igual que el viento se definía como el movimiento trasversal de una masa de aire, el movimiento vertical del viento es controlado por la estabilidad atmosférica.

Dependiendo de la estabilidad de la atmósfera, el aire puede elevarse, caer, o permanecer a la misma altura. El viento estable impide el movimiento vertical y el inestable lo acentúa.

La temperatura de aire varía en función de la altitud, así, la temperatura del aire decrece a medida que aumenta la altura, lo cual afecta al contenido de humedad del aire y a medida que el aire se enfría, su humedad relativa se incrementa.

Para la extrapolación de lecturas meteorológicas desde observatorios al lugar donde se desarrolla un incendio, se suele utilizar la siguiente norma, se supone que cada 100 metros que se desciende, la temperatura se incrementa 1 °C y cuando la temperatura aumenta 10 °C, la humedad relativa baja a la mitad, excepto en atmósferas con un contenido en humedad relativa superior al 60-65 %, en donde la humedad relativa baja una cuarta parte.

En la atmósfera hay una serie de procesos que tienden a ganar el balance entre las condiciones climatológicas que se están dando, así hay un enfrentamiento constante entre altas presiones y bajas presiones, aire caliente frente a aire frío, aire seco frente a aire húmedo. Parte de este balance afecta al movimiento vertical de las masas de aire.

Si estas condiciones están equilibradas, se habla de atmósfera estable, y si no lo están, se dice que la atmósfera está inestable.

Se puede afirmar que:

- Si el descenso de la temperatura a medida que subimos en altura, es mayor de 0.98°C por cada 100 metros, se dice que el aire está inestable y habrá movimiento vertical de la temperatura. Estas condiciones afectarán directamente al comportamiento del incendio. Los vientos pueden ser más fuertes y los saltos de fuego se pueden producir a mayor distancia.
- Si el descenso de la temperatura es inferior a 0.98°C por cada 100 metros, se dice que el aire está estable. El comportamiento del incendio se mantendrá igual o descenderá.
- Si el descenso de la temperatura es de 0.98°C por cada 100 metros, se dice que el aire está neutral. Estas condiciones se mantienen durante poco tiempo.

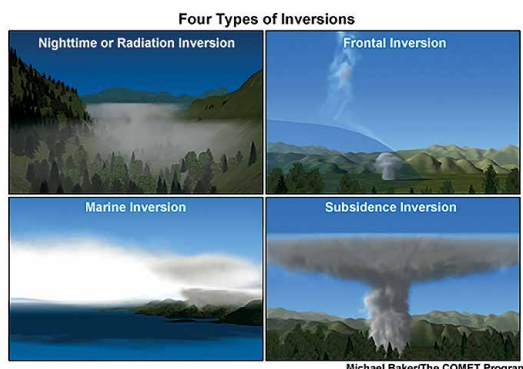
1.3.3.5.1. INVERSIÓN TÉRMICA

El fenómeno de inversión térmica se da cuando al atardecer o anochecer con tiempo estable, el enfriamiento de la superficie terrestre provoca que el aire en contacto con ella se enfríe y tienda a bajar hacia las partes más bajas, desplazando la masa de aire caliente hacia arriba.

A su vez, esta masa de aire cálido, queda aprisionada por la masa de aire frío que se ubica separada de la superficie terrestre pero cercana a esta, formando el cinturón térmico. En el caso de valles suele ubicarse a $2/3$ de la altura del valle, y son especialmente peligrosos cuando se desarrolla un incendio por debajo de este. El efecto de una inversión es parecido al de una tapa que limita fuertemente el movimiento ascendente del aire.

Hay cuatro tipos de inversiones térmicas, que se clasifican según su mecanismo de formación:

- Inversión nocturna o de radiación.
- Inversión frontal.
- Inversión marina.
- Inversión por subsidencia.



Los cuatro tipos de inversión térmica.
(Fuente. The Comet Program).

Las más peligrosas son las inversiones por radiación y la marina, que se diluirán rápidamente con el calentamiento de la superficie hacia media mañana en verano.

La inversión de subsidencia es una inversión que se dará preferiblemente en invierno asociada a la bajada de una capa de aire frío y que puede permanecer durante varios días, mientras que la frontal tendrá un comportamiento similar al de un incendio de viento de moderada intensidad.

La desaparición del cinturón térmico provocará la salida de todos los gases calientes hacia la atmósfera, provocando la entrada de aire más frío rico en oxígeno, que disparará la actividad del incendio, acelerando su salida en las zonas de ladera, al alinearse viento y pendiente.

No es necesario que el cinturón esté apoyado en las laderas, puede estar limitando la evacuación de gases calientes en altura, inhibiendo la circulación vertical del viento, y por tanto sometiendo a la zona a una situación de estabilidad, hasta que el cinturón desaparezca.

Cuando a medida que va avanzando el día, empiezan a actuar los vientos de ladera conjuntamente con el aire caliente generado por la propia combustión, se rompe el cinturón térmico. Esto provoca una salida masiva de aire caliente por las laderas, que a su vez arrastran chispas y pavesas a la vez que afecta a la vegetación que estaba desecada por el efecto de la combustión limitada por el cinturón térmico.

La salida de aire caliente crea una depresión, por lo que se produce una entrada de aire frío rico en oxígeno por la parte inferior que activa la combustión.



*Comportamiento del fuego por encima y por debajo del cinturón térmico en el incendio de Benicolet de abril de 2011.
(Fuente: Raúl Quílez).*

1.3.3.5.2. TORMENTAS

En muchas ocasiones originan incendios forestales debido a los rayos que producen. También pueden avivar el fuego descargando corrientes verticales de aire, sobre el centro de bajas presiones que representa un incendio de grandes dimensiones.

En el desarrollo de las tormentas hay tres fases en su formación:

- Fase de crecimiento.
- Fase de maduración.
- Fase de disipación.

Fase de crecimiento.- Esta fase comienza con la formación de una nube cúmulo en la parte alta de una masa de aire. En su crecimiento coge forma de coliflor. Durante esta etapa se produce una absorción de aire hacia la base de la nube, lo que puede incrementar los vientos en superficie. Conforme se va formando la tormenta, los vientos pueden cambiar de dirección y soplar en la dirección en la que se desarrolla la nube.

Fase de maduración.- Es la fase más activa y dinámica. Cuando la nube se va desarrollando el agua y el granizo comienza a caer en su base, esto provoca que el viento caiga con ella, generando las ráfagas de viento descendentes, por lo que la tormenta sigue absorbiendo aire cálido por uno de sus extremos a 10 ó 20 km/h y por el otro genera ráfagas de aire frío descendentes y erráticas mucho más rápidas, que pueden llegar a alcanzar velocidades de 80 o 90 km/h.

En este punto el cumulonimbo está bien desarrollado y comienzan a caer los rayos.

Fase de disipación.- Esta fase comienza cuando la ascensión térmica finaliza, las corrientes de aire descendentes se hacen mucho más lentas y las fuentes de humedad y energía finalizan.

La tormenta genera únicamente corrientes de aire descendentes y la lluvia se hace más débil o para. La diferencia de temperatura entre la nube y el aire circundante se iguala y la nube se disipa.

Cuando se trabaja en la extinción de un incendio en presencia de tormentas, se debe extremar la precaución a la hora de atacar dicho incendio, ya que no se debe olvidar que el incendio está en una atmósfera muy inestable que puede provocar variaciones bruscas en la dirección e intensidad del viento. Estas condiciones se suelen dar con mucha frecuencia, ya que van a estar presentes al atacar incendios provocados por rayos.

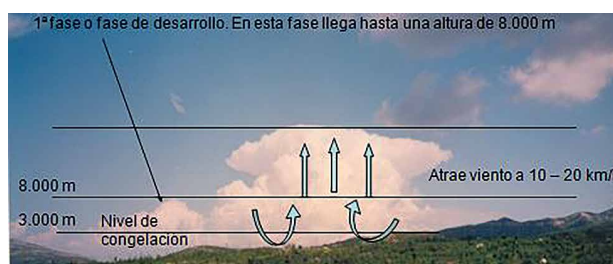


Diagrama de la fase de crecimiento de una tormenta. (Fuente: Raúl Quilez).

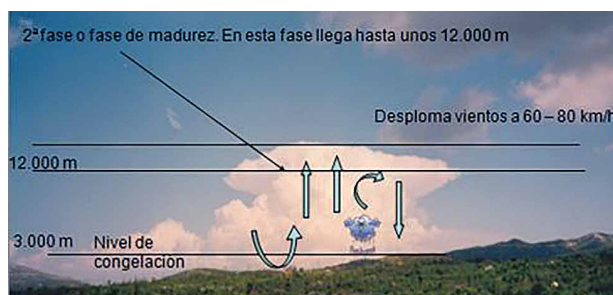


Diagrama de la fase de maduración de una tormenta. (Fuente: Raúl Quilez).

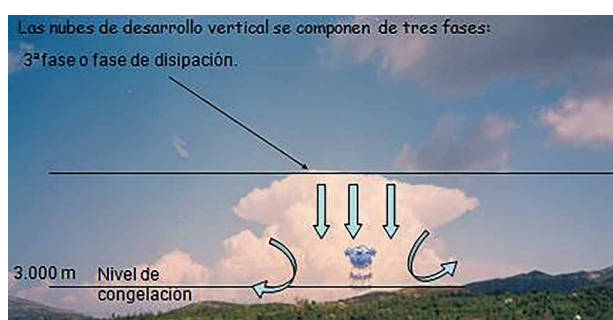


Diagrama de la fase de disipación de una tormenta. (Fuente: Raúl Quilez).

1.3.4. TOPOGRAFÍA E INTERACCIÓN CON LOS INCENDIOS FORESTALES.

La topografía es el factor **más constante de los tres** componentes del ambiente del fuego. Sin embargo, las características topográficas pueden variar enormemente con la distancia. Los factores topográficos importantes para el comportamiento de un incendio son:

- Pendiente.
- Altitud.
- Posición en la ladera.
- Orientación.
- Relieve.



Efecto de la pendiente sobre el incendio de Portacoeli. Julio 1996. (Fuente: Raúl Quílez).

1.3.4.1. PENDIENTE

El factor **más importante del grupo de los factores topográficos**, ya que los cambios en la pendiente producen efectos directos e importantes en el comportamiento del fuego.

La pendiente **incrementa la velocidad** de propagación al acelerar el proceso de transmisión de calor. El calor convectivo afecta directamente a la vegetación que hay sobre el fuego, incrementando también la velocidad del viento al evacuar una cantidad de calor creciente hacia la parte alta de la ladera. Aproxima las llamas a la vegetación y proyecta las pavesas sobre zonas que el fuego está desecando en cotas superiores.



Efectos de la pendiente sobre el incendio. (Fuente: NWCG).

1.3.4.2 ALTITUD

Las diferentes áreas o elevaciones en una pendiente están sometidas a distintos niveles de temperatura y humedad, lo cual puede influir en las condiciones de los combustibles y la velocidad de propagación del incendio.

Las laderas de los bosques, en función de la Altitud, se dividen en **tres zonas**:

- El **tercio inferior** de las laderas tiende a experimentar las temperaturas más altas y la humedad puede motivar en días con meteorología extrema que la humedad relativa esté muy baja. Además al ser las zonas donde se recoge el agua de lluvia, la carga de combustible es mayor que en otras partes del valle. Esto significa que es probable que se dé una alta intensidad de combustión, asociada a la circulación de vientos por el fondo, pudiendo generar efectos chimenea.

- El **tercio del medio** de la ladera suele ser una **zona de transición**, donde la velocidad de propagación se ve fuertemente afectada por las condiciones locales en el momento.
- El **tercio superior** registra las **condiciones más frescas y más húmedas**, aquí los combustibles podrían estar más húmedos. Las turbulencias pueden generar un comportamiento errático del incendio. Además, es en esta zona donde van a decrestar los incendios, por lo que existe el peligro de que se formen focos secundarios provocados por la columna de convección.

Es importante señalar que las condiciones meteorológicas prevalecientes y los efectos locales pueden influir en la carga de combustible y otros factores, y por eso es imprescindible estar atentos a las condiciones específicas de cada zona en particular.

1.3.4.3. EXPOSICIÓN

El comportamiento del fuego es distinto en umbría que en solana, debido a las diferentes condiciones de cantidad de combustible, humedad relativa, temperatura, e intensidad de vientos locales.

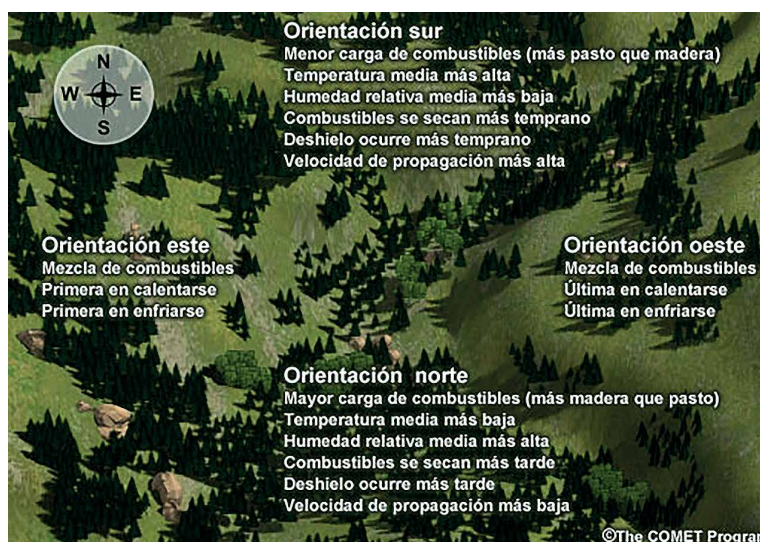
Esta diferencia del comportamiento se debe a que la cantidad de radiación solar que recibe cada una de ellas es distinta, por lo que la cantidad de agua que retiene el suelo también lo es, y por tanto, influye en la estructura y tipo de vegetación.

Es común expresar la orientación en términos de los ocho puntos cardinales: norte, noreste, este, sureste, sur, suroeste, oeste y noroeste.

Las orientaciones **sur y suroeste** reciben la **mayor cantidad de luz solar directa**, como resultado de lo cual los combustibles alcanzan temperaturas más altas, las condiciones en general son más secas y el deshielo ocurre más temprano. Dichos aspectos tienden a ser más favorables para la propagación del fuego.

Hay que tener en cuenta que en la **umbría** (exposición norte), donde a priori el contenido de agua es mayor, en condiciones de sequía extrema, **la carga de combustible es mucho mayor que en la solana**, por lo que **la intensidad del fuego también lo será**.

Las laderas orientadas hacia **el este** se calientan durante **las primeras horas del día** y se enfrían por la tarde y cuando cae la noche. Las laderas orientadas hacia el **oeste** **no comienzan a calentarse sino hasta más tarde en el día**. La propagación del fuego en las laderas oeste puede depender en cierta medida de la hora del día y de otros factores locales.



Efectos de la exposición sobre los combustibles forestales. (Fuente: The Comet Program).

1.3.4.4. RELIEVE

El relieve es el conjunto de formas que configuran el terreno y que también podría asemejarse a la rugosidad del terreno. Su influencia en la evolución del incendio se puede resumir en que:

- En cumbres abruptas se producen grandes turbulencias, cosa que no ocurre en las redondeadas.
- En cañones y vaguadas angostas aumenta la velocidad de propagación, por el efecto chimenea que producen los vientos ascendentes. El efecto chimenea es un comportamiento del fuego asociado a la existencia de un barranco que crea una canalización vertical del fuego, o del aire ascendente de ladera normal y aumenta su velocidad. El precalentamiento de la pendiente en altura y la radiación irradiada a través del cañón crean la corriente de chimenea que alimenta el incendio, al igual que ocurre con la chimenea de una estufa de leña.



Efecto chimenea. (Fuente. Spotfireimages.com y NWCG).

- El resultado puede ser una velocidad de propagación extrema, la ignición de focos secundarios y condiciones difíciles para establecer una zona de seguridad o trasladarse a ella.
- En valles estrechos el incendio puede pasar de una ladera a otra sin llegar al fondo por radiación o focos secundarios.
- En incendios que tienen lugar en el fondo de un valle, puede darse el caso de que ardan lentamente durante la noche debido a la inversión térmica. Así, los combustibles se secan rápidamente pero están faltos de oxígeno para arder. A media mañana, cuando se rompe la inversión, se produce una combustión casi instantánea debido a la entrada masiva de oxígeno.
- El paso de una corriente de viento a través de un barranco estrecho, incrementa la velocidad del viento y por tanto, la velocidad de propagación del incendio.



Efectos del paso del viento a través de un valle estrecho. (Fuente. The Comet Program).

1.3.4.5. NOMENCLATURA TOPOGRÁFICA

- Cota: Es la altitud que tiene un determinado punto.
- Curva de nivel: Líneas imaginarias que unen puntos de la misma cota.
- Cumbre: Punto más alto del monte.
- Cuerda: Línea ideal de terreno, que marca la separación de aguas que vierten hacia distintas laderas.
- Vaguada: Intersección en su parte inferior de dos laderas opuestas.
- Barranco: Vaguada encajonada y profunda.
- Hoya: Es la depresión del terreno respecto del que le rodea.
- Cauce: Terreno por el que discurre un río.
- Lecho: Fondo del cauce de un río.
- Solana: Ladera orientada hacia el Sur.
- Umbría: Ladera orientada al Norte.

1.3.5. REMOLINOS DE FUEGO

Sobre superficies secas y recalentadas, se elevan remolinos de aire que arrastran hacia arriba hojas, etc. En muchas ocasiones, reavivan un incendio o lo propagan a otros puntos. Se producen cuando en una atmósfera inestable, existe una zona mucho más caliente, que genera una corriente ascendente brusca que a su vez choca con otra corriente de aire trasversal que favorece el que se ponga a girar.

Los remolinos de fuego implican un comportamiento del fuego extremo y errático, muy imprevisible, que puede dejar encerrado al personal de extinción que se encuentre en zonas de combustible sin quemar.



Remolino de humo y cenizas en el incendio de Ayora de julio de 2007. (Fuente. Raúl Quílez).



Remolino de fuego sobre matorral. (Fuente. Raúl Quílez).

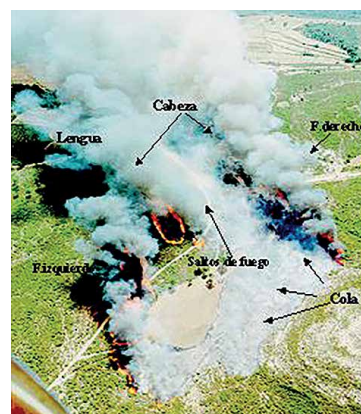
1.4. COMPORTAMIENTO DEL FUEGO EN INCENDIOS FORESTALES. COMPORTAMIENTO EXTREMO

Una vez estudiados los factores que influyen en el comportamiento y evolución de los incendios forestales, se va a analizar el comportamiento general de un incendio forestal a nivel básico, teniendo presente la incidencia de cada uno de estos factores ya que dicho comportamiento va a ser en definitiva, el resultado final de la acción conjunta de cada uno de los factores individuales estudiados.

1.4.1. PARTES DE UN INCENDIO FORESTAL

Antes de entrar a analizar el comportamiento global de un incendio forestal, es conveniente recordar el lenguaje habitual utilizado por los equipos de extinción para describir las distintas partes y fenómenos ligados a los frentes de incendio que se reflejan en la imagen adjunta.

- **Cabeza:** es la parte hacia donde avanza el incendio. No es constante ya que cambia de dirección en función del viento que alimenta el incendio.
- **Cola:** es la parte desde donde evoluciona el incendio. En los primeros estadios de su desarrollo será el punto de inicio, pero luego puede variar al igual que la cabeza.
- **Flancos:** son los laterales del incendio, se denominan siguiendo la línea imaginaria que une la cola con la cabeza del incendio, y así el que queda a la derecha en esta dirección es el derecho, y el contrario es el izquierdo.
- **Saltos de fuego (focos secundarios):** son incendios que van apareciendo por delante del incendio principal como consecuencia del arrastre de pavesas procedentes de éste. En función de las condiciones meteorológicas reinantes en cada momento y la fuerza de la columna de convección pueden darse a mucha distancia de la cabeza del incendio principal.
- **Lenguas:** son partes del perímetro del incendio que avanzan más rápido que el resto.
- **Bolsas:** son las partes de la vegetación no quemada que queda entre las lenguas.

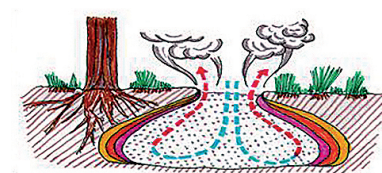


Incendio forestal en Moixent en 1991:
(Fuente. Foresma).

1.4.2. CLASES DE INCENDIOS FORESTALES

En función de la disposición del combustible y la forma en la que avance el fuego, se distinguen tres tipos de incendios forestales: incendios de subsuelo, de superficie e incendios de copas.

Fuegos de subsuelo: Son los fuegos que se propagan bajo la superficie, alimentados por materia orgánica seca, raíces, turbas, etc. Su desplazamiento es el más lento de los tres tipos. Representa menos del 1 por ciento de los fuegos en España. Es frecuente que se den en zonas de marjal y en los perímetros extinguidos sólo con agua.



Dibujo del funcionamiento de un incendio de subsuelo. (Fuente. Faustino Alvarruiz).

Fuegos de superficie: Son los fuegos que se extienden quemando el tapiz herbáceo y el matorral, así como las hojas secas y ramillas que se encuentran en el suelo procedentes de los árboles. Suelen ser los más frecuentes. Representan el 85 % de los incendios.

Fuegos de copas: Son fuegos que avanzan consumiendo las copas de los árboles. El fuego de copas avanza más rápidamente que el de superficie. Normalmente este tipo de fuegos tiene su origen en los fuegos de superficie.

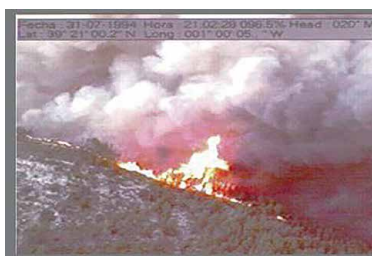
A su vez, los incendios de copas presentan una evolución diferente en función de la disponibilidad del combustible de superficie o del arbolado y el escenario meteorológico sobre el que se desarrollan. Estos incendios pueden presentar tres comportamientos diferentes, incendios de copas pasivos, incendios de copas activos e incendios de copas independientes.

Las tres etapas del desarrollo de un incendio de copas se identifican por su dependencia del fuego de superficie. Un fuego de gran intensidad que arde en la superficie o en un dosel cerca de la superficie puede propagarse a los combustibles aéreos o las copas. Cuando el dosel se encuentra más alejado del suelo, el precursor del incendio de copas es un árbol individual envuelto en llamas que eventualmente prende un fuego que arde independientemente del fuego en la superficie.

A medida que evoluciona, el incendio de copas entra y sale de estas etapas conforme cambia el entorno del incendio forestal. Las tres etapas del desarrollo de un incendio de copas se identifican por su dependencia del fuego de superficie y no siempre se observan las tres etapas a lo largo del ciclo de vida de un incendio en particular, para que se dé un incendio de copas independiente es necesario que el dosel arbóreo alcance un gran porte, y en el Mediterráneo español no existen estas formaciones.

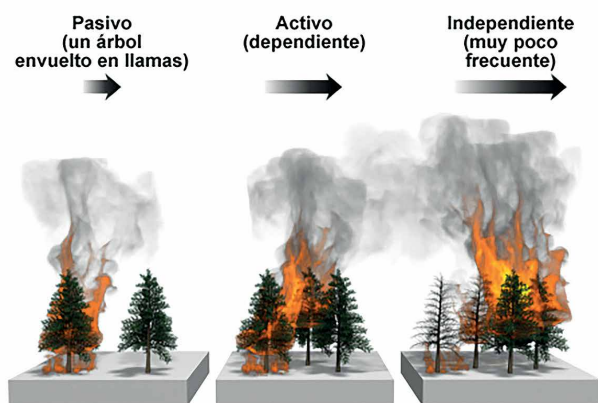


Fuego de superficie en incendio de Carcaixent junio 2016. (Fuente. Servicio de Bomberos Forestales).



Fuego de copas en el incendio de Casas del Rio 1994. (Fuente. ICONA).

Etapas del fuego de copas



NWCG/The COMET program

Tipos de incendios de copas. (Fuente. NWCG/The Comet Program).

La subida del fuego a las copas aisladas de individuos arbolados por continuidad vertical de las llamas se le llama antorchado, y es un indicador de que el combustible arbóreo está disponible para esa carga de fuego.



Antorchado en un incendio en Murcia. (Fuente. Foresma).

1.4.3. EL VIENTO A MEDIA LLAMA

Las lecturas de observatorios meteorológicos y unidades meteorológicas nos dan el viento a 6 ó 10 metros de altura sobre el suelo, que es el que afecta a los incendios de copas, pero el viento que afecta al incendio de superficie es el viento a media llama, que es el que se calcula con las estaciones meteorológicas portátiles o anemómetros, y que se considera está tomado a 2 metros. Este es el viento efectivo que afecta a los combustibles de superficie, que a fin de cuentas es el combustible que conduce el incendio a través de la estructura forestal.

Al pasar el viento cerca de la superficie terrestre se ve frenado en su velocidad por efecto de rozamiento del terreno y de la vegetación, así, el viento que afecta al incendio en superficie es mucho más lento que el que circula por encima de la copa de los árboles.

Por este motivo, los incendios de copas son mucho más rápidos que los incendios de superficie, dándose a veces dos frentes de incendio, uno que avanza más rápidamente por las copas de los árboles y otro que viene detrás y que afecta a la vegetación arbustiva.

Para calcular la velocidad de propagación del incendio siguiendo el método de Rothermel, debemos utilizar este viento, que, si las lecturas se realizan con instrumento manuales, no deberá corregirse, pero si los datos los proporciona una estación o unidad meteorológica, habrá que transformarlos en velocidad de viento a media llama utilizando la siguiente tabla.

Para transformar la velocidad del viento en velocidad del viento a media llama (V_{ml}), hay que identificar el modelo de combustible sobre el que se desarrolla el incendio y su posición, después buscar el factor de corrección (F_c) y multiplicar por este la velocidad del viento (V_v).

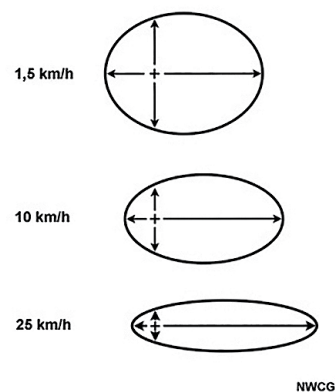
$$V_{ml} = V_v \cdot F_c$$

Tabla de ajuste del viento		
Protección del combustible	Modelo de combustible	Factor de ajuste
COMBUSTIBLES SIN PROTECCION: El combustible está expuesto directamente al viento; combustible bajo arbolado que ha perdido su follaje; combustible cerca de claros; combustible sobre las crestas donde los arboles ofrecen poca protección al viento.	4	0,5
	123	0,5
	1,3,5,6	0,4
	11,12	0,4
	(2,7)*	0,4
*Combustibles parcialmente cubiertos usualmente.	(8,9,10)**	0,4
**Combustibles totalmente cubiertos usualmente.		
COMBUSTIBLES PARCIALMENTE CUBIERTOS: Combustibles bajo arbolado desigual, donde no hay una buena protección al viento; combustibles bajo arbolado a media ladera o en la parte más alta, con el viento soplando en la dirección de la pendiente.	Todos los modelos de combustible	0,3
COMBUSTIBLES TOTALMENTE CUBIERTOS: Combustibles bajo arbolado con follaje horizontal o ligeramente inclinado o cerca de la base de las montañas sobre pendiente escalonada.	Todos los modelos de combustible	Masas abiertas 0,2
		Masas cerradas 0,1

Tabla de ajuste del viento adaptada de Rothermel. (Fuente. Raúl Quílez).

1.4.4. FORMA DEL PERÍMETRO DE LOS INCENDIOS

En condiciones de homogeneidad de combustible, superficie llana y ausencia de viento, los incendios evolucionan en perímetro circular. Dicho perímetro se deforma en función de la pendiente, el efecto del viento o la discontinuidad del combustible. Cuanto mayor es la velocidad del viento, más estrecho es el perímetro del incendio en ausencia de pendiente. A mayor velocidad de propagación, se darán perímetros más estrechos.



Forma de los perímetros de incendios afectados por vientos de diferentes velocidades expresados en km/h. (Fuente. NWCG en The Comet Program).

1.4.5. COLUMNAS DE CONVECCIÓN

Cuando se desarrolla un incendio forestal, este empieza a incrementar su actividad **retroalimentándose**, ya que calienta el aire sobre situado sobre él. Este, al tener menos densidad, se desplaza hacia arriba creando un vacío que es ocupado por aire frío, rico en oxígeno, que entra a la altura del suelo, alimentando al incendio.

Este fenómeno, junto con el humo y gases provenientes de la combustión, se denomina columna de convección. El humo procedente de la combustión nos dará, en primer lugar, una información acerca de la que se está quemando en función del color del humo que desprenden los combustibles forestales.



Columna convectiva del incendio de Carcaixent vista desde el incendio de Bolbaite. (Fuente. Servicio de Bomberos Forestales).

Tradicionalmente se ha asimilado el color del humo al tipo de combustible que estuviera quemando, y esto no es correcto. **El color del humo tiene que ver con la intensidad de la combustión**, que dependerá de la carga de combustible, tipo de combustible y disponibilidad.

- **Humo negro:** Combustibles con mucha carga y muy disponibles.
- **Humo amarillo o marrón:** Combustibles disponibles.
- **Humo blanco:** combustibles poco disponibles.

Cuanto más oscuro es el humo, mayor es la intensidad de la combustión en la vegetación. La inclinación de la columna de convección también aporta información acerca de las condiciones de viento en la zona. A mayor intensidad de viento, más inclinación de la columna.

La columna de convección tiene un papel fundamental en el desarrollo del incendio ya que:

- Puede desplazar chispas y pavesas a gran distancia, lo que originará saltos de fuego que pueden poner en peligro la seguridad de los efectivos de extinción, a su vez que puede abortar la estrategia de extinción planteada para la zona donde se producen los saltos de fuego.

- Si la columna está inclinada, deseca toda la vegetación que hay en su zona de influencia, incrementando la velocidad de propagación.
- La zona de influencia de la columna de convección es pobre en oxígeno.

La observación de la columna de convección es fundamental para realizar un primer análisis de que se está quemando y su gravedad potencial, ya que:

- Aporta información acerca de que se está quemando.
- Indica la dirección del incendio.
- Indica la intensidad del incendio.
- Aporta información acerca de la gravedad potencial del incendio.



Llegada con el Kamov a incendio por rayo en Hígueruelas en 1999. (Fuente. Raúl Quílez).

1.4.6. EL SISTEMA CAMPBELL DE ANÁLISIS DE INCENDIO

Doug Campbell realizó su carrera en el Servicio Forestal de control de incendios de EEUU y abarcó treinta y dos años, entre 1952 y 1984. Pasó dieciocho años como coordinador de incendios del Distrito / Oficial de Administración. Llegó a trabajar en las operaciones, la planificación y en el análisis de comportamiento del fuego. En muchas ocasiones, entre 1987 y el presente, Doug ha sido llamado al servicio activo para desempeñar sus funciones como analista de comportamiento del fuego (FBA) en materia de incendios forestales. Durante este período, el Sistema de Predicción Campbell (CPS) fue desarrollado y probado en los incendios forestales activos.



Doug Campbell. (Fuente. The Campbell Prediction System).

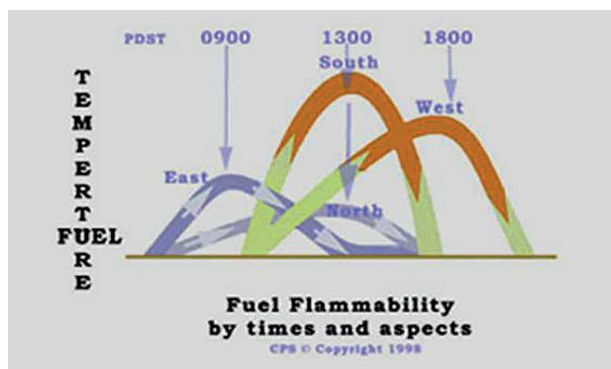
El éxito y la aceptación de este sistema práctico y fácil de usar le animó a crear y publicar un libro titulado "El Sistema de Predicción Campbell". Desde 1991, en Estados Unidos unas 3.000 personas han recibido capacitación formal en el CPS y ocho organismos y departamentos de bomberos han adoptado la formación.

El Sistema de Predicción de Campbell es una forma práctica de utilizar en las observaciones realizadas en un incendio forestal con el fin de determinar las estrategias de comportamiento del fuego y tácticas. Una combinación de la investigación científica y el conocimiento de los métodos de los bomberos y las prácticas se utilizan para explicar el comportamiento del fuego. En estas situaciones el comportamiento del fuego observado se convierte en la línea de base para las predicciones de comportamiento del fuego. Una lógica especial sustituye a la intuición que permite una explicación de cómo se desarrollan las tácticas. Si la gente pudiera entender el comportamiento del fuego, algunos accidentes que no sucederían. El sistema de predicción de Campbell establece la lógica y el lenguaje para hacerlo.

El sistema de predicción de Campbell (CPS) trata de hacer las predicciones de los cambios en el comportamiento del fuego que pueden ocurrir en cualquier momento, y hacerlo al mismo tiempo en la línea de fuego.

Se trata entonces de un lenguaje claro y sencillo para explicar el comportamiento de un incendio forestal. Debe partir del estudio de los factores básicos que determinan el comportamiento. Estos factores son múltiples. El famoso triángulo del comportamiento del fuego no es más que una simplificación.

El sistema generado por Douglas Campbell permite adaptar en el ámbito de campo la lectura del comportamiento mediante la alineación o unión de fuerzas. Estas quedan divididas en tres variables: la pendiente, el viento y el combustible. En el apartado de factores del comportamiento del incendio forestal se describen cada una de ellas.



Curvas horarias de la temperatura del combustible en función de la orientación. (Fuente. The Campbell Prediction System).

1.4.6.1. LÓGICA DE CAMPO

Alineación de las Fuerzas

Es una forma simple de ver el fuego y de explicar cómo el fuego va a cambiar en intensidad. Esta alineación de fuerzas se entiende como el grado de coincidencia favorable o desfavorable (en cada parte o sector del incendio) de los tres factores de comportamiento del incendio.

¿Cómo puede ser simple?

El CPS reduce el análisis a los tres factores. Esto reduce los datos que deben tenerse en cuenta para hacer las predicciones de cambio. Las principales fuerzas que causan los incendios forestales al cambio son el viento, pendiente y las variaciones de temperatura del combustible. Las observaciones de cómo estas fuerzas varían en el camino del fuego son el primer paso en la predicción de los cambios en el potencial de comportamiento del fuego.

FACTOR	A FAVOR (+) / EN CONTRA (-)							
VIENTO	+	+	+	-	+	-	-	-
PENDIENTE	+	+	-	+	-	+	-	-
ORIENTACIÓN	+	-	+	+	-	-	+	-
ALINEACIÓN	Plena	Media	Media	Media	Poca	Poca	Poca	Nula
	3/3	2/3	2/3	2/3	1/3	1/3	1/3	0/3

Alineaciones del sistema Campbel. (Fuente. Adaptación Raúl Quílez).

Una parte de un incendio forestal ganará intensidad y velocidad, en un tiempo o lugar, cuando la alineación le sea favorable. Para comunicar este cambio deberemos decir, "El fuego está entrando en una mejor alineación con (nombre de la fuerza de cambio.)"

Las variaciones del viento, la pendiente, la orientación solar de los combustibles (temperatura del combustible) son la información del comportamiento del fuego. Las variaciones de estas fuerzas son la causa directa del cambio de comportamiento del fuego. Estas variaciones son observables.

¿Qué determina el cambio de comportamiento?

De la información del comportamiento del fuego se excluyen generalizaciones hechas para expresar las condiciones en la zona del fuego tales como la temperatura del aire, humedad relativa, contenido de humedad del combustible. Con el fin de hacer predicciones del cambio y la intensidad del fuego para determinar cuándo y dónde se pueden producir es necesario seleccionar la información pertinente.

Carreras potenciales y puntos críticos

Si las carreras de un incendio las definimos como las superficies y distancias recorridas por un frente en plena o media alineación, las carreras potenciales serán las observadas en el análisis previo del incendio. Cuanto más se acerque la predicción al futuro comportamiento del incendio más útil será esta.

Los cambios de alineación se corresponden con los puntos de inflexión. El incendio al llegar a un cambio en alguno de los factores de comportamiento variará su comportamiento. En caso de que el cambio aumente su comportamiento este se habrá producido en un punto crítico. Así un punto crítico será aquel en el que el incendio cambie su comportamiento a peor.

Ventana de actuación

En el momento que el incendio llega a un punto de inflexión se produce un cambio, a peor o a mejor. El tiempo que tarde el frente en llegar a ese lugar y la distancia a recorrer constituyen el margen de maniobra del que disponen las unidades para el control del incendio. Por lo tanto se habla de ventana de actuación al margen de actuación del que disponemos hasta la llegada del frente.

El lenguaje Campbell por tanto nos dotará de la siguiente información:

- Tipo de conducción del incendio (Viento, topográfico ó combustible).
- Situación futura. Mejor o peor.
- Determina la ventana de actuación y táctica a elegir.
- Situación de la capacidad de extinción.
- Nos informará de la alineación de fuerzas.

Alineación 3/3



Alineación 2/3, se ha perdido el efecto de la orientación



Alineación 1/3, se ha perdido orientación y pendiente



Incendio de Barx del 23 de marzo de 2013, en donde se muestran diferentes alineaciones. (Fuente. Servicio de Bomberos Forestales).

1.4.7. TIPOLOGÍA DE INCENDIOS

Los incendios que están mostrando un comportamiento extremo se pueden clasificar en incendio dominados por viento o incendios dominados por columna (convectivos), dependiendo del fenómeno que prevalezca frente al otro. También se dan de forma muy frecuente los llamados incendios topográficos.

1.4.7.1. INCENDIOS DOMINADOS POR VIENTO

En los incendios dominados por viento la fuerza dominante es el viento y suelen ser los incendios de mayor extensión. En estos incendios se puede predecir más o menos la dirección de avance. La columna de convección está tumbada por su efecto, conduciendo la cabeza del incendio a los combustibles que permanecen sin arder. Los saltos de fuego son normales e influyen mucho en su propagación, pudiendo darse a grandes distancias.



*Incendio de Benicolet de abril de 2011. Incendio conducido por viento.
(Fuente. Raúl Quílez).*

Es bastante frecuente que se produzcan incendios de copas si existe estrato arbóreo y estructura en escalera. Si el incendio tiene una gran intensidad de combustión, puede convertirse en un incendio dominado por columna en caso de que la fuerza de convección llegue a prevalecer frente a la velocidad del viento.

Si la intensidad de combustión es muy elevada, pueden desembocar en incendios convectivos.

Las principales características de los incendios dominados por viento son:

- La velocidad de propagación es muy rápida.
- Pueden darse muchos saltos de fuego y algunos pueden producirse a grandes distancias.
- La dirección de propagación es predecible.
- Los flancos del incendio suelen ser zonas seguras para realizar los ataques.
- Los cambios de viento son la principal preocupación y amenaza para los equipos de extinción.
- Suelen ser los que queman mayor cantidad de superficie, por su rápida velocidad de propagación.

1.4.7.2. INCENDIOS CONVECTIVOS

Están dominados por la columna de convección, es decir, por la inestabilidad atmosférica y disponibilidad de combustibles. La dirección de avance y la velocidad de propagación son difíciles de predecir y pueden tener repentinos incrementos de la intensidad de fuego. Los saltos de fuego no suelen darse a grandes

distancias, pero pueden ocurrir en cualquier dirección. El desplome de la columna puede suponer el mayor riesgo de este tipo de incendios. Los vientos en superficie son absorbidos hacia la base del fuego desde todas las direcciones para reemplazar al aire caliente que la columna de convección desplaza hacia arriba. Estos vientos alimentan con oxígeno al frente de fuego, incrementan la actividad del incendio que, a su vez, deseca los combustibles adyacentes favoreciendo la propagación.

Hay dos tipos de vientos que pueden acompañar a los incendios dominados por columna, las corrientes de aire caliente ascendente que desplazan la columna convectiva hacia arriba y las corrientes de aire descendente que pueden producirse por el colapso de la columna de convección.

En ocasiones se pueden producir vientos descendentes debajo de la columna de convección, que se producen cuando el aire caliente sube en la atmósfera, llegando a capas de aire frío en donde se enfrían, condensando su humedad, y cuando esta adquiere un peso superior al que es capaz de sustentar la columna de aire caliente ascendente, precipitan sobre la base de la columna, arrastrando aire caliente seco con pavesas, que cuando llega al suelo se propaga en todas las direcciones. A este fenómeno se le denomina **"Desplome de la Columna de Convección"**.

Este efecto puede llegar a inhibir el viento general por fuerte que este sea, como sucedió en la zona de la cabeza del incendio de La Junquera, de 2012, donde en la cola los vientos eran superiores a los 50 km/h hora, y en la cabeza los anemómetros marcaban viento en calma.

En sus fases incipientes, son relativamente fáciles de controlar, si se entiende bien su mecanismo, pero si llegan a desarrollar todo su potencial, pueden tener comportamientos repentinos muy virulentos, muy difíciles de atacar, suponiendo un gran riesgo para el personal de extinción.

1.4.7.3. INCENDIOS TOPOGRÁFICOS

Los incendios topográficos son aquellos cuyos principales factores de propagación son la pendiente y la interacción de la configuración topográfica con la circulación de vientos en la zona, pero donde los vientos dominantes o el potencial convectivo de la atmósfera no interaccionan de forma notable con el comportamiento del incendio. Constituyen el mayor número de incendios, o etapas de otros incendios.

Pueden darse en laderas, condicionados por la interacción del viento y la pendiente, en barrancos, vaguadas y cañones, que conducirán los vientos en una determinada dirección. También pueden darse en laderas adyacentes a valles principales, donde la circulación del viento por estos últimos modificará la circulación



Desarrollo del pirocúmulo del incendio de Llocnou de Sant Jeroni 2012. (Fuente: UBE).



Incendio de Rafelguaraf de septiembre de 2010 generando un pirocúmulo. (Fuente: Raúl Quílez).



Incendio de Rafelguaraf de septiembre de 2010 generando un pirocúmulo. (Fuente. Raúl Quílez).

de viento en las laderas donde se encuentra el incendio. Normalmente, son los incendios más frecuentes y sencillos de controlar.

1.4.7.4. MEGAINCENDIOS

En los últimos años ha surgido la expresión “megaincendios” para describir la aparición de incendios de grandes dimensiones, particularmente en el oeste de USA, y por analogía, se ha exportado a otras regiones del mundo. Estos episodios se deben a un gran abanico de factores, que engloban desde la meteorología, pasando por la ordenación del territorio, y que incluyen la utilización del fuego por parte de la sociedad vinculada a ese territorio (Pyne, 2007).

Sintetizando, la principal causa es el cambio socioeconómico de estas sociedades, que ha modificado los usos del territorio y su relación con la naturaleza. Hasta la actualidad los incendios han sido considerados como eventos físicos, pero tiene más sentido asimilarlos a acontecimientos biológicos y sucesos culturales, ligados al desarrollo de una determinada región.

En los últimos 20 años se han dado una serie de grandes incendios por todas las regiones del planeta. Las políticas de exclusión del fuego, que se creía habían dado sus resultados conteniendo o eliminado el incendio de sus ecosistemas, han visto como estos han vuelto con mayor virulencia, lo que ha motivado que se reflexione en profundidad sobre este fenómeno, asociándolo al cambio climático, que afecta a grandes acumulaciones de combustible, relacionadas con lo que se denomina “Paradoja de la Extinción” derivada fundamentalmente de las mencionadas políticas de la exclusión del fuego.

Como se ha comentado, la expresión “megaincendios” fue acuñada para describir la reciente concentración de grandes incendios en los terrenos públicos del oeste americano. En cierta forma, es un nombre nuevo para un fenómeno renovado, recordando los grandes incendios que asolaron el oeste de USA en las primeras décadas del siglo XX.

Los Organismos de protección de la naturaleza han sido testigos de un renacimiento no deseado de incendios forestales a gran escala, que abarcan los enormes incendios que han destruido gran parte de

Kalimantan, Mongolia, la Amazonia, Galicia, Grecia, el este Español, Portugal, la taiga en Siberia y el extremo Oriente ruso, etc.

El uso de la palabra “megaincendio” tiene que ver más que con un incendio, con un episodio de incendios de grandes dimensiones que afectan a gran parte de un determinado territorio, y no están centrados sólo en la pérdida de bienes naturales, sino que lleva implícito un enorme riesgo poblacional, especialmente para personas y bienes, y los graves daños que provocan en las diferentes infraestructuras de comunicaciones y servicios.

Como ejemplos de megaincendios en la zona objeto de estudio, cabe destacar el episodio de incendios de 1994 con 138.000 ha quemadas y 18 fallecidos, o los del año 2012, con 59.000 ha afectadas y tres fallecidos.



Imágenes de los incendios del día 30 de junio de 2012, captada por el satélite Modis Terra. (Fuente. Joaquín Ramírez).

1.5. COMPORTAMIENTO DEL FUEGO

En los puntos anteriores se han reflejado los factores esenciales que intervienen en el comportamiento del fuego, de forma más o menos sucinta. Este punto se centrará en la descripción, sin entrar a analizarlos, de aquellos que influyen de forma determinante en el comportamiento del fuego, y en especial en el **Comportamiento Extremo de Incendios Forestales**.

El comportamiento extremo del incendio se define por periodos de:

- **Rápida velocidad de propagación**, cuando el incendio avanza a una velocidad superior a 2.5 a 3 km/h.
- **Alta intensidad de combustión**, sobre todo en barrancos o laderas con gran cantidad de matorral, que arden muy rápido.
- **Gran cantidad de saltos de fuego**, donde estos saltos pueden llegar a distancias de 2.700 metros (Oropesa, abril 1999) o superiores, y son habituales aquellos que se dan a varias decenas de metros de la línea de fuego.
- **Incendios de copas**, que se producen cuando el incendio sube al dosel arbóreo de la vegetación, y se propagan rápidamente a través de este con gran intensidad (incendio de copas activo).

Estas características del comportamiento del fuego se pueden dar de forma individual o conjunta, en todo el incendio o en algunas partes del mismo, al mismo tiempo o de forma alterna.

La mayoría de los accidentes (con o sin víctimas mortales) en las operaciones de combate de incendios forestales, si descartamos los accidentes aéreos y los de tráfico, tienen que ver con un comportamiento extremo del incendio. En muchos casos son el resultado de una “deflagración” inesperada.

El personal de extinción, y en especial, los mandos de las unidades y directores de extinción, deben saber prever cuando se pueden dar estos fenómenos y anticiparse a que ocurran.

El comportamiento extremo del incendio, y por tanto su entono, se rige por las condiciones en las que se encuentren los siguientes factores:

- Características del combustible.
- Humedad del combustible.
- Temperatura.
- Topografía.
- Viento.
- Estabilidad o inestabilidad.
- Comportamiento que está mostrando el fuego.



Los siete factores relacionados con el ambiente propio del incendio. (Fuente. Elaboración propia a partir de NWCG).

1.5.1. VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN DEL INCENDIO FORESTAL

Como clasificación en función de la velocidad de combustión podemos establecer cuatro tipos:

- Si la reacción es lenta, es una OXIDACIÓN; no hay aumento de la temperatura. Se produce sin emisión de luz y poca emisión de calor que se disipa en el ambiente.
- Si la reacción es normal, es una COMBUSTIÓN; se produce con emisión de luz (llama) y calor, que es perceptible por el ser humano. El avance de la llama tiene unos valores de varios centímetros por segundo, inferior a 1 m/s.
- Si la reacción es rápida, es una DEFLAGRACIÓN; combustión que se produce cuando la velocidad de propagación del frente de llama es menor que la del sonido; su valor se sitúa en el orden de metros por segundo. Es decir, entre 1 m/s y 343 m/s (velocidad del sonido).
- Si la reacción es muy rápida, es una DETONACIÓN; combustión que se produce cuando la velocidad de la propagación del frente de llama es mayor que la del sonido; se alcanzan velocidades de kilómetros por segundo. Es decir, superior a 343 m/s.

Las deflagraciones son evoluciones muy rápidas de un incendio forestal, mucho más rápidas que la velocidad de desplazamiento que pueden tener los bomberos en estos escenarios (velocidad superior a 60 metros por minuto). Pueden darse por muchas circunstancias. Normalmente las deflagraciones se dan en condiciones extremas de sequedad ambiental y son provocadas cuando todos los factores estudiados son favorables para que se pueda producir esta velocidad de propagación.

Las más frecuentes forman parte de la evolución del propio incendio, en zonas con laderas de pendiente muy elevada. Sin embargo también se producen deflagraciones por la parte baja de los accesos al incendio asociadas a reproducciones u otras, menos habituales, que se producen tras la rotura de un cinturón térmico, durante los fenómenos de inversión térmica, por el efecto de vuelos a baja velocidad

de helicópteros, desplome de aire desde tormentas, entradas de frentes fríos, cambios bruscos en la velocidad y dirección del viento, cambios de alineación de la pendiente, entre otros.

En las deflagraciones asociadas a las reproducciones en la fase de liquidación de los grandes incendios, estas se dan en zonas de perímetro del incendio en donde el fuego principal ya ha sido controlado, y el efecto de este, ha desecado la vegetación limítrofe al perímetro. Este tipo de deflagraciones son peligrosas debido a la falsa sensación de seguridad que produce en ocasiones el control incipiente del incendio.



Fotografías de antes y después de una deflagración en un incendio en Cabanes en abril de 1999. (Fuente. Raúl Quílez).

2. ORGANIZACIÓN DE INCENDIOS FORESTALES

2.1. INTRODUCCIÓN

Los incendios forestales son una emergencia dinámica en el espacio y en el tiempo, ya que como se pudo ver en el punto 1 está influenciada por numerosos factores y es la combinación de estos la que determina el comportamiento del fuego.

Además, el factor topografía toma una especial relevancia ya que define la fisionomía del escenario sobre el cual el incendio va a propagar, condicionando la existencia de accesos, definiendo las pendientes, poniendo límites a lo agrícola, etc.

A esta complejidad de variables que influyen en el comportamiento del fuego forestal, hay que añadir las prioridades de valores a defender vidas, bienes y masas forestales, que terminan de configurar el escenario del incendio forestal.

Por tanto, se podría decir que cuando los factores de comportamiento del incendio forestal son favorables para la rápida propagación del fuego, un incendio forestal puede derivar en una multiemergencia, que se mueve por el territorio a merced de las condiciones ambientales, que supera a los dispositivos de extinción en su velocidad de propagación, y donde el fuego puede afectar además de al propio monte, a las vías de comunicación (carreteras, ferrocarril, aeropuertos), zonas habitadas o de producción (viviendas, granjas, fábricas, vehículos, colegios, campamentos, albergues, pueblos, hospitales), redes de suministros y comunicaciones (red eléctrica, telefónica, repetidores telefonía, radio, televisión), elementos que dependen de estas redes de suministros (pozos y depósitos de agua, entre otros), y así hasta un largo sinfín de

elementos que pueden ser afectados por el fuego. A esto último se le denomina riesgo poblacional, y a fin de cuentas es todo lo que está englobado dentro del concepto de interfaz.

Por esta dinamicidad del fuego forestal en diferentes escenarios y con un comportamiento distinto motivados por la variabilidad de los factores que sobre él influyen (variables en el espacio y en el tiempo), se les considera una de las emergencias más complejas a la hora de ser gestionada.

2.2. EL INCIDENT COMMAND SYSTEM (ICS). ORIGEN Y FUNDAMENTOS

El ICS fue desarrollado en los 1970 por un grupo de Agencias en el sur de California llamado FIRESCOPE (Firefighting Resources of Southern California Organized for Potential Emergencies) y crearon los dos sistemas interrelacionados y a la vez independientes para la gestión de los incendios forestales. Estos dos sistemas fueron:

- Multiagency Coordination System (MACS).
- Incident Command System (ICS).

El detonante para desarrollar estos sistemas fue la campaña tan desastrosa y devastadora de incendios forestales en el sur de California de 1970. El cielo estaba lleno de enormes columnas de humo a la vez que una gran cantidad de medios contra incendios se cruzaban en el camino de los incendios. Los puestos de mando individuales y los campamentos de incendios estaban repletos de una gran cantidad de Agencias para un mismo Incidente. La disponibilidad de recursos alcanzó valores muy bajos a la vez que el número de incendios sobrepasaba la capacidad de proteger vidas, propiedades y las zonas forestales, especialmente en las zonas de interfaz. Esta oleada de incendios que duró 13 días, se cobró 16 vidas, destruyó más de 700 estructuras, quemó más de 200.000 ha y el coste de los daños ascendió a 234 millones de dólares del momento.

Durante el análisis post emergencia, el Servicio Forestal de Estados Unidos (USFS) junto con sus socios en el sur de California, encontraron los siguientes problemas:

- En el trabajo en campo había mucha confusión motivada por la utilización de diferente terminología, estructura de la organización y procedimientos operacionales de las diferentes Agencias que participaban en un mismo incidente.
- En los Órganos superiores de Dirección del Incidente, o nivel del mando sobre el terreno de cada Agencia, los mecanismos para coordinar y manejar las demandas operativas y establecer las prioridades de recursos eran inadecuadas.

Las Agencias participantes en FIRESCOPE incorporaron los cuatro principios sobre los que estarían basados todos los productos creados por el grupo. Estos principios incluían:

- La normalización entre Agencias mejorará la respuesta al incidente.
- La información oportuna, precisa y completa es primordial para una gestión eficaz de las emergencias.
- Los procedimientos de gestión de incidentes diseñados para integrar y apoyar un sistema de coordinación mejorarán el desempeño de la gestión de crisis.
- Las nuevas tecnologías pueden integrarse eficazmente en el Servicio de Bomberos para mejorar el rendimiento de la respuesta.

El programa FIREScope fue subdividido en tres partes:

- Política y Operaciones de los Sistemas de Mando.
 - Política.
 - Mando de Operaciones.
 - Control de las Operaciones Tácticas en campo.
- Desarrollo del Sistema de Mando.
- Implementación del Sistema.

Una vez desarrollado ICS y MACS, el programa FIREScope se centró en el desarrollo de seis tecnologías de soporte que incluían:

- Redes de información meteorológica.
- Proceso automático de datos.
- Entrenamiento.
- Comunicaciones.
- Sistemas de coordinación.
- Inteligencia en el incidente.



Equipo FIREScope trabajando en la implementación de ICS. (Fuente. Emsics).

El ICS aprovechó los equipos de Organización de grandes incendios forestales (LFO), formados por personal veterano de la segunda guerra mundial, muy familiarizados con las diferentes necesidades que demanda un gran incidente. Estos equipos tenían una estructura consistente en un Director de Extinción quien supervisaba los Jefes de Línea y un Jefe de Planificación. El Jefe de Extinción es actualmente el Director de

PMA, y el Jefe de Línea y el Jefe de Planificación son los actuales Jefe de la Sección de Operaciones y Jefe de la Sección de Planificación, respectivamente.

Fue en los años 80 cuando se adopta la organización propuesta en el ICS. Esta inclusión fue liderada por el National Wildfire Coordinating Group (NWCG), Organismo que se encargó de conducir y mejorar su introducción a todos los niveles. Creó los estándares de entrenamiento y las cualificaciones que han llegado a convertirse en el sistema de cualificación de la Tarjeta Roja en USA. En 1983 FEMA, comenzó a introducir el ICS en el curriculum de la Academia Nacional del Fuego.

2.3. EL SISTEMA DE MANEJO DE EMERGENCIAS EN INCENDIOS FORESTALES (SMEIF)

El SMEIF o Sistema de Manejo de Emergencias, son las siglas en castellano de lo que sería el ICS, sólo que por la diferente idiosincrasia entre USA y España desaparecen áreas como la financiera, de la estructura del ICS.

La ventaja principal que presenta este sistema es que es modular, permitiendo adaptarse a cualquier tipo de Incidente independientemente del tamaño o complejidad que presente.

Es con la llegada de los Planes Especiales Contra Incendios Forestales cuando se dota a las Comunidades Autónomas de la filosofía del ICS, estableciéndose 4 grupos de organización al mando de un Director de PMA y en donde la Comunitat Valenciana fue una de las primeras en incorporar este sistema a nivel nacional en Incendios Forestales.

En España la llegada del ICS fue dispar según Organismos. Así en el Consorcio Provincial de Bomberos de Valencia ya se implementó esta formación y filosofía de Organización a finales de los 80, fruto de la cual se entiende la distribución por zonas y dotaciones, mientras que en muchos Servicios Forestales se sigue incorporando hoy en día.

2.4. EL PLAN ESPECIAL INCENDIOS FORESTALES

Los procedimientos de actuación en las actuaciones ante incendios forestales están regulados en la Comunitat Valenciana en el Plan Especial Frente al Riesgo de Incendios Forestales en la Comunitat Valenciana. Este Plan se estructura en 6 documentos;

1. Fundamentos.
2. Análisis del Riesgo.
3. Estructura y Organización.
4. Operatividad.
5. Implantación y mantenimiento.
6. Anexos.

En el Plan Especial se regulan la figura del mando único, el esquema organizativo de los Centros de Coordinación, los Puestos de Mando Avanzado, la prelación de mandos y responsabilidades, los esquemas de sectorización del incendio y de las comunicaciones y la respuesta en despacho automático, entre otras consideraciones que configuran el modelo de respuesta operativa ante los

incendios forestales en la Comunitat Valenciana. El Plan Especial no desciende al detalle de estrategias y tácticas de actuación, que deben estar recogidas y desarrolladas en los procedimientos internos operativos de los respectivos servicios implicados.

En este apartado se recoge un resumen de la directriz de comunicaciones recogida en el Plan Especial y de las consideraciones básicas a tener en cuenta en las distintas fases de actuación ante un incendio forestal en las que se contemplan recomendaciones operativas y directrices de actuación extraídas de los protocolos operativos recogidos en el Plan Especial.

2.4.1. ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN

2.4.1.1. PREEMERGENCIA. NIVELES

La preemergencia es la fase previa a que tenga lugar el incendio forestal, caracterizada por una serie de parámetros que influyen en la posibilidad de que el incendio se dé y en su futura evolución. El análisis del riesgo de incendios del presente plan establece que en todo el territorio forestal valenciano existe un alto riesgo de incendios y que a lo largo de todo el año se pueden dar las condiciones que generen un alto riesgo de incendios. Esta situación establece la necesidad de fijar diariamente un nivel de preemergencia para las diferentes zonas del territorio.

La **preemergencia** se estructura en tres niveles, según la gravedad del riesgo existente:

NIVEL 1	Riesgo bajo-medio de incendio forestal
NIVEL 2	Riesgo alto de incendio forestal
NIVEL 3	Riesgo extremo de incendio forestal

Niveles de Preemergencia. (Fuente. PEIF).

2.4.1.2. EMERGENCIA. CLASIFICACIONES

Esta fase se inicia automáticamente cuando empieza el incendio forestal.

2.4.1.3. ÍNDICE DE GRAVEDAD POTENCIAL

Al objeto de facilitar una movilización eficaz y coordinada de los medios y recursos de extinción, y priorizar su utilización en situaciones de simultaneidad de incendios forestales, se clasificarán los incendios forestales según un índice de gravedad potencial.

Dicho índice estará en función de la topografía de la zona, las dimensiones del incendio, los combustibles existentes, las características de las masas forestales amenazadas, las infraestructuras de defensa contra incendios existentes (áreas cortafuegos, red viaria, reservas y puntos de agua, etc.), las condiciones meteorológicas reinantes (viento, temperatura, humedad relativa), así como las posibles amenazas potenciales para personas no relacionadas con las labores de extinción y la presencia de instalaciones e infraestructuras

sensibles (tendidos eléctricos, gasoductos, carreteras principales, etc.). Tomando como fundamento estos valores, se realizará una clasificación de la **gravedad potencial del incendio**, de acuerdo con la siguiente escala:

ÍNDICE GRAVEDAD POTENCIAL 0	Referido a aquel incendio que, en su evolución más desfavorable, <u>no supone amenaza alguna para personas</u> no relacionadas con el dispositivo de extinción, <u>ni para bienes distintos a los de naturaleza forestal</u> , y bien el daño forestal esperable es muy reducido (por extensión del incendio o por las características de la masa afectada).
ÍNDICE GRAVEDAD POTENCIAL 1	Referido a aquel incendio que, en su evolución más desfavorable, se prevé la necesidad de la puesta en <u>práctica de medidas para la protección de personas ajenas al dispositivo de extinción o existan bienes aislados amenazados de naturaleza no forestal</u> , como infraestructuras sensibles o redes de suministros; o el daño forestal esperable es considerable (por extensión del incendio o por las características de la masa afectada).
ÍNDICE GRAVEDAD POTENCIAL 2	Referido a aquel incendio que, en su evolución más desfavorable, se prevé que <u>amenace seriamente a núcleos de población o infraestructuras de especial importancia</u> , o el daño forestal esperable es muy importante (por extensión del incendio o por las características de la masa afectada), de forma que exijan la adopción inmediata de medidas para la atención y socorro de la población o protección de los bienes.
ÍNDICE GRAVEDAD POTENCIAL 3	Referido a aquel incendio en el que apreciadas las circunstancias anteriores en su índice máximo de gravedad, concurren otras sobre el dispositivo de extinción que imposibiliten la continuación de su labor encaminada al control del incendio .

Índice de Gravedad Potencial de Incendio. (Fuente. PEIF).

2.4.1.4. SITUACIONES OPERATIVAS

La clasificación de las emergencias por incendios forestales se realizará **tras considerar el índice de gravedad potencial del incendio y la disponibilidad de medios y recursos** para la extinción del mismo y para la atención y socorro de la población afectada; además se tendrán en cuenta la simultaneidad temporal y/o concentración espacial de incendios forestales y cualquier otra circunstancia que pudiera afectar a la capacidad de respuesta de los medios y recursos del PEIF. Atendiendo a los criterios anteriores, las situaciones operativas podrán ser las siguientes:

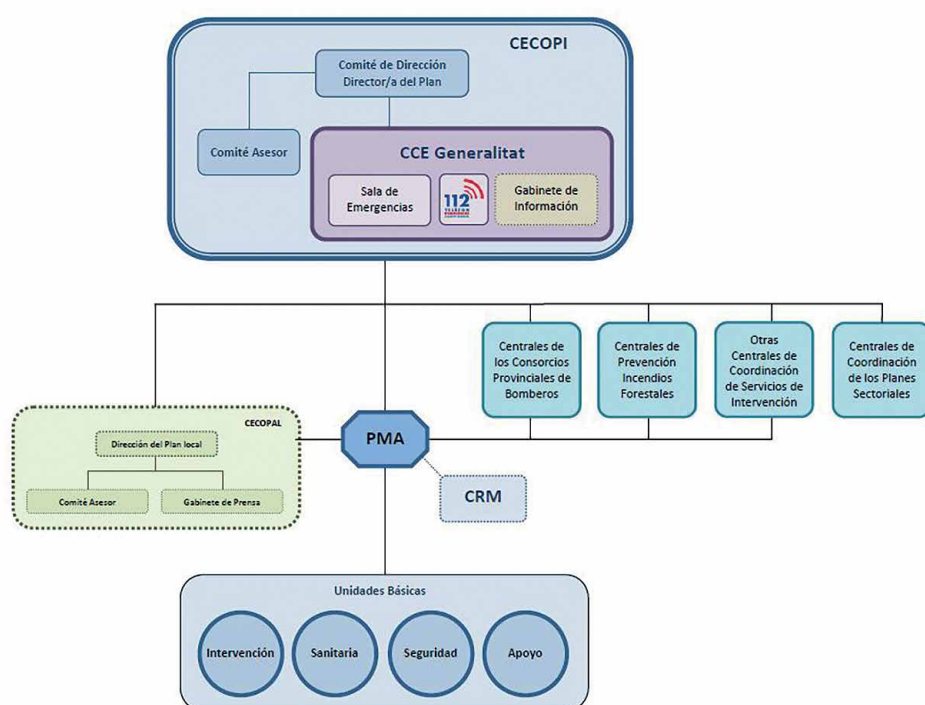
SITUACIÓN 0	Situación de emergencia provocada por uno o varios incendios forestales que, en su evolución previsible, <u>puedan afectar sólo a bienes de naturaleza forestal</u> ; y puedan ser controlados con los medios y recursos del PEIF , e incluyendo medios del Estado, siempre y cuando éstos últimos actúen dentro de su zona de actuación preferente.
SITUACIÓN 1	Situación de emergencia provocada por uno o varios incendios forestales que en su evolución previsible, puedan afectar <u>gravemente a bienes forestales</u> y, en su caso, afectar <u>levemente a la población y bienes de naturaleza no forestal</u> y puedan ser controlados con los medios y recursos del PEIF , o para cuya extinción pueda ser necesario que, a solicitud del Director del PEIF y previa valoración por parte de la administración estatal correspondiente, sean incorporados medios extraordinarios .

SITUACIÓN 2	Situación de emergencia provocada por uno o varios incendios forestales que, en su evolución previsible, puedan afectar gravemente a la población y bienes de naturaleza no forestal , exigiendo la adopción inmediata de medidas de protección y socorro ; y pueda ser necesario que, a solicitud del Director del PEIF, sean incorporados medios extraordinarios, o puedan comportar situaciones que deriven hacia el interés nacional. También se definirán como emergencias de situación 2 aquellas que para su resolución requieran la constitución del CECOPI .
SITUACIÓN 3	Situación de emergencia correspondiente y consecutiva a la declaración de emergencia de interés nacional por el Ministro del Interior.

Situaciones Operativas. (Fuente. PEIF).

2.4.1.5. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA

La respuesta en la consecución del objetivo que se pretende con el presente Plan, considerando la estructura máxima prevista, se basa en la constitución de un Centro de Coordinación Operativa Integrado (CECOPI), de acuerdo con el siguiente esquema:



Estructura Organizativa PEIF. (Fuente. PEIF).

2.4.1.5.1. EL PMA Y EL CRM

En los incendios se constituirá un Puesto de Mando Avanzado (PMA) desde el cual se dirigirán y coordinarán las actuaciones de las Unidades Básicas. Inicialmente, las labores de coordinación del incendio serán ejercidas por el mando de la unidad que acceda en 1ª instancia al mismo.

La prelación por orden ascendente, de la coordinación del incendio será:

1. Responsable de Brigada de Emergencia.
2. Responsable de la Brigada de Emergencia Helitransportada.
3. Agente Medioambiental.
4. Capataz Coordinador Forestal / Coordinador Forestal / Jefe de Dotaciones.
5. Sargento / otros mandos superiores de bomberos.

La incorporación al incendio de un responsable superior, según la prelación anterior, implicará la asunción por este último de las funciones del anterior. La persona responsable que hasta el momento realizaba las labores de coordinación, se pondrá a la disposición del que lo sustituya y le transmitirá las novedades y medidas adoptadas.

Una vez asignado al incendio el mando que realizará las funciones de Dirección del PMA (Capataz Coordinador Forestal / Coordinador Forestal o Sargento), éste podrá dar instrucciones durante el trayecto al foco del incendio a las unidades presentes en el terreno e incluso, si se da el caso, dar por extinguido el incendio. A su llegada al incendio, dicho mando constituirá y dirigirá el PMA, asumiendo también la Dirección Técnica de la Extinción y la Coordinación de la Unidad Básica de Intervención. Este mando podrá ser relevado por sus superiores en función de la gravedad del incendio.

En el caso de que la gravedad del incendio lo aconseje, quien ostente la Dirección del PMA podrá delegar las funciones de Coordinación de la Unidad Básica de Intervención entre los mandos presentes, o solicitar la presencia de otro mando a la Central de Coordinación del SPEIS correspondiente.

La ubicación del PMA estará perfectamente definida durante la emergencia, debiendo comunicarse al CCE Generalitat y a la Central de Coordinación del SPEIS correspondiente cualquier cambio en su ubicación. El Director del PMA, deberá asegurar la permanente comunicación entre dicho puesto y el CCE Generalitat.

El Director del PMA constituirá, cuando lo considere necesario, un Centro de Recepción de Medios (CRM), cuya ubicación podrá coincidir con la del PMA si éste tiene fácil acceso y si se considera un lugar adecuado para la posterior distribución de los medios. La constitución de dicho CRM será comunicada por el Director del PMA de inmediato a la Central de Coordinación del SPEIS correspondiente y al CCE Generalitat. La persona responsable designado por el Director del PMA para gestionar el CRM tendrá las siguientes funciones:

- El control de: la recepción, clasificación, despacho y retirada de medios.
- Control y/o visado de albaranes y medios que puedan generar una posterior facturación.
- Facilitar al Coordinador de la Unidad Básica de Apoyo la información actualizada de los recursos de los distintos organismos sobre el terreno (número, tipo y previsión de jornada de trabajo y relevos previstos), para su traslado al CCE Generalitat.

La persona que ostente la Dirección del PMA asume la máxima responsabilidad de dirección del incendio sobre el terreno (Dirección Técnica de la Extinción).

2.4.1.5.2. UNIDADES BÁSICAS

Se consideran Unidades Básicas, **el conjunto de medios humanos y materiales llamados a intervenir en la emergencia**, con unas actuaciones concretas para cada una de ellas, que se desarrollan a continuación. La dirección sobre el terreno de las Unidades Básicas, recaerá sobre las correspondientes personas encargadas de la Coordinación de las Unidades Básicas. La denominación de las Unidades Básicas es la indicada a continuación:

- Unidad Básica de Intervención.
- Unidad Básica de Seguridad.
- Unidad Básica de Apoyo.
- Unidad Básica Sanitaria.

2.4.1.5.2.1. Unidad Básica de **Intervención**

Inicialmente, las labores de coordinación del incendio serán ejercidas por la persona al mando de la unidad que acceda en primera instancia al mismo. La prelación por orden ascendente es la descrita en el punto 2.4.1.5.1. del presente tema.

Su composición será variable en función de la época del año dada la diversidad de administraciones y organismos implicados en la Unidad Básica de Intervención, los recursos humanos y materiales que la integran, por lo que estará revisado y actualizado continuamente. El Catálogo de Medios y Recursos propios del PEIF estará siempre actualizado y disponible en el CCE Generalitat. En todo caso, forman parte de la UB de Intervención:

- Servicio de Bomberos Forestales y Jefes de Dotaciones.
- Medios y mandos de los Consorcios Provinciales de Bomberos.
- Brigadas Forestales de la Diputación Provincial de Valencia.
- Medios aéreos de la Agencia de Seguridad y Respuesta a las Emergencias.
- Agentes Medioambientales / Personal técnico de la Consellería competente en materia de prevención de incendios forestales.
- Voluntarios.
- Maquinaria u otros recursos privados.
- Medios estatales que tengan como zona de actuación preferente la Comunitat Valenciana.
- Medios de otras administraciones con las que existan convenios de colaboración.
- Unidades de Bomberos de los Parques Municipales de Alicante, Castellón y Valencia (medios extraordinarios).

- Fuerzas Armadas, incluida la Unidad Militar de Emergencias (medios extraordinarios).
- Otros medios extraordinarios: otros medios estatales, medios de otras administraciones con las que no existan convenios de colaboración, recursos internacionales...

Sus funciones son:

- Recibir en primera instancia la notificación de la emergencia por parte de la Central de Coordinación del Consorcio Provincial de Bomberos correspondiente o del CCE Generalitat, según corresponda.
- Combatir el incendio, auxiliar a las víctimas en su caso y aplicar las medidas de protección para las personas y los bienes que puedan verse amenazados por el fuego.
- En la fase inicial asumir funciones y agrupar componentes de todas las Unidades Básicas.

La organización de los recursos en la extinción será:

A) Elementos de Extinción de Incendios Forestales

Los Elementos de Extinción de Incendios Forestales (en adelante Elemento de Extinción) son el primer nivel de estructuración de los recursos integrados en la Unidad Básica de Intervención y pueden ser considerados como tales los siguientes:

- **Medio aéreo:** Elemento de Extinción compuesto por un helicóptero o avión con misiones de extinción o coordinación, y su tripulación.
- **Brigada helitransportada:** Elemento de Extinción compuesto por un responsable al mando de una brigada helitransportada y dotadas de medios para un primer ataque.
- **Brigada de tierra:** Elemento de Extinción compuesto por un responsable al mando de una brigada, dotadas de medios para el ataque y contención del incendio.
- **Autobomba:** Elemento de Extinción motorizado con capacidad de transporte y abastecimiento de agua, con conductor.
- **Autobomba asistida:** Elemento de Extinción compuesto por una brigada de tierra desplazada en una autobomba.
- **Unidad de Bomberos:** Elemento de Extinción compuesto por una dotación mínima de 2 Bomberos y una autobomba.
- **Unidad de defensa o sectorización:** Elemento de Extinción compuesto por maquinaria pesada de sectorización y su dotación auxiliar correspondiente, al mando de un capataz.

B) Equipos de Intervención

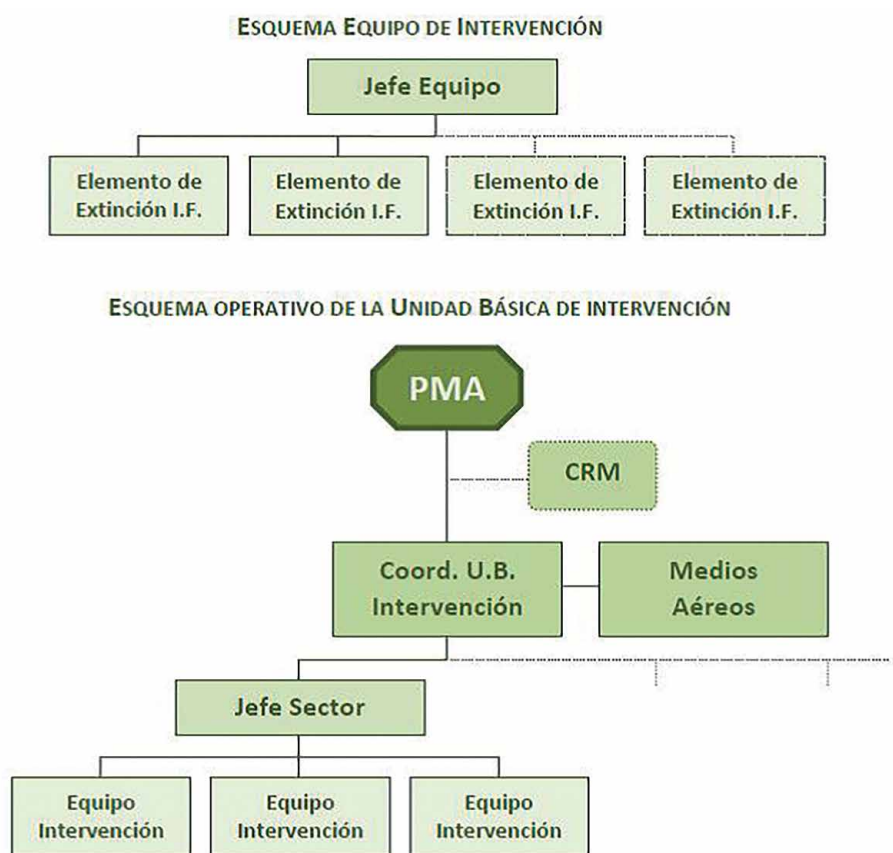
El conjunto de dos o más Elementos de Extinción, cuando el conjunto afronta un objetivo común y perfectamente definido y dispone de un mando responsable de su coordinación, constituye un Equipo de Intervención, módulo de segundo nivel en la estructuración de los efectivos.

En su composición intervienen entre dos y cinco Elementos de Extinción, siendo tres el número de elementos óptimo y aceptándose hasta un máximo de siete en casos especialmente justificados como lo son por ejemplo, la constitución del primer Equipo de Intervención de despacho automático.

C) Sectores de intervención

El conjunto de dos o más equipos de intervención, cuando el conjunto afronta un objetivo común y perfectamente definido y dispone de un mando responsable de su coordinación, constituye un Sector de Intervención, módulo de tercer nivel en la estructuración de los efectivos y el territorio.

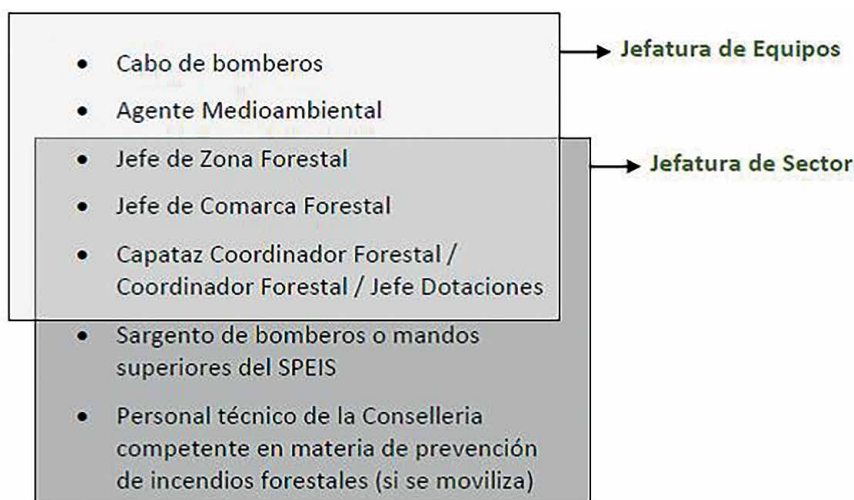
En su composición intervienen entre dos y cinco Equipos de Intervención, siendo tres el número de equipos óptimo y aceptándose hasta un máximo de siete en casos especialmente justificados como lo son por ejemplo, la constitución del primer sector de incendio si se prevé la extinción inmediata del incendio con los medios disponibles.



Esquema de Equipo de Intervención y de la UB de Intervención. (Fuente. PEIF).

D) Mandos de intervención en los Equipos y Sectores.

En el siguiente esquema se describe la prelación de mandos de la Unidad Básica de Intervención, por orden ascendente y su capacidad para ejercer como Jefes de Equipo o de Sector.



Relación de Mandos que pueden desempeñar las jefaturas de equipo y sector en incendios forestales. (Fuente: PEIF).

2.4.1.5.2.2. La Unidad Básica de Seguridad

La persona encargada de la Coordinación de esta unidad será el mando sobre el terreno de la Guardia Civil.

Los integrantes de esta unidad, actuarán en el ejercicio de sus funciones, bajo la responsabilidad de sus mandos naturales, que atenderán las instrucciones de la persona encargada de la Coordinación de la Unidad.

Está compuesta por el personal de las Fuerzas del Orden: Guardia Civil, Cuerpo Nacional de Policía, Unidad del CNP adscrita a la Comunitat Valenciana (policía autonómica) y Policía Local.

Sus funciones son:

- Establecer las previsiones necesarias con el fin de atender cuantas necesidades surjan en relación con:
 - La seguridad ciudadana.
 - El control de accesos a la zona de intervención, al PMA y al CRM.
 - Control de la circulación vial.
 - Los avisos a la población.
 - La coordinación y ejecución de posibles evacuaciones.

- La Unidad Básica de Seguridad será la encargada de centralizar la información sobre cualquier indicio acerca del origen del incendio o sus causas, lesiones personales y daños existentes, al ser responsable de la instrucción de diligencias judiciales, para lo cual, cualquiera de los participantes de cualquier grupo de actuación hará llegar al mismo la información de que disponga sobre los hechos expuestos.
- Los miembros de la Unidad del CNP adscrita a la Comunitat Valenciana serán los encargados de realizar el balizamiento y control de accesos del PMA.

2.4.1.5.2.3. Unidad Básica de Apoyo

Las funciones que desarrolla esta Unidad serán coordinadas por el CCE Generalitat en colaboración con los responsables de cada materia en el PMA. En caso de que se considere necesaria por parte del Director del Plan o a solicitud del Director del PMA, la coordinación de esta Unidad sobre el terreno, el CCE Generalitat movilizará a personal técnico de la Agencia de Seguridad y Respuesta a las Emergencias para asumir dicha coordinación.

Sus funciones genéricas son:

- Gestión y abastecimiento de víveres.
- Transporte, albergue y asistencia a los afectados.
- Asesoramiento técnico.
- Coordinación de la logística de Bases Aéreas.
- Facilitar el abastecimiento de combustible y otros materiales necesarios para la extinción de incendios forestales. Estas funciones se coordinarán y apoyarán en los Planes Sectoriales del Plan Territorial de Emergencia de la Comunitat Valenciana.

2.4.1.5.2.4. Unidad Básica Sanitaria

El médico del equipo SAMU será la persona encargada de la Coordinación de la Unidad Básica Sanitaria. En caso de haber más de un equipo, el CICU designará al médico del SAMU que realizará las tareas de coordinación de la Unidad Básica Sanitaria. Estará compuesta por:

- Equipo/s SAMU.
- Recursos sanitarios de Atención Primaria. Estos recursos son, por cercanía al lugar de la emergencia, recursos de respuesta inmediata.
- Recursos de transporte sanitario.
- Hospitales.

Sus funciones son:

- Constituir el puesto de asistencia sanitaria y el centro sanitario de evacuación si procede.
- Realizar las funciones propias de clasificación de las víctimas y asistencia y evacuación

sanitaria.

2.4.2. OPERATIVIDAD

2.4.2.1. ESTABLECIMIENTO DEL NIVEL DE PREEMERGENCIA

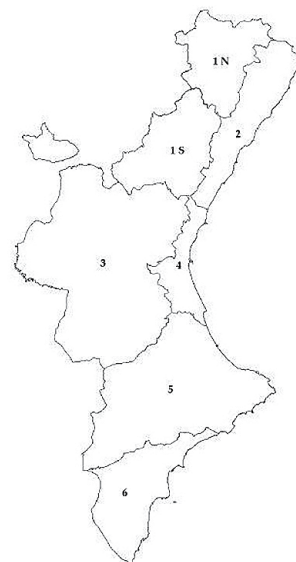
La Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) a través del Centro Meteorológico Territorial (CMT) en Valencia, calcula cada día, para un periodo de 48 horas, un índice de peligrosidad de incendios forestales diario (combinación del índice de ignición y de propagación) para cada una de las zonas existentes. Con la información de dicho índice, y una vez considerados los factores socioculturales y el resto de situaciones que afectan al riesgo por incendios forestales, el CCE Generalitat declara cada día, para un periodo de 48 horas, el nivel de preemergencia según la siguiente escala:

Nivel 1: riesgo bajo-medio de incendio forestal.

Nivel 2: riesgo alto de incendio forestal.

Nivel 3: riesgo extremo de incendio forestal.

Periódicamente se establecerán las medidas especiales a adoptar en los periodos de mayor riesgo. Durante la mayor parte del año, el establecimiento del nivel de la preemergencia se efectúa globalmente para cada una de las provincias de la Comunitat Valenciana. En la época de mayor riesgo de incendios forestales, dicho nivel de preemergencia se establece para cada una de las 7 zonas en las que se ha dividido el territorio valenciano, tal como muestra la figura adjunta.



Zonificación de la Comunitat Valenciana. (Fuente: PEIF).

2.4.2.2. MOVILIZACIÓN INICIAL DE MEDIOS

Recibida la notificación de incendio en la Central de Coordinación del Consorcio Provincial de Bomberos, la persona encargada de la Coordinación Provincial de Medios movilizará con carácter de despacho automático, de forma inmediata y sin esperar confirmación del servicio ni autorización, los siguientes medios:

- 1 Capataz Coordinador Forestal / Coordinador Forestal / Jefe de dotaciones.
- 1 helicóptero de la zona con su Brigada Helitransportada o 1 avión.
- 2 unidades de personal de tierra (normalmente 2 Brigadas de Emergencia).
- 2 autobombas.

En la provincia de Alicante, siempre que se movilice un Jefe de dotaciones, se movilizará a un Sargento.

No obstante lo anterior, la persona encargada de la Coordinación Provincial de Medios de la Central de Coordinación del Consorcio Provincial de Bomberos, en función de la disponibilidad de medios, podrá adecuar dicho primer nivel de respuesta. Cuando la gravedad de la emergencia lo requiera se podrá incrementar el número de medios movilizados en el despacho automático.

En los primeros momentos el mando de los recursos movilizados valorará la gravedad del incendio, en función de la cual la Central de Coordinación del Consorcio Provincial de Bomberos retirará parte de los medios movilizados en el despacho automático o movilizará nuevos recursos. La movilización de más medios al lugar del incendio se realizará desde la Central de Coordinación del Consorcio Provincial de Bomberos, por la persona encargada de la Coordinación Provincial de Medios, estará en función de las demandas del mando de la emergencia y de la disponibilidad en el momento.

Además de los anteriores medios, **formarán parte del despacho automático los agentes medioambientales, que serán movilizados por la CPIF correspondiente**, conforme el procedimiento de movilización establecido por la Conselleria competente en materia de prevención de incendios forestales.

Los recursos adscritos a la Unidad Básica de Seguridad actúan en todas las situaciones de emergencia. Este tipo de recursos será movilizado por sus centrales correspondientes:

- Guardia Civil. Se movilizará de oficio al tener conocimiento del incendio, o bien a través de la Delegación / Subdelegación de Gobierno.
- Policía Local. Se movilizará la de los municipios afectados a través de sus respectivos ayuntamientos, vía teléfono o radio y vía el Sistema Integrado de Gestión de Emergencias y Comunicaciones de la Generalitat para los servicios integrados.
- Unidad del Cuerpo Nacional de Policía adscrita a la Comunitat Valenciana. Se movilizará a través del CCE Generalitat, vía teléfono o radio.
- Cuerpo Nacional de Policía, si afecta a sus demarcaciones. Se movilizará de oficio al tener conocimiento del incendio, o bien a través de la Delegación / Subdelegación de Gobierno.

Los recursos adscritos a la Unidad Básica de Apoyo participarán cuando en el incendio surjan necesidades de apoyo técnico o logístico. Los recursos intervinientes serán movilizados por el CCE Generalitat a través de sus centrales correspondientes.

Los recursos adscritos a la Unidad Básica Sanitaria serán movilizados al lugar de la emergencia, siempre que se lleven a cabo **evacuaciones** y en aquellos casos en los que el Director del PEIF y/o del Director del PMA **lo consideren conveniente**. El CCE Generalitat informará/alertará al CICU que movilizará los recursos sanitarios que deban intervenir en la emergencia actuando en coordinación con el CCE Generalitat.

2.4.2.3. CONSTITUCIÓN DEL PUESTO DE MANDO AVANZADO Y EL CRM

El primer mando de cualquiera de los recursos movilizados del despacho automático que acceda en primera instancia al incendio, **asumirá la coordinación de las actuaciones** a desarrollar frente al mismo, realizando una primera valoración e indicando el punto de encuentro y acceso al lugar del incendio, que comunicará a la persona encargada de la Coordinación Provincial de Medios y este al CCE Generalitat a través del el Sistema de Gestión de Emergencias de "1·1·2 Comunitat Valenciana". Asimismo adoptará las primeras estrategias de actuación.

A la llegada de los mandos al incendio, éstos asumirán las figuras de la Dirección Técnica de la Extinción / Coordinación de la Unidad Básica de Intervención y Dirección del PMA tal y como se indica en el apartado 9 del documento de Estructura y Organización del PEIF.

Establecido el PMA, los nuevos recursos se incorporan conforme a una determinada estructura de intervención por sectores de incendio, con tareas y misiones determinadas, de acuerdo con lo que establezca

el Director del PMA.

Según la evolución del incendio, el Director del PMA evaluará la necesidad de mantener el PMA o de desplazarlo en función de la evolución del incendio.

El Director del PMA evaluará la conveniencia de constituir un CRM, designando al responsable de la gestión del mismo. Cualquier modificación en el emplazamiento del PMA o del CRM, deberá ser comunicada de inmediato a la persona encargada de la Coordinación Provincial de Medios y al CCE Generalitat por el Director del PMA, indicando asimismo el canal de coordinación.

2.4.2.4. MEDIDAS DE PROTECCIÓN PARA LA POBLACIÓN

Las medidas de protección para la población solamente cabe el considerarlas a partir de incendios forestales de situación. Las medidas de protección a la población comprenden:

Medidas de autoprotección personal: Son aquellas medidas sencillas que pueden ser llevadas a cabo por la propia población.

Confinamiento: Esta medida consiste en el refugio de la población en sus propios domicilios. Debe complementarse con las llamadas medidas de autoprotección personal.

Alejamientos: Consiste en el traslado de la población desde posiciones expuestas a los efectos de los incendios forestales a lugares seguros, generalmente poco distantes, utilizando para ello sus propios medios.

Evacuación: Consiste en el posible traslado de personas que se encuentren en la zona del incendio, en situación de peligro, a un lugar seguro. Por tratarse de una medida de más larga duración, se efectuará si el peligro al que está expuesta la población es grande. Podrán efectuarse evacuaciones de carácter preventivo por la existencia de humo abundante en la zona.

La orden de confinamiento, alejamiento o evacuación, será dada por el Director del PEIF a propuesta del Director del PMA o del Alcalde del municipio afectado, o bien, será dada por este último bajo su entera responsabilidad. El que dé la orden, verificará que todos los anteriores tienen conocimiento de la misma.

El traslado de la orden será del Director del PMA a la persona encargada de la Coordinación de la Unidad Básica de Seguridad. La notificación a la población de la orden, su sujeción y la dirección y ejecución de la misma, será asumida por la Unidad Básica de Seguridad, con recursos propios, recursos locales o solicitados al CCE Generalitat.

En caso de amenaza de peligro inminente sobre viviendas o núcleos poblados, las medidas de protección podrán ser ordenadas por el Director del PMA o por la persona encargada de la Coordinación de la Unidad Básica de Seguridad, con notificación inmediata al Director del PMA. En este caso, el Director del PMA, informará lo antes posible sobre las medidas adoptadas, al Director del PEIF y al Alcalde del municipio correspondiente.

En ausencia de miembros de la Unidad Básica de Seguridad, el Director del PMA, ordenará las medidas de protección con los medios de que disponga.

3. MATERIALES Y MEDIOS DE EXTINCIÓN

3.1. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI)

Los trabajos de extinción de incendios forestales presentan riesgos específicos susceptibles de provocar accidentes o lesiones de diversa índole. Para evitarlos, una vez analizados los riesgos y establecidas las correspondientes medidas preventivas, se debe dotar al personal de los Equipos de Protección Individual (EPI) adecuados e instruirles sobre su utilización.

Según la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales, se entenderá por "equipo de protección individual" cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud en el trabajo, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin. Se excluyen, entre otros, de esta definición, la ropa de trabajo corriente y uniformes no destinados a proteger la salud o la integridad física y el material de deporte, así como los aparatos portátiles para la detección y señalización de los riesgos.

Resulta importante resaltar que algunas de las obligaciones de los empresarios respecto a los EPI son proporcionar los equipos gratuitamente a los trabajadores, realizar un correcto mantenimiento de los mismos, así como informar, formar y consultar a los trabajadores.

Por otro lado, algunas de las obligaciones de los trabajadores son utilizar y cuidar correctamente los equipos, colocando los equipos en el lugar adecuado e informar de cualquier anomalía al respecto.

Desde el Ministerio de Medio Ambiente, en el Comité de Lucha contra Incendios Forestales (CLIF), se determinaron unas recomendaciones técnicas sobre EPI contra incendios forestales, siendo esta la única norma de referencia a nivel nacional.

Los trabajadores de incendios, deben usar EPI que respondan a un equilibrio entre el diseño ergonómico y proporcionar los niveles adecuados de protección ante los riesgos existentes.

3.1.1. CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS

3.1.1.1. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Protegen al trabajador de riesgos inherentes a los incendios y siempre deben de ser utilizados cuando participen en la extinción de incendios. A continuación, se describen las características básicas de cada uno de los equipos y las normas de protección mínimas que deberán cumplir de acuerdo con su categoría y nivel de protección.

Mono ignífugo

Debe ser de una sola pieza. Fabricado en tejido ignífugo que no se fundirá ni fluirá en gotas ni se perforará. Nunca tratado con productos de impregnación ya que con lavados perdería sus cualidades. Debe poseer la parte superior de color amarillo para ser perfectamente visible, reforzarse las zonas de mayor fricción y los cierres de velcro ignífugo o cremalleras. Debe disponer de bandas reflectantes fijadas de forma permanente.

Las normas mínimas son: **EPI de categoría II**, riesgo 6, calor y llamas que cumpla al menos las normas: EN 320, EN 366, EN 367, prEN 532, prEN 531 e ISO 4674.

Botas

De tipo forestal de media caña elaborada en cuero, con suela de caucho, no de goma, cosido Goodyear o vulcanizado de gran resistencia. La planta y el talón deben disponer de tacos prismáticos antideslizantes y tendrán lengüeta. Los cordones deben ser ignífugos o resistentes a altas temperaturas.

Normas comunitarias mínimas son: **EPI de categoría II**, adquirido como calzado de tipo profesional (**EN 347**), salvo las de motoserrista que tiene que cumplir las siguientes normas adicionales:

- **HI**: aislamiento calor radiante.
- **P**: protección de la suela.
- **HRO**: resistencia de la suela al calor por contacto.
- **WRO**: a la penetración y absorción de agua.

Guantes

Confeccionados en cuero que cubran 1/3 del antebrazo y sean suaves al tacto y con gran flexibilidad. Poseerán mosquetón para su transporte y serán de color amarillo portando marcas requeridas y el anagrama especificara el año de fabricación, las propiedades que poseen y el número del organismo correspondiente.

Las normas mínimas exigidas son: **EPI de categoría II** que cumpla al menos las normas de protección EN 420 y EN 388 (riesgos mecánicos).

- Resistencia a la abrasión.
- Resistencia al corte.
- Resistencia al desgarro.
- Resistencia a la penetración.

Casco protección

Construido en materiales no inflamables, no metálicos y no conductores, sin deformaciones permanentes a temperaturas próximas a los 100 °C. Constará de un casquete de superficie lisa, con o sin nervaduras, con una ranura longitudinal en la parte inferior para fijar la banda de las gafas y con arnés interno con cuatro puntos de anclaje, con sistema de regulación perimetral.

La banda de amortiguación constituida por bandas cruzadas en X, con un espacio con el casquete no inferior a 2 cm. Dispondrá de barbuquejo, con



Mono ignífugo. (Fuente. Oroel).



Botas forestales. (Fuente. epibalear).



Guantes incendios forestales. (Fuente. Moran).



Casco forestal. (Fuente. MSA).

banda regulable de fácil y rápida adaptación, generalmente de color amarillo (otros colores para identificar categorías) y para que pueda ser observado desde el aire.

Normas mínimas de protección:

- a. **EPI categoría II.**
- b. EN-cascos industriales de seguridad.
- c. Talla universal U.
- d. Resistencia muy alta temperatura (ensayo 150 °C).
- e. Aislamiento eléctrico.
- f. Sin deformación lateral.
- g. Arnés EN 361.

Mascarillas y filtros

Aparato de protección de las vías respiratorias adaptable al rostro mediante bandas de fijación, cubriendo nariz y boca, para impedir básicamente la inhalación mediante filtrado, de partículas contaminantes en suspensión. Se emplea en aquellas situaciones donde la concentración de humo o partículas en suspensión sea considerable.

Se trata de un adaptador facial formado con material de tacto suave, flexible, inodoro y antialérgico, cubriendo sólo zona buconasal. Con fácil adaptación a la cara y orificios de inhalación y exhalación.



*Mascarilla autofiltrante.
(Fuente. 3M).*

Normas mínimas exigidas:

- a. **EPI de categoría III.**
- b. UNE-EN 149:2001 + A1:2010. Dispositivos de protección respiratoria. Medias máscaras filtrantes de protección contra partículas. Requisitos, ensayos, marcado.
- c. Tipo FFP2.

Gafas

Compuestas por materiales no inflamables, sin deformaciones permanentes a temperatura próximas a 100 °C, con montura incolora, de alta flexibilidad, perfectamente adaptable al rostro y ocular de una sola pieza protegido contra el empañado, que abarque el campo de visión de ambos ojos, con gran resistencia al impacto y a las deformaciones térmicas. Dispondrá de banda de fijación elástica, fácilmente regulable, que permita su adaptación perfecta al rostro y a las patillas de fijación al casco.

Normas mínimas exigidas:

- a. **EPI categoría II.**

- b. Clase óptica del ocular nivel 1, 2, 3.
- c. Marcas ocular 1, B, N (nivel, alta velocidad, impacto, empañamiento).
- d. Marcas monturas b, 3, 4 (resistencia al impacto, líquidos, partículas).

Protectores auditivos

Pueden ser de dos tipos. Los de orejera están formados por dos auriculares unidos por un arnés flexible adaptable a las características específicas de cada usuario. Mientras que los tapones están fabricados en material flexible que permita su adaptación al aire de forma graduada.

Normas mínimas exigidas:

a. **EPI categoría II.**

Nivel de protección alto (27-33 decibelios).

Nivel de protección medio (22-27 decibelios).

Nivel de protección bajo (20-26 decibelios).

Existen otras prendas de protección de la cabeza que, según su diseño, tendrán diferentes denominaciones, dependiendo de su cobertura y forma de ajuste, siendo análogas en los niveles de protección ofrecidos contra los riesgos derivados del incendio forestal. Sin excluir otras posibilidades, estas prendas podrán ser:

Cubrenucas: Pieza de tejido ignífugo, que fijada a la parte posterior del casco cae hasta los hombros y cierra por delante de la cara mediante velcro ignífugo, dejando al aire parte del rostro.

Cubrecuellos: Bufanda tubular de tejido ignífugo, que puede ceñirse a diferentes alturas del rostro y cabeza mediante cordón ajustable, banda elástica o bien por las propiedades elásticas del tejido.

Pasamontañas: Capucha de tejido ignífugo que cubre la totalidad del cráneo y cuello, con una abertura que deja al aire parte del rostro.

Mascara facial: Pieza de tejido ignífugo que cubre el rostro del usuario hasta el cuello y cierra por la parte posterior mediante velcro ignífugo, proporcionando una protección de la cara frente a las radiaciones producidas por el calor. Dispone de un compartimento diseñado para incorporar una mascarilla autofiltrante que ayude a reducir la inhalación de partículas.

Normativa aplicable:

b. **EPI de categoría II.**

UNE-EN 11612:2010 Ropa de protección para trabajadores expuestos al calor.

UNE-EN 340 Ropa de protección: Requisitos generales.

3.1.1.2. EQUIPOS COMPLEMENTARIOS

Son los que facilitan la sujeción de los equipos, las medidas preventivas necesarias en caso de accidente y las ayudas materiales y técnicas para desarrollar el trabajo en perfectas condiciones. Al no ser EPI no es necesario que estén certificados por organismos cualificados, pues no van a proteger al usuario de ningún riesgo.

Cinturón: de lona, fabricado en una sola pieza y con sistema de regulación en longitud y hebilla con cierre y apertura rápida por presión. Complemento del EPI, facilita el transporte de útiles, herramientas y equipos complementarios (botiquín, cantimplora, etc.).

Trinchas: tirantes de lona acolchada que se acoplan y ajustan mediante cuatro trabillas al cinturón. Suponen una pieza complementaria al cinturón con el objetivo de repartir el peso sobre los hombros. Se fabrican en cordura, lona ignífuga o similar acolchada y tienen forma de Y. Las bandas frontales llevarán a la altura del pecho un sistema de sujeción transversal y cada una de ellas estará provista de un enganche que permitirá colgar emisoras.

Botiquín personal: bolsa de uso personal de reducidas dimensiones conteniendo productos para realizar curas de emergencia. Se trata de una bolsa de lona, con otra bolsa interior de plástico transparente y con cierre estanco contra el polvo en la que se alojan los elementos del botiquín que son: apósitos para quemaduras y apósitos autoadhesivos, gasas esterilizadas, manta térmica aluminizada, esparadrapo, amoníaco, suero fisiológico, tijeras, pinzas, vendas y otros productos de primeros auxilios.

Cantimplora: fabricada en aluminio, con tapón del mismo material unido a ella por una cadena de sujeción y mosquetón de enganche. Con dosificador e introducida en una funda de lona que facilita su sujeción al cinturón. Debe poder almacenar agua en condiciones de potabilidad, resistencia y durabilidad, llevando un revestimiento interno (lacado).

Mochila hidratación: las cantimploras están sustituyéndose, en algunos dispositivos, por mochilas de hidratación de loneta ignífuga, adaptables a las trinchas y bolsa de agua con tubo y dispositivo para aspirar. Constará de dos a tres departamentos con cremalleras para albergar la bolsa de agua que tendrá una capacidad de 1,5 a 3 litros. El tubo flexible irá protegido en el exterior.

Linterna – frontal: linterna polivalente, acoplada al casco, que permite tener las manos libres. Será preferiblemente de leds, ajustable mediante cinta elástica u otro sistema. Recomendable autonomía en modo económico hasta 120 horas.



Cinturón. (Fuente. vestuariolaboral.com).



Trinchas. (Fuente. supervivenciaynaturaleza.com).



Cantimplora. (Fuente. Vallfirest).



Mochila hidratación.
(Fuente. aliexpress.com).

3.2. HERRAMIENTAS

3.2.1. EVOLUCIÓN

Los distintos tipos de herramientas empleadas en la extinción de incendios forestales en España se describen atendiendo principalmente a sus diversas características de empleo y a su forma de actuación sobre alguno de los componentes del triángulo del fuego: calor, oxígeno y combustible.

En el uso y elección de dichas herramientas cabría diferenciar dos épocas. Una primera hasta los años setenta en la que la población vivía de la agricultura y ganadería asentada en el medio y eran esas mismas personas las que participaban en la época estival en la extinción de los incendios forestales, siendo las herramientas empleadas las mismas que en sus faenas agrícolas y forestales: ramas, azadas, podones, hachas, extintores metálicos y los primeros batefuegos (específicos de incendios). Se produce un importante cambio a partir de los años setenta en el que gran parte de la población emigra a las ciudades y los incendios que se producen, siendo mayores en número y efectos, genera el desarrollo de nuevas tecnologías en la lucha contra los mismos. Se tiende a la especialización y profesionalización de los combatientes y las herramientas que empiezan a utilizarse no provienen de otros sectores, sino que se estudian, analizan, investigan y desarrollan las más adecuadas y específicas para el combate de los incendios forestales.

3.2.2. NORMALIZACIÓN DE HERRAMIENTAS Y SUMINISTRO DE EQUIPOS

La diversidad de equipos que se pueden utilizar en la extinción de incendios forestales exigía una normalización de los más apropiados para la actuación. En el año 1987, la Administración Central a través del **ICONA** estableció las normas y especificaciones que deberían tener las herramientas que se utilizan en la extinción de incendios forestales. Dicha normalización de herramientas continúa actualmente en vigor, siendo utilizada por los organismos competentes de las distintas Administraciones para la adquisición de sus equipos.

3.2.3. CARACTERÍSTICAS COMUNES

Para que el combate sea eficiente, se requiere emplear una serie de herramientas, la mayoría específicas, para los incendios forestales y diseñadas para que la tarea se ejecute adecuadamente, teniendo en cuenta que por lo general ésta es pesada, prolongada en el tiempo y en condiciones ambientales desfavorables.

Se describen a continuación una serie de características comunes que todas las herramientas poseerán en mayor o menor medida:

Simples: de fácil manejo y transporte, de tal forma que cualquier persona especializada o no en los incendios forestales, con una sencilla explicación teórica y práctica, pueda manejarlas con el rendimiento adecuado.

Versátiles: que puedan ser utilizadas en distintas tareas y funciones dependiendo del tipo de fuego, del combustible existente y de las necesidades prioritarias, con el fin de obtener con una sola herramientas mayores prestaciones.

Portátiles: que se transporten fácilmente tanto en los diferentes medios de aproximación al incendio (vehículos, máquinas, helicópteros) como por el personal combatiente que participa en la extinción.

Duraderas: tienen que estar fabricadas con materiales de máxima resistencia a las condiciones adversas a las que van a estar sometidas, soportar altas temperaturas, evitar corrosiones producidas por la humedad, dureza, flexibilidad, consistencia.

Fácil mantenimiento: para que una vez finalizada la extinción, los combatientes que las tenga asignadas puedan dejarlas en perfectas condiciones de uso y máxima efectividad.

Normalizadas: de forma que únicamente con el nombre de cualquier herramienta, cualquier empresa especializada en el sector pueda saber que está normalizada y obtener así las características técnicas precisas.

Económicas: el coste siempre es un parámetro a tener en cuenta en la adquisición de materiales.

3.2.4. APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS

Las herramientas manuales deben cubrir toda la gama de necesidades de actuación comprendidas en los incendios forestales. Por ello se **clasifican en:** cortantes, raspantes, mixtas, sofocantes y extintoras.

Cortantes

Se emplean para eliminar o disminuir combustibles próximos al incendio, tanto en ataque directo en incendios incipientes con variables meteorológicas favorables, o en ataques por el método indirecto, líneas de defensa, quemas prescritas, contrafuegos, cortafuegos... Entre las más utilizadas se pueden citar: hachas, podones, sierras, motosierras, desbrozadoras, machetes, etc.

Raspantes o cavadoras

Se utilizan para retirar el combustible fino depositado sobre el suelo mineral para evitar la continuidad superficial y subterránea en ataque directo, fuegos en la categoría de conatos y en las labores de remate una vez controlado el incendio. En ataque indirecto son complementarias de las herramientas cortantes, trabajando normalmente de forma combinada. Todo tipo de azadas o azadones y rastrillos pertenecen a esta clase.

Cuando en la misma unidad aparecen las dos aplicaciones, se denominan mixtas. También se utilizan para arrojar tierra sobre las brasas eliminando el oxígeno necesario para la combustión.

Sofocantes y extintoras

Eliminan el oxígeno del fuego mediante un golpeteo intermitente sobre combustibles ligeros no almohadillados o bien mediante la impregnación con agua o sustancias retardantes de la materia vegetal. En este grupo se encuadran los batefuegos y extintores de mochila. Su empleo se realiza en ataque directo los primeros, siempre en combustibles ligeros y por método directo o indirecto, los segundos en fuegos incipientes, labores de remate y como apoyo en la creación de líneas de defensa.

3.2.5. TIPOS DE HERRAMIENTAS

Como se ha comentado anteriormente, las herramientas de extinción de incendios responden a la necesidad de actuar sobre alguno de los elementos que componen el triángulo del fuego: combustible, comburente y calor. Para ello disponemos de varias herramientas, las cuales vamos a separar en distintos grupos.

- Herramientas para actuar directamente sobre el fuego: batefuegos de tiras, batefuegos de pala, azada, pulaski, palín, McLeod, hacha, gorgui, serruchos y tijeras.
- Herramientas mecánicas: motosierra y motodesbrozadora.
- Herramientas que dependen de un agente extintor: extintor de explosión y mochila extintora, ya sea rígida o flexible.
- Herramientas igníferas: antorcha de goteo.

3.2.5.1. HERRAMIENTAS PARA ACTUAR DIRECTAMENTE SOBRE EL FUEGO

Este grupo de herramientas es el más versátil para trabajar en la extinción de un incendio, debido a que son herramientas que no dependen de ningún tipo de abastecimiento, el operario puede permanecer actuando contra un incendio por un espacio indefinido de tiempo sin tener que repostar la herramienta.

a) El batefuegos

Descripción y características:

Herramienta destinada a apagar el fuego por sofocación, actuando sobre el oxígeno y desplazándolo. Consiste en un mango o astil metálico, terminado en una pala elástica no deformable a altas temperaturas.

Tiene las siguientes características técnicas:

- Longitud: 2 m.
- Ancho máximo: 300 mm.
- Peso : 2.5 kg.

El mango puede ser rígido o extensible y llevará una empuñadura de PVC en el extremo exterior. La pala se compone de una o varias láminas elásticas de 3-4 mm de espesor, de forma trapezoidal, reforzadas por nervaduras o alambre embebido en la misma, con el fin de rigidizarla y aminorar el abaniqueo.

Utilización:

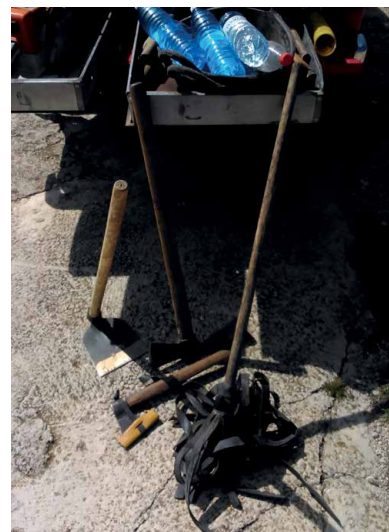
Se utiliza siempre que la intensidad de las llamas nos permita acercarnos lo suficiente. Generalmente se utiliza en **ataque directo**, sobre frentes débiles, incipientes, focos secundarios o sobre combustibles ligeros. Mientras que en ataque **indirecto** se puede utilizar en operaciones de apoyo en quemas de ensanche de líneas de defensa y contrafuegos.

Se trabaja golpeando la base de las llamas, con golpes suficientemente pausados que permitan desplazar el oxígeno y no avivar el fuego. Se trabaja hacia lo negro (zona quemada) para evitar lanzar pavesas hacia la zona verde (zona sin quemar).

Lo normal en el uso del batefuego es que se realice en tándem o en parejas. Se trabaja siempre directamente sobre la llama, expuesto a la radiación, por lo que hay que alternar el trabajo para mantener un ataque



*Batefuegos de
pala extensibles.
(Fuente. Nuriz).*



Batefuegos de tiras. (Fuente. A. Tortosa).



Uso del batefuegos, apoyado con mochila extintora, cuadrilla helitransportada Segovia. (Fuente. A. Tortosa).

constante. Resulta efectivo esperar las bajadas de intensidad aprovechando los momentos donde haya menos combustible, se encuentre menos disponible o trabajemos apoyados con agua mediante mochila extintora o trabajo conjunto con medios aéreos; permitiendo un trabajo más eficiente y menos expuesto.

Mantenimiento:

No requiere un cuidado especial, aunque debe revisarse tanto la pala como el mango, siendo este último su parte más frágil.

b) Azada

Es una de las herramientas más utilizadas en extinción dada su versatilidad, pues con ella podemos actuar sobre los tres lados del triángulo del fuego. Podemos eliminar combustible raspando el suelo y/o cortando la vegetación. Podemos actuar sobre el oxígeno, cubriendo el combustible con tierra, a la vez que lo enfriamos y actuamos sobre el calor reduciendo la temperatura.

Descripción y características:

Se trata de una herramienta formada por una lámina de metal con el borde frontal cortante relativamente afilado por un lado y un mango para sujetarla. Hay muchos tipos de láminas de metal en función de la localización geográfica, pudiendo ser diferentes en anchura y longitud.

Utilización:

Herramienta que cava, corta y raspa. Uso tanto en **ataque paralelo como en indirecto**. Su mejor utilidad se presenta para los repasos de perímetro, ya que el ataque indirecto ocupa menor porcentaje dentro



Azada. (Fuente. soyvisual).



Tareas repaso perímetro IF Bocairent, 2013. Servicio Bomberos Forestales valencia. (Fuente. A. Tortosa).

de la extinción en nuestro territorio. Con ella es relativamente sencillo destapar el suelo mineral en el perímetro y eliminar la vegetación a medio quemar, e incluso enterrar los troncos y tocones que quedan ardiendo cerca del perímetro.

A la hora de escoger una azada, se debe tener en cuenta qué tarea se va a desempeñar y en qué tipo de terreno, debido a la amplia gama de pesos, formas y tamaños. Por ejemplo, en los terrenos escarpados y pedregosos, donde existe mucha piedra y poco horizonte orgánico, se escogen azadas de tamaño mediano o pequeño y hoja reforzada, con el objetivo de poder acceder a los huecos entre las rocas y mover piedras, cavar o cortar ramas.



*Parte a afilar de la azada, zona interior.
(Fuente. bellota).*

Mantenimiento:

Afilar la parte metálica por la zona interior y mantener en perfecto estado el mango (limpio y sin astillas), así como asegurarse de la correcta unión entre ambos elementos.

c) Pulaski o hacha-azada

Descripción y características:

Se trata de una herramienta compuesta de una placa acerada con dos filos opuestos en planos perpendiculares, y un ojo central para enastarla en un mango de madera. Es una herramienta combinada, compuesta por una azada y un hacha a la vez.

Tiene las siguientes características técnicas:

- Longitud: 900 ± 5 mm.
- Ancho máximo: 75/80 mm.
- Peso: 2 ± 0.2 kg.

Utilización:

Podemos encontrar pulaskis de diferentes tamaños:

- El grande se utiliza principalmente en la apertura de líneas de defensa, colocándose en primer lugar para cortar la vegetación de mayor tamaño, e incluso utilizando el lado de hacha se pueden cortar pequeños árboles. En el repaso, el pulaski grande se utiliza para soltar tierra con la que enterrar troncos ardiendo, para descubrir raíces que estén ardiendo bajo tierra o para eliminar combustibles próximos al perímetro.
- El pequeño es utilizado principalmente en el **ataque directo**, llevándolo muchas veces acoplado al cinturón dado su reducido tamaño y su bajo peso. Con él se pueden cortar ramas para la sofocación, rascar las brasas de los troncos cuando están comenzando a arder y rascar en las oquedades de los terrenos rocosos.

Al ser una herramienta que incorpora dos implementos, con los que poder cortar, cavar o raspar, puede resultar muy versátil para determinadas tareas (apertura de línea de defensa) pero muy pesada para otras (repaso de perímetro); siendo su gran sustituta la azada, de estructura más simple y más ligera, obteniéndose con ella similares resultados.

Utilizada **principalmente para ataque indirecto**, repaso y cierre de perímetros. En ataque **directo** para aporte de tierra suelta por excavación para ser lanzada con palín sobre llamas o brasas para la extinción por sofocación. En ataque indirecto, apertura y ampliación de líneas de defensa por corte, apeo y descuaje del combustible o eliminación del mismo por excavado y raspado hasta el suelo mineral.

Mantenimiento:

Correcto afilado de ambas partes y mantener en perfecto estado el mango. El hacha se afila a 30° y la parte de la azada a 45° .

d) Palín forestal

Descripción y características:

Herramienta manual compuesta por una placa acerada, ligeramente cóncava de forma ojival, con filo en su contorno lateral y ojo en la zona posterior para enastarla en un mango de madera. Se trata de una pala pequeña con un largo mango y filo en todo su borde anterior. No es una herramienta a la que se le dé mucho uso, a pesar de que puede utilizarse para actuar sobre los tres lados del triángulo del fuego.

Tiene las siguientes características técnicas:



Pulaski, doble función. (Fuente. bellota).



Pulaski. (Fuente. nationalfirefigther.com).

- Longitud: 1.205 - 1.300 mm.
- Ancho máximo: 200 mm.
- Peso: 2 kg.

Utilización:

Se utiliza para cortar, cavar, rascar y lanzar tierra hacia la base de las llamas. Por su filo es una herramienta de corte, pudiendo actuar sobre el combustible segando como con una guadaña. También puede actuar por sofocación mezclando tierra con agua y brasas, o lanzando tierra sobre la base de las llamas actuando así sobre la temperatura.



Palín forestal. (Fuente. vallyfirest).

Mantenimiento:

Afilado de los bordes de la mitad superior a 45° y mantenimiento del mango.

e) McLeod

Descripción y características:

Herramienta normalizada compuesta de una placa plana de acero estampado con seis dientes gruesos en un lado y corte en el opuesto, provista de un casquillo de acero soldado en su parte central para enastarlo perpendicularmente en un mango de madera.

Tiene las siguientes características técnicas:

- Longitud: 1240 ± 10 mm.
- Ancho máximo: 275 ± 5 mm.
- Peso: $2,2 \pm 0.2$ kg.



McLeod. (Fuente. truper).

Utilización:

Utilizado en ataque **indirecto** y en tareas de repaso y cierre de perímetros. También en ataque **paralelo**, para eliminar combustibles como mantillos de forma rápida. En ataque indirecto por corte y rastrillado de combustibles ligeros y raspado hasta suelo mineral. Se trabaja muy bien sobre suelos llanos, arenosos y con poca vegetación. Su rendimiento es extraordinario, pero en los terrenos montañosos y rocosos sus anchas bocas lo convierten en imposible de utilizar.

Mantenimiento:

Afilado en la parte lisa y limpieza del mango.

f) Hacha

Descripción y características:

Podemos encontrar muchos tipos de hachas. Para la extinción la más usada suele ser un hacha con el mango corto, lomo grueso y un acero no muy tensionado; esto se debe a los siguientes motivos:

- El mango corto, para poder trabajar entre la masa forestal, ya que es más fácil evitar engancharse con las ramas con un mango corto.
- El lomo grueso para darle peso, pues entre la vegetación muchas veces hemos de cortar dando muy poco recorrido a la herramienta y es el peso el que nos da la contundencia de los golpes.
- El acero ha de ser poco tensionado (blando, con cierta elasticidad) porque durante la extinción, cuando cortamos arbustos y desbrozamos con el hacha, muchas veces golpeamos piedras y si el acero fuese muy duro se le producirían astillas imposibles de reparar, mientras que en las hachas poco aceradas lo que se produce son pequeños pliegues en el filo, muescas que se eliminan fácilmente con una piedra de afilar.

Utilización:

Esta herramienta, en la extinción de incendios se utiliza para cortar ramas y arbustos, tanto para abrirse paso hacia el perímetro o hacer ramas para sofocación, como para cortar pies a los arbustos cuando tenemos que acceder al mantillo que suele quedar ardiendo por debajo de estos.

También tendría su uso en ataque **indirecto**, en la construcción de líneas de defensa por corte, apeo y tronzado de arbolado y combustible más grueso. Es una herramienta con un uso más notable en la extinción en la década de los años 60-70 por la procedencia agrícola-forestal que tiene y por quienes colaboraban en las tareas de extinción (habitantes de las poblaciones cercanas). En la actualidad tiene, muchas veces, un uso secundario, como consecuencia de una mayor utilización de herramientas manuales mecánicas (motosierras-desbrozadoras), por su mayor rendimiento y menor esfuerzo por parte de los operarios.

Mantenimiento:

Afilado de la hoja a 30° y mantenimiento del mango.

g) Gorgui

Descripción y características:

Herramienta multifuncional diseñada específicamente para la lucha contra incendios forestales. Combina en una sola hoja de corte las funciones de las herramientas más utilizadas en la extinción de incendios forestales. Tiene un peso de unos 2.2 kg.



Hacha con mango corto. (Fuente. Stihl).



Hacha de mango más largo.
(Fuente. Bellota).

Utilización:

Utilizada para picar, arrancar, excavar, rastrillar, realizar escarpes y cortes de vegetación, tanto en ataque **paralelo o indirecto**. Dada su versatilidad se puede ir variando el uso de la hoja según necesidades.

Mantenimiento:

Mantener los filos y el mango en buenas condiciones.

h) Serrucho**Descripción y características:**

Se trata de una herramienta manual consistente en una hoja curvada, dentada y trapezoidal que por el extremo más ancho va unido a un mango de madera o de plástico.

Utilización:

El serrucho se utiliza para preparar ramas de sofocación, para cortar ramas quemadas en los árboles de los perímetros, eliminar la continuidad vertical y material leñoso en el perímetro.

Mantenimiento:

Mantener el mango en correcto uso y afilar los dientes cuando estén desgastados.

i) Tijeras de mano**Descripción y características:**

Se trata de una herramienta de corte de fácil manejo y transporte, formada por dos mangos, unidos por una zona móvil y terminados en dos hojas cortantes. Las hay de distintos tamaños y con la posibilidad de que los mangos sean extensibles. Para los trabajos de extinción se usarán de **tamaño mediano, entre 50 y 70 cm**, pues más grandes son incómodas de llevar por el campo y más pequeñas resultan poco útiles porque sólo pueden cortar ramas muy finas.

Utilización:

Utilizada tanto en ataque **directo** como en **indirecto** y en tareas de repaso y cierre de perímetros. Las usamos para podar pequeños árboles eliminando la continuidad vertical, para cortar ramas de sofocación y principalmente para actuar sobre vegetación arbustiva como la coscoja, cornicabra y lentisco.

Mantenimiento:

Mantener el filo de la hoja inferior en buen estado.



Gorgui, herramienta multifuncional. (Fuente: Vallfirest).



Serrucho de mano. (Fuente: Tramontina).



Tijeras tamaño medio no extensibles.
(Fuente: Torres y Sáez).

3.2.5.2. HERRAMIENTAS MECÁNICAS.

Estas herramientas las usaremos casi siempre en el repaso o para eliminar combustible por delante del incendio (líneas de defensa). Se trata de la motosierra y la desbrozadora.

a) Motosierra

Descripción y características:

La motosierra es una máquina compuesta por un **motor de dos tiempos** que proporciona movimiento a un órgano de trabajo diseñado para realizar trabajos de corte, en el apeo de árboles, desrame, tronzado, y poda.

El corte de la motosierra se consigue debido a las pequeñas extracciones de madera que realizan los eslabones tipo gubia, alojados en una cadena articulada, que gira sobre un plano de corte, la espada, a gran velocidad, gracias a las altas revoluciones que transmite el motor.

Datos técnicos:

- Cilindrada entre 48 y 50 cc.
- Longitud espada entre 40 y 45 cm.
- Peso entre 4,5 y 5 kg.
- Relación peso / potencia: 1,8 – 2,0 kg / kW.

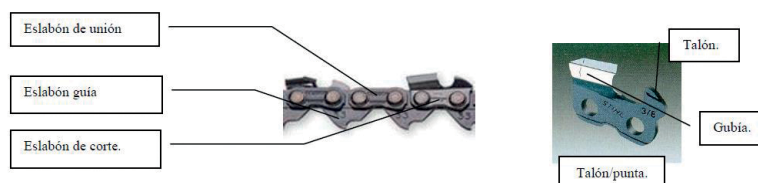


Motosierra. (Fuente: Stihl).

La motosierra consta de los siguientes elementos, entre otros:

1. Motor: de dos tiempos monocilíndrico, de gasolina mezclada con aceite al **2-4 %**. El bloque motor y la culata suelen estar contruidos en aluminio, y su refrigeración es por aire, a través de las aletas que lleva alrededor el cilindro, que permiten una evacuación del calor por radiación. Esta refrigeración está ayudada gracias a la corriente de aire que proporciona el plato magnético al girar, dado que posee unos álabes que actúan de ventilador. Esta corriente de aire es aprovechada y conducida en algunos modelos hasta el filtro del aire consiguiendo así su autolimpieza.
2. Espada: es una pieza formada por dos planchas de acero unidas de tal forma que en el borde queda un canal por donde circulará la cadena. Su misión es obligar a la cadena a que gire en torno a ella describiendo un plano que será el plano de corte. El tamaño de la espada está en relación a la potencia de la máquina.
3. Cadena: es el órgano principal de corte, de lo que deriva la importancia de una buena elección. Está compuesta por tres tipos de eslabones:

- a. **Eslabón de corte**, de tipo gubia con talón, las gubias se clavan en la madera limitadas por la altura del talón, extrayendo así las virutas.



Eslabones de la cadena de la motosierra. (Fuente: J. Mozos).

- b. Eslabón de unión, como su nombre indica se encarga de unir los eslabones gubia con los guía.
- c. Eslabón guía, su función consiste en guiar a la cadena a lo largo de la espada, y además ir distribuyendo el aceite de engrase por toda ella.
4. Dispositivos de seguridad:
- Bloqueador del acelerador: se trata de una tecla que se dispara si se suelta la empuñadura de la mano derecha, quedándose la máquina a ralentí hasta que se vuelva a accionar de nuevo. De esta forma se evitan accidentes por aceleraciones involuntarias, siendo especialmente efectivo en los desbroces y desramado.
 - Protector de la mano: es una pantalla para que en caso de resbalamiento de la mano izquierda, ésta pueda llegar a tocar la cadena. De forma normal va solidaria a la palanca de accionamiento del freno de cadena.
 - Protector de la cadena: es un ensanchamiento de la parte inferior de la empuñadura de la mano derecha. Su cometido es proteger a ésta de la cadena si al romperse sale despedida hacia atrás.
 - Apoyos de corteza o garras: son unos dientes colocados sobre el grupo motor y sobre la carcasa protectora de la cadena. Se clavan en la corteza de los troncos, durante el apeo y tronzado, para apoyar la máquina y facilitar el trabajo.
 - Freno de cadena: existe un elemento de seguridad que es el freno de cadena, que consigue frenar el movimiento de la cadena en seco cuando es accionado. Está compuesto por un aro de acero que abraza al tambor, impidiendo su giro. Este se comprime accionando una palanca y debido a la presión y rozamiento que ejerce, el tambor se detiene, frenando también por tanto la cadena.
 - Captor de cadenas: es un pivote de aluminio situado próximo al tambor piñón, donde se engancharía la cadena en caso de salirse o romperse.



Elementos de la motosierra. (Fuente. J. Mozos).

Utilización:

La motosierra es la herramienta mecánica de mano más utilizada en la extinción, con ella se eliminan combustibles gruesos o muy gruesos, tanto antes de que llegue el fuego como después en las tareas de repaso.

Cuando se utiliza la motosierra en el repaso de perímetros se deben tener muy en cuenta algunos detalles. Hay que tener en cuenta que se está utilizando una herramienta con depósito de gasolina, por lo que si **se actúa sobre troncos con brasa se hará con la parte superior de la espada**, de modo, que la viruta incandescente salga propulsada en dirección opuesta al motor, pues cualquier pavesa puede hacer que ardiese el combustible.

También es muy importante saber que **el carbón provoca en la cadena una extraordinaria erosión**, por eso cuando al cortar troncos a medio quemar, **las trozas serán lo más largas posible**, reduciendo así el número de cortes a realizar.

Más habitual es, si cabe todavía, el uso de la motosierra en el refuerzo de líneas de apoyo, talando árboles en los bordes de los caminos o junto a cortafuegos, podando las faldas de árboles frondosos para evitar que el fuego pase a copas y cortando los arbustos grandes de algunas zonas para que se reduzca la intensidad del fuego y así poder actuar con las herramientas de sofocación, como batefuegos o ramas.

Mantenimiento:

Es una herramienta que necesita de un mantenimiento y limpieza más cuidadoso que el resto de herramientas vistas hasta ahora. Se debe repostar tanto de mezcla carburante como de aceite de engrase, se debe ajustar la cadena, afilar, limpiar la máquina y sus filtros y reglarla cuando no funcione adecuadamente. Además, se debe mantener en correcto funcionamiento todos los sistemas, engrase, arranque, seguridad, etc.

b) Motodesbrozadora

Descripción y características:

La desbrozadora es una herramienta mecánica de corte, que se utiliza para eliminación de matorral **para la prevención de incendios forestales** o, una vez éstos producidos, **para la realización de líneas de defensa y/o perimetración**. Ha facilitado y ha mejorado los trabajos de desbroce, que de forma habitual se han realizado con herramientas manuales como el hocino o la azada.

Básicamente, el aparato está constituido por un **motor de explosión**, con los dispositivos de carburación, encendido, refrigeración, suministro de combustible, grupo de corte y engrase precisos, incorporados al conjunto y distribuidos de forma tal que su equilibrado y diseño ergonómico facilite su manejo y máximo rendimiento de trabajo con sólo un hombre.

Datos técnicos:

- Cilindrada entre 55 y 58 cc.
- Longitud total: Entre 1,60 y 1,80 m.
- Peso (sin combustible ni herramienta de corte): entre 9 y 11 kg.
- Relación peso / potencia: 3,5 y 3,7 kg / kW.



Desbrozadora. (Fuente: Stihl).

Las partes básicas de una motodesbrozadora son:

1. **Motor:** de dos tiempos, cuyo movimiento pasa al órgano de corte a través de un embrague centrífugo, un eje de transmisiones y la caja reductora.
2. **Tubo portaherramientas:** de forma general es de aleación de aluminio y une el motor y la caja de engranajes.
3. **Caja reductora:** construida para soportar los trabajos más duros. Transmite el movimiento al órgano de corte.
4. **Sistema antivibratorio:** impide en gran parte que las vibraciones del motor sean transmitidas a las empuñaduras.
5. **Cabezal de corte:** dependiendo de lo que vayamos a desbrozar necesitaremos un tipo de cuchilla cortante. Cada una de las diferentes cuchillas debe ir acompañada del protector correspondiente.

En trabajos forestales las cuchillas más utilizadas son:

- **Cuchilla para matorrales de tres dientes.** Es la más utilizada para este tipo de desbroce. Tritura los zarzales, se puede afilar con una lima plana manteniendo un ángulo de 30°. Este tipo de disco debe de ser cambiado de posición después de a cada uso, con lo que evitaremos deformaciones, ya que se desgasta igual por los dos sitios.
- **Cuchilla circular y de widia.** Se usa para trabajos de aserrado para cortar matorral grueso y árboles de hasta 20 cm de diámetro. Dotada de dientes de cinkel entre 20 y 80 según tipos. Se afila con una lima redonda, el ángulo de afilado será de 15° y el de inclinación de 5°. De vez en cuando se debe de triscar los dientes (ladear de forma alternativa los dientes de un lado y del otro). Las de widia están fabricadas de una aleación especial y no necesitan ser afiladas ni triscadas.
- **Cuchilla de picado o de triturar.** Esta cuchilla está diseñada de forma que corta y tritura. Su funcionamiento es como una batidora, triturando la vegetación sobre todo la fina, ya que diámetros superiores a 2 cm son demasiados gruesos, y fuerza al operario y a la máquina.



Disco tres puntas.
(Fuente. pinturasybricolaje.es).



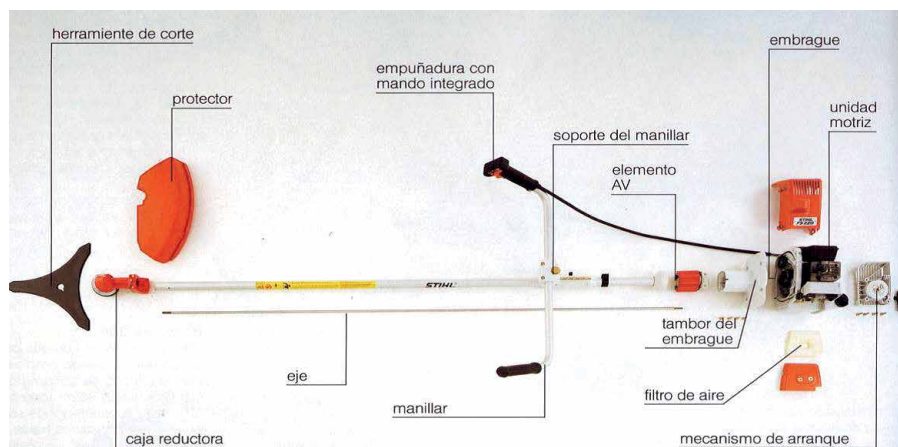
Disco de widia.
(Fuente. ferreteriaonlinevct.com).



Disco de triturar.
(Fuente. tecnicaforestal.com).

6. **Manillar:** tubular de empuñadura doble de tal modo que pueda sujetarse con las dos manos por las empuñaduras. En una de las empuñaduras se encontrarán el acelerador y la palanca de bloqueo del mismo. Para economizar espacio durante el transporte o almacenaje el manillar se podrá mover aflojando los tornillos de apriete, de tal manera que quede en posición paralela al tubo protector.

7. **Arnés de sujeción:** se suministrará un arnés de sujeción de la misma al usuario. El arnés irá acolchado en la zona de los hombros. Facilitará la distribución de la carga, de tal manera que los hombros, la espalda y la cadera del usuario soporten el peso de manera uniforme.



Partes de la motodesbrozadora. (Fuente: J. Mozos).

Utilización:

La motodesbrozadora es utilizada principalmente en labores de prevención, en apertura o limpieza de cortafuegos y limpieza de márgenes. En incendios puede usarse en ataque indirecto para la apertura de líneas de defensa o en el repaso, desbrozando restos sin terminar de quemar y ensanchando el perímetro.

Mantenimiento:

Al igual que en la motosierra, se trata de una herramienta que precisa de mayor y más exhaustivo mantenimiento que el resto. Se debe realizar un mantenimiento **antes** de empezar a trabajar consistente en:

- Revisar el protector de la hoja de corte.
- Revisar dicha hoja de corte por si tuviese algún daño (ante la más mínima grieta se debe sustituir inmediatamente). Nunca trabajar con discos soldados ni rajados.
- Se debe revisar que la tuerca de fijación esté apretada.
- Comprobar el nivel de grasa del cabezal.

Después de cada uso se debe:

- Limpiar el filtro de aire.
- Limpiar la máquina de forma general.
- Inspeccionar el protector de la hoja de corte y la misma hoja de corte por si se hubiese dañado.
- Comprobar el nivel de grasa y rellenar si es necesario.
- Afilar la hoja de corte si es necesario.

A nivel general se debe mantener la máquina en buen estado de funcionamiento, revisando sus sistemas de engrase, arranque, seguridad, etc.

3.2.5.3. HERRAMIENTAS DEPENDIENTES DE AGENTE EXTINTOR

a) Mochila extintora

Descripción y características:

Se trata de una herramienta consistente en un depósito de agua, ya sea rígido o flexible, generalmente de plástico y una lanza retráctil de doble recorrido para aplicación del agua con boquilla de doble efecto, chorro - pulverización. Las de depósito flexible están construidas por lona termosoldada reforzada con tejido sintético. Con doble fondo reforzado y separaciones rompeolas en el interior. Capacidad de 18 litros.

Utilización:

Actúa sobre el calor. Utilizado tanto en ataque directo como en indirecto, sobre frentes débiles, fuegos incipientes o sobre combustibles ligeros. Mediante su uso se reduce la intensidad, lanzando agua a la base de las llamas, dosificando correctamente el agua, permitiendo apoyar durante muchos metros la primera línea de ataque.

En ataque indirecto se utiliza en apoyo a contrafuegos, quemas de ensanche y en el repaso y cierre de perímetros de incendio.

Resulta muy eficaz si tiene puntos de abastecimiento cercanos, ya que permite controlar el fuego con un esfuerzo reducido en comparación con otras herramientas. Los inconvenientes son su transporte y su peso, junto a la distancia a los puntos de abastecimiento de agua.

La mochila es especialmente útil en situaciones en las que deja de llegarnos presión a la punta de lanza, bien se agotan las mangueras de la autobomba o no interesa realizar un tendido para llevar agua hasta determinado punto.

Mantenimiento:

Revisar el interior de la misma para evitar la formación de hongos y evitarla obstrucción de la boquilla, así como valorar que no tenga pérdidas de agua y sus atalajes se encuentren en buen estado. Mantener engrasados los émbolos.

b) Extintor de explosión

Esta herramienta que fue concebida para incendios forestales, no se emplea en la Comunitat Valenciana, pues su explosión además de expandir su contenido de líquido extintor, también propulsa objetos y pavesas que pueden provocar desde focos secundarios hasta lesiones a los trabajadores que las manipulan. Además, están equipadas con una mecha rápida, lo que hace demasiado posibles las explosiones accidentales durante los traslados y la manipulación, y todo con muy poco poder de extinción.



Mochila extintora flexible. (Fuente: Vallfirest).



Mochila extintora rígida. (Fuente: Vallfirest).



Extintor de explosión, en desuso. (Fuente: Beaextint).

c) Capazo y pala

Estas dos herramientas, se han colocado en esta sección por la sencilla razón de que por sí solas no nos servirían para extinguir el fuego, pero, si podemos conseguir tierra suelta en las proximidades son herramientas de gran utilidad, pues podremos lanzar dicha tierra a la base de las llamas, lo que produce un considerable enfriamiento y desplazamiento de oxígeno que extingue la llama; también podemos enterrar el combustible, con lo cual se extinguirá el fuego.

3.2.5.4. HERRAMIENTAS IGNÍFERAS

a) Antorcha de goteo

Descripción y características:

Elemento formado por depósito de combustible y lanza que, a través de una boquilla con quemador, previamente encendido, va distribuyendo el combustible en forma de llama.

Básicamente la antorcha de goteo estará compuesta por dos partes principales:

Depósito: cilíndrico de aleación de metal de escaso peso y máxima resistencia tanto a elevadas temperaturas como a posibles golpes, con una capacidad aproximada de 5 litros. Dotado de asa, para su transporte y utilización de forma manual. La parte inferior del depósito será plana de doble capa que aisle al líquido contenido de posibles golpes y abolladuras.

La parte superior del depósito poseerá una tapa roscada donde se conectará la lanza, en posición de trabajo, fijándola de forma segura con una tuerca roscada, ó en posición de descanso ó transporte invirtiendo la misma de forma que quede perfectamente acoplada en el interior del depósito fijada por el mismo procedimiento.

En la parte superior del depósito entre la tapa roscada y el cilindro llevará una válvula de aire que servirá para aumentar o disminuir la salida del combustible por la lanza y para evitar la presencia de aire a presión que podría ser causa de mezclas explosivas aire-vapor.

Lanza: tubo de acero hueco de aproximadamente 10 mm de diámetro y una longitud de unos 300 mm con un bucle a lazo en el tercio. Extremo superior con boquilla por donde sale el combustible, con porta-mecha donde al caer el combustible se inicia la combustión. Dicho porta-mecha va protegido por una rejilla.

El peso máximo en vacío no será superior a 3 kg.

Utilización:

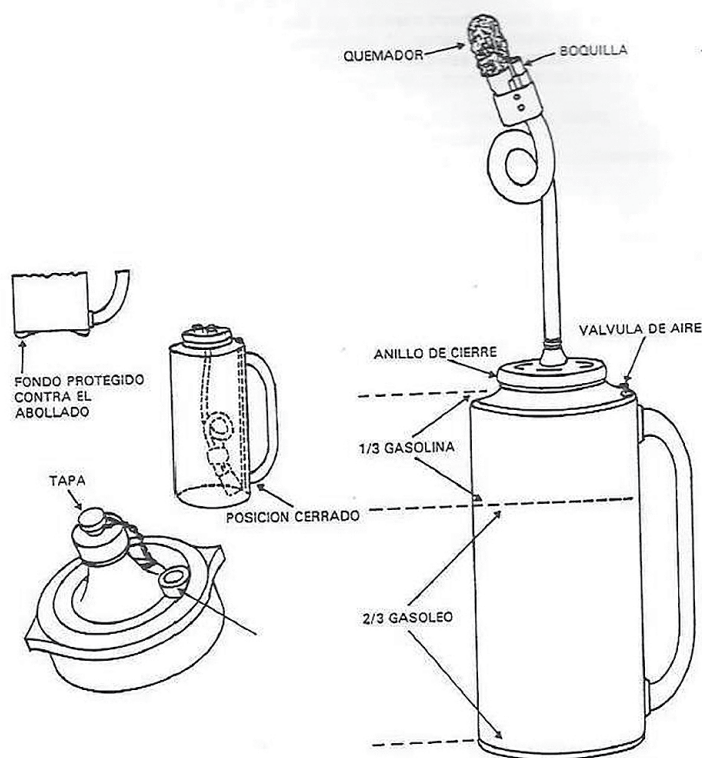
Herramienta ignífera cuyo dispositivo consiste en la ignición de combustibles forestales mediante una llama. En labores de prevención, se utiliza en quemas prescritas o controladas; mientras que en labores de extinción, para quemas de ensanche y contrafuegos eliminando el combustible por medio del fuego.

Herramienta pesada que te permite aplicar el fuego de una forma rápida y relativamente segura. Tiene el inconveniente del tamaño y de su recarga puesto que necesita una mezcla de gasolina y gasoil. La antorcha emplea una mezcla de combustible de 2/3 gasoil y 1/3 gasolina. Otras proporciones utilizadas serían 60:40 o 70:30.



*Antorcha de goteo.
(Fuente. mercedestextiles.com).*

Esta herramienta proporciona una llama constante, lo cual es muy útil, a la hora de realizar quemas de ensanche o contrafuegos, según estemos actuando directamente o indirectamente.



Desmontado antorcha goteo. (Fuente. Manual curso básico fuego técnico, IVASPE).

Mantenimiento:

En líneas generales, son herramientas que no necesitan un mantenimiento exhaustivo pero si una revisión después de cada uso. Existen diferentes marcas comerciales en el mercado, pero todas tienen similares componentes. El cuidado y mantenimiento es sencillo, hay que utilizarlas de forma que no se dañe el depósito y el espadín.

La parte que más se suele deteriorar por el uso, es el quemador, elemento fundamental de la antorcha, (encargado de mantener el fuego encendido) sin él no funciona. Cada fabricante utiliza un material diferente para los quemadores (materiales ignífugos).

Se desgastan con el uso y hay que reponerlos. Se pueden utilizar para ello; mechas coheteras, trozos de prendas ignífugas ya usadas, etc.

Otros elementos que se suelen deteriorar con el tiempo, son las juntas de goma que hay en el tapón de paso de combustible y en el anillo de cierre.

Aunque la mayoría de antorchas vienen equipadas con un pequeño filtro, hay que mantener limpio el depósito de partículas como; ceniza, tierra, trozos de vegetación, que pueden obstruir el paso del combustible por la boquilla.

3.2.6. Mantenimiento y reparaciones en las herramientas

Fases en el mantenimiento:

- Limpiar las herramientas después de cada servicio.
- Revisar los filos; que no tengan grietas.
- Revisar los mangos, que no estén quemados, que no tengan nudos, astilladuras y que ajusten bien a la herramienta.
- Mantener los filos con limas y piedras de afilar, cuando sea necesario.
- Aplicar anticorrosivos.
- Colocar protectores en los filos.
- Almacenar ordenados y clasificados de manera que agilicemos su localización.

Las reparaciones más comunes son debidas a la rotura y deterioro de mangos y filos.

El filo de una herramienta es lo más importante de ésta, pues es la intersección de dos superficies de corte, las cuales forman un ángulo que dependerá de la dureza del material a cortar. Cuanto mayor es éste mayor es la fuerza necesaria para hundir la herramienta; cuanto menor es el ángulo más frágil se vuelve éste. Por tanto, cada herramienta tendrá un filo adecuado al uso que tiene (como ya se ha comentado en cada una de ellas).

El afilado lo realizaremos normalmente manual, con la lima y la piedra de afilar. Primero limpiaremos la herramienta; en segundo lugar, se eliminarán las rebabas y deformaciones que pueda tener el filo con la lima. Para finalizar con la piedra, que será la que nos dará el refinado del filo.

3.3. MEDIOS AÉREOS

La Comunitat Valenciana ha sido pionera en la utilización de medios aéreos para combatir los incendios forestales. Los medios aéreos son contratados por la Generalidad Valenciana y distribuidos en diferentes bases ubicadas estratégicamente por toda la comunidad. También se puede trabajar con medios aéreos contratados por el estado para apoyar a las CCAA o con medios aéreos que vengan de otras CCAA.

3.3.1. TIPOS DE AERONAVES

A continuación, se describen sucintamente los diversos tipos de aeronaves con las que se trabaja habitualmente en la extinción de incendios distinguiendo entre aviones y helicópteros.

3.3.1.1. AVIONES.

Se puede hacer una primera división en función de su forma de si son de carga en tierra, anfibios ó aviones de coordinación.



Dromader descarga. (Fuente. Foresma).

PZL Dromader M-18 A. Avión ligero de carga en tierra casi sin utilización actualmente en España. Capacidad de agua: 2200 litros. Motor de pistón de 967 CV de potencia.



AT en conato de rayo. (Fuente. Foresma).

Air tractor AT-802 F. Avión semipesado de carga en tierra. Capacidad de carga: 3100 litros. Posibilidad de partir la descarga. Motor de turbina con 1400 CV de potencia.



Fire Boss cargando en Beniarrés. (Fuente. Raúl Quílez).

Air tractor Fire Boss. Avión semipesado anfibio. Capacidad de carga: 3100 litros. Posibilidad de partir la descarga. Motor de turbina con 1400 CV de potencia.



Canadair trabajando en incendio en Castellón. (Fuente. Foresma).

Canadair CL 215 T – Canadair CL 415. Denominado por su indicativo operativo seguido del número, es decir "FOCA y su número". Avión anfibio con capacidad de carga 5500 litros con posibilidad de fraccionar descargas. Motor: 2 turbohélices 2000 CV de potencia.



Cessna en la base de Enguera. (Fuente. Raúl Quílez).

Cessna 337- g Skymaster.

Normalmente llamado "ACO". (Avión de Coordinación y Observación) Tiene la posibilidad de obtener y transmitir imágenes en tiempo real y realizar termografías de la zona de incendio.

3.3.1.2. HELICÓPTEROS

Los modelos más utilizados son Augusta A 109, Bell 212, Bell 412, Kamov Ka-32, Ecureil B3, cuyas características básicas se detallan a continuación. Su denominación habitual es “Halcón” seguido de la sigla provincial (Alfa para Alicante, Charly para Castellón o Víctor para Valencia) y del número de aparato por provincia (Ejemplo: HLC – V 2 se denomina “Halcón Víctor 2” y es el segundo helicóptero de la provincia de Valencia).



Augusta 109 en la base de Enguera. (Fuente. Raúl Quílez).

Augusta A 109

Helicóptero biturbina con capacidad para 5 pasajeros. Normalmente utilizado como helicóptero de coordinación, rescate o sanitario.



Bell 212 cargando en incendio en Turís. (Fuente. Raúl Quílez).

Bell 212

Helicóptero biturbina con capacidad para 13 pasajeros. Capacidad de carga de agua 1200 litros. Autonomía de vuelo: 2h.



Bell 412 dejando a brigada helitransportada. (Fuente. Foresma).

Bell 412

Helicóptero biturbina con capacidad para 13 pasajeros. Capacidad de carga de 1200 litros. Autonomía de vuelo: 2 h



*Kamov Ka-32 en la base de Siete Aguas.
(Fuente. Raúl Quílez).*

Kamov Ka-32

Helicóptero biturbina y doble rotor principal. No puede transportar pasajeros. Capacidad de carga: 4500 litros. Autonomía: 2 h.



Ecuriel de la Comunidad de Madrid en la base de Enguera. (Fuente. Avialsa).

Ecuriel AS350 B3

Es un helicóptero monoturbina, con capacidad para transportar a 5 brigadistas. La capacidad de carga agua máxima es de 900/1000 lt



Koala. (Fuente. Infocam).

A 119 Koala

Es un helicóptero biturbina con capacidad para transportar a 7 brigadistas. La capacidad de carga de agua máxima es de 1000 lt



Helicóptero EC135 de la UME. (Fuente. Ministerio de Defensa).

Helicóptero EC135 (HU-26).

Helicóptero de observación y coordinación de la UME.

Autonomía de 666 km y capacidad para transporte de 4 a 5 personas.



Helicóptero Cougar de la UME (indicativo Turia) en la base de Enguera. (Fuente. Avialsa).

Helicóptero Súper Puma (HU-21) y Cougar (HU-27).

Capacidad para transporte de 10 personas para combate de incendio, además de la tripulación y bambi de 2000 litros.

3.3.2. EQUIPOS DE DESCARGA DE AGUA DESDE HELICÓPTEROS

Son utilizados por los helicópteros para el lanzamiento de agua sobre el fuego. Existen dos modalidades:



Pruebas de bambi bucket en la base de Enguera. (Fuente. Raúl Quílez).

Bambi bucket

Equipo con forma de bolsa que va colgado del gancho de carga del helicóptero. Tiene la posibilidad de incorporar espumógeno. Puede ser metálico o de lona. Su capacidad varía entre 500 y más de 9000 litros dependiendo del helicóptero que lo utilice.



Descarga de Kamov con depósito ventral en incendio de Cortes 1997. (Fuente. Raúl Quílez).

Depósito ventral

Deposito acoplado a la panza del helicóptero, provisto de compuertas para su apertura. La carga se realiza a través de un manguito de aspiración. Tiene posibilidad de utilizar espuma y de partir la descarga. Capacidad variable, según helicóptero, lo normal es de 1200 litros.

3.4. MAQUINARIA

3.4.1. USO E INTEGRACIÓN DE LA MAQUINARIA PESADA EN LA EXTINCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES EN ESPAÑA. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

La maquinaria pesada se usa normalmente en la extinción de incendios forestales en España para la realización de franjas de discontinuidad de combustible, y también la extinción directa sobre las llamas (el perímetro del incendio forestal), aunque añadido a eso puede realizar otra serie de tareas muy útiles a la hora de extinguir y controlar los incendios forestales. La adaptación de dicha maquinaria al entorno

forestal y su uso en otro tipo de operaciones en los montes (operaciones de corta, arrastre, saca de madera, movimiento de tierras, etc.) hizo que su uso en la extinción de incendios forestales se iniciase en Estados Unidos y Canadá a partir de 1940.

El empleo de maquinaria pesada en incendios forestales en España nace en las provincias de León y Zamora, en torno al año 1960. En esos años, los tractores de cadenas comenzaban a ser habituales en el monte, en labores varias como preparación del terreno para las repoblaciones, apertura de cortafuegos, pistas, etc. En ocasiones se realizaban quemas controladas de matorral previas a la preparación del terreno y con los tractores de cadenas que llevaban a cabo dichas operaciones, se comenzaron a realizar cortafuegos profesionales para controlar así la quema. Comenzaban entonces a utilizarse de forma habitual, en esas dos provincias, para asegurar o preparar quemas controladas. Se fue adquiriendo experiencia y en la década de los años 70 pasaron también a utilizarse en el ataque directo sobre incendios forestales. De allí se pasó al uso de estos equipos en otras provincias con intensa actividad repobladora llevada a cabo por el Patrimonio Forestal del Estado.

Así, los tractores de cadenas y tras 55 años (1960-2015) de experiencia en distintas provincias, constituyen un medio muy valioso para el control de incendios de cierta importancia y es una herramienta imprescindible para el control de grandes incendios. Al menos, así es hoy donde se utilizan y posiblemente llegará a ser así donde se comience a utilizar. Actualmente son unos 68 equipos de maquinaria pesada los que trabajan en campañas de extinción de incendios forestales en España contratados por los Servicios de Extinción en algunas Comunidades Autónomas, destacando en número y en su uso Castilla-La Mancha, Castilla y León y Galicia.

3.4.2. TIPOS DE MÁQUINAS USADOS EN INCENDIOS FORESTALES EN ESPAÑA. EQUIPOS DE MAQUINARIA PESADA

Los **tractores de cadenas** son la maquinaria de extinción de incendios forestales más ampliamente conocida y la más usada en España. Con la hoja de empuje puede mover tierras y eliminar vegetación. En su parte trasera, puede disponer de subsolador, de cabestrante o de distintos tipos de arados o vertederas. Puede también acoplar algunos otros implementos como depósitos de agua, pero son mucho menos comunes en incendios forestales. Cabe decir que en España solo se usan los tractores de cadenas, ya que son los equipos más versátiles, los que trabajan en las pendientes más elevadas y pueden llevar a cabo la línea ellos solos.

Un **equipo de maquinaria pesada** destinado a la extinción de incendios forestales en España suele estar compuesto por un **tractor de cadenas**, con equipo de comunicaciones y GPS localizador. **Camión góndola** con una longitud aproximada de 16 metros, igualmente dotado de equipo de comunicaciones. La góndola debe ir dotada de avisador luminoso. **Vehículo todo-terreno** del maquinista portando un depósito de gasoil de unos 300 litros con equipo de bombeo, para repostar al tractor y repuestos básicos para el tractor. Este vehículo todo-terreno debe llevar equipo de comunicaciones y avisador luminoso.

Es fundamental la situación de permanente alerta las 24 horas del día, por lo que el tractor se encuentra permanentemente cargado en la góndola, teniendo además la pala montada. Con ello lo que se consigue es mejorar el tiempo de respuesta en unos 30 minutos en las operaciones de carga del tractor y montaje de pala. El hecho de llevar la cuchilla montada, tiene el inconveniente de requerir una mayor anchura en el transporte por carretera, lo que le convierte en transporte especial.

Existen diferentes tipos de maquinaria atendiendo a su tamaño.

- **Pesados** (D7, D8, D9), que son muy pesados y muy difíciles de llevar a las zonas donde se desarrollan los incendios por la problemática que supone su transporte.
- **Medios** (D6), de tamaño medio.
- **Ligeros** (D4 y ardillas), de pequeño tamaño, son muy fáciles de transportar a las zonas del incendio, tienen muchas menos limitaciones de pendiente que las anteriores, y equipadas con una pala regulable en inclinación y una desbrozadora de cadenas, son muy útiles en el ataque directo, ya que a la vez que apagan, van repasando el perímetro.



*D9 de Tragsa, disponible para incendios forestales.
(Fuente. Raúl Quílez).*



D6 trabajando en el cierre de perímetro del incendio de Ayora de 2007. (Fuente. Raúl Quílez).



Ardilla en el incendio de Xàtiva de 2005 para cierre de perímetros. (Fuente. Raúl Quílez).

3.4.3. EQUIPO HUMANO. FORMACIÓN

El equipo humano de un equipo de maquinaria pesada está constituido por Capataz del equipo, Maquinista y Conductor del camión-góndola. Una premisa muy importante en los equipos de maquinaria es la experiencia de todos sus miembros. Un equipo de maquinaria en el que el Conductor, Maquinista y Capataz tienen experiencia en incendios, garantiza el transporte con seguridad y sobre todo una gran efectividad y eficiencia en la extinción. La formación que se estima necesaria para los tres componentes de los equipos de maquinaria parte de la base que el Maquinista y el Conductor del camión-góndola forman parte de la Escala Básica y el Capataz de maquinaria se encuadraría dentro de la Escala de Mandos Básicos. En Europa hay cinco niveles de Cualificación quedando estos en los niveles 4 y 3 respectivamente.

3.4.4. OPERACIONES DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES EN ESPAÑA

En función de las características del incendio (longitud de llama y velocidad de propagación) y del medio donde este se desarrolla (combustibles, pendiente y pedregosidad), la maquinaria pesada en España se utiliza con técnicas o maniobras de ataque directo, paralelo y en algunas ocasiones en ataque indirecto.

Las dos funciones fundamentales que realiza la maquinaria pesada son la eliminación del combustible y el vertido de material que supone la eliminación del comburente o ambos a la vez.

3.4.4.1. EXTINCIÓN EN ATAQUE DIRECTO. ENTERRADO DEL FRENTE Y ELIMINACIÓN DEL COMBURENTE

Si las características del incendio lo permiten, el tractor de cadenas puede llevar a cabo un ataque directo. Hay que distinguir las acciones en ataque directo en función si la ladera es ascendente o descendente. Si el fuego asciende la ladera, la función fundamental que el tractor de cadenas efectúa es el vertido de material y por tanto la eliminación del contacto entre el comburente (oxígeno) y el combustible al quedar enterrado este último.

En el caso de disponer de varias unidades de maquinaria pesada en un flanco o frente, el avance en ataque directo puede ser **continuo, alterno u opuesto** en función de la disposición y sentido de avance de las distintas máquinas.

En el caso del **avance alterno** dos o más tractores trabajan avanzando desacoplados en la misma dirección, dejando zonas sin anclar entre ellos. Este hecho puede ser efectivo en flancos de mucha longitud que se encuentren estabilizados, pero pueden entrañar situaciones peligrosas al no presentar anclaje el tractor que se coloca en la primera posición durante el tiempo de cierre del que viene detrás. Este tipo de maniobras pueden hacerse de modo **combinado con medios aéreos** para poder estabilizar y vigilar de forma efectiva la zona intermedia mientras dura su control completo.

3.4.4.2. EXTINCIÓN EN ATAQUE EN PARALELO O INDIRECTO

El ataque en paralelo con maquinaria pesada, consiste en la apertura de líneas de defensa donde se extrae el combustible y las primeras capas de tierra hasta el suelo mineral. En algunos casos puede estar apoyada en cortafuegos o caminos ya existentes y en otros casos ser de nueva creación (en este caso sería en realidad ataque indirecto) buscando las zonas donde se puedan producir buenas oportunidades de extinción a relativamente corta distancia de las llamas. Son especialmente reseñables las tácticas que combinan maniobras con maquinaria pesada y fuego técnico (contrafuegos o quemas de ensanche). Del mismo modo que en el ataque directo y siempre que se disponga de más de un tractor de cadenas para ejecutar la línea de defensa el avance podrá ser continuo, alterno u opuesto.

3.4.4.3. CONTROL Y LIQUIDACIÓN DE PERÍMETROS

Otra labor en la que la maquinaria pesada puede ejercer una labor muy eficaz es en repaso del control de perímetros de incendios estabilizados o parcialmente controlados. Ello sucede normalmente cuando los perímetros son muy extensos y se encuentran en modelos de combustibles muy trabajosos para las brigadas terrestres. Una cuestión a tener precaución es la formación de carboneras allí donde quede combustible enterrado, lo que puede provocar reproducciones del incendio.

3.4.4.4. CREACIÓN DE ACCESOS A OTROS MEDIOS

Otra utilidad de la maquinaria pesada en las labores de extinción puede ser facilitar el acceso a determinadas zonas no accesibles para otros medios de extinción (autobombas y vehículos ligeros). De esta manera se puede acceder agua y personal a zonas muy complicadas y desde allí llevar a cabo las líneas de agua o las maniobras que sean precisas.

3.5. EQUIPOS HUMANOS

En este sentido se van a describir de forma sucinta, los diferentes Organismos que de forma habitual se pueden encontrar en la extinción de incendios forestales.

3.5.1. PERSONAL DE LOS CONSORCIOS PROVINCIALES DE BOMBEROS

Los Consorcios de Bomberos tienen asumida la competencia de la dirección de las operaciones y la participación en las tareas de extinción de los incendios forestales. En este sentido se incorpora a las tareas de extinción el operativo de los diferentes SPEIS asumiendo la responsabilidad técnica de los Puestos de Mando Avanzado y la Jefatura del Grupo de Intervención de todo el operativo en las tareas de lucha contra los incendios forestales, tanto del personal de Parques Profesionales como de Parques de Voluntarios. En este grupo, y como "personal de bomberos" podríamos incluir el personal perteneciente a los diferentes servicios municipales (ciudades de Alicante, Castellón y Valencia) de la comunidad que, debido a su ámbito de cobertura, no suelen tener relación con la extinción de incendios forestales. No obstante, son un recurso disponible en función de las situaciones particulares de cada uno y que pueden ser solicitados u ofrecer sus servicios en cuanto a personal y medios de extinción, sobre todo vehículos de aporte de agua y personal de apoyo y combate del incendio en la interfaz urbana.



Bomberos trabajando en la extinción del incendio de La Safor con apoyo de una brigada de Diputación. (Fuente: Consorcio provincial de Bomberos de Valencia).

3.5.2. SERVICIO DE BOMBEROS FORESTALES DE LA GENERALIDAD VALENCIANA

Son brigadas contratadas por la Agencia Valenciana de Seguridad y Respuesta a Emergencias para las actuaciones ante emergencias de ámbito rural, especialmente ante la lucha contra los incendios forestales. Su composición es de 5 personas transportadas junto a su equipo en un vehículo todo terreno y lo habitual es que vayan apoyadas con una autobomba con conductor.

3.5.2.1. UNIDADES DE BOMBEROS FORESTALES HELITRANSPORTADOS

Son Brigadas compuestas por entre 6 y 8 componentes, en función de la época del año. Su transporte se realiza en helicóptero. Su misión principal es realizar un ataque directo al fuego en el menor tiempo posible. Están especializadas en ataques directos, trabajando conjuntamente con el apoyo de medios aéreos.



Unidades de Bomberos Helitransportados en el incendio de Enguera. (Fuente. Raúl Quílez).

3.5.2.2. UNIDAD DE BOMBEROS FORESTALES

Son Brigadas compuestas por 5 bomberos forestales y se desplazan en vehículos todo terreno. La mayoría disponen de una autobomba forestal con un conductor.

Son Unidades de primera intervención, realizando toda clase de ataques a incendio y la liquidación de los mismos.

Se denominan con las siglas BV (Bravo Víctor) seguidas de su denominación (Ej: Bravo Víctor Ayora), cuando la Brigada es de la provincia de Valencia, BC (Bravo Charly) cuando es de Castellón y BA (Bravo Alfa) cuando es de Alicante.

Los vehículos autobomba del Servicio de Bomberos Forestales están a cargo de un conductor y actúan conjuntamente con una brigada a la cual están asignadas. Se denominan con las siglas AV (Alfa Víctor) seguida de su denominación cuando la Autobomba es de la provincia de Valencia, AC (Alfa Charly) cuando es de Castellón y A (Alfa) cuando es de Alicante.



Unidad de Bomberos forestales repasando perímetro con línea de agua y apoyada por la descarga de un AT 802 en el incendio de Benitatxel 2016. (Fuente. Internet, autor desconocido).

3.5.3. BRIGADAS DE LAS DIPUTACIONES PROVINCIALES

Los trabajos diarios de las brigadas forestales en cuanto a selvicultura preventiva se basan en la poda, desbroce selectivo, mantenimiento de plantas autóctonas y eliminación de las alóctonas invasoras; así como la destrucción de los residuos vegetales generados en los trabajos mediante la trituración "in situ" de los restos con la maquinaria adecuada.

Asimismo, dentro de los trabajos de selvicultura y limpieza de monte, adquiere especial relevancia los trabajos en el interfaz urbano forestal, la construcción y mantenimiento de diferentes tipos de cortafuegos y fajas auxiliares de pista. La labor preventiva se complementa con las actuaciones directas en incendios forestales. En estos casos, las brigadas se integran en los trabajos de extinción, como servicio complementario, colaborando en el perímetro del fuego y retenes post-incendio.

Las brigadas forestales de las diputaciones actúan también en siniestros y emergencias, causados principalmente por la meteorología, como gotas frías, lluvias torrenciales localizadas, inundaciones... En estos casos se ofrece asistencia y ayuda al personal afectado, realizando labores de vadeo, limpieza de casas, evacuación de personas, limpieza de calles y viales, etc.

Están compuestas por 5 personas que se desplazan con su equipo en un vehículo todo terreno.



Brigadas de Divalterra trabajando en la limpieza de nieve. (Fuente. Divalterra).

3.5.4. UNIDAD MILITAR DE EMERGENCIAS

La Unidad Militar de Emergencias es la unidad de las fuerzas armadas especializada en el apoyo a situaciones de Protección Civil, y en el caso de que se diese un riesgo que amenazase la seguridad nacional, podrían pasar a liderar las operaciones en esta materia.

En su capacidad de lucha contra incendios, la UME tiene disponibles 30 secciones distribuidas por todo el territorio nacional (Torrejón, Morón, Bétera, Zaragoza, León y Canarias, en Gando y Los Rodeos).

Sus capacidades específicas son:

Unidades terrestres pesadas con ATB:

- Ataque directo / indirecto de forma simultánea.
- Combate en zonas de interfaz urbano-forestal.
- Defensa de puntos críticos.
- Conatos, focos secundarios o fuegos aislados.
- Trabajos de remate y liquidación.
- Evacuación de personal en riesgo.

Unidades terrestres ligeras con herramienta manual / mecánica:

- Ataque directo / indirecto de forma simultánea.
- Conatos, focos secundarios o fuegos aislados.
- Trabajos de remate y liquidación.
- Evacuación de personal en riesgo.

Maquinaria pesada:

- Ataque directo / indirecto.
- Trabajos de remate y liquidación.
- Trabajos de apoyo (apertura de caminos acceso zona incendios, aparcamientos, trabajos explanación para ubicación de puestos de mando, instalaciones logísticas, recuperación de vehículos).

Unidades Aeromóviles (UAM)

- Combate de incendios forestales de difícil acceso.
- Ataque directo (herramienta manual / mecánica y agua).
- Ataque indirecto (herramienta manual / mecánica y retardante).
- Posibilidad de empleo durante el arco nocturno.



*Personal de la UME realizando quemas de restos.
(Fuente. UME).*

3.5.5. BRIGADAS DE REFUERZO EN INCENDIOS FORESTALES DEL MINISTERIO COMPETENTE

Las BRIF (Brigadas de Refuerzo en Incendios Forestales) son unidades helitransportadas de personal altamente especializado en la extinción de incendios forestales, que pueden actuar en cualquier punto del territorio nacional donde sean necesarios.

En 1992, frente la problemática de los grandes incendios forestales y ante la evidencia de una ausencia de suficiente personal altamente especializado para combatir con eficacia y seguridad este tipo de fuegos a nivel estatal, el ya desaparecido ICONA creó las dos primeras BRIF. A estos equipos se les dotó de helicópteros de transporte capaces de permitirles actuar en cualquier punto del territorio nacional donde fuera necesario.



*BRIF trabajando en ataque directo.
(Fuente. MAPAMA).*

Actualmente el MAPAMA tiene en servicio diez BRIF durante las campañas de verano, distribuidas por toda la geografía nacional, y cinco BRIF de menor tamaño durante la campaña de invierno-primavera, en el norte y oeste de la Península. Sus bases se ubican en zonas de alto riesgo de incendio o de elevada riqueza forestal que es necesario proteger. Al mismo tiempo, se buscan localizaciones estratégicas que permitan alcanzar en helicóptero cualquier punto del Estado en un plazo de tiempo razonable.

3.5.6. GRUPOS DE PRONTO AUXILIO

El personal voluntario (individuos aislados o agrupaciones ciudadanas) que desee trabajar en un incendio forestal DEBE PRESENTARSE EN EL PMA, desde donde se le asignará en su caso tarea y ubicación.

En caso de ser agrupaciones que quieran trabajar directamente en la extinción del fuego, deben reunir los siguientes requisitos:

- Haber recibido la formación oficial en combate de incendios forestales.
- Estar organizados con una estructura mando clara.
- Llevar los equipos de protección individual adecuados.
- Poseer los equipos de comunicaciones adecuados.



*Unidades de Pronto Auxilio de ACIF.
(Fuente. ACIF).*

4. TÉCNICAS Y TÁCTICAS DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES Y COMBINACIÓN DE ESTAS

4.1. INTRODUCCIÓN

Las técnicas de extinción más habituales para realizar el ataque a los incendios forestales, se centran en la rotura de alguno o varios de los lados del triángulo del fuego, y se encuentran agrupadas en el ataque elegido (directo, indirecto o paralelo), que vendrá determinado por las características del incendio.

Estas características deben ser analizadas desde la evaluación del comportamiento del fuego, citado en el punto 1 del presente tema, y completadas en función de las limitaciones que presente dicho incendio, englobando en estas la existencia de accesos, la red de puntos de agua para equipos terrestres y medios aéreos, la disponibilidad de unidades de ataque terrestres y aéreas, otros incendios que puedan estar activos, la hora del día, la amenaza para personas y bienes de naturaleza distinta a la forestal, etc.



Actuaciones sobre el fuego para su supresión. (Fuente. Raúl Quílez).

A las técnicas de extinción empleadas en el ataque de incendios, se les denomina tácticas de extinción dentro de los planes de extinción elaborados por los directores de extinción.

Las técnicas de extinción pueden utilizarse por sí mismas, o mediante la combinación de las diferentes modalidades. Por ejemplo, personal en tierra con herramientas manuales apoyados por descargas de medios aéreos, utilización de maquinaria pesada para construir líneas de defensa desde las que después se aplican contrafuegos, con apoyo de líneas de agua, etc.



Relación entre longitud de llama y altura de llama. (Fuente. Raúl Quílez).

Como recomendaciones orientativas a la hora de utilizar una táctica concreta de ataque al incendio, están las elaboradas en USA en los años 70, y que nos indican cuando es factible utilizar cada tipo de técnica de extinción y en que lugar del incendio. Estas resultan muy útiles para el personal de extinción, ya que solo tienen en cuenta la longitud de llama.

La longitud de llama (L) es la distancia desde la base de la llama a su parte más alta, pero siguiendo el eje de esta, mientras que la altura de llama (H) es la distancia desde el suelo hasta su punto más alto de la llama, sin seguir su eje.

EXTINCIÓN DEL INCENDIO MEDIANTE VALORACIÓN DE LA LONGITUD DE LLAMA

Longitud de llama	Interpretación
Menos de 1 m	Los incendios pueden atacarse a la cabeza o por los flancos utilizando herramientas manuales.
De 1 a 2,5 m	Los incendios son demasiado intensos para atacar la cabeza con herramientas manuales. Autobombas, bulldozers y descargas de retardante son muy efectivas.
De 2,5 a 3,5 m	Los incendios presentan serios problemas para su control, antorchando, subiendo a copas y saltando. Los esfuerzos para controlar la cabeza pueden ser poco efectivos.
Más de 3,5 m	Los incendios de copas, los saltos de fuego y las deflagraciones son muy probables. Los esfuerzos por controlar la cabeza serán inútiles.

Relación entre longitud de llama y métodos de ataque al incendio. (Fuente. Van Wagner, 1977).

4.2. ATAQUE DIRECTO, PARALELO E INDIRECTO

4.2.1 ATAQUE DIRECTO

El ataque directo es el método más habitual de ataque al incendio utilizado por los equipos de extinción en España.

Se puede definir como: "Aquel ataque al incendio en que el personal de extinción tiene contacto directo con la línea de fuego".



Brigada helitransportada realizando ataque directo con batefuegos y apoyo de helicópteros en cabeza flanco derecho de un incendio en Portacoeli. (Fuente. Raúl Quílez).

Las diferentes técnicas de ataque directo al incendio más utilizadas son:

- Ataque directo con herramientas.
- Ataque directo con tendidos de manguera.
- Ataque directo con apoyo de descargas de medios aéreos.
- Ataque directo con maquinaria pesada.
- Las diferentes combinaciones que puedan darse entre las anteriores.

Este ataque permite reducir los daños del fuego a un mínimo de superficie. El trabajo es efectivo y deja un borde frío. En incendios de grandes dimensiones es, a veces, más seguro para el combatiente, ya que este puede alcanzar rápidamente áreas quemadas y frías detrás del fuego, en caso de que se de alguna modificación del comportamiento del incendio que implique un riesgo para la seguridad del personal.

Expone a los combatientes a radiación calórica y humo, especialmente en la cabeza o frente de avance del fuego. En topografía abrupta, el desplazamiento del personal es peligroso. La emisión de pavesas origina focos secundarios que pueden encerrar al personal, sobre todo en laderas o en incendios convectivos.

4.2.2. ATAQUE PARALELO

Consiste en realizar un ataque al incendio en donde el personal no tiene contacto directo con la línea de fuego, pero está lo suficientemente cerca para no sufrir los efectos de la radiación.



Ataque paralelo mediante la utilización de quemas de ensanche. (Fuente. Ángel Domínguez).

Se basa en la limpieza de la vegetación que hay cerca del incendio para que cuando llegue, este no encuentre combustible por donde continuar, a la vez que el perímetro ya está repasado, o también en la aplicación de agentes retardantes, por lo que constituye la base de la aplicación de los retardantes de largo plazo por los medios aéreos.

Se utiliza bastante en grandes incendios, sobre todo en los flancos y la cola del incendio, o en la cabeza de fuegos descendentes.

A veces se aprovechan sendas y zonas de paso del ganado para realizar este tipo de ataque. También se puede realizar mediante la creación de barreras de espuma en las inmediaciones del incendio.

4.2.3 ATAQUE INDIRECTO

El ataque indirecto puede confundirse con el ataque paralelo, ya que la diferencia entre ambos estriba en la distancia de la línea de fuego a la que se aplica. Se define también como “aquel ataque en el que no hay contacto con la línea de fuego”.

Este tipo de ataque se utiliza sobre todo en grandes incendios forestales, y por tanto, en incendios con comportamiento extremo de fuego, en donde la propagación de este pone en riesgo la seguridad del personal de extinción, y no hay tiempo para realizar operaciones de ataque directo, ya que la dirección, velocidad de propagación y la intensidad del fuego las hace muy peligrosas o inviables.

Las más utilizadas consisten en apertura de líneas de defensas con herramientas manuales, maquinaria pesada, o retardantes amónicos, desde las que luego se aplican contrafuegos.



Brigada helitransportada realiza un contrafuego con viento a favor, en la cabeza flanco izquierdo de un incendio forestal en Aras de los Olmos 2001 (Valencia), aprovechando un arrastradero de madera existente en la zona. (Fuente. Raúl Quílez).

Este tipo de ataque es muy peligroso para el personal de extinción, ya que siempre existe combustible sin quemar entre la línea de fuego y las zonas donde se realizan los trabajos, y por tanto, un cambio repentino en la velocidad de propagación del incendio, o giro en su dirección de avance, puede suponer un riesgo muy alto para el personal de extinción.

4.3. EXTINCIÓN CON HERRAMIENTAS

Antes de abordar la extinción de incendios con herramientas, se abordarán los diferentes tipos de herramientas más utilizadas en la extinción de incendios forestales.

4.3.1. COMBINACIÓN DE HERRAMIENTAS.

MOCHILA EXTINTORA + BATEFUEGO = Táctica de Extinción.

Combinación de herramientas para el ataque directo, con la mochila se disminuye la altura de llama para que puedan entrar los batefuegos a extinguir. Este sistema de trabajo es útil para economizar agua. El trabajo conjunto con medios aéreos tiene el mismo fundamento.

AZADA + TIJERAS = Remate de perímetros, con corte y cavado.

Combinación de herramientas normalmente utilizada para labores de repaso del perímetro.

MOTOSIERRA+ PULASKI + McLEOD Ó AZADA= Aperturas de línea de defensa con gran rendimiento. Combinación de herramientas empleada en la construcción de líneas de defensa, obteniendo un buen rendimiento.

4.3.2. APERTURA DE LÍNEAS DE DEFENSA

La apertura de líneas de defensa consiste en la eliminación del combustible mediante la utilización de herramientas mecánicas o manuales, o mediante maquinaria pesada, de tal forma que cuando llegue el incendio no haya combustible disponible, e impida la progresión del incendio hacia otras zonas.

La apertura de líneas de defensa debe seguir unas recomendaciones a la hora de planificarla. Así, nunca se construirán en la ladera por donde sube el fuego, sino que se hará en la parte contraria de la línea de cresta, y nunca en el fondo del barranco o en la ladera por donde baja el fuego, ubicándolas en la ladera contraria, para evitar que el material rodante pueda rebasarla. Además, debe tener la suficiente anchura para evitar que el fuego la rebase. Esto dependerá de la parte del incendio que se quiere atacar, no necesitando la misma amplitud la cola o flancos, que la que se construya para realizar un ataque a la cabeza.



Prácticas de apertura de líneas de defensa por brigadas helitransportada. (Fuente: Foresma).

La apertura de líneas de defensa mediante herramientas, se basa en la combinación de diferentes tipos de herramientas, que vendrán determinadas en número y tipo por la cantidad de personas disponibles para realizarlas y el modelo de combustible sobre el que se va a trabajar, así en combustibles con gran cantidad de material grueso se pondrán varias motosierras, mientras que en matorral o pastos, puede incluso prescindirse de este tipo de herramientas. Así el equipo debe equilibrar la cantidad de herramientas de corte (motosierras, pulaskis y tijeras), las de raspado (McLeod y azada).

La apertura de líneas de defensa mediante maquinaria pesada se abordará en el apartado específico de esta táctica concreta.

En este punto se abordarán algunos de los diferentes métodos de apertura de líneas de defensa mediante el empleo de herramientas. Los métodos a tratar son:

1. Avance progresivo.
2. Avance alternado.
3. Asignación individual.
4. Paso adelante (Step Up).

4.3.2.1. AVANCE PROGRESIVO

Consiste en cada miembro de la unidad da un golpe con la herramienta que le haya sido asignada, y avanza, de tal forma que si para construir una porción de línea de defensa son necesarios 10 golpes de herramienta, una persona da 2 golpes y se adelanta.

Se debe tener en cuenta que:

1. El número de herramientas de corte y de raspado deberá ser elegido en función del tipo de combustible. Una mala elección de las herramientas puede provocar que parte del personal esté parado hasta que sus compañeros finalicen su parte del trabajo. Ej.: Combustibles pesados, exigen un número mayor de herramientas de corte, de otra forma todo el esfuerzo recaerá en los primeros trabajadores y se formarán cuellos de botella.
2. Es más rígido y menos flexible que otros métodos.
3. Requiere una hábil supervisión para mantener una adecuada velocidad de avance. Por ejemplo: Si se va lento y los últimos no tienen trabajo que hacer, los primeros deben avanzar y dejarle trabajo al resto.
4. En terreno abrupto y con vegetación densa, donde la línea es la única ruta de circulación, es el mejor método.
5. Se pueden cambiar las posiciones, pero no las herramientas, con el fin de equilibrar los esfuerzos. El jefe de unidad puede ordenar periódicamente un cambio de herramienta.
6. Por razones de seguridad debe de existir una separación mínima de 3 m entre herramientas.
7. La unidad permanece unida, lo que asegura su control en situaciones de riesgo.
8. La persona que cierra la línea puede ejercer de supervisor del trabajo realizado. A su paso la línea queda completamente construida.

9. Cuando la unidad adquiere un adecuado grado de especialización, este es el método más eficaz. Es necesaria la especialización de cada combatiente en el uso de una herramienta en función de sus preferencias y actitudes.



Apertura de línea de defensa por avance progresivo para cierre de quemas en Oregón. (Fuente. Raúl Quílez).

4.3.2.2. AVANCE ALTERNADO

Este método está basado en que cada persona de la unidad, tiene asignada un tramo de línea a construir, en donde se deban realizar labores de específicas de corte o raspado. Para ello cada unidad se divide en dos grupos, ubicando las herramientas de corte delante de las de raspado. El personal se dispone con bastante separación, y cada uno ejecuta su labor en un tramo de la línea.

Cuando la persona más rápida llega al tramo de la línea construida por su compañero de al lado, pasa por delante del resto de personas ubicadas en la línea, poniéndose en primera posición, y comienza cogiendo un nuevo tramo de línea.

El intercambio de posiciones hace que todas las personas roten, menos el jefe de unidad que selecciona la ubicación y revisa el trabajo efectuado.

1. Resulta un método simple y fácil de supervisar. Permite utilizar personal que no ha sido previamente entrenado, como voluntarios civiles y personal militar.
2. Cada persona sabe cuál es su tramo a construir.

3. Resulta muy útil en combustibles homogéneos y principalmente livianos.
4. Un fuego con una rápida propagación puede sobrepasar la línea antes de que esté construida.

4.3.2.3. ASIGNACIÓN INDIVIDUAL

El personal es distribuido a intervalos alrededor del perímetro de un incendio más o menos estático. A cada uno se le asigna un tramo de línea a construir, de la cual es enteramente responsable, ejecutando todas las tareas necesarias, corte, raspado, etc.

1. Permite un trabajo inmediato y simultáneo en mayor perímetro.
2. Da responsabilidad al combatiente, lo cual estimula su interés.
3. Cuando el personal es experimentado, además de requerir poca o ninguna supervisión, se obtienen buenos rendimientos.
4. Disminuye la posibilidad de que se produzcan accidentes con las herramientas, al existir bastante distancia entre los combatientes.
5. Si el combustible no es homogéneo se pueden requerir dos o más herramientas por hombre.
6. Al estar los operarios muy separados se pueden presentar problemas para su supervisión.
7. Es difícil reunir al personal ante una situación de peligro.

4.3.2.4. STEP UP

Cada persona mantiene un lugar asignado en la línea, un tramo particular de la línea, pero en este caso, cuando el primer combatiente que completa su sección y alcanza la del compañero que le antecede, da un grito de aviso (step-up), el resto de los combatientes de la brigada se adelantan hasta la siguiente sección de línea por construir y reanudan su trabajo.

1. Más eficiente que el avance alternado.
2. Desigual distribución del esfuerzo. El primero siempre encuentra línea por construir, el último la encuentra casi lista.

4.4. EXTINCIÓN CON MAQUINARIA

Con la maquinaria pesada se puede trabajar sobre los tres lados del triángulo del fuego de la siguiente forma:

- Sobre el **oxígeno** enterrando el combustible con tierra.
- Sobre el **calor** al esparciendo el material que se encuentra ardiendo.
- Sobre el **combustible** eliminado el combustible, de forma que se crean líneas de defensa que impiden la propagación del fuego.

También son muy útiles a la hora de realizar cierre de perímetros de incendio ya estabilizados (sin fuego), la única precaución que deben tener los maquinistas es impedir que el trabajo realizado entierre gran cantidad de combustible ardiendo con tierra, ya que se crearían carboneras que podrían estar latentes durante mucho tiempo, pudiéndose producir reproducciones pasados varios días.

En función del motor del incendio, será más o menos efectivo el trabajo con maquinaria, en incendios conducidos por viento de gran intensidad, son muy útiles para flanquear los perímetros del incendio desde la cola, y para planificar líneas de defensa suficientemente alejadas, que permitan la aplicación de contrafuegos.

En los incendios topográficos y convectivos, la maquinaria da buenos resultados, acotando el perímetro del incendio. En esta situación cabe extremar las precauciones inherentes a este comportamiento del fuego.

La principal limitación al trabajo con maquinaria se centra en terrenos con abundante piedra y ausencia de suelo, así como grandes pendientes o terrenos anegados, donde la circulación con la maquinaria se hace muy complicada o imposible, dado que no hay agarre para las cadenas o puede atascar, y donde la labor realizada por las cuchillas de la pala no surten efecto sobre la vegetación, ya que la presencia de grandes piedras impide que esta llegue al suelo, por lo que quedan mechas de vegetación que conectan la parte quemada con la verde, pudiendo permitir el paso del incendio a través de ellas.

Otra limitación importante es su envergadura, y la necesidad de ser transportadas en góndolas o transportes especiales, por lo que a veces no pueden pasar por poblaciones con calles estrechas, o por carreteras de montaña muy estrechas y con gran número de curvas.

El ataque indirecto es efectivo en las siguientes situaciones:

- Frecuentes focos secundarios.
- Presencia de zonas con poco suelo o abundancia de grandes rocas, o suelos pantanosos.
- Pendiente elevada del terreno.

El ataque directo es efectivo en las siguientes situaciones, siempre y cuando no se ataque la cabeza del incendio:

- En incendios de copas.
- En incendios con cambios de viento.
- En incendios con comportamiento extremo.

La mayor capacidad operativa de la maquinaria se logra al combinarlas con otras tácticas de extinción, así se pueden combinar con unidades de personal, con medios aéreos, con autobombas, con todas a la vez, etc.



Ataque directo a frente de gran intensidad y longitud de llama en incendio de Villanueva de San Carlos (Ciudad Real). (Fuente: Gema Fresneda, García Egido, J.B. 2015).

- 1. Trabajo con brigadas:** fundamentalmente la maquina abre línea de defensa y el personal la termina o realizan quemas desde esta. También realizan la liquidación de pequeñas reproducciones que puedan quedar tras el paso de la maquinaria, o unen las líneas entre zonas de trabajo de maquinaria, por donde esta no puede pasar.
- 2. Trabajo con vehículos autobomba:** Las autobombas bajan la llama y la maquinaria la remata, o se realizan los tendidos de mangueras por las calles abiertas por la maquinaria, o el perímetro controlado con líneas de agua, se repasa con maquinaria para evitar reproducciones.
- 3. Trabajo con medios aéreos:** Similar al trabajo con autobombas, solo que los medios aéreos le dan soporte aéreo a la maquinaria. Se pueden conseguir grandes rendimientos de extinción, si el terreno es apropiado, realizando ataque con medios aéreos a la línea de fuego, y ataque directo con maquinaria pesada sobre la línea debilitada por las aeronaves. Muchas veces se supervisan los trabajos con maquinaria desde medios aéreos.

4.5. EXTINCIÓN CON MEDIOS AÉREOS

Las aeronaves de extinción apagan el fuego porque actúan sobre los tres factores que provocan el fuego:

1. Lanzan agua, que en su paso de líquido a vapor de agua, absorbe calor del incendio.
2. Añaden aditivos al agua que aumenta su rendimiento de extinción, actuando de diferentes formas sobre el fuego.
3. Por el poder de sofocación que tiene la descarga cuando entra a una velocidad determinada sobre la vegetación en llamas.

4.5.1. OPERACIÓN CON AERONAVES

El tiempo de movilización frente a un servicio de una aeronave está alrededor de 15 minutos como media, a lo que habría que añadir el tiempo de desplazamiento. Están operativas de orto a ocaso, siempre que las condiciones atmosféricas les permitan volar, y el tiempo de desplazamiento vendrá en función de la distancia a la base y la velocidad de la aeronave.

Cuando se detecte un incendio próximo a la hora de ocaso, y sea una zona peligrosa, es conveniente movilizar las aeronaves, ya que la demora en su salida puede impedir que puedan operar en la zona de incendio y regresar a base.

Una vez en la zona de incendio, los helicópteros operarán en las zonas de carga cercanas al incendio, los aviones de carga en tierra dependen de la proximidad de las bases, y los anfibios de la proximidad de zonas de carga que le sean propicias o de la cercanía a las bases.

Dependiendo del tipo de aeronave, se le podrá indicar objetivos más o menos complicados a la hora de realizar las descargas. Lo primero es indicarle la zona de trabajo donde se pretende que trabaje, para ello hay que utilizar la nomenclatura estándar de las partes del incendio, cabeza, cola, flanco derecho o izquierdo. También se pueden utilizar combinaciones entre varias partes como "FLANCO DERECHO CON CABEZA", etc.

En el caso de aviones, se le indicará el tipo de producto que se quiere aplicar, que estará marcado por la intensidad de fuego, carga y tipo de combustible. También se le indicará, caso de que posean dispositivos

de lanzamiento que permitan racionalizar las descargas, si se quieren las descargas completas o partidas (AT y Foca).

Para mejorar su operatividad, se le indicará si la descarga está cayendo sobre la zona de trabajo o si vuela en tierra, e incluso podemos indicarle como deben seguir las siguientes descargas:

- **En tijera:** dos cruzadas en cabeza.
- **Salvo:** lanzamiento en forma de bola, con la compuerta abierta al máximo.
- **Partida:** para atacar varios focos con la misma carga.
- **Alta:** para reducir el riesgo de accidentar al personal de tierra y refrescar perímetros.
- **A discreción:** en la zona asignada donde el piloto estime conveniente.
- **Al verde:** ataque indirecto para apoyo de línea de defensa o contrafuegos.

En el caso de helicópteros, se les puede indicar como está cayendo su descarga con respecto a la zona de lanzamiento, en caso de que tengan el viento cruzado a la descarga, se les indica los metros que el agua se va en el suelo al verde o negro, para que así ellos cambien su referencia. Si se observa que el bambi pasa muy cercano al suelo, se les puede indicar que tiren con más altura, ya que esto supone un riesgo para el personal de tierra.

La combinación de diferentes tipos de aeronaves proporcionará un aumento de rendimientos en las tareas de extinción. Los helicópteros pueden trabajar en espacios más cerrados, con velocidades más bajas, por tener mayor maniobrabilidad. Permiten trabajar sin velocidad, realizando descargas en estacionario sobre puntos concretos. Esto debe hacerse a una altura adecuada, ya que en caso contrario podría reavivar el fuego por el rebufo de su rotor.

En función del equipo de extinción que lleven instalado, los podemos utilizar en uno u otro lugar para aumentar su rendimiento.

- **Bambi:** permite descargas alargadas y estrechas. Son buenos para eliminar lenguas o dedos en el perímetro del incendio, dejando las líneas más largas y con más intensidad de fuego a los aviones.
- **Depósito ventral:** Puede trabajar en los mismos lugares que el bambi por ir acoplado a los helicópteros. Sus descargas suelen ser más cortas, pero con mayor cantidad de agua por metro cuadrado. Son mejores que el bambi para zonas con una intensidad de fuego alta.

Los aviones necesitan más espacio para la aproximación y salida de la zona de descarga que los helicópteros. Por el sistema de descarga tienen mayor poder de sofocación que el bambi, y similar al del depósito ventral. Son muy útiles para ataque a zonas con gran intensidad de fuego, y descargas partidas, además algunos modelos permiten adecuar la longitud de descarga al combustible (AT 802, anfibio).

Cuando se trate de incendios muy dispersados como:

- Incendios en marjales con varios focos distantes y activos.
- Incendios en barrancos que se bifurcan con varias cabezas de pequeña entidad.
- Incendios pequeños con poca longitud de perímetro.

Hay que tener siempre presente la posibilidad de optimizar la descarga del Air Tractor. Esto se realiza dando la instrucción al piloto de que parta la descarga antes de realizarla, y cuáles son sus objetivos por orden de prioridad.

- En el primer caso se pueden atacar hasta 3 focos con la misma descarga
- En el segundo se podría cortar el avance del incendio por varios puntos.
- En el tercero se pueden atacar dos flancos, o apagar y remojar un determinado foco de incendio.

El principal problema vendrá a la hora de priorizar las zonas de trabajo en el incendio, en función de la gravedad de cada una. Si existen valores como vidas humanas, casas, granjas, etc, serán la zona prioritaria de trabajo. En caso contrario, la prioridad será atajar la cabeza de incendio, trabajando con seguridad.

Los medios aéreos se agruparán en función de las características de cada uno, intentando agruparlos en varias unidades que trabajen en el mismo sector con un objetivo común. Así, se organizan grupos de aviones o helicópteros que trabajen en la misma zona, atendiendo a las posibilidades que tengan las zonas de carga, ya sean balsas de agua o bases aéreas.

Hay que tener siempre presente que las aeronaves no pueden descargar en áreas con humo intenso, por lo que a veces, se tendrán que atacar zonas cercanas a la cola del incendio para quitar el humo de las zonas donde se pretende centrar la intervención.

Los helicópteros equipados con bambi bucket, son muy buenos para trabajar en apoyo de operaciones terrestres y ataques a puntos concretos de perímetro. Normalmente, se utilizarán para trabajar en zonas bajas de los barrancos, como apoyo a reproducciones en cualquier zona de incendio, y en cualquier zona donde la entrada de aviones presente problemas para los pilotos. Esto último siempre bajo la decisión del piloto del helicóptero.

Los aviones se pueden utilizar en este tipo de ataque, pero es más interesante su utilización en zonas de descreste de incendio, donde la altura de llama es alta, y con el retardante se puede tener más éxito en ataques indirectos, hasta la llegada de personal de tierra.

Casi siempre se tenderán a organizar a los aviones en "PESCADILLAS" que consiste en agrupar a varias unidades con un objetivo común, el primer avión tendrá las comunicaciones con el resto de la formación. El primero será el nº 1 y habrá tantos números como aviones en la pescadilla, normalmente siempre es el más experimentado. Con esto se consigue que todos los aviones descarguen sobre la misma línea, solapando las descargas con las del anterior, y en caso de existir problemas en la zona el primero avisará al resto del grupo.

Dentro del incendio la altura de aproximación a la zona y la senda de entrada al incendio la siguen todas las aeronaves en el mismo sentido. En incendios grandes, se puede sectorizar los tráficos, asignándose diferentes zonas de trabajo con sus propias sendas de aproximación, descarga y salida de la zona.

Esto mismo sucede en torno a las balsas de carga de los helicópteros, en donde las sendas de aproximación, carga y salida son las mismas para todos ellos originándose lo que los pilotos denominan "ruedas o norias".



Ataque paralelo con AT incendio Alicante y prácticas equipo helitransportado en Siete Aguas. (Fuente: Raúl Quilez).

4.5.2. COMUNICACIONES CON LAS AERONAVES

Las comunicaciones con las aeronaves deben ser escuetas y claras, no debiendo interrumpir una conversación mantenida entre aeronaves, y siempre evitando realizarlas cuando se encuentran desarrollando una maniobra delicada.

Cuando comunica con un piloto, nunca se intenta corregir su descarga en el último momento. Siempre se le transmiten las instrucciones comenzando la frase con "¿PODRÍAS...? Esta fórmula se utiliza para no meter más presión al piloto de la que ya tiene. Además, muchas veces no se sabrá realmente la soltura con la que se desenvuelve en una situación determinada.

4.5.3. 16 BRAVO

Esta es la normativa legal que regula el periodo de actividad y condiciones y duración de los descansos de las tripulaciones que trabajan en incendios forestales.

- Helicópteros y aviones de carga en tierra: Tras 2 horas de trabajo deben descansar 40 minutos.
- Aviones anfibios: Tras 3 horas de trabajo para descansar 1 hora.

Las empresas de aviación pueden poner tripulaciones de reserva para que las aeronaves no paren de trabajar. En todo caso, se debe racionalizar el uso para tener siempre aeronaves sobre la zona de incendio escalonando su operación, especialmente en grandes incendios forestales, para evitar que todas paren a la vez o que se queden inoperativas porque las tripulaciones hayan agotado su tiempo de operación. En caso de tener que realizar alguna operación en la que sean necesarias, planificar sus descansos para que estén presentes en el momento de realizarlas.

4.6. EXTINCIÓN CON LÍNEAS DE AGUA

La extinción con líneas de agua por sí misma, tiene una amplitud enorme, pudiendo ser objeto de un manual en el que convendría tratar temas tan dispares como vehículos, equipos de impulsión, hidráulica aplicada a la extinción de incendios forestales, equipos y materiales que conforman las líneas de agua, aplicación de agua, grandes tendidos de mangueras, aplicación de agentes retardantes, etc.

Este apartado se centrará en las líneas de agua y su construcción, sin entrar en profundidad en otros temas, pero con la suficiente extensión que permita comprender esta táctica de trabajo.



*Bomberos forestales rematando un flanco del incendio con línea de agua.
(Fuente. SIAB Castellón).*

4.6.1. CAUDALES PARA TRABAJO EN INCENDIOS FORESTALES

En primer lugar, hay que dejar claro que las necesidades de caudal para realizar la extinción de incendios forestales, no son tan elevadas como las que demandan otro tipo de servicios dentro del ámbito de los incendios de vivienda, industriales, accidentes de mercancías peligrosas, etc. A su vez, la escasez de agua en los entornos forestales, donde, habitualmente, no existen hidrantes cercanos a la zona de intervención, hace que la economía en el uso del agua, sea una de las premisas más importantes a la hora de trabajar en la extinción estando en función del tipo de combustible y su acumulación. El intervalo de consumo de agua donde se trabaja habitualmente, oscila entre los 19 l/min para incendios de pastos y rastrojeras, y los 50 a 70 l/min, en incendios de matorral, pudiendo llegar puntualmente a caudales superiores a los 125 l/min en incendios de alta intensidad, con grandes acumulaciones de combustible, y estructuras de vegetación arboladas.

Además, en el incendio forestal es habitual tener que transportar el agua a grandes distancias, y en la mayoría de las ocasiones, en pendiente ascendente, debiendo superar grandes desniveles.

Entrando en el análisis técnico de esta disyuntiva, las etapas de baja presión de las autobombas generalmente no trabajarán a mucho más de 15 atmósferas, por lo que las menores pérdidas de las instalaciones de 45 mm o 70 mm, no podrían compensar un rendimiento de bomba que en alta presión puede ser de más del doble, aunque las pérdidas de carga son mayores en instalaciones de 25 mm.



Tendidos de mangueras en incendio forestal. (Fuente. Foresma).

Como se dijo anteriormente, el limitante no consiste aportar una gran cantidad de caudal a la extinción, sino que consiste en llevar menos cantidad de caudal a mayor distancia y mayor altitud, por lo que es

necesario trabajar con diámetros más reducidos, en nuestro caso, el de 25 mm, que serán impulsados a mayor presión, y por tanto podrán salvar mayores desniveles, llegando con la suficiente presión de trabajo en punta de lanza.

Y esto, en el caso de que toda la instalación se realizara con diámetros de 45 ó de 70 mm, cuestión absolutamente inviable en incendios forestales, no sólo por lo expuesto anteriormente, sino también por la cantidad de trabajo extra que deberían desarrollar el personal encargado de construir la instalación de agua, ya que no es lo mismo moverse por el monte con mangueras de 25 mm, más ligeras a la hora de transportar, y manejables a la hora de realizar la extinción, que con mangueras de diámetros superiores.

4.6.2. CONSTRUCCIÓN DE GRANDES TENDIDOS

Para el desarrollo de los trabajos con líneas de agua es necesaria una correcta organización del personal que garantice una extinción eficaz y segura. Para ello se encomendarán tareas específicas a cada componente de la unidad asignando un número para cada una de estas con las siguientes funciones:

- **Nº 1.** Punta de lanza: Se encarga de la aplicación del agua. Este debe ser su único cometido para garantizar una dosificación y una aplicación correctas.
- **Nº 2.** Llevará una emisora, será un apoyo constante para el punta de lanza en comunicación con la AB y el responsable de brigada, organizará la manguera que le vayan acercando y realizará los cortes de agua para los empalmes.



Prácticas de construcción de grandes tendidos por asignación de tareas. (Fuente: UBE).

- **Nº 3.** Su misión principal es la alimentación del tendido subiendo mangueras al punta de lanza. Colaborará en los empalmes cuando se encuentre cerca de la punta de lanza y atenderá las reproducciones, en comunicación con el responsable de grupo o el punta de lanza. Si cuenta con emisora para coordinarse con el nº 2, puede colaborar en los empalmes de manguera pinzándola desde el punto en que se encuentre. Esto último es aplicable igualmente a los números 4 y 5.
- **Nº 4.** Este operario tiene las mismas funciones que el nº 3. Son estos dos junto con el jefe de unidad las personas que mantendrán la vigilancia sobre el perímetro, atentos a la aparición de reproducciones y puntos calientes, puesto que van a estar recorriéndolo.
- **Nº 5.** Responsable de brigada, dirigirá al grupo, controlará la evolución del fuego y el perímetro velará por la seguridad del personal y posibles reproducciones. Llevará emisora. El responsable de brigada llevará una mochila con el material necesario para atender una posible reproducción (lanza, bifurcación, reducción, manguera de 25 mm).

En grandes tendidos hay que colocar una bifurcación 25/25 cada 100 metros, para atender posibles reproducciones, y en tendidos descendentes se cerrarán para permitir empalmes en punta de lanza, y en tendidos ascendentes, se cerrarán caso de tener que desconectar en la bomba para conectarla a otro camión.

Todas estas funciones están basadas en el desarrollo de un tendido progresando en punta de lanza, que es el más habitual y el que precisa de este tipo de organización del personal. En el transcurso del incendio es conveniente la rotación de los combatientes nº 1 al 4 para dosificar energías y prevenir accidentes.

Aunque existen diferentes maneras de desplegar las mangueras, la más común y recomendada para realizar tendidos de media o gran longitud, consiste en hacer crecer el tendido en punta de lanza, realizando los empalmes entre la última manguera y la lanza.

La progresión del tendido conectando las mangueras directamente en la punta de lanza, cuenta con el inconveniente de que supone un desgaste físico importante para el personal a medida que el tendido va creciendo en longitud y las pendientes aumentan, pero a su favor reúne una serie de ventajas entre las que se destacan:

- Necesidades menores de personal, con respecto a otros métodos como la progresión en bomba.
- Menor desgaste de las mangueras y sus racores al evitar los arrastres de manguera.
- Mayor tránsito de personal por el perímetro, que se traduce en una mejor vigilancia de su evolución ante posibles reproducciones.
- Menor dependencia del operador de bomba, para la realización de cortes de presión, lo que da un mayor control sobre la disponibilidad inmediata de agua al personal de punta de lanza.
- Disponibilidad permanente de agua en punta de lanza.



Incendio Jalance año 2004. En este incendio se realizó un tendido desde una zona de cultivos a la derecha de la fotografía con 86 tramos de manguera de 25. (Fuente. Raúl Quilez).

También es importante controlar los tiempos a la hora de organizar la alimentación del tendido, sobre todo en los primeros momentos. Ocurre a menudo que durante el inicio del tendido las distancias son más cortas y todos los combatientes aportan mangueras al tendido en muy poco tiempo, más de las necesarias en ese momento y son mangueras que habrá que ir moviendo a medida que se adelanta la instalación. Esta es una circunstancia que se da sobre todo en las instalaciones con varios equipos a la vez. Para evitarlo, se debe dosificar el aporte para ajustarlo a las necesidades y destinar a parte del personal a otras labores durante esos momentos.

Los empalmes de racores, a pesar de ser una labor sencilla, se complica a veces por el mal estado de estos, al haber sido golpeados y arrastrados. Es importante recordar para estos casos que ayudarse con la parte interior de las rodillas facilita la acción de empalmar los racores.

El exceso de presión dificulta también los empalmes, pero no es imprescindible cortar el agua para empalmar. Esta maniobra de pinzado puede hacerse si es posible o necesario, a causa de la presión con más personal, puesto que buena parte del tiempo de la intervención los números 1 y 2 estarán solos, ya que el resto de personal estará en tránsito trayendo mangueras o en alguna otra tarea, es conveniente que el empalme se practique y se aprenda solamente con estos combatientes.

La manera de proceder es la siguiente:

1. Una vez la manguera anterior se ha agotado y previendo un bucle sobrante de un par de metros para realizar cómodamente el pinzado, el nº 2 deja su puesto apoyando al 1, despliega con los dos racores juntos la manguera nueva y los deja a los pies del punta de lanza.
2. El nº 1 cierra la lanza. De esta forma la columna de agua no está en movimiento, lo que facilita el pinzado. El nº 2 pinza la manguera a unos 2 metros de la punta de lanza.
3. El nº 1 abre la lanza, desconecta la lanza de la manguera y conecta los dos racores de la nueva, en la instalación pinzada y en la lanza.
4. De manera coordinada el nº 2 afloja el pinzado, devuelve la presión a la punta de lanza y vuelve a realizar su labor de apoyo, continuando la intervención.

4.7. CONTRAFUEGOS

El uso de fuego en la extinción no es una técnica nueva, quizás sea la forma más antigua de combate contra el incendio forestal. El fuego en la extinción puede ser utilizado de dos formas:

- **Quema de ensanche:** técnicamente se puede definir como la creación de un fuego con viento a favor (empuja el fuego creado hacia el perímetro del incendio), y su finalidad es ampliar la zona desprovista de combustible rápidamente dejándola sin riesgo, apoyada en la línea de control, y por tanto repasada. Para ello se elimina mediante quema el material existente entre la línea de control y la línea de fuego. Este tipo de operaciones, se utiliza, para reducir los tiempos de extinción, con un número mínimo de unidades, frente a lo que supondría atacar la línea de fuego y luego repasarla.
- **Contrafuego:** técnicamente se puede definir como la creación de una línea de fuego con viento en contra (el frente del incendio principal avanza hacia la línea de control desde donde se realizará la quema), y debe tener la amplitud suficiente para poder frenar el avance del incendio principal. El combustible intermedio es quemado y el incendio se extingue cuando se encuentran los dos frentes. Se utiliza en ataque indirecto.



Contrafuego en incendio de Andilla 2012. (Fuente. Foresma).

El contrafuego difiere de la quema de ensanche en la dirección del frente de fuego creado en relación con el viento existente en la zona, y por tanto en la dirección de avance del incendio, aun cuando el concepto es el mismo: utilizar fuego para eliminar combustible.

La técnica del contrafuego tan discutida por su peligrosidad, requiere de una gran cantidad de medios, un alto grado de organización, y un análisis profundo de la estrategia a seguir, las tácticas a utilizar y la hora a la que se va a desarrollar. Por todo esto, se puede decir, que es una solución compleja frente a una gran amenaza.

Básicamente, consiste en la aplicación de fuego desde una línea de control para eliminar el combustible, y así conseguir que el avance del incendio se detenga, cuando llegue a esta zona desprovista de vegetación. Ante un gran incendio de difícil control, dentro de la estrategia, puede darse ataque con contrafuegos a la zona más activa del incendio, que normalmente será la cabeza del mismo.

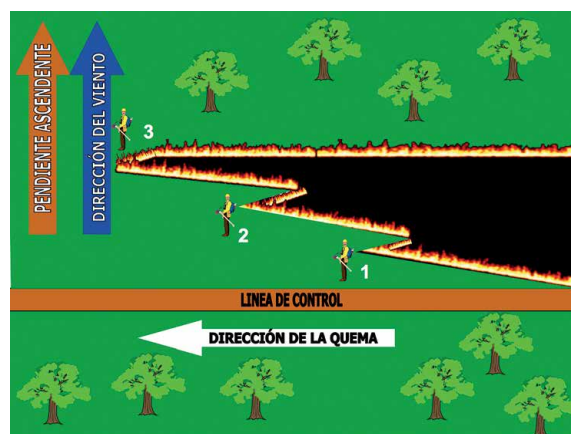
Para realizar correctamente un contrafuego:

1. Lo primero que debemos tener es una **línea de control** (línea que estimamos como fin del incendio, y que se encuentra desprovista de vegetación). Para construirla, nos apoyaremos en barreras naturales (ríos, paredes verticales de roca, etc.) que uniremos mediante la creación de líneas de defensa, realizadas con medios manuales o mecánicos, y aprovecharemos las barreras artificiales que existan (camino, carreteras, acequias, etc.). Hay que dar un tratamiento especial a los puntos sensibles en la línea, como pueden ser estrechamientos o pasos de barrancos.

2. Después pasaremos a establecer las **rutas de escape y zonas de seguridad**, teniendo en cuenta el objetivo que se quiere conseguir, ya que no será lo mismo enfrentarnos a la cabeza de un incendio (contrafuego), que atacarle por los flancos para cerrarlo (quema de ensanche). Este punto **es imprescindible**, no sólo por la seguridad del personal, sino también porque esto nos condicionará la dirección y el orden en que debe iniciarse la quema en función del lugar en donde nos encontremos.
3. Después definiremos el **patrón de quema**. Fundamentalmente se utilizará el método 3-2-1 para realizar quemas de ensanche, y el 1-2-3 para realizar contrafuegos. Los números indican quien es el quemador que inicia la quema y quien la cierra. Cuando se requiere más de un quemador, a cada uno se le asigna un número, siendo el número 1 el que está junto a la línea de control.



Método 1-2-3 para contrafuegos. (Fuente. Raúl Quílez).



Método 3-2-1 para quemas de ensanche. (Fuente. Raúl Quílez).

4. Una vez que tenemos cerrada la línea de control y todo el personal conozca las rutas de escape y zonas de seguridad, pasaremos a la **asignación de puestos**, dando a las diferentes unidades involucradas en la operación una tarea de las siguientes:
 - a. **Coordinador de la Quema:** persona que coordina toda la acción y a todos los medios que intervienen, incluidos medios aéreos. Será una persona con categoría profesional mínima de Coordinador Forestal de Bomberos.
 - b. **Jefes de Unidad:** coordinarán todas las acciones del personal de su brigada y la autobomba que les sea asignada.
 - c. **Quemadores:** serán personas de la brigada que irán quemando de la forma que les sea transmitido por el Coordinador. Todos los quemadores deben lanzar la quema sobre la zona quemada que haya generado el que vaya inmediatamente por delante de él. En caso de que el quemador que va por delante se pare, el resto de los quemadores también se pararán, nadie debe adelantar al que tiene por delante. El quemador que vaya primero según el patrón determinado, marcará el ritmo establecido por su jefe de unidad, que a su vez atenderá a las instrucciones del Coordinador de la Quema.
 - d. **Seguridad:** Se diferenciarán dos grupos, uno de herramientas manuales y otro con mangueras. Dispondrán de lanzas o herramientas manuales para poder bajar la intensidad de fuego en caso de que sea necesario, y atenderán a todos los saltos a la espalda que se puedan ocasionar como consecuencia del frente principal o del propio contrafuego. Asimismo, se encargarán de que los tendidos de autoprotección en torno a la autobomba estén siempre desplegados y con presión para ser utilizados en cualquier momento.

- e. **Vigías:** Serán una o varias personas situadas estratégicamente en función del tamaño de la quema y del terreno por el que se desarrolle, para que puedan tener visión de toda la operación, es el mismo concepto del **observador** en el procedimiento OCELA. Vigilarán las espaldas del personal que se encuentra dando el contrafuego, y siempre estarán mirando en dirección contraria a donde se realiza la quema. Podrán ir provistos de herramientas manuales. No se utilizará esta figura cuando el viento sea favorable a la aplicación del contrafuego.

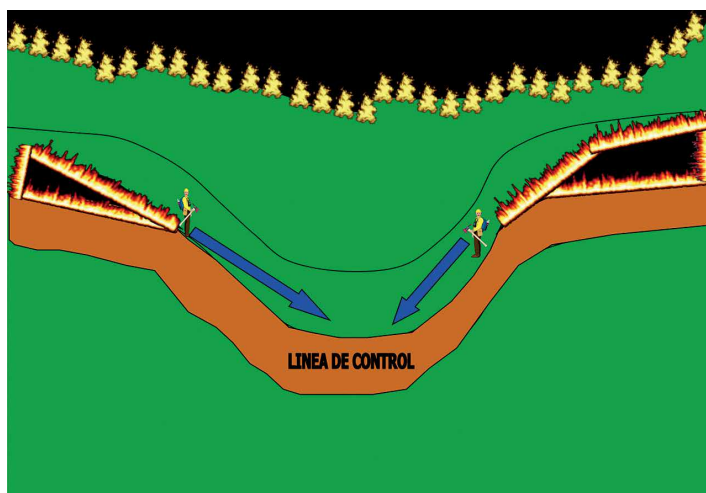


Esquema de la organización de los contrafuegos. (Fuente. Raúl Quílez).

5. Cuando se tienen asignados los cometidos a cada unidad involucrada, el Coordinador de la Quema realizará una **reunión con todo el personal (Briefing)**, explicando cómo se va a desarrollar la operación, haciendo especial hincapié en todos los puntos vistos anteriormente:
- a. **Plan alternativo, caso de que el contrafuego se des controle.**
 - b. **Zonas de Seguridad y Rutas de escape.**
 - c. **Vigías, número y ubicación.**
 - d. **Frecuencia radio a utilizar.**
 - e. **Punto de inicio de la quema y evolución estimada.**
 - f. **Línea de Control, comienzo, fin, y puntos sensibles en la misma.**
 - g. **Previsión de tiempo en la que se debe realizar.**

- h. **Quemadores**, responsable, número de quemadores y patrón de quema.
 - i. **Equipos de herramientas**, responsable, ubicación y herramientas a utilizar.
 - j. **Equipo de autobombas**, tendidos de seguridad caso de que haya que hacer una defensa del entorno de la/s autobombas, tendido de soporte a los quemadores, caso de que suba la intensidad de quema, tendidos de soporte a grupo de herramientas (extinción y repaso de los saltos de fuego), y abastecimiento de agua (conviene que siempre haya una reserva de agua en la zona de quema disponible de forma inmediata, lo mejor es tener varias autobombas).
 - k. **Soporte aéreo**, caso de que exista, se le explicará cual es la maniobra que se pretende realizar.
 - l. **Control meteorológico**, puede ser realizado por el coordinador de la quema, o delegado en un uno de los vigías. Debe disponer de estación meteorológica portátil.
6. La **orden de comienzo** de quema la da el Coordinador de la quema, él marca los tiempos de todo el personal. Sus instrucciones son acatadas de forma inmediata, y nadie las contradice ni revoca. Estas cuestiones serán comentadas en la reunión al finalizar la operación. Como funciones principales están:
- a. Establece la separación entre quemadores para reducir la altura de llama en función de la carga y altura de combustible a quemar. En zonas con arbolado, hay que prestar atención a la distancia entre quemadores, procurando reducirla para que el fuego creado no suba a copas.
 - b. Interrumpe las operaciones de quema, caso de que un salto de fuego rebase la línea de control y no pueda ser sofocado por las diferentes unidades.
 - c. Reanuda las operaciones, caso de que el salto haya podido ser controlado.
 - d. Pide apoyo aéreo para sofocar los saltos, o para reforzar las líneas de control mediante descarga de agua o retardante.
 - e. Suspende la quema o modifica el patrón, caso de que las condiciones meteorológicas varíen.
 - f. Acelera o frena el ritmo de los quemadores.

7. **Quema de puntos sensibles en la línea de control.** Para realizar la quema de puntos sensibles en la línea de control, hay que tener calma y actuar con prudencia a la vez que con decisión. En estos puntos sensibles, la línea de control puede ser reforzada mediante la aplicación de retardante o espumógeno, bien sea por medios aéreos o terrestres. En caso de utilizar el espumógeno en esta operación, este no mantendrá sus características más allá de 20 o 25 minutos, por lo que



Esquema del ritmo y dirección de la quema a la llegada a puntos sensibles.
(Fuente. Raúl Quílez).

debe aplicarse casi de inmediato al paso de los quemadores. Especial mención merece el paso de la línea de control por cursos de agua o barrancos. En estos casos que cambiar el ritmo de la quema procediendo a quemar ambas laderas a la vez de arriba hacia el centro del cauce, **Y NUNCA JAMÁS DESDE UN LADO HACIA EL OTRO**, ya que al llegar la quema al fondo de barranco, creará un efecto chimenea, que hará que la quema se descontrolé.

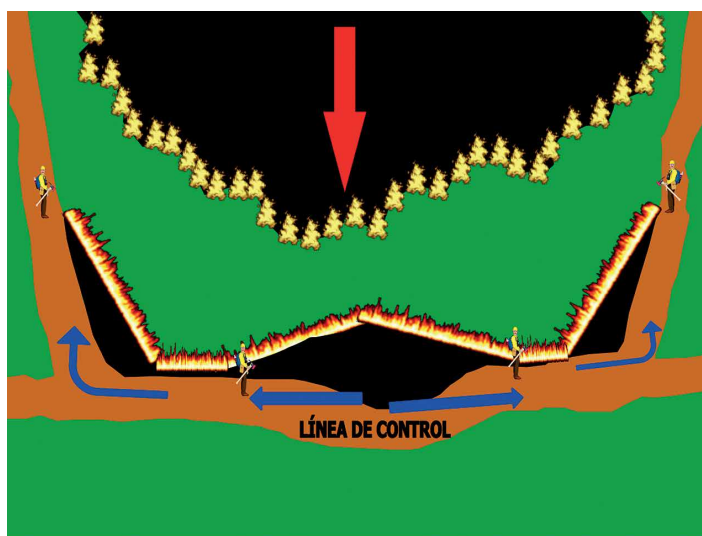
8. **Dirección de la quema.** Para realizar la quema apoyados en las líneas de control, hay que prestar especial atención para no lanzar el fuego contra la línea de forma que pueda coger intensidad suficiente ya la pueda rebasar. También hay que tener cuidado, comenzando siempre desde el punto más desfavorable evolucionando hacia los flancos del incendio.

En el esquema se puede apreciar como los quemadores comienzan la quema desde el centro hacia los laterales, mientras que los que cierran el lateral, han comenzado la quema desde la línea de control principal, para sacar las esquinas de las líneas, y luego evolucionan hacia las líneas de control laterales, cerrando ambos flancos.

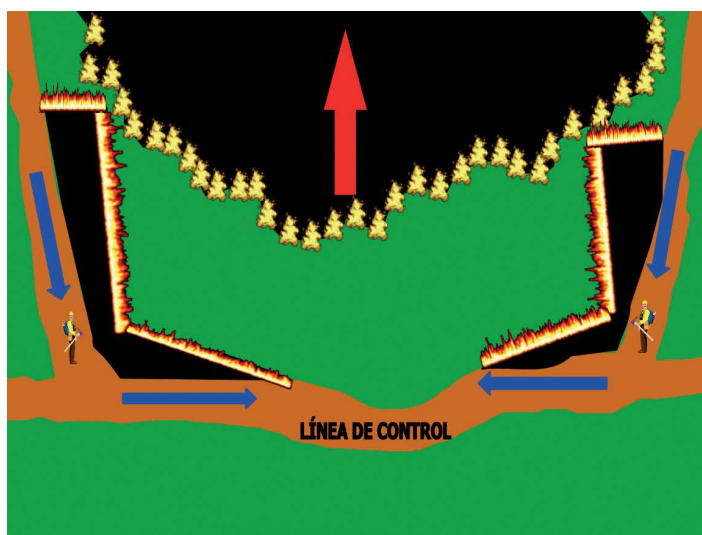
Las esquinas o estrechamientos en las líneas de control, son lugares delicados donde el fuego se puede descontrolar, por tanto hay que sacarlos desde el punto más desfavorable hacia el más favorable, en función de la dirección del viento y la de avance principal del incendio.

En caso de que la quema se realice hacia el incendio (quema de ensanche), procederemos de igual forma, es decir, lanzando el fuego desde el punto más desfavorable, que estará en las proximidades del incendio principal, hacia el punto más favorable, que estará en la zona más alejada del frente principal. También hay que tener precaución en las esquinas, procurando no lanzar fuego desde la línea de control de que pudiese sobrepasar las líneas de control laterales.

En ambos casos, en cuanto las líneas de fuego creadas desde las líneas de control se alejan lo suficiente para que la quema no pueda sobrepasarlas, se les deja evolucionar libremente. Esta circunstancia determinará la velocidad de avance de la quema, por tanto, las operaciones de quema de ensanche (viento a favor), serán mucho más rápidas que las de contrafuego (viento en contra).



Esquema de la dirección de la quema en contrafuegos. (Fuente. Raúl Quílez).



Esquema de la dirección de la quema en quemas de ensanche. (Fuente. Raúl Quílez).

4.8. USO DE RETARDANTES

Los retardantes son productos químicos que, añadidos al agua, incrementan las propiedades de esta como agente extintor de fuego.

Al comienzo de su utilización se diferenciaban en retardantes de largo término y retardantes de corto término, esta terminología se deriva de la traducción que del inglés se hizo cuando se empezaron a utilizar en España, y se refiere a lo que actualmente englobamos bajo la terminología de retardantes (largo término) y espumógenos (corto término).

4.8.1. RETARDANTES (LARGO TÉRMINO)

Bajo este nombre se engloban, principalmente, sales amónicas del grupo de los fosfatos, sulfatos y polifosfatos, que también se utilizan en agricultura como abonos.

Estos compuestos se mezclan con el agua en diferentes proporciones y mantienen sus propiedades aún evaporada el agua, aunque sus propiedades extintoras son mayores en presencia de la misma.

Las curvas de descomposición térmica de los retardantes varía en función del grupo de sales empleado y la temperatura a la que sean expuestos, así los sulfatos se descomponen a los 300 °C mientras que los fosfatos permanecen hasta los 700 °C. Las temperaturas de ignición del matorral se encuentra alrededor de los 300 °C y la de las brasas ardiendo está en torno a los 600 °C, variando la temperatura dentro del incendio entre los 300 y 750 °C en función de las especies que se encuentren ardiendo. Es por esto que en España desde el año 1981 se utilicen los fosfatos amónicos (polifosfatos).



Descarga de retardante amónico. (Fuente. Raúl Quílez).

La proporción de la mezcla es del 20 % y tiene un color azulado transparente, por lo que se le añaden colorantes, para localizar el lugar de las aplicaciones desde el aire, viscosantes, para incrementar la adherencia de la mezcla a la vegetación e inhibidores de corrosión, para disminuir el efecto corrosivo de las sales amónicas en el interior de aeronaves.

El efecto sobre la vegetación tratada consiste en que bajan mucho la altura de la llama e incluso pueden llegar a extinguirla, con lo que se consigue bajar la intensidad de propagación en las zonas tratadas e incluso el control del incendio.

La efectividad de los retardantes es de 3, lo que supone que utilizando retardantes ahorramos hasta 1/3 del transporte de agua.

4.8.2. ESPUMÓGENOS (CORTO TÉRMINO) EN INCENDIOS FORESTALES

Son, fundamentalmente, espumas del tipo “detergentes” que mantienen sus propiedades mientras persista el agua en la mezcla. En la actualidad se han mejorado mucho las propiedades de los mismos permitiendo una persistencia de entre 30 minutos a una hora.

El espumógeno actúa envolviendo a los combustibles e impidiendo su contacto con el aire, por lo que no se puede dar la combustión, a la vez que favorece la absorción del agua por los tallos y demás elementos de las plantas, con lo que se necesita menor cantidad de agua para mojar la vegetación.

Dentro de la terminología en incendios forestales se distinguen los siguientes conceptos:

- Espumógenos: Concentrado líquido de agente emulsor.
- Espumante: Mezcla de agua y espumógeno en la proporción adecuada.
- Espuma: Mezcla de espumante con el aire u otro gas, formando un agregado estable de burbujas, que aísla el combustible del aire e impide que pasen los gases volátiles combustibles a la atmósfera.
- Coeficiente de expansión: Relación entre el volumen de espuma y el de espumante.

Las proporciones de la mezcla varían entre el 0,4 y 0,6 % para los medios aéreos, ya que al estar limitados por el peso este debe ser menor para su transporte, y entre el 0,5 y el 3 % para medios terrestres, al tener menos limitaciones en su transporte.



Descarga espumógeno. (Fuente. Foresma).

La efectividad de la utilización de espumógenos en incendios forestales está entre un 2 y un 4, es decir, utilizando espumas podemos ahorrarnos entre la mitad y una cuarta parte de los vuelos.

4.8.2.1. VENTAJAS DE LA UTILIZACIÓN DE LAS ESPUMAS EN INCENDIOS FORESTALES

La utilización de espuma sobre incendios forestales presenta las siguientes ventajas:

- Permite una mejor penetración en los combustibles y mantillo.
- Mantiene el agua dentro de la estructura de las burbujas, lo que aumenta el tiempo de enfriamiento de esta.
- Crea una barrera entre el combustible y el aire.
- Refrigera el combustible.
- Enfría y sofoca las llamas.
- Incrementa la humedad relativa en la zona de aplicación.
- Reduce la pérdida de carga en los tendidos de manguera.
- Elimina el humo.
- Reduce las salpicaduras de las lanzas.
- Tiene un manejo sencillo.
- Reduce los tiempos de extinción y liquidación de perímetros.
- Es fácilmente visible por los equipos de tierra y aire.

4.8.2.2. CONSISTENCIA DE LAS ESPUMAS

La forma de definir la consistencia de las espumas más utilizada son:

Disolución de espuma: Es prácticamente “agua blanda”, sin estructura de burbujas. Se utiliza para permitir una penetración rápida del compuesto, dentro de combustibles secos, en incendios sobre combustibles compactos (matorrales densos o arbolado) y en la fase de liquidación de incendio.

Espuma húmeda: Esta espuma está muy aguada, y se caracteriza por su rápido desplazamiento sobre superficies verticales. Tiene una rápida velocidad de penetración dentro de la estructura de los diferentes modelos de combustible, sin estructura de espuma propiamente dicha, y una gran variación del tamaño de las burbujas. Se utiliza en ataque directo sobre combustibles ligeros, en incendios sobre combustibles compactos (matorrales densos o arbolado) y en la fase de liquidación de incendio.



Dos bomberos forestales bajo una descarga de espuma de un Dromader. (Fuente. Raúl Quílez).

Espuma saturada: Esta espuma tiene la consistencia del jabón y penetra lentamente sobre superficies verticales. Tiene una velocidad de penetración media, y el tamaño de las burbujas también es intermedio. Dependiendo de la velocidad de penetración, el agua que contiene producirá una lluvia constante desde la parte superior de la vegetación, incrementando la humedad relativa y reduciendo la temperatura en la zona inferior del combustible. Este tipo de espuma se utiliza para reforzar las líneas de defensa, para prevenir la propagación del fuego a través de ellas, o reforzar las operaciones de contrafuegos y quemas de ensanche.

Espuma seca: Esta espuma tiene una estructura de pequeñas burbujas que drenan lentamente, y se adhieren a las estructuras verticales y salientes. Se utiliza para proveer de una barrera para proteger combustibles que no se han quemado o puntos sensibles. Su utilización en ataque directo está limitada al tiempo de drenaje del compuesto. Normalmente se utiliza mediante aplicación terrestre.

4.8.2.3. APLICACIONES AÉREAS DE ESPUMAS

La aplicación de espumas puede realizarse desde helicópteros o aviones, y durante las diferentes fases de combate de incendios forestales. Para realizar la mezcla se utilizan los métodos de inyección de espumógeno o mezcla manual.

La espuma es muy efectiva durante el ataque inicial o en la fase de liquidación de incendio. La primera cuestión a la hora de aplicar las espumas es decidir la cantidad de espumógeno que se va a añadir a la mezcla, en función de la misión a desarrollar, intentando conseguir una mezcla como las descritas con anterioridad.

Consistencia	Dosis	Utilización
Disolución de Espuma	0,1 % - 0,3 %	Ataque Directo Combustibles secos Repaso de Perímetros Combustibles compactos
Espuma Húmeda	0,3 %	Ataque Directo Combustibles finos Repaso de Perímetros Combustibles compactos
Espuma Saturada	0,5 %	Ataque indirecto Reforzamiento de líneas de defensa Contrafuegos Quemas de ensanche
Espuma Seca	0,6 % - 0,9 %	Ataque Indirecto Protección de combustibles y puntos sensibles

Consistencia, dosis y utilización de las espumas en aplicaciones aéreas en incendios forestales. (Fuente. Raúl Quílez).

4.8.2.3.1. OPERACIONES CON AERONAVES

En las operaciones con bambi bucket, la velocidad del viento y la altura de descarga, afectan directamente a la longitud de la descarga y el grado de cobertura de la espuma sobre la vegetación. Generalmente, las descargas se realizarán sobre la línea de fuego, o sobre los flancos del incendio, en apoyo de los equipos terrestres, y siempre se evitarán las descargas en vuelo estacionario, para evitar reavivar el fuego en una determinada posición.

Es muy importante que el personal de tierra, esté valorando de forma constante como están resultando las descargas sobre los combustibles y la idoneidad de reducir o incrementar la dosis de espuma en las descargas.

La aplicación aérea de espumas desde aviones o helicópteros bombarderos (depósito ventral), actúa sobre la vegetación de la siguiente manera:

- Crea una capa que sofoca y aísla el fuego del aporte de oxígeno.
- Aísla el combustible del calor radiante, por lo que se reduce la producción de gases inflamables.
- Gradualmente aporta agua desde la capa de espuma, lo cual contribuye a humedecer y favorecer la penetración del agua sobre el combustible, prolongando el efecto de enfriamiento durante más tiempo.
- Se adhiere a los combustibles verticales.
- Cambia el microclima incrementando la humedad relativa y reduciendo la temperatura de los combustibles adyacentes.

La efectividad de las espumas está limitada por la intensidad del fuego (**la altura de llama debe ser inferior a 2,5 m**), la densidad de la vegetación y las condiciones atmosféricas.

En incendios con mucha intensidad, la columna de convección o las térmicas creadas por el incendio en puntos concretos, pueden producir una gran deriva de las descargas con **espuma seca**, por lo que en primer lugar se utilizarán descargas con agua sobre zonas calientes, para después de utilizar las descargas con **espuma pero saturada o húmeda**.

Estas zonas son las ideales para trabajar con retardantes de largo término, por lo que en caso de utilizarlo, las zonas tratadas con retardante no volverán a ser tratadas con agua o espumas, ya que el efecto será de lavado del tratamiento inicial, que es mucho más efectivo y caro.

Las aplicaciones sobre estructuras de vegetación arboladas, parte de la descarga de espuma será retenida sobre el dosel arbóreo, impidiendo el paso del agua hacia la parte inferior de la vegetación, por lo que se utilizarán **disolución de espuma o espuma húmeda**, las indicaciones del personal en tierra serán de gran ayuda para conocer el lugar donde están cayendo las descargas y su efecto sobre la vegetación.

4.8.2.3.2. CONSISTENCIA DE LAS DESCARGAS

La consistencia se regula por la cantidad de espumógeno incorporado a la mezcla, la altura de descarga y la velocidad del viento, la siguiente tabla es una guía sencilla para valorar la consistencia de las descargas frente a la dosis de espumógeno:

Dosis	Consistencia	AT 802 3000 l	Bell 1000 l	Kamov 4500 l
0.1 % al 0.3 %	Espuma húmeda	3 a 9 l	1 a 3 l	4,5 a 12,5 l
0.4 % al 0.5 %	Espuma saturada	12 a 15 l	4 a 5 l	16,5 a 20,5 l
0.6 % al 0.9 %	Espuma seca	18 a 27 l	6 a 9 l	27 a 40,5 l

Cantidad de espuma por descarga según la capacidad del medio aéreo. (Fuente. Raúl Quílez).

La espuma bien desarrollada es aquella formada por burbujas grandes, mientras que la espuma poco o mal desarrollada es la que tiene unas burbujas pequeñas. La interceptación de la espuma por la parte aérea de

la vegetación depende del tamaño de las burbujas, así burbujas grandes implican una gran interceptación y burbujas pequeñas implican una pequeña interceptación.

4.8.2.3.2.1. Velocidad de la aeronave

La velocidad de la aeronave tiene una gran influencia en la mezcla, y su aplicación sobre la zona de descarga. Incrementar velocidades puede producir espuma seca, desplazar la descarga de la zona de aplicación deseada y reducir el nivel de cobertura de los combustibles.

Cuando la intensidad del fuego se incrementa, no se debe aumentar el grado de cobertura de las descargas, por lo que se deben realizar descargas de espuma húmeda, que permitan mojar el interior de la estructura de la vegetación, realizadas siempre a una velocidad constante para aumentar la precisión del tratamiento.

En helicópteros, las diferentes pruebas realizadas por el MTDC del USDAFS, indican que una velocidad apropiada para la mayoría de modelos de combustible son los 68 Km/h, pasando a 80 Km/h para los modelos 1, 2, 8 y 9.

4.8.2.3.2.2. Altura de descarga

Las descargas realizadas por debajo de la altura de aplicación recomendada, son inseguras y reducen la efectividad de las mismas.

La altura de descarga en aviones variar entre los 23 y 50 metros sobre la vegetación. Incluso pueden variar por el tipo y densidad de la vegetación, y la pendiente del terreno. Si las descargas son demasiado bajas, producirán una considerable rotura de la vegetación, y si son demasiado altas, se romperá la consistencia de la descarga sacando la descarga fuera del área a tratar y en muchos casos yendo a la zona quemada.

Una altura de descarga de 30 metros en aviones, es apropiada cuando la salida de la aeronave es lenta (descargas largas con compuertas de AT), pero si la descarga es rápida, necesita de una mayor altura de descarga para permitir la formación de espuma. Cuando la intensidad del fuego se incrementa, las descargas bajas se realizan para conseguir descargas más densas, compactas y húmedas, y debido al principio de conservación de la cantidad de movimiento, permite la entrada de estas descargas sobre estructuras de vegetación compactas.

Para fuegos de baja intensidad, una descarga alta produce una descarga más larga y menos densa.

Como referencia puede afirmarse que una descarga óptima en helicópteros es aquella que se realiza entre los 15 y 20 metros del suelo (distancia de la aeronave del suelo), para helicópteros equipados con bambi sin eslinga. En aviones bombarderos, la altura óptima de descarga oscila entre los 25 y 30 metros de altura sobre el suelo.

4.8.2.3.2.3. Viento

El efecto del viento puede utilizarse para mejorar el efecto de la descarga sobre la zona a tratar.

- La descarga con viento en cara de la aeronave, reducirá la longitud de la descarga y la concentrará sobre la zona de aplicación.
- La descarga con viento en cola aumentará la longitud de la descarga, y sólo se utilizará en incendios con baja intensidad.
- Las descargas con vientos cruzados tienen el efecto más significativo sobre la aplicación, ya que están expuestas a la deriva, la cual puede modificar la densidad de la descarga y la zona de aplicación.

En días con vientos fuertes o racheados, nunca se utilizará **espuma seca**, ya que las descargas tendrán bastante deriva, cayendo en muchos casos, fuera de la zona de tratamiento. También se valorará la utilización de **espuma húmeda**, ya que la velocidad del viento incrementará el proceso de aireación de la mezcla, pudiendo convertirla en espuma seca.

4.8.3. VISCOSANTES

En la actualidad se está empleando con éxito en diferentes países los polímeros para aplicación desde tierra, ya que desde el aire presentan problemas de formación de bloques en las descargas. Estos polímeros son los mismos que se utilizan en la fabricación de pañales y compresas, y funcionan incrementando notablemente su viscosidad al mezclarlos con el agua con lo que forman un gel que envuelve a la vegetación o estructura que queramos proteger.

En España se comercializan bajo el nombre de Firesorb y en USA bajo el de Barricade. Son ampliamente utilizados para la protección de casas de madera en entornos forestales y puntos sensibles.

El principal problema que presentan es su alto coste y los incrementos en las pérdidas de carga en las instalaciones, aparte de la dificultad de limpieza y los ya mencionados referentes a su aplicación con medios aéreos.

4.8.4. MÉTODOS DE TRABAJO CON RETARDANTES Y ESPUMÓGENOS

El empleo de los diferentes tipos de espumógenos variará en función de los medios que utilicemos para su aplicación.

Las autobombas trabajan, normalmente, con agua, aunque en la actualidad se está empezando a utilizar los espumógenos para el combate de incendios forestales.

Los helicópteros también trabajan de forma general con agua o espuma, aunque para grandes bombarderos del tipo Sky Crane, se instalan balsas cercanas al incendio con mezcla de retardantes, los cuales cargan con depósitos ventrales o bambi buckets.

Los aviones trabajan con los tres agentes extintores, agua, espumas y retardantes. Esto varía en función del tipo de avión, realizando descargas de agua y espumas los aviones anfibios y de agua, retardantes y espuma los aviones de carga en tierra.

Los aviones anfibios y los helicópteros tienen un depósito interior que les permite inyectar la cantidad deseada de espumógeno en su carga de agua, en función de las necesidades del incendio y siguiendo las indicaciones del personal de tierra.

Los aviones de carga en tierra deberán cargar una mezcla de agua y espumógeno para las misiones de vigilancia, ya que el retardante es muy caro y la mayoría de estas misiones suponen el regreso a la base sin haber actuado en ningún incendio.

Los retardantes se utilizarán en incendios con velocidad de propagación media o alta y sobre combustibles compactos de los modelos 4 en adelante, además se puede utilizar para "pintar las crestas" o lo que es lo mismo, tratar con retardantes las zonas altas de los incendios a las cuales no se tiene acceso, intentando realizar la aplicación en la zona descendente para incrementar el efecto de las descargas, al igual que se hace con las líneas de defensa. Otra aplicación consiste en flanquear los incendios, haciendo descargas entre la línea

de fuego y la vegetación próxima, con el fin de reducir la altura de llama e impedir la propagación del fuego a través de estas zonas tratadas, esto permite la realización de ataque directo por parte del personal de tierra o el retraso en la propagación e incluso el control de algunas zonas, lo que permitirá la llegada del personal de tierra a estas zonas. También podemos utilizar el retardante en el apoyo de contrafuegos, realizando las descargas en la zona contraria de la línea de defensa a la de avance del incendio, con el fin de ampliar la misma, e impedir los saltos de fuego por radiación y convección, a lo que se denomina "cortafuegos químico".

No es conveniente creer que realizando estas aplicaciones podemos controlar uno de los sectores de forma definitiva, ya que como mínimo, se deberán repasar con personal de tierra, y también dependerá mucho de la correcta aplicación de los retardantes y de que las mezclas estén realizadas adecuadamente.

Los espumógenos se utilizan en incendios sin mucha intensidad de propagación, en los modelos de combustibles del 1 al 3, y siempre que no sean incendios bajo arbolado, ya que la vegetación arbórea impedirá el paso de la espuma a los incendios de superficie. Esto también es aplicable a la realización de mezclas mal dosificadas, en las cuales se añade más espumógeno del que debería contener la mezcla, lo que impide que la espuma penetre en la vegetación, y no llega a mojar la superficie que se encuentra ardiendo, a la vez que aumenta su resistencia al aire, por lo que las descargas son fácilmente transportadas por el viento, incrementando los errores en la puntería de las descargas.

Otra aplicación muy utilizada de los espumógenos consiste en mezclarlo a bajas dosis, lo que permite su penetración en estructuras de vegetación compactas, incrementando su efecto como humectante.

Los espumógenos representan el potencial más alto de extinción dentro de los helicópteros que llevan incorporados los equipos de mezcla y en los aviones anfibios, por lo que siempre serán utilizados, excepto en días con mucho viento, ya que se bajará mucho la efectividad porque las descargas tendrán una gran deriva y no irán a la zona de aplicación en la mayoría de los casos.

El agua se utilizará cuando no quede espuma, o en tareas de remate y refresco, procurando realizar las descargas altas para reducir el riesgo de daños sobre el personal de tierra, y aumentar la superficie de la zona tratada.

4.9. LIQUIDACIÓN DE INCENDIOS

Una vez sofocado el fuego se debe evitar que este se reproduzca, para ello, hay que repasar el perímetro del incendio. Nunca se debe menospreciar la peligrosidad potencial de una reproducción, y que como bien dicen las normas de seguridad, son uno de los factores comunes en accidentes trágicos.

Las operaciones de repaso del perímetro de incendio consisten básicamente en separar, creando una discontinuidad entre ellos, lo "verde" (vegetación sin quemar) de lo "negro" (zona quemada). Se trata de un trabajo largo y duro, pero ABSOLUTAMENTE IMPRESCINDIBLE para poder dar como extinguido el incendio.



*Repaso con mangueras de incendio de cañar en Vilamarxant.
(Fuente: Raúl Quílez).*

El repaso del perímetro se puede comenzar en cualquier momento del combate del incendio, no es necesario esperar a que este completamente sofocado. Se debe comenzar a repasar la cola o un flanco del incendio aunque la cabeza este activa, y esto estará en función de los medios disponibles. Lógicamente en incendios

incipientes nos interesara sofocar completamente todo el fuego y después repasar el perímetro, en incendios de mayores dimensiones, el Director Técnico del incendio debe establecer una estrategia de ataque al incendio en la que habrá sectores donde se esté realizando un ataque directo a llama y otros donde se esté repasando el perímetro para liquidar las zonas controladas.

1. La prioridad de repaso del perímetro, vendrá marcada por la dirección del viento, y cuál es su previsión, además de los puntos sensibles que pudiesen existir en el lugar.
2. Para realizar un buen repaso del perímetro de incendio, es conveniente remojarlo y realizar una línea de defensa alrededor de todo el perímetro, para evitar que una reproducción pueda volver a activar el incendio, lo ideal es repasarlo con agua y herramienta, si por las circunstancias solo se realiza con agua o retardante, hay que dejar personal vigilando el perímetro.
3. Las operaciones de liquidación de perímetros son tan peligrosas como las de combate de incendios, ya que a la posibilidad de que se den rebrotes de incendio, con una rápida velocidad de propagación, también están los riesgos intrínsecos a los árboles debilitados por el paso del fuego, o por la existencia de fuegos de subsuelo, en donde se pueden meter los pies y caer. También están las piedras sueltas o rocas disgregadas por la subida de temperatura que pueden rodar ladera abajo.
4. En labores de vigilancia de perímetros, hay que colocar un vigilante con una visión global del incendio, de tal forma que alerte de cualquier reproducción que pueda darse.
5. El indicador más claro de un punto caliente es la presencia de humo, pero existen otros que pueden ayudar a detectar los puntos calientes, especialmente hay que fijarse en los puntos donde la ceniza presente un color blanquecino.
6. La anchura que debe tener la línea de repaso depende fundamentalmente del combustible con el que estemos trabajando, y normalmente son más que suficientes 50 cm, pero en vertical, de tal manera que no puedan producirse caída de elementos calientes desde la parte arbórea a la vegetación verde de superficie.
7. Cuando se trabaja en pendiente, pueden rodar objetos desde la zona quemada en la parte alta de la ladera, hasta la zona verde en la parte más baja.

4.10. OPERACIONES EN LA INTERFAZ

Hay tres tácticas de ataque a utilizar en la protección de construcciones:

Defensa total, defensa parcial y no defensa. En función de la ubicación de la construcción a defender, tipo de combustibles, topografía e intensidad de fuego, se elegirá la más apropiada utilizar.

Las tres estrategias primarias en una defensa total son:

- Apagar el fuego antes de que llegue a la construcción.
- Controlar el incendio tan lejos de la casa como te sea posible.
- Utilizar las líneas de defensa para crear quemas de ensanche.

Si la defensa total no es posible, hay que estar preparado para realizar una defensa parcial, que consiste en atacar el fuego que afecta a la construcción dejando pasar el que no afecta por los laterales, para que una vez que ha pasado, apagar lo que quede activo alrededor de la construcción.

En una estrategia de no defensa, no hay tiempo para elaborar un plan, o el incendio es tan virulento que no permite defenderla. En este caso lo principal es la defensa de la unidad y el vehículo. Cuando pasa el incendio, hay que desplazarse a la construcción para apagar cualquier fuego que pueda afectar a la construcción.

Una vez decidida la estrategia, se debe dimensionar la dotación y tipos de medios para cada equipo, quien será su jefe, y que canal de radio se va a utilizar.

También es conveniente disponer de un equipo dentro del sector, que esté disponible para la afectación por saltos de fuego dentro o al lado contrario de la urbanización, para que sean ágiles a la hora de responder una vez localizados, esta reserva de recursos evitará la descoordinación frente a nuevas amenazas en la zona.

4.10.1. VALORACIÓN Y SELECCIÓN DE CONSTRUCCIONES A DEFENDER

La primera cuestión a tener en cuenta es la seguridad del personal de intervención. Las operaciones deben ser realistas y ejecutables.

El objetivo de esta selección es hacer lo mejor con los recursos disponibles en ese momento, para ello se debe categorizar las construcciones en:

- Aquellas que no necesitan defensa.
- Aquellas que necesitan protección y se podrán defender.
- Aquellas que no podrán defender.

Los 5 factores que afectarán a esta categorización serán:

- La estructura, que incluirá los materiales de los que está construida, el tejado, las ventanas o claraboyas, y donde se encuentra en relación al incendio.
- La distribución de combustibles alrededor de las construcciones. Cercanía, carga, si hay en el suelo, el porte de los aéreos, continuidad vertical, jardinería, setos, presencia de tanques de combustible, gas, líneas eléctricas, naturaleza de los postes de distribución eléctrica, teléfono, vehículos, acumulaciones de leña, de paja, etc.
- El comportamiento del fuego.
- Los medios de extinción disponibles.
- La seguridad del personal de extinción.

4.10.2. TÁCTICAS PARA PROTECCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS

La protección de una construcción puede ser ofensiva o defensiva, como se ha visto en el apartado anterior.

Las acciones a llevar a cabo serían preparación (previa a la llegada del incendio), protección (ataque al frente de fuego) y liquidación de los rescoldos alrededor de la estructura (una vez que el fuego haya pasado).

Hay que tener en cuenta que la mayoría de los incendios que amenazan de manera seria una zona habitada, son incendios que presentan una rápida velocidad de propagación, con alta intensidad que genera multitud de saltos de fuego.

La ubicación de las construcciones sobre laderas en pendiente y diseminadas, dificultan las operaciones de extinción, especialmente operaciones con quemas de enanche y ataque directo.

En la zona se pueden generar multitud de saltos de fuego por la lluvia de pavesas, que a veces son difíciles de localizar, ya que las unidades de combate se encuentran inmersas en las columnas de humo que limitan su visión.



Incendio forestal llegando a viviendas. (Fuente: Foresma).

Las vías de un solo sentido, estrechas, con tráfico congestionado, limitan el desplazamiento de vehículos autobomba por la zona. La movilidad es una de las principales capacidades operativas que se deben asegurar en las operaciones de interfaz, ya que las autobombas tendrán que desplazarse de una construcción a otra, a medida que el incendio vaya evolucionando.

Hay que estar constantemente reevaluando las capacidades de hidrar las autobombas, ya que las operaciones serán dinámicas.

La mejor opción para la seguridad del personal que interviene es utilizar la propia construcción como zona de seguridad o supervivencia, colocándose en la parte contraria de la construcción a la de la llegada del fuego. Nunca debe olvidarse la conciencia situacional, es decir, la disposición de los barrancos en relación con el fuego y la posición de la unidad, bien sea en una ubicación fija, o durante el desplazamiento de un lugar de trabajo a otro.

4.10.3. ATAQUE INICIAL

A la llegada a la zona de intervención, lo habitual será encontrar personas con pánico y estrés, vehículos circulando desde o hacia la zona, con conductores asustados o estresados por la situación.

En este momento es muy importante mantener la conciencia situacional, la calma, buscar un punto de trabajo, hacer contacto con la policía presente en el lugar, localizar y organizar los recursos presentes y solicitar los que se crean necesarios.

Lo primero sería marcar prioridades y delegar responsabilidades entre las unidades y policía presente en el lugar, en función del plan de intervención mental que se haya podido desarrollar.

Para ello es necesario determinar la ubicación del PMA, en una ubicación fácilmente localizable, para una vez allí, y a medida que van llegando policías y recursos de extinción puedan ir trasladándose las órdenes oportunas.

A la policía lo primero es trasladarle la orden de evacuación, alejamiento o confinamiento de la población y organizar el tráfico, con los cortes que sean necesarios.

En caso de que los recursos enviados sean numerosos, es imprescindible crear un CRM o CRM auxiliar en la zona, donde debe haber un mando que vaya organizando el envío de medios a lugares concretos a medida que vaya llegando, y si es posible, que sea amplia por si el suministro de agua no es muy grande en la zona, y se deben enviar vehículos nodriza al lugar. Es muy importante que PMA y CRM estén separados, ya que en caso contrario la llegada de recursos puede bloquear la toma de decisiones sobre el incendio.

4.10.4. ORGANIZACIÓN DE LA DEFENSA CON CONSTRUCCIONES AMENAZADAS

Si el tiempo lo permite, hay varias cosas que se pueden hacer para preparar una construcción para su defensa. Las consideraciones a tomar son:

- Área defendible: eliminar todo el material inflamable de la zona, especialmente de la zona por donde llegará el incendio. Hay que hacer lo que sea razonable para disponer de una zona de trabajo limpia y reducir la probabilidad de que el calor radiante y convectivo incendie la casa. El área de defensa de la casa depende de la anticipación con que se realice esta operación. Si el fuego se acerca desde abajo, la pendiente del terreno indicará la distancia a limpiar.
- Exterior de la construcción: Hay que cerrar las ventanas y huecos de ventilación exteriores, bajar las persianas, y cortar el gas y cerrar los depósitos de combustible.
- Riesgos: Uno de los riesgos más habituales son los depósitos de gas, depósitos de combustible que no estén enterrados, acopios de leña y vehículos abandonados. Es conveniente limpiar la vegetación existente alrededor de estos elementos.
- Protección en el edificio: Si se dispone de escaleras, y los tejados son de material



*Exteriores de una vivienda en el incendio de Ontinyent 2010.
(Fuente. Levante).*

inflamable, es conveniente situar escaleras en el edificio, usando las del camión cuando sea posible, pero sin estar apoyadas en la autobomba por si hay que salir rápidamente. Hay que situarlas en el lado contrario a dónde viene el fuego y cercanas a la posición de los tendidos de mangueras. Es conveniente alejar los vehículos privados de la zona de trabajo, ubicándolos en una zona segura, lejos del fuego, siempre con las llaves puestas y las ventanillas subidas, y aparcados fuera de material inflamable.

4.10.5. DEFENSA DE LA CONSTRUCCIÓN

El trabajo de protección de construcciones del avance de un incendio forestal es asignado usualmente a vehículos autobomba. En este proceso, el equipo de la autobomba permanece junto a la construcción a defender hasta que el incendio pasa (a menos que sea prudente el desalojo por motivos de seguridad). Una vez que la construcción está segura, la autobomba con su dotación se desplaza a otro lugar para defender otra construcción amenazada.

- **Desplazamiento dentro de la zona.** Cuando se realiza el desplazamiento dentro de una zona para proteger las construcciones, hay que analizar cómo es el terreno, los combustibles y tomar las referencias que puedan ser útiles. Cuando la unidad vuelva a pasar por la zona, esta puede estar cubierta de humo o envuelta en llamas. Siempre coger referencias de las zonas que potencialmente puedan servir como zonas de seguridad, otras vías de comunicación, puntos de agua, etc.
- **Emplazamiento del vehículo autobomba.** Cuando se llega a la construcción a proteger, siempre hay que moverse por las rutas conocidas. Desplegar los tendidos alrededor de la casa, pero sin pegarlos a la pared. Hay que ubicar, si es posible, el vehículo al lado contrario de la vivienda a la zona por donde llegará el fuego, utilizando la construcción como protección. Nunca cerca de vegetación inflamable, bajo líneas eléctricas, o cerca de depósitos de gas. Hay que aparcar fuera de la carretera para no entorpecer el paso de otros vehículos, cerrar las puertas y ventanas del vehículo, y situar el vehículo en una zona donde no deba ser protegido.
- **Plan de defensa.** Hay que reconocer los alrededores de la construcción, analizando el comportamiento del incendio, para anticiparse a la llegada de este al edificio. Hay que tomar la decisión de cuándo y cómo empezar la defensa, concentrando la defensa en la zona de la casa que puede recibir los efectos más directos del fuego. Siempre hay que trasladar el plan al resto de la unidad, asignando sus funciones, y cuáles son las rutas de escape y las zonas de seguridad, caso de tener que salir del lugar. Siempre hay que asegurar que todo el mundo conoce el plan.
- **Zona de seguridad para los saltos de fuego.** Se debe preparar una zona alrededor de la construcción que permita atacar los saltos de fuego. Los saltos comienzan, normalmente, antes de que el frente principal se acerque. Hay que asegurar que los tendidos cubren toda el área que pueda ser afectada por los saltos. Hay que recorrer los alrededores vigilando y apagando los saltos cuando éstos se den.



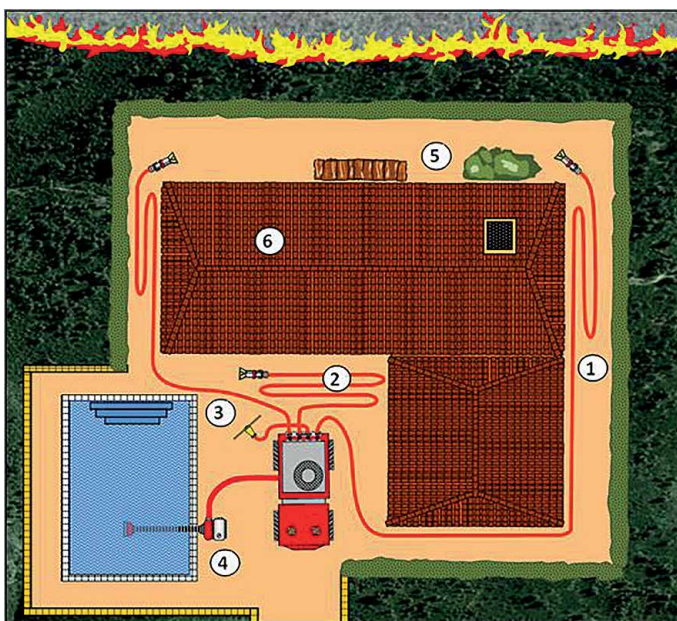
Llegada del incendio de Ontinyent al entorno de unas urbanizaciones. (Fuente: Levante).

- **Protección de tejados.** Normalmente el primer asalto de un incendio a una construcción se produce por el aire. Las ramas pueden estar apoyadas en él o cercanas. Si el tejado comienza a arder, hay que actuar inmediatamente. Si el fuego es pequeño, se extingue y se rematan todos los elementos que han sido afectados. Si el fuego se extiende rápidamente por el tejado, la construcción tiene un serio problema. Siempre atacar desde fuera, intentando parar el fuego.
- **Reducción del calor.** No hay que desperdiciar el agua lanzándola al aire sin ningún objetivo. Humedecer una zona es un derroche de tiempo y agua. Hay que utilizar el agua justa que se necesite para sofocar el fuego, y utilizar el agua para reducir o limitar el calor radiante. A veces se han perdido construcciones por la acumulación del calor radiante durante un largo periodo de tiempo. Cuando la cantidad de calor es máxima, el personal puede verse obligado a buscar refugio detrás de la casa. Cuando el fuego es controlable, limitar el calor manteniendo el fuego alejado de los combustibles pesados. Trabajar sobre el fuego cuando los combustibles sean ligeros, y aplica agua sólo si se reduce significativamente el calor en la construcción.
- **Ataque interior.** Todos los ataques interiores deben realizarse por bomberos con equipos de respiración autónomos. Si existen sospechas de que el fuego se ha transmitido a través de las ventanas dentro de la construcción, hay que comprobarlo. Muchas casas se han perdido por un pequeño fuego.
- **Utilización de espumógeno.** La espuma es muy útil para proteger las construcciones de los incendios forestales. Cuando se aplica espuma a una estructura, su duración es un parámetro crítico, ya que si se aplica pronto, puede que su duración no provea del mejor nivel de protección, y si se aplica demasiado tarde, puede que no de tiempo para aplicarla a toda la superficie. Como norma, hay que comenzar a aplicarla entre 15 y 20 minutos antes de que el fuego llegue. Es conveniente cubrir los depósitos aéreos de gas, combustible, setos, acumulaciones de leña y vehículos abandonados con espuma.



Daños en el exterior de una parcela de una urbanización sobre seto de cipreses. (Fuente. Raúl Quílez).

- **Suministro de agua.** El agua siempre tiene un suministro pequeño, no hay que malgastarla. Siempre hay que mantener unos 500 litros por si fuese necesario proteger el camión. Es conveniente rellenar la cisterna a la menor oportunidad. Nunca hay que planear proteger una construcción desde un hidrante, probablemente esté seco cuando sea necesario, muchas conducciones de agua son plásticas y superficiales, y en numerosas ocasiones el paso de fuego las quema, interrumpiendo el suministro. Las piscinas o depósitos subterráneos pueden ser recursos de agua muy útiles.
- **Permanecer en movimiento.** Siempre se debe estar en movimiento para poder atacar cualquier salto. Normalmente, no hay suficientes autobombas para poder defender todas las construcciones. Tan pronto como una estructura es salvada, hay que desplazarse a la más cercana. Pueden darse situaciones en que haya que cortar los tendidos y retroceder a una zona de seguridad. Si hay que salir de la zona, vigilar los riesgos como líneas eléctricas que hayan caído, árboles y ramas que están ardiendo, condiciones de humo, puentes, etc. Dirigirse a las zonas de seguridad, y esperar que el fuego pase, notificando este movimiento al mando inmediatamente superior.
- **Posicionamiento de los tendidos de mangueras.** Hay que desplegar el tendido que sea necesario para proteger la estructura. Las mejores líneas de trabajo son las de diámetro 25. Hay que desplegar dos líneas de mangueras, una a cada lado de la construcción, esto asegurará tener la construcción cubierta, y dará una cobertura por la espalda en caso de que una falle. Siempre hay que conectar los tendidos a la salida de la bomba del camión, esto ahorrará tiempo en caso de tener que desconectar rápidamente, y salir a prisa de la zona. Establecer qué tendido actuará en el tejado, en caso de ser necesario, desplegar una línea adicional para este cometido. Siempre hay que tener preparada una línea de autoprotección para el vehículo, y haber comprobado que todas las líneas están cargadas y preparadas para actuar.



Esquema de intervención para defensa de vivienda aislada o en urbanización. (Fuente. Quílez Moraga, R.; Gracia Goberna, J. 2010).

1. Ubicar la autobomba detrás de la vivienda, para utilizarla como escudo de esta ante la llegada del fuego. Despliegue de dos mangueras, una por cada lado de la vivienda, dejando suficiente manguera desplegada, y que nos permita llegar a todos los puntos a defender.
2. Ubicar una manguera de autoprotección y que a su vez permita atacar los posibles conatos en el tejado.
3. Despliegue de la lanza de autoprotección (opcional).
4. Aprovechar cualquier punto para repostar la cisterna del camión, no realizar ataques desde hidrantes.
5. Proteger los elementos inflamables que puedan existir en la zona de llegada del fuego mediante la aplicación de espumas.
6. Vigilar constantemente el tejado, caso de ser de material inflamable. Disponer escaleras que permitan realizar el atraque a posibles conatos.

5. SEGURIDAD DE OPERACIONES DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES

5.1. INTRODUCCIÓN

Al igual que en todos los servicios por emergencias, en la extinción de incendios forestales se aplica una escala de prioridades de valores a proteger:

- Seguridad de las personas.
- Seguridad de bienes.
- Seguridad del medio ambiente.

Como integrantes del dispositivo de extinción se deben tener en cuenta, a la hora de realizar una intervención, que **lo primero siempre es la seguridad del personal que interviene en el servicio.**

Desgraciadamente, la estadística de víctimas mortales entre los equipos de extinción de incendios forestales es muy elevada si la comparamos con otras actividades, o incluso con la de otros cuerpos que trabajan en emergencias, aún más si cabe, teniendo en cuenta que la actividad de extinción de incendios forestales ha estado durante muchos años limitada a tres o cuatro meses durante la época de mayor riesgo, por lo que para realizar una comparativa con actividades que se realizan durante 12 meses, habría que mejorar las cifras proporcionalmente al tiempo que dura cada actividad.

Así, las estadísticas muestran que desde 1910 hasta 2006 en USA hay un registro de 954 fallecidos por incendios forestales. En España, muchos combatientes han resultado heridos y 187 muertos en labores de extinción de incendios forestales desde 1980 hasta 2010 (Cardil & Molina, 2013).

Causa de la muerte	Número total	Dispositivo de extinción	Ajenos al dispositivo
Física	12	12	0
Atrapamiento	118	95	23
Accidente aéreo	47	47	0
Accidente terrestre	34	33	1
Desconocida	34	0	34
Total	245	187	58

Número de personas fallecidas en España en el periodo 1980-2010 según la causa de la muerte y la pertenencia al dispositivo de extinción de incendios forestales. (Fuente. Cardil & Molina, 2013).

A continuación, se muestra el número de personas muertas en relación al puesto de trabajo en el incendio y la causa de la muerte. Como ya se ha detallado en la tabla anterior, 187 muertos corresponden a personal del dispositivo de extinción. Es significativo que de los 126 bomberos / brigadistas fallecidos, 88 fallecen por atrapamiento por fuego. Los accidentes terrestres serían la segunda causa entre bomberos forestales / brigadistas.

Puesto de la víctima	Causa de la muerte	Numero
Bomberos forestales/Brigadistas	Causa física	8
	Atrapamiento	88
	Accidente terrestre	30
	Total	126
Personal aéreo	Accidente aéreo	47
	Total	47
Voluntarios	Causa física	1
	Atrapamiento	3
	Accidente terrestre	3
	Total	7
Autoridades	Causa física	3
	Atrapamiento	4
	Total	7
Ajenos al dispositivo	Causa física	0
	Atrapamiento	23
	Accidente aéreo	0
	Accidente terrestre	1
	Desconocida	8
	Total	32
Otros/No clasificados	Desconocida	26
	Total	26

Número de personas muertas en relación al puesto de trabajo en el incendio y la causa de la muerte. (Fuente: Cardil & Molina, 2013).

Con el fin de reducir el número de incidentes, accidentes y accidentes mortales, se crearon unas normas de seguridad en el combate y extinción de incendios forestales, y a diferencia de las normas de seguridad en el manejo de equipos, trabajo conjunto con equipos, etc. que se abordarán en el punto 5.11 y ss. del presente manual, la seguridad del personal de extinción en el incendio forestal está muy condicionada por la naturaleza del riesgo al que el personal se enfrenta, siendo este un riesgo dinámico en el espacio y en el tiempo, con comportamientos muy dispares en función de que los factores que condicionan su propagación sean más o menos favorables, pudiendo variar en cuestión de minutos, pasando de comportamientos de alta a baja intensidad o viceversa de forma muy rápida.

Las normas de seguridad en incendios forestales constituyen la esencia de la formación en materia de seguridad, que todo el personal de extinción de incendios forestales recibe al incorporarse a los diferentes dispositivos de extinción, y normalmente se trasladan en forma de un compendio de instrucciones, tal cual fueron creadas, o con pequeñas variaciones en el orden de las mismas.

Las principales normas de seguridad y su número son:

- Protocolo OCEL (LCES en inglés). 4 Normas. También conocido como OACEL (LACES) u OCELA.
- Normas básicas de seguridad. 10 Normas.
- Situaciones en las que el peligro aumenta. 18 Situaciones.
- Normas de seguridad en la interfase. 9 Normas

Estas normas generales, son completadas por otras, que podrían catalogarse como procedimientos de trabajo, englobando las específicas de construcción de líneas de defensa, trabajos con maquinaria pesada, instalaciones de agua, manejo de herramientas mecánicas, trabajo conjunto con medios aéreos, realización de quemas, etc.

Los contenidos referentes a la utilización y manejo de herramientas y equipos, son asimilados por el personal de una forma muy rápida, ya que tienen un carácter eminentemente práctico. Sin embargo, y a excepción del protocolo OCELA, cuya aplicación está muy extendida, el resto de las normas de seguridad se hacen excesivamente largas y difíciles de recordar, puesto que la mayor parte del personal tiende a memorizarlas, olvidando con suma facilidad su contenido.

El fallo en el seguimiento de las 10 Normas de Seguridad, y la falta de reconocimiento o inadecuada aplicación de las 18 Situaciones en las que el Peligro Aumenta, están presentes en la mayoría de accidentes por **atrapamiento**, y conjuntamente con el estudio del comportamiento del fuego, constituyen el fundamento de su base de estudio.

Tal y como decía la leyenda que aparecía en las 10 normas de seguridad originales, estas normas son de obligado cumplimiento y aplicación, donde cada unidad tiene la obligación de seguirlas, y por tanto de supervisarlas. Es en este momento en donde comienza a influir, con un peso específico muy alto en su aplicación, el **factor humano** a través de la valoración que cada unidad realiza de la situación a la que se enfrenta.

El factor humano apenas se encuentra recogido en las normas citadas, y recientes estudios realizados por el USFS, los cuales se centran en el análisis de la influencia del factor en los atrapamientos, muestran que los operativos tienen graves fallos en el seguimiento de estas, encontrando diferentes perfiles profesionales involucrados.

En un extremo se encuentra el personal muy experimentado, que infravalora estas normas de seguridad, ya que se dedican a combatir el incendio de forma agresiva de manera rutinaria, confiando ciegamente en su experiencia. En el otro extremo estaría el personal novato o con experiencia, que carece de una formación adecuada en materia de seguridad, desconoce las normas, o las aprecia como un compendio de normas de dudosa y farragosa aplicación.

Estas normas funcionan en los incendios forestales de forma análoga al código y señales de circulación durante la conducción de vehículos. De la misma forma que se aprieta el freno de forma inconsciente cuando se detecta un obstáculo, su conocimiento supone una herramienta muy útil a la hora de detectar las señales de peligro durante el combate de los incendios forestales.

5.2. PRECAUCIONES GENERALES

Al llegar al fuego, lo primero que debe determinarse es la ruta de escape, por si fuera necesario utilizarla. Todas las rutas de escape deben conducir a una zona de seguridad.

Las primeras unidades que acceden al lugar, deben informar al Centro de Coordinación de todo aquello que pueda afectar a las labores de extinción, en cuanto a comportamiento del incendio, seguridad de viviendas, personas, y los efectivos que estén de camino. En cualquier caso, siempre se dará la llegada al responsable de la extinción.

Nunca se debe dejar de prestar atención y permanecer atentos a la caída de rocas, árboles, etc., que puedan ser arrancados por las descargas de aviones y helicópteros. Hay que prestar especial atención, a la existencia de tendidos eléctricos, especialmente en presencia de medios aéreos. Es preciso indicar a los medios aéreos su ubicación y cuidar de no situarnos debajo de ellos cuando descarguen.

Siempre estar pendientes de cualquier cambio en la dirección del viento. En caso de que llegue la noche, reconocer el terreno (topografía) antes de que oscurezca.

5.3. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD EN LA EXTINCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES

El Jefe de Incendios R.E. McArdle desarrolló diez normas, con base al análisis de informes de muertes y accidentes de combatientes correspondientes a un periodo de 60 años de operaciones contra incendios forestales del Servicio Forestal de los Estados Unidos, fruto de la investigación realizada sobre los incidentes ocurridos en USA desde 1900 y motivado por el resultado del gran incendio forestal de Inaja, 1957, donde perdieron la vida 11 brigadistas.

Estas diez normas se idearon para aumentar la seguridad del combatiente durante su trabajo, por lo que **TODO EL PERSONAL DE EXTINCIÓN DEBE SEGUIRLAS AL PIE DE LA LETRA.**

10 normas básicas en la extinción de incendios forestales.

1. Manténgase informado sobre las condiciones atmosféricas y sus pronósticos.
2. Manténgase enterado del comportamiento del incendio en todo momento.
3. Toda acción contra el incendio, básela en el comportamiento actual y en el comportamiento previsto.
4. Determine rutas de escape para el personal y déselas a conocer.
5. Ponga un puesto de observación permanente cuando exista la posibilidad de peligro.
6. Mantenga comunicación con el personal y con el PMA.
7. Esté alerta y calmado. Piense con claridad y actúe con decisión.
8. Dé instrucciones claras y cerciórese de que se han entendido.
9. Tenga control del personal en todo momento.
10. Combata el incendio agresivamente, pero teniendo en cuenta que lo más importante es la **SEGURIDAD** del personal que está trabajando.

5.4. 18 SITUACIONES EN LAS QUE EL PELIGRO AUMENTA

1. Cuando el incendio no ha sido reconocido ni evaluado.
2. Al estar en terreno que no se ha visto por el día.
3. Cuando no se han identificado zonas de seguridad ni rutas de escape.
4. Al no estar familiarizado con la meteorología y factores locales que influyen en el comportamiento del fuego.
5. Al estar desinformado de las estrategias, tácticas y peligros.
6. Cuando las instrucciones y tareas no están claras.
7. Si no hay comunicación entre el personal sus mandos.

8. Al construir una línea de defensa sin anclaje seguro.
9. Cuando se construye una línea de defensa ladera abajo, hacia el incendio.
10. Al intentar un ataque frontal al incendio.
11. Cuando hay combustibles sin quemar entre nosotros y el incendio.
12. Cuando no se ve el incendio principal ni hay contacto con quién lo ve.
13. En laderas donde material rodante puede iniciar fuegos a la espalda.
14. Si el tiempo se vuelve más caluroso y seco.
15. Cuando el viento aumenta y/o cambia de dirección.
16. Cuando existen frecuentes saltos de fuego que cruzan la línea de control.
17. Si el terreno y/o los combustibles dificultan el escape hacia las zonas de seguridad.
18. En los momentos de descanso cerca del área del incendio.



Elementos rodantes en ignición. (Fuente. Servicio de Extinción de incendios forestales del Cabildo de La Palma).

5.5. ALGUNOS FACTORES COMUNES EN INCENDIOS TRÁGICOS

En incendios trágicos y en los casi trágicos, se han identificado varios factores comunes en el comportamiento del fuego.

Generalmente se cree que los incendios de copas, en bosque o matorral, son los que pueden causar muertes entre los brigadistas, pero la mayor parte de los accidentes se han producido en incendios, o en sus secciones, aparentemente poco peligrosos.

Por otro lado, en la mayor parte de los casos, las condiciones previas a la etapa explosiva aparentan ser inocuas. Inclusive algunas de estas tragedias han ocurrido durante la fase de liquidación.

Los factores comunes en estos siniestros son:

- COMBUSTIBLES LIGEROS.
- CAMBIOS EN LA DIRECCIÓN DEL VIENTO.
- PENDIENTES PRONUNCIADAS.
- BARRANCOS ESTRECHOS Y ESCARPADOS.

Así mismo, es interesante reseñar que la diferencia entre un incendio trágico y otro que casi lo fue, pudo ser el resultado de un cambio afortunado de las circunstancias en el último momento, el haber previsto el posible problema, la habilidad del individuo para mantener la sangre fría y evitar el pánico, o una combinación de estos factores.

5.6. RUTAS DE ESCAPE Y ZONAS DE SEGURIDAD

Una **zona de seguridad** es un área donde buscar refugio del fuego, del humo y del calor, sin la utilización de protección adicional (Beighley 1995). El NWCG (*National Wildfire Coordinating Group*) la definió como una zona prevista de antemano, con la suficiente amplitud y situación adecuada, que permita evitar los daños que puedan producir en el personal de extinción los riesgos conocidos, sin la necesidad de utilizar los refugios ignífugos.

Como zonas de seguridad habituales en el monte se pueden utilizar, los cultivos, las canteras, zonas desprovistas de vegetación, embalses, zonas de afloramientos rocosos, ríos amplios, playas, zonas quemadas, etc.

Si en el área donde busca refugio del fuego el personal, se deben utilizar medidas de protección adicionales, a estas se llaman **zonas de supervivencia**.

Las zonas en las cuales habrá contacto con el fuego se llaman **zonas de daño**.



Puesto de mando del incendio de Alfafara (2010). (Fuente. Raúl Quílez).



Brigada de emergencia en el incendio de Les Useres (2007). (Fuente. Canal 9).

Una **ruta de escape** es una ruta determinada antes de comenzar a trabajar y conocida por los combatientes, que conducen hacia zonas de seguridad u otras zonas de bajo riesgo.

La identificación de las rutas de escape y zonas de seguridad es una de las primeras responsabilidades de cualquier combatiente que esté cerca o trabajando en la línea de fuego.

Los siguientes parámetros se pueden utilizar para seleccionar las zonas de seguridad:

Los cálculos indican que para la mayoría de los fuegos las zonas de seguridad deben tener al menos 50 metros de anchura para garantizar la seguridad de los combatientes.

Los cálculos para determinar los radios para las zonas de seguridad es cuatro veces la altura de llama máxima, con un plus adicional de 5 m² por combatiente, o un radio adicional de 1,25 m por combatiente. Estos cálculos dan como resultado el radio de la zona de seguridad, que debe ser dos veces el resultado de la fórmula descrita.

Si el fuego puede quemar potencialmente toda la zona alrededor de la zona de seguridad, el diámetro debe ser el doble del valor indicado arriba.

Los factores que reducen la extensión de la zona de seguridad, incluyen la reducción de la altura de llama eliminando la vegetación, chafándola o mediante quemas de ensanche, protegiendo la zona de seguridad del impacto directo del fuego situándola al otro lado de la línea de máxima pendiente u otras estructuras orográficas, o reduciendo la temperatura de las llamas mediante la aplicación de retardante en el área que rodea la zona de seguridad.

Todos los combatientes deben llevar el EPI.

Debe tenerse en cuenta que estas reglas no evitan el calor convectivo.

Guía para la zona de seguridad

- Evitar ubicar la zona de seguridad en áreas con viento a favor desde el incendio.
- Evitar ubicarla en salida de barrancos o cañones estrechos.
- Evitar localizaciones que necesiten rutas de escape ladera ascendente.
- Quemar alrededor de las zonas de seguridad antes que el incendio se aproxime.

Sólo aplicable para calor radiante, la distancia de separación entre los combatientes y las llamas debe ser al menos 4 veces la altura de estas. Esta distancia debe mantenerse en todos los lados, si el fuego puede rodear la zona de seguridad. **El calor convectivo con las influencias del viento y el terreno, puede requerir incrementar estas distancias.**

5.7. LOS CINCO PUNTOS DEL PROTOCOLO BÁSICO DE SEGURIDAD EN INCENDIOS FORESTALES. OCELA

A raíz del atrapamiento que sucedió en el incendio de Dude, Parque Nacional de Tonto, Arizona en 1991, donde fallecieron 6 combatientes de incendios forestales, Paul Gleason decidió buscar un procedimiento de seguridad más fácil de aplicar, ya que, si se intentaba seguir a rajatabla las 10 normas básicas y las 18 situaciones en las que el peligro aumenta, era muy complicado desarrollar el trabajo de extinción planificado. De ahí nació el protocolo LCES, u OCEL en castellano.

Las 5 normas básicas de seguridad en incendios forestales son una evolución de las 4 LCES, denominación en inglés de lo que algunos autores españoles han denominado protocolo OCEL, es decir:

PROTOCOLO DE SEGURIDAD EN EL COMBATE DE INCENDIOS FORESTALES	
O	OBSERVACIÓN Y VIGILANCIA (Lookouts)
C	MANTENER SIEMPRE LA COMUNICACIÓN (Communications)
E	TENER SIEMPRE PREVISTAS LAS RUTAS DE ESCAPE (Escape rute)
L	QUE CONDUZCAN A LAS ZONAS DE SEGURIDAD (Safety zone)

Protocolo OCEL.

Estos puntos deben ser establecidos previamente al comienzo de las operaciones de combate de incendios, es decir, primero seleccionar los puntos desde donde supervisar el comportamiento del incendio, después asegurar las comunicaciones, luego seleccionar las rutas de escape y por último definir las zonas de seguridad.

Estas normas funcionan secuencialmente, y por sí mismas, suponen un mecanismo de alerta frente a un riesgo. Así, los **vigilantes** supervisan constantemente el comportamiento del incendio y **comunican** de los riesgos derivados del comportamiento del incendio, por lo que los brigadistas pueden abandonar la zona por las **rutas de escape** hacia las **zonas de seguridad**.

Todos los combatientes tienen que estar alerta sobre los peligros que se puedan dar en la línea de fuego, teniendo la independencia de comunicar aquello que se pueda estar produciendo.

Este protocolo debe estar constantemente supervisado en función de las posibles variaciones que se puedan dar en el comportamiento del incendio.

Este protocolo está basado en la esencia de las 10 normas de seguridad en incendios forestales.

En la reunión internacional que se celebró a hacia el en Canadá, se incorporó otra norma a este protocolo de seguridad, fruto del análisis de diferentes accidentes acaecidos. Esta norma la constituyen los **puntos de anclaje** y que viene a decir que: **toda acción contra el incendio debe comenzarse en un sitio limpio de vegetación, que impida que el incendio pueda reiniciarse a la espalda, sorprendiendo al personal de extinción.**

Con la inclusión de esta nueva norma, el protocolo quedaría de la siguiente manera:

PROTOCOLO DE SEGURIDAD EN EL COMBATE DE INCENDIOS FORESTALES	
O	OBSERVACIÓN Y VIGILANCIA (LOOKOUTS)
C	MANTENER SIEMPRE LA COMUNICACIÓN (COMMUNICATIONS)
E	TENER SIEMPRE PREVISTAS LAS RUTAS DE ESCAPE(ESCAPE RUTE)
L	QUE CONDUZCAN A LAS ZONAS DE SEGURIDAD (SAFETY ZONE)
A	SIEMPRE INICIAR EL TRABAJO CON PUNTO DE ANCLAJE (ANCHOR POINT)

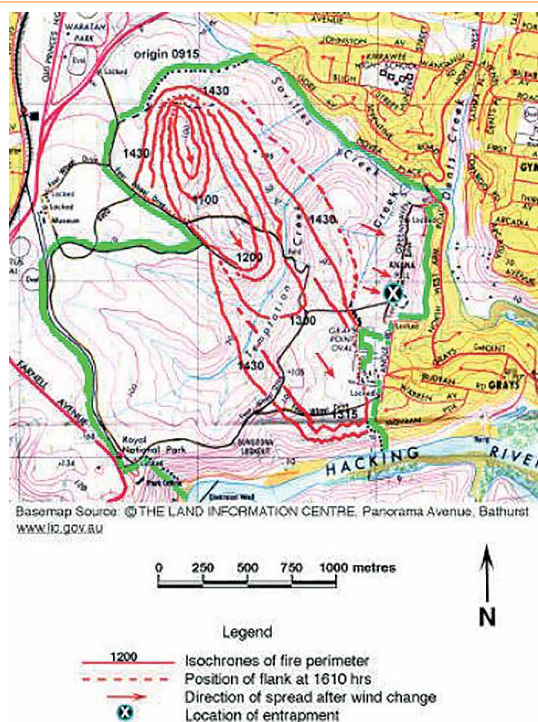
Protocolo OCELA.

5.8. LA ZONA DEL HOMBRE MUERTO

La **zona del hombre muerto** (Cheney), tiene su origen en Australia, dentro del CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation), y es un concepto de seguridad, cuya finalidad radica en transmitir al personal que se encuentra trabajando en una zona de riesgo, y un cambio en la dirección del viento puede provocar una carrera con una propagación muy rápida, de forma que las unidades no tengan tiempo de salir de la zona de riesgo por sus rutas de escape, bien sea pasando a la zona quemada o abandonando la ubicación hacia una de zona de seguridad.

Este concepto tiene que ver con varias de las 18 normas en las que el peligro aumenta, como que exista combustible entre las unidades y la línea de fuego, y cambios en la dirección e intensidad del viento, aunque que cualquier fenómeno que pueda variar la dirección del incendio en un sitio puntual, podría generar el atrapamiento.

En su descripción más estricta se centra en unidades que están trabajando el incendio mediante ataque directo o paralelo, habitualmente por los flancos, aunque también es de aplicación para unidades que se encuentran trabajando en ataque directo en zonas donde exista potencial de retorno, es decir, en sentido amplio, cualquier unidad que se encuentre trabajando en una zona del incendio sobre la cual pueda pasar el incendio, aunque sea por segunda vez, se encuentra trabajando en la zona del hombre muerto.



Mapa de descripción de atrapamiento de Grass Point Fire.
(Fuente. CSIRO).

El caso que se muestra adjunto es el atrapamiento de Grass Point Fire, del 9 de enero de 1983, en donde un giro de viento atrapó a 9 bomberos voluntarios, con el resultado de 3 muertos y 6 heridos.

La carrera de propagación principal del incendio se muestra mediante isocronas en color rojo, la modificación en la línea de propagación se muestra mediante isocronas en color rojo discontinuas.

Un giro de viento de 20°, sobre la dirección principal de circulación hasta ese momento, provocó este atrapamiento del personal que se encontraba trabajando en el flanco izquierdo con cabeza, del incendio, en el lugar X.

5.9. NORMAS DE SEGURIDAD EN LA INTERFAZ

Las estrategias y tácticas que se utilizan en las emergencias por incendios forestales en la interfase urbano/rural/forestal, difieren de las utilizadas habitualmente tanto en la extinción de incendios forestales como en las de incendios urbanos.

La extinción de incendios forestales se basa en intentar cortar el avance del incendio, es decir, mantenerlo alejado de los valores amenazados. La extinción de incendios urbanos, añade a esta definición la seguridad de la vida de las personas, e intenta mantener el incendio confinado en una zona del edificio, previniendo de la propagación del incendio a las viviendas o edificios adyacentes.

Al igual que las estrategias y tácticas son distintas, los riesgos a tener en cuenta y sus normas de seguridad también lo son, debiendo centrarse en las características propias de la urbanización, y sobre todo, en la influencia sobre la estrategia de extinción de la amenaza sobre la vida de las personas.

La mayor parte de las veces la estrategia consiste en defender los puntos sensibles, tal como viviendas, rutas de escape de los habitantes, etc., lo que impide centrar la estrategia en intentar cortar el avance del incendio, que muchas veces rebasa la propia urbanización, amenazando posteriormente a otras.

Esta circunstancia, impide apreciar los riesgos a los que se está exponiendo el personal de extinción, que pueden impedir el movimiento de estos equipos, provocar que se queden sin agua para realizar el ataque al incendio o llevar a cabo su propia autoprotección.

No hay que olvidar que lo primero a tener en cuenta, SIEMPRE, **ES LA SEGURIDAD EN LAS OPERACIONES**, y que por tanto se deben analizar las situaciones a las que se van a enfrentar las diferentes unidades y los equipos de protección disponibles para realizarlas.

NUEVE NORMAS DE SEGURIDAD EN LA INTERFASE

1. Edificios de madera o con tejados de madera.
2. Pocos accesos y/o estrechos, carreteras congestionadas de un sólo sentido.
3. Abastecimiento de agua inadecuado o inexistente.
4. Combustibles forestales a menos de 10 metros de los edificios.
5. Comportamiento extremo de incendio.
6. Vientos con mucha velocidad.
7. Necesidad de evacuación de personas.
8. Edificios ubicados en barrancos cerrados, o terreno con mucha pendiente.
9. Pasos para vehículos inadecuados, estrechos o sin la suficiente capacidad de carga.

Normas de seguridad en la interfaz.

5.10. PRECAUCIONES AL CAMINAR POR EL MONTE

- Pisar sobre suelo seguro; no correr ladera abajo.
- No colocar hombres y máquinas, unos por encima de otros, en pendientes fuertes, sino escalonados.
- Estar pendiente de caída de objetos rodantes.
- Al pasar junto a un árbol quemado debilitado por el fuego, hacerlo por arriba de la pendiente y con atención.
- Poner atención a los hoyos formados por la combustión de troncos y raíces.
- No se debe huir del fuego ladera arriba cuando este sube por ella, intentar pasar hacia los flancos, si no es posible tratar de pasar a la zona quemada o buscar un claro y cubrirse de tierra si es posible.

- En caso de verse atrapado una manera de reducir el tamaño de las llamas es pisar el matorral. La altura de la llama se hace menor y se reduce el riesgo de quemaduras graves.



Bomberos forestales caminando por zona quemada y garrofero a punto de caer por efecto del fuego. (Fuente. Raúl Quílez).

5.11. PRECAUCIONES EN EL EMPLEO DE HERRAMIENTAS MANUALES

- Al andar por el monte con herramientas debe haber una separación de unos dos metros. En una ladera las herramientas deben llevarse por el lado descendente.
- Al trabajar con herramientas debe haber una separación de tres metros entre cada dos hombres. Cada herramienta debe emplearse únicamente para su aplicación específica.
- Cuando se está en el trabajo y no se está utilizando la herramienta, se la debe dejar en sitio bien visible, apoyada en un árbol o en una cuneta, con los bordes afilados hacia abajo.
- No se deben tirar nunca las herramientas, ni jugar a bromear con ellas.



Brigada Helitransportada trabajando con herramientas manuales apoyadas por helicópteros. (Fuente. Raúl Quílez).

5.12. PRECAUCIONES EN EL USO DE MOTOSIERRAS

- Cuando se transportan, el motor debe estar parado y la espada colocada hacia atrás.
- Al utilizarlas debe haber una separación entre equipos de motosierras equivalente al doble de la altura de los árboles que es están apeando.
- El arranque de la motosierra no debe hacerse en el mismo sitio donde se ha rellenado de combustible. No debe haber gente alrededor.
- Al usarla, los pies deben estar separados y el cuerpo debe tener buena estabilidad.
- No manejarla con los brazos demasiados estirados.
- Hay riesgo de rebote al cortar con la punta de la espada.
- No se debe dejar la motosierra junto al fuego.
- La cadena debe estar bien afilada, y cualquier operación en la motosierra debe hacerse con el motor parado.



Bombero forestal cortando un pie que está quemando en USA. (Fuente: USFS).

5.13. PRECAUCIONES EN EL MANEJO DE MANGUERAS

- No dirigir líneas de agua a los tendidos eléctricos.
- No dirigir el chorro hacia las personas.
- Tener la lanza bien sujeta en el momento de que nos manden presión.
- Dirigir el chorro hacia la base de las llamas y si es posible con el agua pulverizada.
- En caso de que la lanza tienda a escaparse, abrácese a ella y sujétela mientras pueda. Una lanza suelta es muy peligrosa.
- Empiece a trabajar desde la cola hacia el frente de fuego para evitar que el tendido de mangueras se queme.



Bombero forestal con EPI motosierras. (Fuente: Raúl Quílez).

5.14. PRECAUCIONES EN EL TRABAJO COMBINADO CON TRACTORES

- No acostarse o sentarse bajo un tractor.
- No colocarse justo delante o detrás de un tractor trabajando.

- Evitar el transporte de personal sobre el tractor.
- No usar el tractor en puntos del frente por donde avanza rápidamente el fuego.
- En terreno pendiente el personal no debe colocarse encima o debajo del tractor, para evitar resbalar hacia él o que caigan piedras u otro material desde la calle que abre el tractor.
- Si no es posible retirar el tractor limpiar con él una zona hasta suelo mineral, colocándolo en el centro. Luego dar contrafuego alrededor de la superficie limpia.



*Maquinaria trabajando en la extinción de un incendio.
(Fuente. Juan Bautista García Egido).*

5.15. PRECAUCIONES EN EL USO DEL CONTRAFUEGO

- El contrafuego sólo debe ser ordenado por el que dirige la extinción.
- Antes de dar el contrafuego hay que asegurarse de que nadie se ha quedado entre el borde del incendio y la línea de defensa. Con este fin es conveniente contar al personal de cuando en cuando durante la extinción.
- Comunicar a todo el personal, y a los medios terrestres y aéreos, la localización del contrafuego que se va a realizar, para evitar que actúen sobre él.



*Contrafuegos en el incendio de Andilla 2012.
(Fuente. Raúl Quílez).*

- Nunca hacer quemas controladas con humedad del combustible fino muerto por debajo del 7 %.

5.16. PRECAUCIONES EN EL EMPLEO DE RETARDANTES Y ESPUMÓGENOS

- A la hora de manejarlos debe utilizarse mascarillas, guantes y gafas.
- Si la mezcla salpica a los ojos debe lavar con agua inmediatamente. Si la ropa se empapa con la mezcla se debe quitar lo antes posible, enjuagándola con agua.
- Nunca se deben ingerir.
- Debe evitarse que caigan en depósitos de agua potable.
- En los lugares donde cae, se debe andar con cuidado ya que son muy resbaladizos.

5.17. ATRAPAMIENTOS DE COMBATIENTES

Atrapamiento: es una situación donde el personal es sorprendido, de manera inesperada, por el fuego, de manera que su vida se ve amenazada y las rutas de escape y zonas de seguridad no existen, son

inadecuadas o están comprometidas. Esta situación puede o no tener resultado de heridas en el personal. Los atrapamientos también incluyen los de autobombas, maquinaria pesada y otros vehículos. También incluyen los accidentes que se evitaron por muy poco.

Refugio en vehículos

Si te ves atrapado en un incendio y no existe otra posibilidad, utilizar el vehículo como refugio puede ser una buena opción. Aparcar el vehículo en una zona desprovista de vegetación. Realizar una quema de ensanche alrededor del vehículo si hay tiempo. Aparca detrás de una barrera natural o construcción.

No aparcar el vehículo en la parte descendente de la carretera, siempre realizar esta operación en la parte interior de la ladera. Nunca debajo de líneas eléctricas o sobre vegetación que cuelgue de alguna parte más alta. Mantenerse fuera de barrancos y cañones.

La posición del vehículo debe ser aquella que de mayor protección a los ocupantes del mismo del frente de llama que se aproxima.

Colocar el freno de mano, poner el motor en altas revoluciones y dejar las luces puestas.

Subir las ventanas, no cerrar las puertas con el seguro, alguien puede necesitar subir al vehículo. Cerrar los conductos de ventilación.

Cubrir las ventanas con cualquier elemento que impida el paso de la radiación al interior del vehículo.

Se deben proteger las vías respiratorias. Permanece lo más agachado dentro del vehículo como sea posible. Utilizar las mascarillas y los cubrenucas para proteger la nariz y la boca. No mojarlas bajo ningún concepto.

Mientras se está dentro del vehículo puede suceder que:

- La temperatura alcance los 100 °C.
- Humo y pavesas entren dentro del vehículo.
- Las partes plásticas comiencen a derretirse, generando gases inflamables o pequeñas llamas.
- Las ventanas pueden comenzar a romperse.
- La piel que esté expuesta puede sufrir quemaduras.

Si el vehículo se incendia o se rompen las ventanas y hay que salir antes de que el fuego haya pasado:

- Cada bombero se cubrirá con el material ignífugo que esté disponible, así como mantas no sintéticas, en caso de tenerlas.
- Salir del vehículo por la parte contraria a la zona por donde se aproxima el fuego.
- Permanecer juntos, lo más cercanos al suelo que se pueda, alejándose del vehículo.
- Después de pasar el fuego, comprobar las heridas sufridas y tratarlas. Inspeccionar el vehículo y extinguir el fuego si es posible.

5.18. TRANSPORTE DE PERSONAL

Las normas de seguridad para evitar los accidentes por atrapamiento por incendio, han sido abordadas en los puntos anteriormente tratados. Los accidentes de aviación deben ser analizados desde los procedimientos de mantenimiento y vuelo de aeronaves, cuestión que no es el objeto de este tema.

Para terminar de tratar los tres grandes grupos faltaría hacer una referencia a los accidentes con vehículos, que fundamentalmente tienen que ver con accidentes de tráfico, aunque también existen otros como caída de vehículos por terraplenes, atropellos, etc.

Las condiciones ambientales y de estrés personal bajo las que se conduce en el trabajo en incendios forestales no son habituales, ya que se dan infinidad de condicionantes que afectan a la conducción.

En el trayecto al incendio, desde que se recibe el aviso de movilización, se está sometido a una gran presión, especialmente los conductores y el personal que maneja los equipos de comunicaciones, ya que al ininterrumpido tráfico de comunicaciones, a veces por varios canales (emisora terrestre, emisora aérea, teléfono, etc.) para recibir información, se une la "urgencia" por querer llegar lo antes posible al lugar de la emergencia.

Los trayectos suelen realizarse por carreteras de montaña, estrechas y a veces de un solo sentido, lo que dificulta la circulación de vehículos autobomba, nodrizas y góndolas con maquinaria. Después hay que tomar los accesos hacia el incendio por pistas forestales y caminos estrechos, con el firme en muy mal estado.

En el caso de que existan urbanizaciones en el entorno del incendio, o que este se encuentre en las cercanías de alguna población, las carreteras y pistas más cercanas, se encuentran llenas de personas que, o bien están abandonando la zona por una posible evacuación, o en la mayoría de las ocasiones, son curiosos que bloquean los accesos, impidiendo que estos vehículos se muevan con agilidad.

Una vez en el incendio, durante las operaciones de extinción, normalmente las pistas son tan estrechas que impiden el cruce de dos vehículos a la vez, necesitando maniobrar en pistas forestales sin apartaderos, con firme en mal estado y con los terraplenes mal compactados, lo que puede originar vuelcos de vehículos cuando cede el terreno. Todas estas circunstancias pueden darse en presencia de fuego, por la noche y/o con humo, lo que dificulta la visibilidad.

Cuando finaliza el periodo de trabajo en el incendio, de regreso a la base, a veces de madrugada, aparece la fatiga, la somnolencia y desaparece el estrés, por lo que el personal, especialmente el que se desplaza sólo desde el incendio hacia su base, puede quedarse dormido.

- Todos los pasajeros deben estar sentados en los vehículos, con los cinturones de seguridad y tener dentro los brazos y piernas.
- El personal y las herramientas que no son seguras, no deben viajar juntos.
- Los conductores deben ser cualificados para el vehículo y las condiciones de trabajo.
- De camino hacia al incendio, se deben respetar las señales de circulación, límites de velocidad y normas de tráfico.
- El conductor debe supervisar el vehículo antes de partir y comprobar que todo está seguro y sujeto.
- Los conductores son los responsables de que todo esté asegurado dentro del vehículo, incluidos los ocupantes, y deben supervisar antes la carga o descarga de equipos.

- Cuando se transporte personal el conductor no debe dejar su asiento hasta que el vehículo esté bien parado. Nunca subir o bajar personal con el vehículo en marcha.
- Los conductores deben realizar un chequeo diario al vehículo antes de cogerlo. Los equipos que no son seguros deben ser apartados del servicio.
- Se recomienda que los vehículos circulen con prioritarios a todas horas.
- Se deben utilizar operadores cuando se realice marcha atrás o se dé la vuelta.

5.19. NORMAS DE CONDUCCIÓN DURANTE EL SERVICIO

- Conducir siempre defensivamente.
- Reducir la velocidad de respuesta hacia el servicio puede evitar vuelcos.
- Los semáforos en rojo y las señales de Stop siempre significan parar.
- Siempre se deben llevar colocados los cinturones de seguridad.
- Verificar que los ocupantes del vehículo están sentados con el cinturón abrochado.
- Evaluar la superficie de la pista y las condiciones atmosféricas.
- Respetar las normas de circulación.
- Largos distancias requieren frecuentes paradas de descanso.
- Supervisar la carga que lleva el vehículo.
- Valorar los ocupantes y la seguridad pública frente a la velocidad y el tiempo.
- Entrar en curvas peligrosas e intersecciones con precaución.
- Señalizar la ubicación del vehículo con los rotativos, si no se poseen, realizarlo con el alumbrado de emergencia.
- Dejar siempre el vehículo estacionado en dirección de salida hacia las rutas de escape.

5.20. OTRAS SITUACIONES DE RIESGO PARA EL PERSONAL DE EXTINCIÓN

Como ya se adelantó en la introducción, el combate de incendios forestales supone en sí mismo una actividad de riesgo, ya que constantemente se está expuesto a situaciones peligrosas, baste como ejemplo de algunas de ellas, las que se detallan a continuación:

- Conducción, desarrollada en el punto anterior.
- Trabajo con medios aéreos, transporte en helicópteros, grandes aportes de agua a mucha velocidad que pueden golpear directamente a las personas o romper árboles y ramas. También se utilizan equipos suspendidos que pueden golpear al personal de extinción, etc.

- Trabajos combinados con maquinaria pesada, donde por el ruido el operario no escucha las indicaciones externas, tiene una mala visión hacia la parte trasera del vehículo y pueden provocar desprendimientos de piedras y derribo de árboles.
- Manejo de motosierras y desbrozadoras, posibilidad de darse cortes de mucha gravedad, peligro de aplastamiento por caída de árboles, etc.
- Manejo de herramientas manuales cortantes.
- Trabajos en zonas con mucha pendiente, con piedras sueltas o árboles debilitados.
- Empleo de agua en entornos en presencia de electricidad.
- Trabajo con espumógenos y retardantes, posibles resbalones o intoxicación.
- Trabajos nocturnos en ausencia de luz solar, trabajos en ambientes cargados de humo, con altas o bajas temperaturas, que suponen un fuerte desgaste físico.
- Trabajos en presencia de tormentas.
- Presencia de agentes biológicos como serpientes, escorpiones, abejas, avispas, etc.
- Trabajos en incendios con presencia de personas que viven en el entorno, que se niegan a acatar los órdenes de evacuación y en ambientes donde existe mucha tensión. Estas personas acaban dirigiendo su impotencia frente al incendio y los valores amenazados o quemados, hacia el personal de extinción.

6. BIBLIOGRAFÍA

BONOMO, T. 2002. Common Denominators of Fire Behaviour on Tragedy Fires. Safety Message.

BUTLER, B.W., COHEN, J. D. 1998. Firefighters safety zones: How Big is Big Enough. Fire Management Today.

CARDIL, A.; MOLINA, D. 2013. Víctimas en incendios forestales en España en el periodo 1980-2010. 6º Congreso Forestal Español.

CHICO, F. (2007). La Investigación de Accidentes y la Investigación de Riesgos en la Extinción de Incendios Forestales, como Herramienta Preventiva de Seguridad. Wildfire 07.

CLIF. 2011. Catálogo de Equipos de Protección Individual, Comité Lucha Contra Incendios.

CLIF. 2015. Propuesta de Recomendación Técnica sobre equipos complementarios y herramientas en la extinción de incendios forestales, Comité Lucha Contra Incendios (CLIF).

Directriz Básica de Planificación de Protección Civil de Emergencia por Incendios Forestales fue aprobada por Real Decreto 893/2013, de 15 de noviembre. BOE.

DIVALTERRA. https://www.divalterra.es/va_ES/web/divalterra.jsessionid=D236A92C5AE9A92EF109711908C01085.

- GARCÍA EGIDO, J.B. 2015. Maquinaria pesada en la extinción de incendios forestales. AIFEMA.
- Generalitat Valenciana. 2016. Plan Especial Frente al Riesgo de Incendios Forestales de la Comunitat Valenciana.
- GOODELL, C.S. (2005). 10 Standards Fire Orders and Watch Outs Situations: There is a Better Way.
- ICS. A working history of the incident command system. <http://www.emsics.com/history-of-ics>.
- IVASPE. 2017. Manual nuevas incorporaciones al servicio de bomberos forestales de la Generalitat Valenciana, Instituto Valenciano Seguridad Pública y Emergencias.
- LEUSCHEN, T. 2005. Environmental Conditions as indicators of Potential for Rapid Rate of Spread in Wildland Fires.
- PAYNE, J. 2004. Similarities of Fatality Fires. Wildwood Consulting, LLC.
- PUTNAM, T. 2005. The Ten Standard Firefighting Orders: can anyone follow them?
- Portal oficial del MAPAMA. <<http://www.mapama.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/politica-forestal/incendios-forestales/extincion/brif.aspx>>. [Consulta: 1 de mayo de 2017].
- Portal oficial de la Diputación de Valencia. <<http://diputacionvalencia.dival.es/?tag=brigadas-forestales>>. [Consulta: 1 de mayo de 2017].
- QUÍLEZ MORAGA, R. 1998. Manual contra incendios forestales para brigadas helitransportadas. Foresma.
- QUÍLEZ MORAGA, R. 2007. Influencia del índice de Haines en la evolución del incendio forestal ocurrido en Xàtiva (Valencia) España, el 22 de junio de 2005. Wildfire 07.
- QUÍLEZ MORAGA, R. 2009. Recomendaciones de utilización de espumas en aplicaciones aéreas en Valencia. Consorcio de Bomberos de Valencia. Sección Forestal.
- QUÍLEZ MORAGA, R.; Garcia Goberna, J. 2010. Técnicas de extinción y liquidación de incendios forestales con instalaciones de agua. Autoprotección e intervenciones en la interfaz. AIFEMA.
- QUÍLEZ MORAGA, R. Mérida Bautista, E. 2014. Manual de seguridad en la extinción de incendios forestales. Fundación Pau Costa.
- RICO RICO, F. Vélez, Muñoz, R. Villaescusa Sanz, R. Rodero Fernández, F. Baz Salas, L. 1981. Técnicas para defensa contra incendios forestales. Monografía 24. Ministerio de Agricultura. ICONA.
- The Nature Conservancy. <http://www.nature.org>
- The Comet Program. <http://www.comet.ucar.edu/>
- THORNBURG W.R., Alexander M.E. 2001. LACES versus LCES.
- U.S. Forest Service webpage www.fs.fed.us/fire/
- VAN WAGNER, C.E. 1977. Critical surface intensity – crown fire initiation model. USFS.
- VÉLEZ, R. 2000. La defensa contra incendios forestales: fundamentos y experiencias. Mc Graw-Hill.
- ACIF. <http://www.acifalcoi.com/>