
***USO TÉCNICO DEL FUEGO:
QUEMAS PRESCRITAS***

Manuel Cuesta
*Técnico Forestal del Consorcio
de Bomberos de Alicante*



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. LA QUEMA PRESCRITA. EL FUEGO PRESCRITO. DEFINICIONES Y CONCEPTOS.....	7
3. LA QUEMA PRESCRITA. OBJETIVOS	8
3.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS COMBUSTIBLES. INFLAMABILIDAD Y COMBUSTIBILIDAD.....	9
4. COMPORTAMIENTO DEL FUEGO. CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE APLICACIÓN EN QUEMAS COTROLADAS....	10
4.1 VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN	10
4.2 GRÁFICO Y CUADRO ORIENTATIVOS SOBRE EL COMPORTAMIENTO DEL FUEGO.....	11
5. FUNDAMENTOS DE LA EXTINCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES Y EFECTOS DEL FUEGO A TENER EN CUENTA EN LAS QUEMAS CONTROLADAS	12
5.1 QUEMAS CONTROLADAS PARA LA EXTINCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES: MÉTODO DIRECTO	12
5.2 QUEMAS CONTROLADAS PARA LA EXTINCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES: MÉTODO INDIRECTO	13
5.3 DEFINICIONES Y CONCEPTOS BÁSICOS DEL MÉTODO INDIRECTO	13
5.3.1 Líneas de Defensa	13
5.3.2 Líneas de Control	17
5.3.3 Cortafuegos químicos.....	18
5.3.4 Quema de ensanche	20
5.3.5 Quema de seguridad.....	21
5.3.6 El contrafuego	21
5.3.6.1 Conceptos a tener claros antes de acometer un contrafuego... ..	24
5.4 FUNDAMENTOS Y CONCEPTOS BÁSICOS EN EL EMPLEO DEL FUEGO TÉCNICO	25
5.4.1 Comportamiento del fuego según topografía y meteorología... ..	25
5.4.1.1 Fuego a favor	26
5.4.1.2 Fuego en contra.....	26
5.4.1.3 Fuego de flancos.....	29
6. LA TÉCNICA DE QUEMAS CONTROLADAS. PRINCIPIOS Y TRIÁNGULO DE LA QUEMA CONTROLADA. PROGRAMACIÓN, PLANIFICACIÓN, PRESCRIPCIÓN, EJECUCIÓN Y EVALUACIÓN ...	29
6.1 PRINCIPIOS DE LA QUEMA CONTROLADA	30
6.2 TRIÁNGULO DE LA QUEMA CONTROLADA.....	31
6.3 PROGRAMACIÓN	31
6.3.1 Equipo y logística en quemas controladas	31
6.4 CLASES DE QUEMA, MÉTODOS DE ENCENDIDO Y CONDUCCIÓN DEL FUEGO EN QUEMAS CONTROLADAS	32



6.4.1	Cortafuegos y Líneas de Control en las Parcelas de Quemas Controladas.....	33
6.4.1.1	Métodos de encendido aplicados en Quemas Controladas.....	34
6.4.1.2	Sistemas de Conducción del Fuego	39





1. INTRODUCCIÓN

En este tema trataremos de explicar la “práctica del manejo del fuego” intentando ver el fuego desde su lado constructivo, la prevención de incendios forestales y el fuego usado para la extinción desde una perspectiva técnica. Nos vamos a apoyar en “el saber vulgar”, la práctica y los conocimientos de las personas que más saben del monte, ecología, silvicultura, aprovechamientos, mantenimiento sostenido de recurso, la flora, la fauna, la biodiversidad, etc. “Los lugareños”, campesinos, agricultores, pastores. Desde el punto de vista técnico, quizá sea TRAGSA SA. (Empresa de Transformación Agraria) una de las empresas que en España ha tenido mayor contacto con “el mundo forestal” aportando estudios y conocimientos de las técnicas que en este tema trataremos, debido a su implicación con el resto de administraciones públicas en la mayor parte de España y muy imbricada en la Comunidad Valenciana.

La práctica del manejo del fuego se explica con claridad y de forma resumida para su aplicación en la extinción de incendios forestales, como una de las posibles, y a veces necesaria, operación del combate; condicionada por los tres factores que definen el comportamiento del fuego: combustibles, meteorología y topografía.

Es de todos conocida la frase: «más vale prevenir que curar», que también es aplicable a la “epidemia” que sufren nuestros montes por los incendios forestales provocados por el hombre, negligente o intencionadamente. Pero la mayor virulencia de esa denominada “epidemia”, se arrastra desde hace unos treinta años, en que el abandono del campo y el dejar de utilizarse: leñas, carbón, matorrales rozados, pastoreo, etc., propició que los montes estén “sucios”, como popularmente se dice; o lo que es lo mismo, que la cantidad y continuidad del combustible forestal facilite la propagación del fuego y haga más difícil la extinción de incendios forestales.

Pretender volver al estado de limpieza de nuestros montes de antaño, como sería deseable, no es viable por razones obvias (elevados costes económicos sin ningún ingreso). Pero sí es posible y necesario poner barreras a la propagación del fuego; una herramienta adecuada es la utilización del fuego técnico, hacer uso de las Quemadas Controladas, tema que vamos a tratar con la esperanza de que sea útil a todas las personas comprometidas en la defensa contra los incendios forestales.

A raíz de los graves y extensos incendios forestales que afectaron el Área Mediterránea española en julio del año 1994, las críticas a las Administraciones de las CC.AA. en los Medios de Comunicación fueron muy negativas, pero la mayoría no podían justificarse con conocimientos técnicos. Y se puede decir esto porque todos los grandes incendios forestales del 4 al 7 de julio de 1994 eran de altísima energía lo que hacía a los medios empleados en la extinción *inoperativos*.

Algunas de las críticas referidas sí las respaldaba la técnica o simplemente el conocimiento histórico de la práctica tradicional del campesino, *el contrafuego*. Esta práctica abandonada hace años en el Área Mediterránea, justificada con el uso de maquinaria (destrozadoras astilladoras, trituradoras, etc) se sigue manteniendo en otras regiones del Área Atlántica (Galicia, León, Zamora, etc.). Por ello, algunos críticos de la extinción llevada a cabo en los grandes incendios de 1994, y entre ellos los propios campesinos de las comarcas forestales afectadas, aludían a que se debía haber empleado la práctica tradicional, hoy conocida como



Quemas prescritas (Quemas controladas, Quemas de Seguridad, Quemas de ensanche y Contrafuegos)

La situación de severidad meteorológica de julio de 1994; sequía, altas temperaturas, baja humedad relativa, fuertes vientos terrales; se repitió en años siguientes al de 1994 como se repetirá en años futuros. Nuevamente en julio de 1998 los Medios de Comunicación repiten la crítica a la Administración, en este caso de Cataluña, con ocasión del gran incendio que arrasó el bosque en una de sus comarcas forestales más emblemáticas, *El Solsonés*. Esto propició el cambio necesario de la Administración catalana con respecto al abandono de la práctica del contrafuego y los responsables en la extinción de incendios forestales de Cataluña, dejaron constancia en sus declaraciones de la necesidad de enseñar y formar a "combatientes" (profesionales del fuego) en el empleo del fuego en la extinción de incendios forestales, quemas prescritas y el contrafuego.

No es necesario que se repita el desastre de grandes incendios y que la noticia se recoja en titulares para que en cualquier época, y preferentemente en verano, la prensa escrita reitere la deficiente prevención y el fracaso en la extinción de incendios forestales que se lleva en España y las consecuencias de lo que podía denominarse como *deficiencia administrativa*. La práctica de Quemas Controladas aceptada lógicamente por razones técnicas, no lo es tanto por razones políticas, encastilladas en la prohibición del uso del fuego o en limitaciones tan rígidas que difícilmente hacen posible el uso del fuego útil, en la época que es posible aplicar la Técnica de Quemas Controladas.

La explicación de que en la Comunidad Valeriana no se haga mas uso de Quemas Prescritas como en otras regiones u otros países, puede ser debido a la falta de conocimiento y criterio, falta de formación de verdaderos expertos que tengan conocimiento de su utilidad y aplicación con un mínimo riesgo. Históricamente se ha manejado el fuego, al menos hasta mediados de los años setenta, en todas las Regiones españolas *se quemaba mucho, bien y en hermandad*, pues siempre la quema, aunque fuera agrícola (rastrojo) o ganadera, era asistida por personal suficiente (verdadera implicación vecinal).

La despoblación de áreas rurales y el consiguiente abandono del campo son causa principal del grave problema de los incendios forestales que se arrastra en España desde hace 30 años, como es de todos conocido. Pero menos conocida es la necesidad a veces perentoria que el campesino tiene (agricultor, ganadero y selvicultor) de eliminar vegetación, cuya forma más expedita y barata es el fuego. Pero ahora el control de dicho fuego es más difícil por la acumulación y continuidad de combustibles y la quema incontrolada por causa negligente e intencionada motiva la mayoría de los incendios forestales en España. Por ello, la Opinión Pública, más en la sociedad urbana que en la rural, difícilmente comprende el uso del fuego que necesariamente puede y debe hacerse aplicando la técnica de Quemas Prescritas.

Desde hace algunos años y con ocasión de la puesta en marcha de Equipos de Prevención Integral (EPRIF), que incluían entre sus cometidos la práctica de Quemas Controladas, se ha podido comprobar en todas las Comarcas Forestales donde han actuado la aceptación e incluso demanda de los campesinos para que se quemaran parcelas con fines agrícolas, ganaderos y hasta cinegéticos; en todas las parcelas cumplía la quema una finalidad preventiva y medioambiental (ej. zonas forestales de Castilla y León, Parque Natural el Hondo de Alicante). Esto abre un camino a seguir, aún con dificultades administrativas, más propias de

países en vías de desarrollo que desarrollados. En EE.UU. se aplican Quemadas Controladas en millones de acres anualmente.



Vista aérea de quema controlada (enclaves agrícolas dentro de montes)

2. LA QUEMA PRESCRITA. DEFINICIONES Y CONCEPTOS BÁSICOS

Quema Controlada:

Es la que se realiza según un *plan técnico* estimando el comportamiento del fuego (intensidad y velocidad de propagación) de acuerdo con los *objetivos* marcados. El *Fuego Prescrito* es el que se condiciona según combustibles, meteorología y topografía (prescripción), para conseguir una *gestión sostenible* en la quema de vegetación con compatibilidad ecológica. Como quiera que las *condiciones prescritas* también definen el *comportamiento del fuego* podrán integrarse la Quema Controlada y el Fuego Prescrito en una única denominación: *Quema Prescrita*, definida a continuación.

Quema Prescrita:

Es la que se realiza según un plan técnico bajo prescripción, condicionada por los combustibles, meteorología y topografía, para estimar un comportamiento del fuego acorde con una gestión sostenible, que marque unos objetivos con compatibilidad ecológica.

Ya se ha apuntado la complejidad de la temática de incendios forestales, que no pueden ni se deben simplificar. Dicha complejidad se extiende a las definiciones y conceptos relativos al fuego prescrito, como puede comprobarse en los trabajos de múltiples autores. A veces la terminología empleada adolece de traducciones más literales que libres, de palabras de otros idiomas (inglés y francés) que debían haberse consultado con expertos filólogos, pero que pueden disculparse porque es usual en todas las tecnologías procedentes de otros países y que, después, con su aplicación, se van precisando y mejorando idiomáticamente, hasta que se recogen sus términos en el Diccionario de la Real Academia Española.



En este tema, la denominación más usual es la de *Quema Controlada*. La razón que apoya esta denominación es la definición legislativa del incendio forestal: *fuego que se extiende sin control sobre el terreno forestal afectando a vegetación que no estaba destinada a arder*. También puede apoyar la denominación de Quema Controlada el que las quemas tradicionales, que hemos matizado que se realizaban *"bajo control"* por el personal empleado para que el fuego no escapase, pueden y deben pasar a realizarse sometidas a un Plan Técnico de Quema.

Podríamos decir que hablar de *"uso del fuego prescrito"*, denominación apropiada cuando se trata de la *gestión sostenible* de la vegetación mediante el fuego, tanto en operaciones preventivas preferentemente de defensa del bosque, áreas urbanas (zonas de interfase) como en tratamientos relacionados con el mantenimiento, conservación y mejora de ciertos ecosistemas (Piroecología y Pirodiversidad).

Por lo expuesto, las tres denominaciones: Quema Prescrita, Quema Controlada y Fuego Prescrito pueden considerarse apropiadas, aunque en este tema se dé preferencia a la primera, ya que, lógicamente, se antepone el uso práctico del fuego al científico. Pero ha de reconocerse que dicha ciencia ha sido fruto de largos años de investigación y práctica que todavía continúan, tanto de científicos de otros países como españoles. Debemos destacar, entre los españoles, los equipos de Ingenieros de Montes de los Centros de Investigación del Fuego de Lourizán (Pontevedra) e INIA (Madrid), así como Profesores de Universidades que incluyen asignaturas sobre Prevención y Extinción de Incendios Forestales (Universidad Elche y Alicante). Por último, en estas nominaciones no podía faltar la labor divulgadora y educativa llevada a cabo, desde hace años, por el Área de Defensa contra Incendios Forestales de la DGCN y las empresas TRAGSA e EIMFOR, contratantes y ejecutoras de trabajos preventivos con técnicos de contrastada profesionalidad en estos temas.

En los apartados siguientes se expondrán los conocimientos necesarios, pero suficientes, de lo que podría calificarse como *base teórica* de la Quema Controlada y/o Fuego Prescrito.

3. LA QUEMA PRESCRITA. EL FUEGO PRESCRITO. OBJETIVOS

Se han calificado los incendios como "imparables" en razón de lo siguiente:

"Pretender un ataque directo cuando la ola de calor y el humo no puede soportarse a 50 m del frente, utilizando autobombas que lanzan agua a más de 20 m (\varnothing 25 mm), aviones y helicópteros, es además de ineficaz, peligroso; después ordenarles que lancen el agua en frentes con longitud de llama de más de 10 metros en topografía abrupta, es ineficaz, pues las descargas lanzadas a más de 50 metros de altura producen un efecto más refrescante que extintor".

La elección del método de extinción, en correspondencia con el comportamiento del fuego es básico en la lucha contra los incendios forestales y ese comportamiento está condicionado por tres factores: combustible, topografía y meteorología (viento), triángulo del comportamiento del fuego. Pero es que además la elección del método está estrechamente ligada a la seguridad del personal. Si el ataque directo incluso con medios potentes para lanzamiento de agua, lo limita la dinámica del propio fuego: velocidad de propagación e



intensidad y esta limitación se incrementa con la topografía tanto para los medios aéreos como terrestres, en este caso cuando no existen accesos para los vehículos autobombas; también el ataque indirecto tiene limitaciones sobre todo si se emplea fuego para apagar fuego, esencia del "contrafuego".

Antes de abordar los objetivos propuestos señalemos que un "Combatiente de Incendios Forestales" es el profesional adiestrado en el uso del "agua y la eliminación del combustible en líneas de defensa, líneas cortafuegos o por uso del fuego técnico (quema de ensanche, quema de seguridad, quema controlada o contrafuego)", para extinguir incendios forestales. El agua es uno de los elementos básicos en el ataque/método directo y el fuego es el elemento complementario en el ataque/método indirecto; con el primero se extingue el incendio sofocando las llamas, con el segundo se planifica el control de los frentes de llamas cercando el fuego con fajas limpias de combustible, líneas de defensa y control, quemas de ensanche, quemas de seguridad o se utiliza el contrafuego si lo permite la planificación y estrategia de extinción (PMA-equipo logístico), y cumplida la etapa de control, se continúa con ataque directo si la intensidad del fuego lo permite.

Otro objetivo que pretendemos conseguir con este tema, es que sirva para una enseñanza eminentemente práctica del personal encuadrado en los equipos de extinción a todos los niveles, pues la técnica del contrafuego debe conocerse no sólo por razones de eficacia sino sobre todo por seguridad.

El camino propuesto con proyección futura no deja dudas sobre la mejora necesaria claramente preventiva a conseguir con el uso de Quemadas Prescritas, aplicadas con justa medida y como herramienta clave en la extinción, bien aplicada (apoyo logístico profesional), en grandes incendios.

Sobre el **conocimiento de estas técnicas** podemos defender que es:

- *Aconsejable* a las personas interesadas en la problemática derivada de los incendios forestales.
- *Recomendable* a las personas comprometidas en la realización de una gestión sostenible de la vegetación usando el fuego con criterios de compatibilidad ecológica.
- *Necesaria para* las personas, con o sin formación, relacionadas con el uso del fuego en áreas rurales.
- *Imprescindible para* las personas que de forma directa o indirecta intervienen en la prevención y extinción de incendios forestales.

Pero ha de tenerse en cuenta la complejidad que el conocimiento y la aplicación del *fuego prescrito* entraña, por lo que es necesaria una práctica continuada para conseguir unos *verdaderos especialistas* de quemadas controladas y expertos a la hora de actuar en posibles contrafuegos.

3.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS COMBUSTIBLES. INFLAMABILIDAD Y COMBUSTIBILIDAD

Con respecto a estos factores ya se ha comentado suficientemente, en temas anteriores.



Siguiendo la metodología de los investigadores del INIA, las características de los combustibles forestales son:

- Cantidad.
- Estructura:
 - Relación superficie/Volumen.
 - Compactación.
 - Continuidad y homogeneidad.
- Humedad.
- Composición química.
- Poder calorífico.

De cada una de estas características se deriva una gran importancia relacionada con las Quemadas Controladas.

4 COMPORTAMIENTO DEL FUEGO. CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE APLICACIÓN EN QUEMADAS CONTROLADAS

En las Quemadas Controladas ha de estimarse en la prescripción el comportamiento del fuego, cuyos parámetros son los siguientes:

- Velocidad de Propagación.
- Intensidad lineal del fuego.
- Características de las llamas.
- Tiempo de residencia.

4.1. VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN

La velocidad de propagación es la del frente con mayor avance (cabeza) expresada en m/min o km/h. Se distinguen, tanto en incendios como en Quemadas Controladas, velocidades inferiores a la de cabeza en flancos y cola. La estimación de la velocidad de propagación puede graduarse según la clasificación siguiente:

CLASIFICACIÓN DE LA VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN

Incendios Forestales	Quemadas Controladas
Lenta: < 2 m/min.	Muy lenta: < 0,5 m/min.
Mediana: 2-10 m/min.	Lenta: 0,5-2 m/min.
Alta: 10-40 m/min.	Controlable: 2-5 m/min.
Muy alta: 40-70 m/min.	Contr. con dificultad: 5-10 m/min.
Extrema: > 70 m/min.	Contr. sólo con baja intensidad: 10-20 m/min
	Incontrolable': > 20 m/min

**Únicamente en fuego de pastos velocidades entre 20-40 m/min pueden controlarse con Líneas de Defensa.*

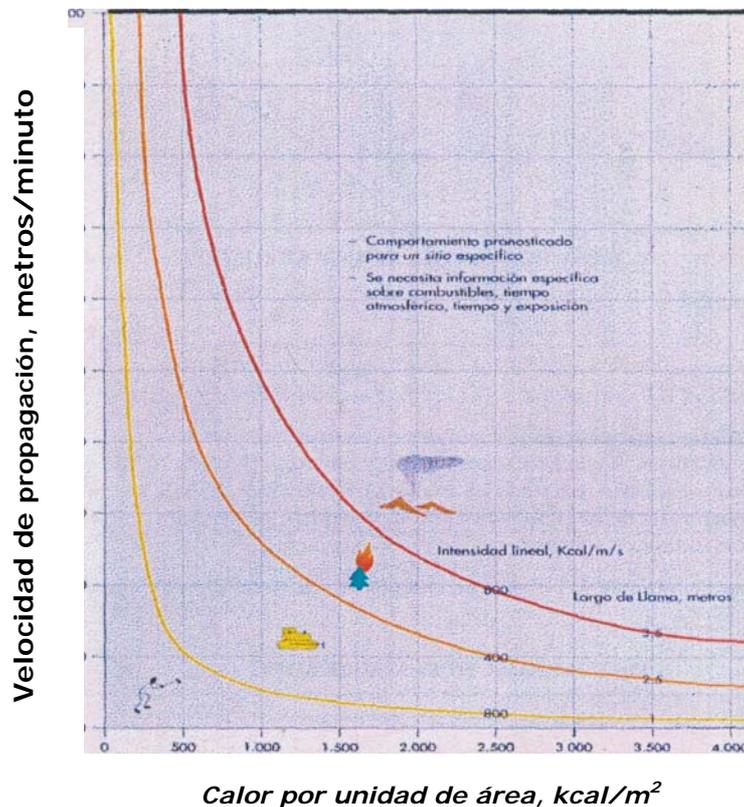


- Eliminación combustible.
Fuegos de alta intensidad.

En la prescripción de Quemas Controladas, la velocidad de propagación según combustibilidad puede graduarse prefijando la velocidad del viento entre un máximo y un mínimo y teniendo en cuenta el efecto ladera en quemas ascendentes o descendentes. En la ejecución de Quemas Controladas el método de encendido escogido para la conducción del fuego será crucial en la velocidad de propagación.

4.2. GRÁFICO Y CUADRO ORIENTATIVOS SOBRE EL COMPORTAMIENTO DEL FUEGO

Se trata de un gráfico de comportamiento pronosticado, donde los ejes acotan: Velocidades de propagación en m/min (ordenadas) y Calor por unidad de área en Kcal/m² (abscisas). Las curvas asintóticas del gráfico se acotan por la intensidad lineal en Kcal/m y la longitud de llama y separan espacios del gráfico según los medios indicados para controlar incendios forestales.





Este gráfico puede orientar las Quemadas Controladas según los valores recogidos en la clasificación de velocidades de propagación y de graduación de las intensidades lineales por la longitud de llama, que es de fácil medición en la Quema Controlada por medio de jalones indicativos de alturas.

5 FUNDAMENTOS DE LA EXTINCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES Y EFECTOS DEL FUEGO A TENER EN CUENTA EN LAS QUEMAS CONTROLADAS

La experiencia en el combate contra incendios forestales es fundamental para la planificación y ejecución de Quemadas Controladas, pero siempre serán necesarios los conocimientos básicos sobre el fuego, expuestos en los apartados anteriores. Normalmente, el personal cualificado, como *combatientes* de extinción (BRE), será el indicado para integrar equipos tanto de prevención como extinción, pero dichos equipos, si se les asigna operaciones específicas del *manejo del fuego* como son las quemadas controladas, deben formarse con combatientes de profesionalidad contrastada, refiriéndonos al personal más antiguo, y con mayor experiencia en estas prácticas.

Las **Quemadas Controladas**, aparte de su finalidad en conseguir discontinuidades en el combustible, horizontales (áreas cortafuegos) y verticales (fuegos bajo dosel), también pueden tener otra finalidad comprendida en la que se ha denominado gestión sostenible de la vegetación forestal. Para que pueda calificarse dicha gestión como sostenible es necesario conocer los efectos del fuego no sólo en la vegetación como elemento de un ecosistema, sino también en otros dos elementos, la fauna y el suelo (base del ecosistema). Estos conocimientos que relacionan el fuego y los ecosistemas algunos autores los denominan: Piroecología y Pirodiversidad.

Iniciamos los apartados siguientes exponiendo resumidamente los fundamentos de los tres métodos de extinción: Directo, Indirecto y Contrafuegos.

5.1. QUEMAS CONTROLADAS PARA LA EXTINCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES: MÉTODO DIRECTO

En el Método Directo de extinción también denominado Ataque Directo, las tres etapas clásicas del combate: ataque, control y liquidación se llevan al unísono con un solo objetivo, sofocar las llamas para que el incendio no progrese y quede extinguido en el mismo límite del frente donde se actúa, con operaciones de remate (liquidación) que acaban con focos latentes, sin llama, para que no se reaviven.

La característica del fuego que define el empleo del Método Directo es principalmente **la intensidad**, pues marcará la distancia al frente de llamas donde los combatientes pueden situarse con sus herramientas manuales o con los medios de lanzamiento de agua, para primero apagar las llamas y después asegurarse de que no se reproduzcan dejando lo que se denomina **línea negra**. En incendios rápidos de baja intensidad, como pueden ser los de pastos y matorral bajo de alta inflamabilidad y combustibilidad, a veces la velocidad de propagación supera el rendimiento esperado de los equipos de extinción por lo que el Método Directo no puede aplicarse.

El Método Directo es el fundamental a emplear en fase de ejecución de Quemadas Controladas, con el fin de que el fuego no traspase las líneas perimetrales que irán pasando a líneas negras. Para que esto sea posible, la intensidad prescrita, tanto si el encendido de la quema se hace apoyado en la línea perimetral o cuando el fuego llegue a dicha línea, debe permitir extinguir las llamas con los medios actuantes en la Quema Controlada.

5.2. QUEMAS CONTROLADAS PARA LA EXTINCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES: MÉTODO INDIRECTO

Aunque como se ha dicho el Método Directo es el normalmente usado en la ejecución de Quemadas Controladas, en la preparación de la parcela de quema, fase previa a la prescripción ejecución, y como éstas incluida en el PLAN DE QUEMA, son necesarios unos conocimientos básicos y definiciones del Método Indirecto de extinción.

El Método Indirecto en la extinción de incendios forestales comprende una serie de actuaciones defensivas y ofensivas, dentro de un Plan de Extinción basado en establecer **una Estrategia, una Táctica y un Horario**. Como las actuaciones ofensivas se comprenden en el Ataque Directo, las defensivas comprenderían el Ataque Indirecto denominación no apropiada a un Método que incluye una actuación específica en la extinción de incendios forestales, el contrafuego, acción agresiva en la que se provoca fuego apoyándose en una línea de defensa construida con este fin o línea de control adecuada existente.

5.3. DEFINICIONES Y CONCEPTOS BÁSICOS DEL MÉTODO INDIRECTO

5.3.1. Líneas de Defensa

Def: Son fajas que se construyen a una distancia calculada de los frentes de llamas, en las que se corta, roza y extrae el combustible y si es necesario se raspa o cava hasta el suelo mineral. El combustible extraído se dispone al lado contrario hacia donde avanza el fuego. La construcción se realiza manualmente con herramientas apropiadas al tipo de combustible o con tractores, si el terreno lo permite, utilizando los aperos adecuados a la labor a realizar.



**Línea de Defensa
abierta con
herramienta**



Los fundamentos principales de la construcción de una línea de defensa son:

- a) Poder atacar un frente de llamas con el Método Directo al disminuir su intensidad hasta tal punto que permita el uso de herramientas manuales: batefuegos, extintor de mochila, pala de tierra, extintores de explosión, etc.
- b) Faja abierta para realizar un tendido de mangueras en la línea racional a la que obliga la propagación del incendio, atacando preferentemente en los flancos por eficacia y seguridad.
- c) Apoyo necesario pero no suficiente para aplicar un contrafuego.
- d) Vía de escape hacia los puntos de anclaje seguros de su inicio o terminación. Un combatiente de la cuadrilla/brigada o asistente de maquinaria debe situarse en sitio dominante para seguir el trabajo de apertura y observar la evolución del fuego, alertando del peligro y provocando la evacuación si es necesaria.

Los principios de la localización de una línea de defensa, son:

1. DISTANCIA ADECUADA.
2. TIEMPO ADECUADO.
3. LO MÁS CORTA POSIBLE.
4. RUTA MÁS FÁCIL.
5. SORTEAR LOS MAYORES PELIGROS.
6. EVITAR LÍNEAS SINUOSAS.
7. UTILIZAR BARRERAS NATURALES.
8. USAR MAQUINARIA DONDE SEA POSIBLE.
9. SEGURIDAD DEL PERSONAL.
10. CIRCUNSCRIBIR EL ÁREA DE FUEGOS SECUNDARIOS.
11. LÍNEA ANCLADA EN SU INICIO Y TERMINACIÓN.
12. CONSIDERAR EFECTOS EN EL MEDIO AMBIENTE (maquinaria).
13. ASEGURAR RUTA DE ESCAPE Y ZONAS DE SEGURIDAD.

Los principios de construcción de una línea de defensa, son:

1. NO MÁS ANCHA DE LO NECESARIO.
2. DESPEJAR HASTA EL SUELO MINERAL.
3. ESPACIAR BRASAS Y MATERIAL QUE SE QUEMA EN EL ÁREA DEL INCENDIO.
4. CONSTRUIR TRINCHERAS PARA DETENER EL MATERIAL RODANTE.
5. AUMENTAR EFECTIVIDAD DE LA ANCHURA ENFRIANDO EL FUEGO CERCANO CON TIERRA Y AGUA.
6. CUBRIR TRONCOS Y TOCONES.
7. BAJAR LA ALTURA DEL COMBUSTIBLE CERCANO.
8. REFORZAR LA ANCHURA TRATANDO EL COMBUSTIBLE CON RETARDANTE (CORTAFUEGOS QUÍMICOS) Y/O QUEMA DE ENSANCHE.

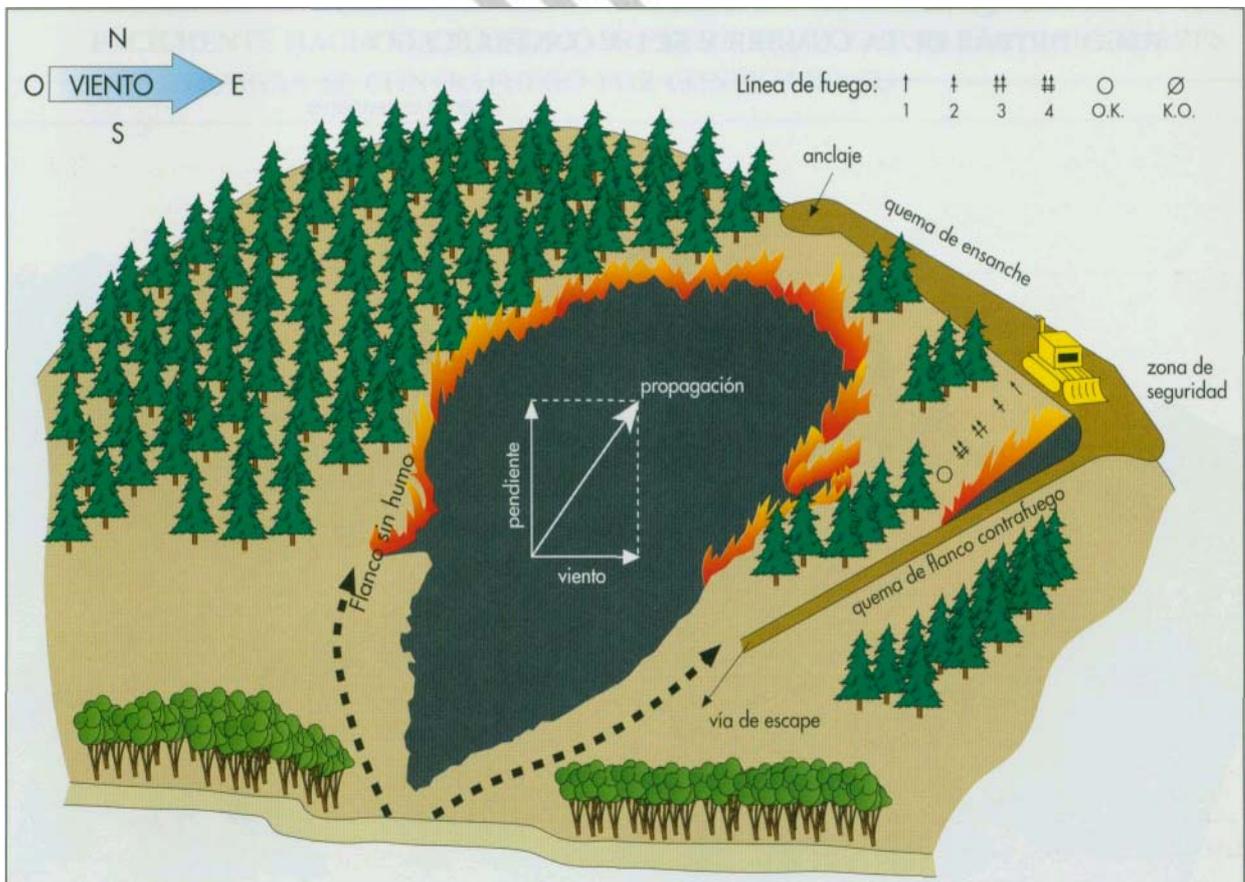


La construcción de líneas de defensa en las Quemadas Controladas tiene el fundamento principal de compartimentar la Parcela de quema con divisiones dentro de su perímetro que permitan una conducción del fuego de fácil control y con intensidad y velocidad adecuadas con los objetivos a conseguir. La construcción de fajas subdividiendo la parcela que hemos asimilado a Líneas de Defensa, se realiza en la fase de preparación del Plan de Quema por los fundamentos principales referidos, pero como secundarios pueden también servir los señalados anteriormente con a) y b).

Los principios expuestos de la localización de una línea de defensa se completan y aclaran con los siguientes casos prácticos, sus figuras dan una imagen gráfica de a dónde deben localizarse y para qué sirven las líneas de defensa. Con respecto al anclaje de su inicio o terminación además de los apoyos en barreras naturales (rocas, ríos, etc.) o artificiales (caminos, pistas, etc.) debe contemplarse un apoyo provocado por quema controlada en su inicio y/o terminación. Quema que se inicia y apaga para cubrir un área segura para el personal y eficaz para que el fuego no penetre a espaldas de los combatientes.

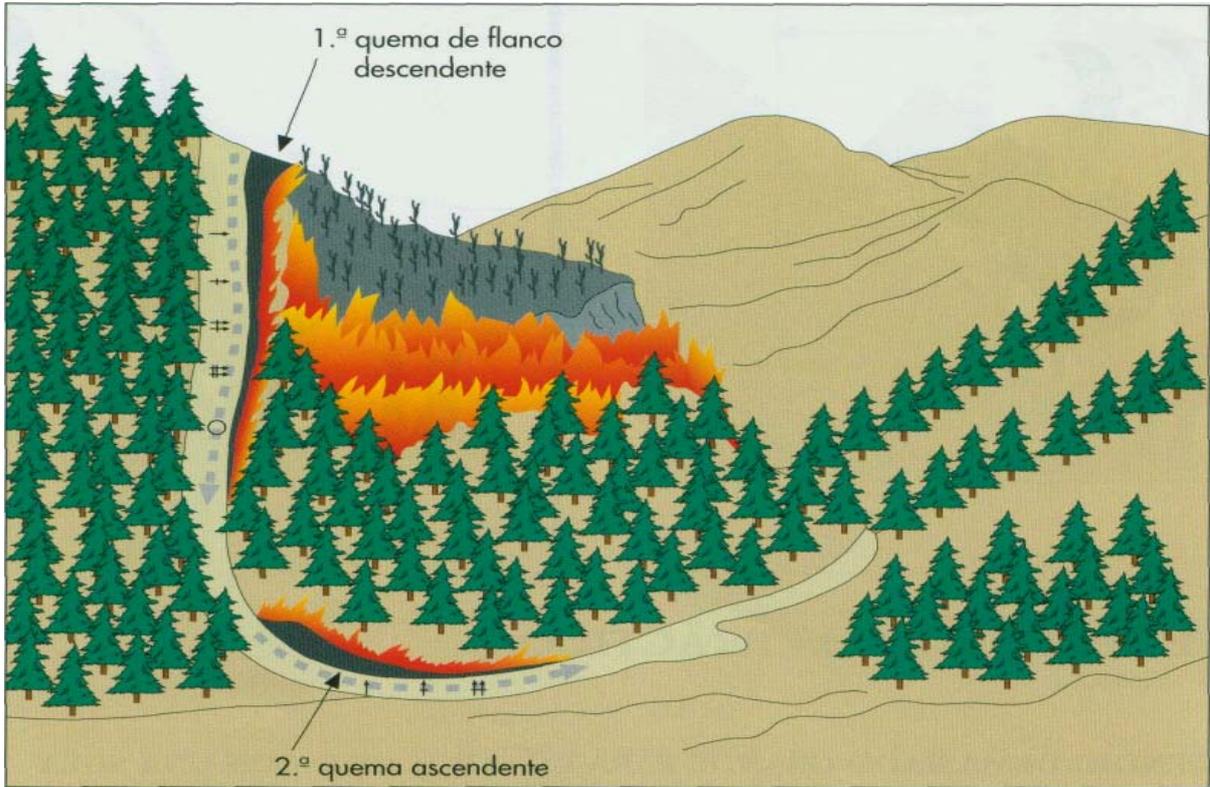
Aparte de los principios que informan de la construcción de una línea de defensa, la longitud, anchura y distancia calculada al frente de llamas de acuerdo con la velocidad de propagación, únicamente quedan garantizados si el personal de cuadrillas y brigadas está adiestrado en estos menesteres e igualmente los maquinistas que pudieran intervenir.

*** INCENDIO DEMASIADO GRANDE PARA CONTROLARLO CON UNA SOLA CUADRILLA. SE DA ATAQUE DIRECTO POR LOS FLANCOS Y SE PIDEN REFUERZOS PARA DAR ATAQUE INDIRECTO POR EL FRENTE DEL INCENDIO**

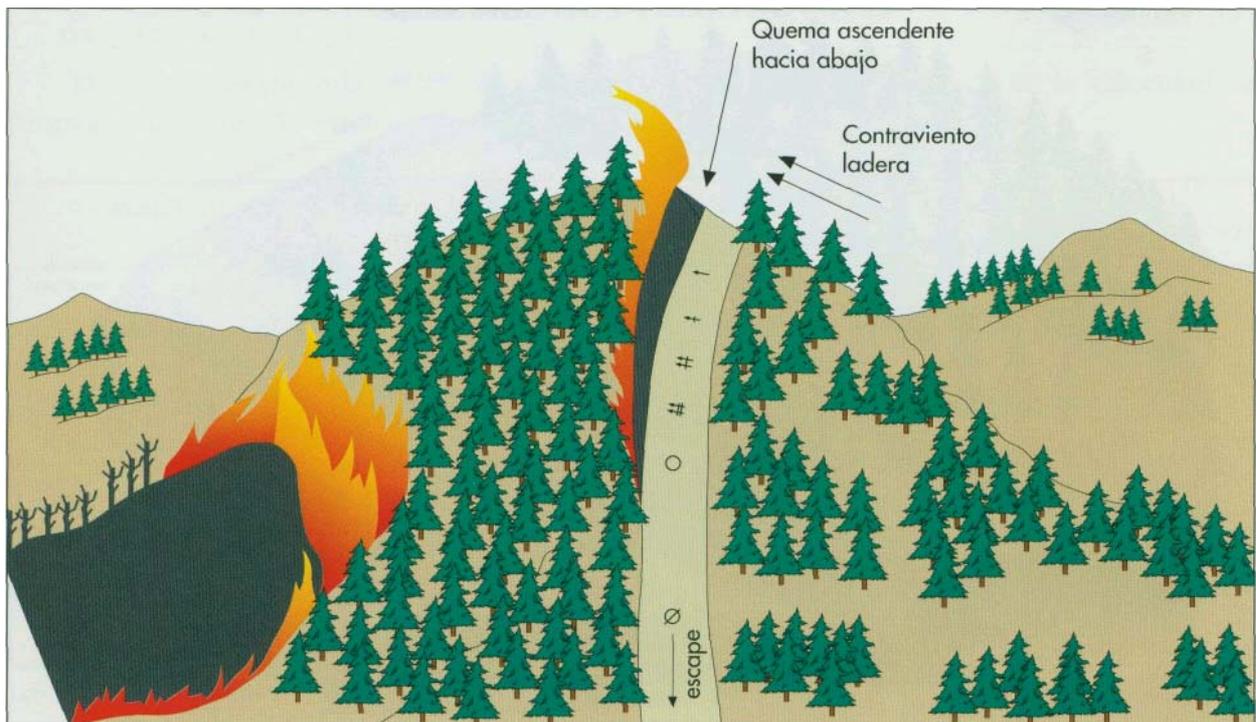




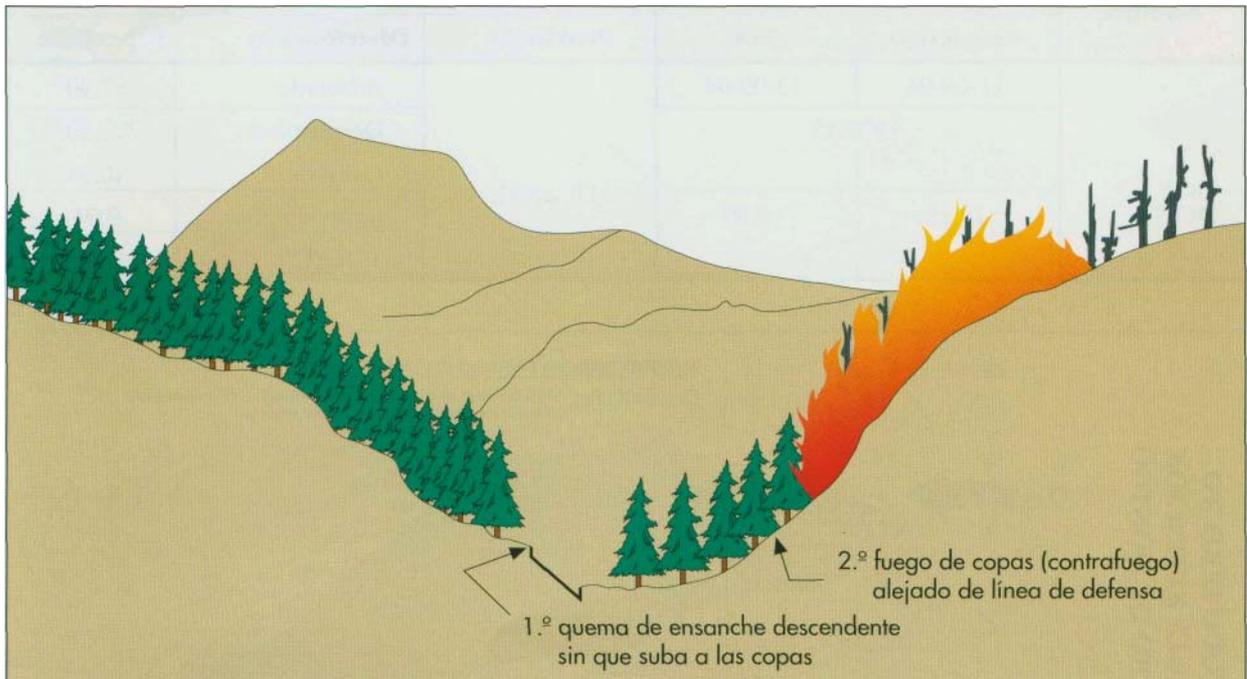
*** INCENDIO EN FUERTE PENDIENTE. SE ABRE UNA LÍNEA POR AMBOS LADOS DE ARRIBA ABAJO Y SE QUEMA DESDE ELLA**



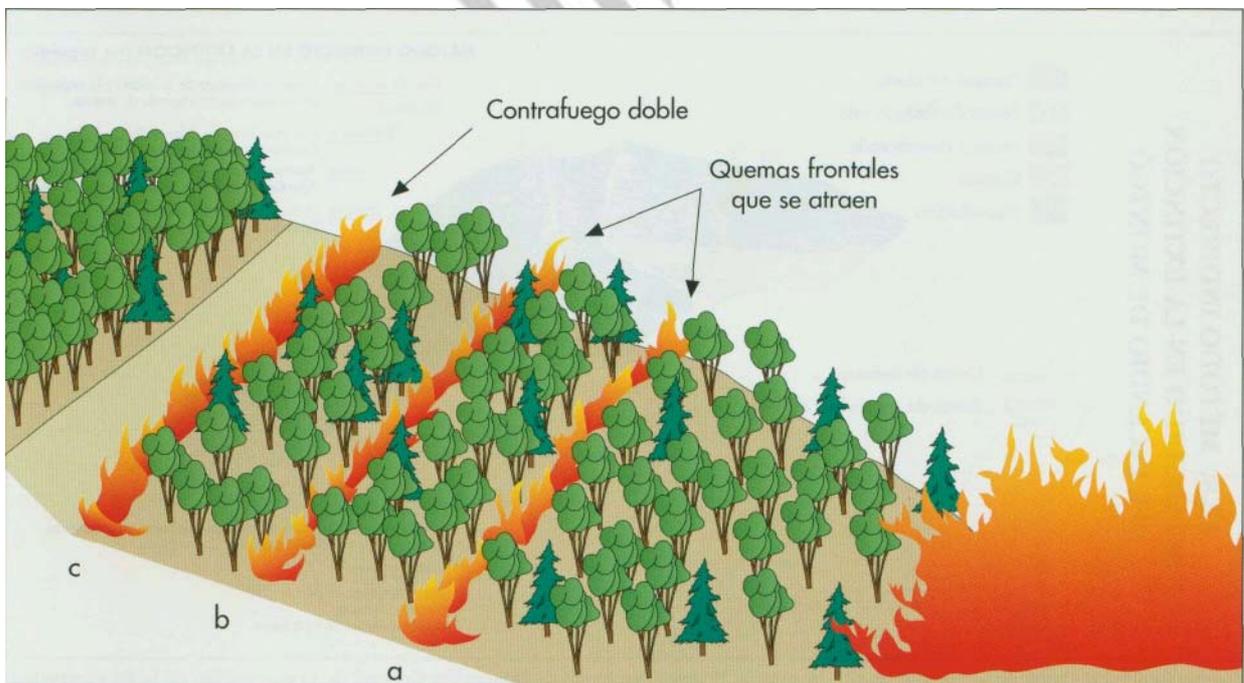
*** INCENDIO QUE SUBE POR FUERTE PENDIENTE. SE ABRE UNA LÍNEA DE DEFENSA ALGO DETRÁS DE LA CUMBRE Y SE DA CONTRAFUEGO**



*** INCENDIO QUE BAJA POR UNA CUESTA. SE ABRE UNA LÍNEA DE DEFENSA AL OTRO LADO DE LA GARGANTA**



*** CONTRAFUEGOS AUXILIARES. EL CONTRAFUEGO, A VECES, NO AVANZA FÁCILMENTE HACIA EL INCENDIO. SE PUEDE PROVOCAR QUEMAS AUXILIARES QUE ATRAIGAN EL CONTRAFUEGO POR CONTRAVIENTO**



5.3.2. Líneas de Control

Son las que se establecen en el Plan de Extinción como proyecto del perímetro que puede tener el incendio una vez controlado, si el fuego no se escapa. Este proyecto se inicia estableciendo líneas de control en los límites de barreras naturales o artificiales que impidan o dificulten la propagación del fuego



por su nulo o escaso combustible y siempre que la intensidad evaluada del fuego al llegar a la línea de control permita la aplicación del método directo con los medios disponibles o alternativamente haciendo uso del fugo (contrafuego, quema ensanche, quema de seguridad), condicionado por los factores meteorológicos (viento).

Las barreras naturales que determinan la línea de control pueden ser secas (rocas, pedreras, arenales, etc) y húmedas (ríos, embalses, etc) También pueden establecerse líneas de control en áreas de vegetación de difícil propagación del fuego como son las masas de frondosas, prados y límites de cultivos de regadío o secano labrado (olivos, viñas, etc.)

Las barreras artificiales son los caminos, pistas forestales, carreteras y las construidas con este fin: fajas y áreas cortafuegos si están bien conservadas.

La etapa de control en un incendio forestal se basa en "cercar el enemigo", circunscribir los frentes de llamas evitando que éstos traspasen las líneas de control establecidas y las que completan el cerco con la construcción de Líneas de Defensa o Líneas Cortafuegos, siempre anclada en las de controles existentes.

Es frecuente en el Ataque Ampliado y sobre todo en los Grandes Incendios, que debido a la alta intensidad (altura de llamas) y/o velocidad de propagación (superior a 10 m/min) se pueda planificar un perímetro de control que circunscriba a todos los frentes de llamas, así como si el contorno del incendio es muy irregular. En este caso el Director de Extinción debe dividir el incendio en sectores lo que supone establecer líneas de control "segmentadas" que progresivamente se van uniendo con las líneas de Defensa y las líneas de borde quemados después de su liquidación. El ejemplo más simple, en situaciones de incendios con cabeza de fuego potente, es el ataque en los flancos reduciendo la longitud del frente de cabeza y orientando el avance del fuego hacia una línea de defensa o control desde donde se pueda aplicar el método directo o el contrafuego.

Como líneas de control en el perímetro continuo o segmentado, se deben considerar el borde de la superficie quemada siempre que se tenga seguridad de que no existen focos de fuego que puedan reproducir el incendio. En este caso pueden hablarse de liquidación parcial solapada con la etapa de control y acabada ésta completar la extinción con la Etapa de Liquidación a la que siempre debe seguir la vigilancia para que no se reproduzca el incendio.

Lógicamente las líneas de control son las del perímetro establecido para realizar la Quema Controlada con idénticas funciones a las descritas anteriormente.

5.3.3. Cortafuegos químicos

Son fajas de combustible tratado con mezcla de agua y retardante. La anchura de la faja y dosificación es variable y depende de la altura de vuelo, cuando la mezcla se lanza con medios aéreos; con medios terrestres: kit de lanzamiento o autobomba, puede fijarse la anchura de la faja según caudal en punta de lanza.

Con el nombre genérico de *retardante* se conocen tres clases de productos: retardantes a largo plazo, espumas y viscosantes. De los primeros los más usados son los concentrados de polifosfato amónico. La espuma se forma por la mezcla de espumógeno, agua y aire; para constituir un agregado estable de burbujas, el aire penetra en la mezcla en las lanzas expansoras o por la simple caída y velocidad del medio aéreo. El viscosante, desde hace pocos años más usado, es la mezcla de polímeros en polvo o líquidos con el agua, formando un gel pastoso que se pega al combustible y retiene el agua. Estos productos mejoran las propiedades intrínsecas al agua en la extinción, la efectividad se mantiene de forma decreciente según el agua se va evaporando. Los de largo plazo prolongan su efecto en el combustible cuando ha perdido la humedad, pero este efecto es parcial y su efectividad es menor que cuando el combustible está húmedo.



Los "Cortafuegos químicos" constituyen una Línea de Defensa temporal, pero por la rapidez de tratamiento del combustible, tanto por medios aéreos si la cadencia de descargas se hace a menos de 10 minutos, y la facilidad unida a la rapidez de las autobombas (espumas), permiten un refuerzo de las líneas de defensa y control cuando el fuego llega a ellas y sobre todo permiten aplicar los contrafuegos con más garantía de eficacia y seguridad.

El empleo de cortafuegos químicos está indicado en Quemas Controladas pues pueden sustituir a las líneas de defensa de subdivisión de la parcela de quema y garantizan el control en las líneas perimetrales tanto para el encendido como para la extinción. En la segunda parte de este Manual se tratará detenidamente el empleo de cortafuegos químicos en Quemas Controladas, así como los medios que deben emplearse y, entre ellos, el más moderno y eficiente, como son los kit de formación de espuma con aire comprimido.

5.3.4. Quema de ensanche

Es la que se realiza como “quema controlada” para ampliar las zonas desprovistas de vegetación: líneas de defensa y control, sin más trabajo adicional para la brigada que el control del fuego provocado, que puede llegar a la extinción de éste cuando se ha conseguido la anchura prevista o a dejar que avance el nuevo frente para que actúe como contrafuego.

Los principios de la quema de ensanche son:

1. LOS COMBUSTIBLES SON QUEMADOS INTENCIONADAMENTE.
2. SE FORTALECE LA LÍNEA.
3. SE EVITA EL PELIGRO QUE EL FUEGO ATRAVIESE LA LÍNEA.

En el Plan de Extinción dentro del Método Indirecto siempre debe incluirse la realización de quemas de ensanche en razón a los principios antes expuestos.



En la propia definición de la quema de ensanche se matiza que se realiza como *quema controlada*, por lo que en el Plan de Quema deben denominarse como quemas de ensanche las que se realicen en la fase preparatoria como refuerzo de las líneas perimetrales de la parcela. A veces, estas quemas de ensanche también tienen carácter de *quema de prueba*, cuya inclusión es conveniente y necesaria en el Plan de Quema (nos dan idea del futuro comportamiento de la quema).

Puede realizarse la quema de ensanche a medida que se construye la línea de defensa siempre que se tenga seguridad que el fuego provocado no traspase la línea prevista, pendiente de construir. Es aconsejable, si no se tiene un buen anclaje en la línea de control donde se inicia la construcción de la línea de defensa, que se realice una quema de ensanche, lo mismo debe hacerse en el anclaje de terminación.



Es principio fundamental de las “quemadas controladas” que el fuego provocado se realice pausadamente, sin prisas, y con personal suficiente para controlar su intensidad y dirección de avance de acuerdo con los factores que intervienen en el triángulo de propagación. El equipo de quema siempre debe estar dotado de herramientas (batefuegos, palas, rastrillos, etc) pero sobre todo de extintores de mochila y lo ideal es poder lanzar agua con autobombas.

5.3.5. Quema de seguridad

Un caso muy especial de las quemadas de ensanche es la que puede denominarse “quema de seguridad” que es la que puede y debe realizar un grupo de combatientes cuando se encuentran anuladas las vías de escape. En incendios peligrosos o grandes incendios puede suceder que un grupo de combatientes, normalmente una cuadrilla (brigadas y bomberos) o brigada y bomberos en zonas diferentes, queden rodeados por las llamas, que se inicien una serie de focos secundarios que genera un fuego explosivo, se acumule tal cantidad de humo que dificulte la respiración, etc; en estos casos o parecidos, sino puede hacerse una rápida evacuación, el grupo buscará el sitio adecuado: escasez de combustible, combustible ligero (pasto), punto de agua, etc. y provocará un fuego en la dirección favorable para su rápida propagación (viento, pendiente) que descubra un área segura para que la intensidad del fuego no les afecte y abra una burbuja en la dinámica de los gases que les permita respirar.

5.3.6. El contrafuego

La Técnica del Contrafuego podríamos decir que es la prueba máxima a la que se puede enfrentar un profesional de quemadas controladas, como se ha dicho, algunos autores la incluyen dentro del Método Indirecto de extinción. Por lo que conocemos como profesionales, este tema amplía y complementa los conocimientos referentes al “Ataque a un Incendio Forestal», dentro del “Método Indirecto”. Lo podremos utilizar para la extinción, demostrando un manejo del fuego como herramienta potente en la extinción de incendios forestales.

Un «Especialista forestal» es el profesional adiestrado en el uso del “agua y la eliminación del combustible en líneas de defensa, líneas cortafuegos o por quema controlada”, para extinguir incendios forestales.

El agua es uno de los elementos básicos en el ataque/método directo y el fuego es el elemento complementario en el ataque/método indirecto; con el primero se extingue el incendio sofocando las llamas, con el segundo se planifica el control de los frentes de llamas cercandando el fuego con fajas limpias de combustible, líneas de defensa y control, y cumplida la etapa de control, se continúa con ataque directo si la intensidad del fuego lo permite o se utiliza el contrafuego.

Nos fijaremos como objetivo: «minimizar los daños con el mínimo coste» que lógicamente se mantiene a lo largo de este tema pero además se añade lo que matemáticamente se conoce como «la ley del mínimo», que dice: que hay que gastar equilibradamente cuando hay varios factores que intervienen en un resultado.



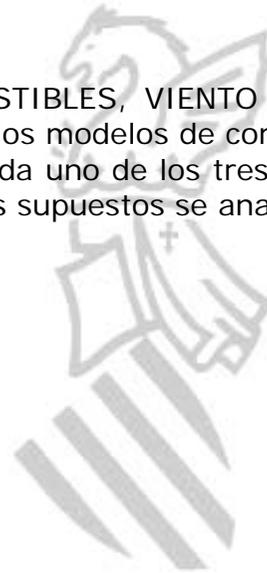
TABLA DEL "CONTRAFUEGO" SEGÚN: COMBUSTIBLES, VIENTO Y LADERA

Modelos Combustible	Viento: 0-10 km/h CALMA A FLOJO				Viento: 10-20 km/h FLOJO A MODERADO				Viento: 20-30 km/h MODERADO A FUERTE				
	Quema ascendente		Quema descendente		Quema ascendente		Quema descendente		Quema ascendente		Quema descendente		
	Viento favor	Viento contra	Viento favor	Viento contra	Viento favor	Viento contra	Viento favor	Viento contra	Viento favor	Viento contra	Viento favor	Viento contra	
Modelo 1	Fa	Fa	Fa	Fa	Fa	Fa	Fa	Fa	Fa	Fa	Fa/Ad	Fa/Ad	Ad/Li
Modelo 2	Fa	Fa	Fa	Fa	Fa	Fa	Fa	Fa/Ad	Fa	Fa/Ad	Fa/Ad	Fa/Ad	Ad/Li
Modelo 3	Fa	Fa	Fa	Fa/Ad	Pa	Pa	Fa/Ad	Ad	Fa/Ad	Fa/Ad	Ad/Li	Li	
Modelo 4	Fa	Fa	Fa/Ad	Fa/Ad	Fa	Fa/Ad	Fa/Ad	Ad	Fa/Ad	Ad/Li	Ad/Li	Li	
Modelo 5	Fa	Fa	Fa	Fa	Fa	Fa	Fa	Fa/Ad	Fa	Fa/Ad	Fa/Ad	Ad/Li	
Modelo 6	Fa	Fa	Fa	Fa/Ad	Fa	Fa/Ad	Fa/Ad	Fa/Ad	Fa/Ad	Fa/Ad	Ad/Li	Li	
Modelo 7	Fa	Fa	Fa	Fa/Ad (2)	Fa/Ad (1)	Fa	Fa	Fa/Ad (2)	Ad/Li (1)	Ad/Li (2)	Ad/Li (1)	Li (2)	
Modelo 8	Fa	Fa	Fa	Fa/Ad (2)	Fa	Fa	Fa	Fa/Ad (2)	Fa/Ad (1)	Pa/Ad (2)	Fa/Ad (1)	Ad/Li (2)	
Modelo 9	Fa	Fa	Fa	Fa/Ad (2)	Fa/Ad (1)	Fa	Fa	Fa/Ad (2)	Fa/Ad (1)	Ad/Li (2)	Ad/Li (1)	Li(2)	
Modelo 10	Fa	Fa	Fa	Fa/Ad (2)	Fa/Ad (1)	Fa/Ad (2)	Fa/Ad (1)	Fa/Ad (2)	Ad/Li (1)	Ad/Li (2)	Ad/Li (1)	Li(2)	
Modelo 11	Fa	Fa	Fa	Fa	Fa	Fa	Fa	Fa/Ad (2)	Fa/Ad (1)	Fa/Ad (2)	Fa/Ad (1)	Ad/Li (2)	
Modelo 12	Fa	Fa	Fa	Fa/Ad	Fa	Fa	Pa/Ad (1)	Fa/Ad (2)	Fa/Ad (3)	Fa/Ad (3)	Ad/Li (3)	Li(3)	



(1) Puede provocarse Fuego de Copas. (2) Fuego Lento que puede afectar al arbolado. (3) Posible Fuego Explosivo.	Fa: Favorable. Ad: Adversa. Li: Limitativa.
--	---

TABLA DEL "CONTRAFUEGO" SEGÚN: COMBUSTIBLES, VIENTO Y LADERA. Dicha TABLA puede ser orientativa en la prescripción de Quemadas Controladas pues relaciona los modelos de combustibles con tres bloques de velocidad del viento: De 0-10 km/h, de 10-20 km/h y de 20-30 km/h. En cada uno de los tres bloques referidos se distingue la *quema ascendente o descendente*, según *viento a favor o en contra*. Estos supuestos se analizan en los siguientes apartados.





5.3.6.1. Conceptos a tener claros antes de acometer un contrafuego

Enseñanza

Que sirva para una enseñanza eminentemente práctica del personal encuadrado en los equipos de extinción a todos los niveles, pues la técnica del contrafuego debe conocerse no sólo por razones de eficacia sino sobre todo por seguridad.

Seguridad

El conseguir que la aplicación de un contrafuego se haga siempre con seguridad es un objetivo irrenunciable, si no hay plena seguridad para el personal que trabaja en la extinción y si no se ha llevado a cabo la evacuación de las personas que pueden quedar entre dos frentes de llamas no sólo no se debe aplicar un contrafuego sino que debe alertarse y vigilarse para que no se haga. Excepción: quema de ensanche por razones de seguridad del personal que queda sin vías de escape.

Eficacia

Que el contrafuego sea eficaz más que un objetivo es una «meta» a conseguir pues el comportamiento del fuego está condicionado por tres factores: combustible, topografía y meteorología; y ésta incluye el viento, cuya velocidad y orientación es cambiante. Pero estos cambios son más frecuentes en las horas centrales del día donde el fracaso del contrafuego es más fácil, no así de noche o a primeras horas de la mañana.

Estrategia

La estrategia de la retirada organizada es básica en el Plan de Extinción, que debe incluir el establecimiento de un horario que de acuerdo con el comportamiento del fuego establezca la espera de las horas más propicias para extinguir el fuego con el mínimo esfuerzo y gasto y la máxima seguridad.

Asegurar la eficacia con la estrategia

Se puede mejorar en la técnica de aplicación del contrafuego, se trata de reforzar la línea de defensa con una faja tratada con retardantes. Se puede aplicar un contrafuego estableciendo una línea continua de fuego en la margen de una faja de combustible tratado con espuma que frena el fuego en la dirección que es necesario proteger, no pasa el fuego a retaguardia, y cuando lo intenta es de muy fácil extinción por su pequeña intensidad.

La aplicación de los contrafuegos requiere un despliegue de personal y vehículos autobomba, a lo largo de la línea de defensa o control, para vigilar e impedir que el fuego creado pase a retaguardia. Esto se complementa con la aplicación de espumas que pueden aplicarse con autobombas dotadas con un dosificador-mezclador que permite en poco tiempo realizar una faja tratando el combustible: "cortafuegos químico", que refuerza la faja limpia de vegetación y permite realizar la línea de fuego con garantía de más eficacia y seguridad que la tradicional. Si los vehículos autobombas y aviones no pueden o son difícilmente operativos en el ataque directo tienen la alternativa de uso en el método indirecto con eficacia y economía.

Distinguiendo: Primer ataque, Ataque ampliado y Gran incendio, en situaciones sucesivas en el que el incendio se ha escapado del control previsto, debido al comportamiento del fuego que ha determinado insuficiencia de medios o un plan de operaciones fallido por resultar ineficaz o poner en peligro la seguridad de las personas. Es por esta razón que la denominación apropiada a los métodos empleados en el "ataque" a un incendio forestal son: Método directo, Método indirecto y Contrafuegos. Aunque la aplicación del contrafuego se incluye en el Método indirecto se separa de éste porque su uso esta estrechamente vinculado a las condiciones meteorológicas que no pueden someterse pero si preverse en el horario establecido en el Plan de Extinción.

5.4. FUNDAMENTOS Y CONCEPTOS BÁSICOS EN EL EMPLEO DEL FUEGO TÉCNICO

A la hora de acometer un incendio con fuego estamos hablando de el método Indirecto en la extinción de incendios forestales comprende una serie de actuaciones defensivas y ofensivas dentro de un Plan de Extinción basado en establecer una **Estrategia**, una **Táctica** y un **Horario**. Como las actuaciones ofensivas se comprenden en el Ataque Directo, las defensivas comprenderían el Ataque Indirecto denominación no apropiada a un Método que incluye una actuación específica en la extinción de incendios forestales, el contrafuego, acción agresiva en la que se provoca fuego apoyándose en una línea de defensa construida con este fin o línea de control adecuada existente.

5.4.1. Comportamiento del fuego según topografía y meteorología

Expuesto el comportamiento *técnico* del fuego según combustibles, falta referir dicho comportamiento a otros dos factores: topografía y meteorología que, conjuntamente con los combustibles, forman el *clásico* triángulo de comportamiento o propagación del fuego.

La prescripción de las Quemadas Controladas se realiza fundamentalmente condicionando el comportamiento del fuego, estimado por su velocidad de propagación e intensidad evaluada por la longitud de llama y por los tres factores del triángulo referido. Por ello se analiza seguidamente la influencia de la topografía, concretada en la pendiente de la ladera de la parcela a quemar, y de la meteorología pasada y previsible del día de la quema.

* EFECTO DE LA TOPOGRAFÍA SOBRE EL INCENDIO





TIPOS DE QUEMAS ATENDIENDO AL VIENTO Y LA TOPOGRAFIA

Según transcripciones de distintos manuales para el uso del fuego técnico pueden distinguirse las clases de quemas siguientes:

- «Quema a favor», la que se realiza a favor de viento.
- «Quema en contra», la que se realiza en contra del viento.
- «Quema de flanco», la que se realiza en una línea de defensa y se propaga en ángulo recto con la dirección del viento.
- «Quema ascendente», la que se realiza hacia arriba, a favor de la pendiente.
- «Quema descendente», la que se realiza hacia abajo en contra de la pendiente.

Distinguidas las clases de quemas, no deben confundirse las quemas a favor y en contra con lo que se denomina: FUEGO A FAVOR Y FUEGO EN CONTRA, pues en éstos intervienen no sólo la dirección del viento sino la pendiente de forma que si el frente progresa ladera arriba se debe denominar: fuego a favor y si lo hace ladera abajo: fuego en contra. Se distinguen los cuatro casos siguientes:

5.4.1.1. Fuego a favor

- a) El que asciende por una ladera o progresa en terreno llano con viento a favor.
- b) El que asciende por una ladera con el viento en contra, formando la llama con el combustible sin quemar un ángulo menor de 90°.

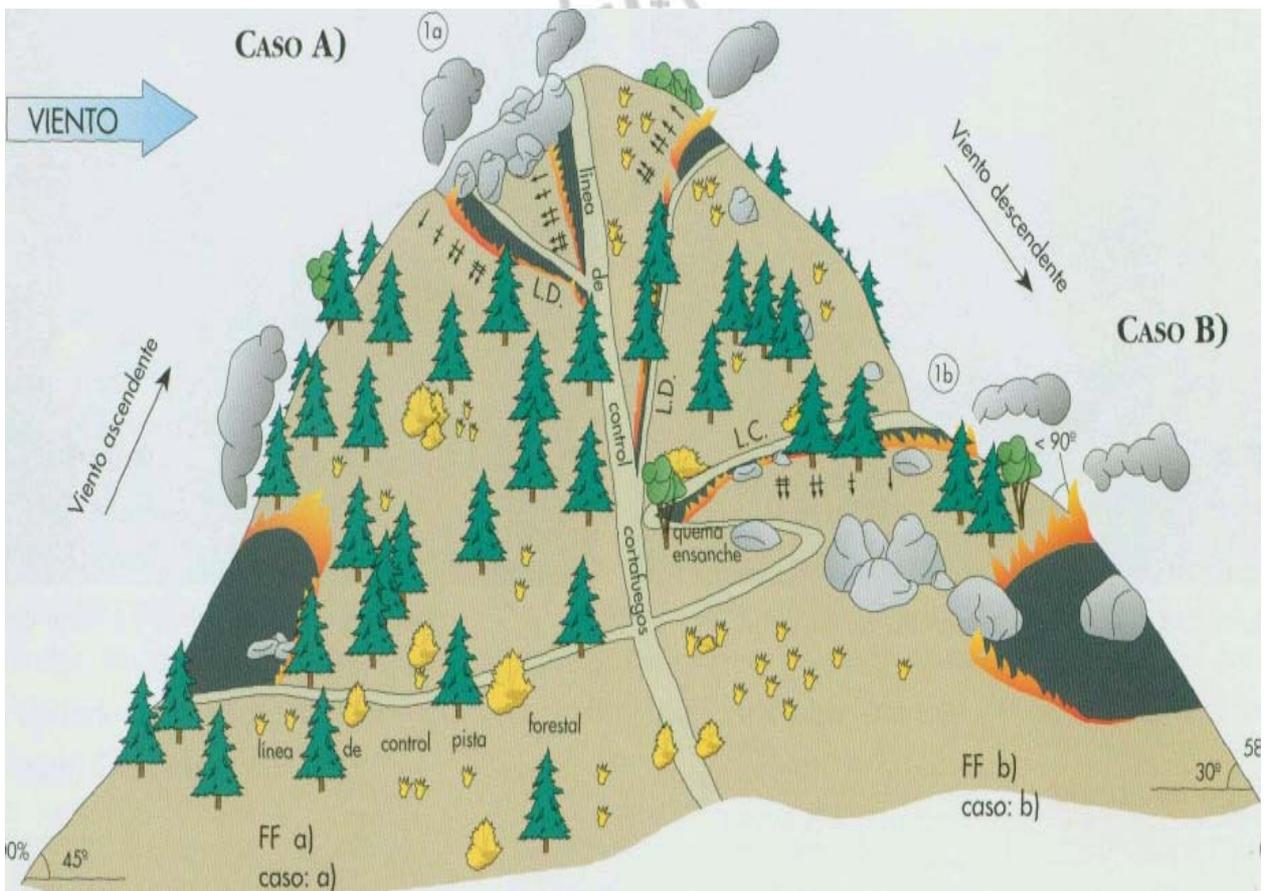


5.4.1.2. Fuego en contra

- c) El que desciende por una ladera con el viento en contra o se desarrolla en terreno llano sin viento.
- d) El que desciende por una ladera con el viento a favor, formando la llama con el combustible sin quemar un ángulo mayor de 90°.



En las figuras siguientes se representan esquemáticamente: el fuego a favor, el fuego en contra y el fuego en terreno llano. Se señalan con un número y el sufijo de la letra del caso (a, b, c y d) el sitio donde **podía establecerse la línea de defensa o control** para aplicar el contrafuego cuyas condiciones favorables y adversas se analizan seguidamente



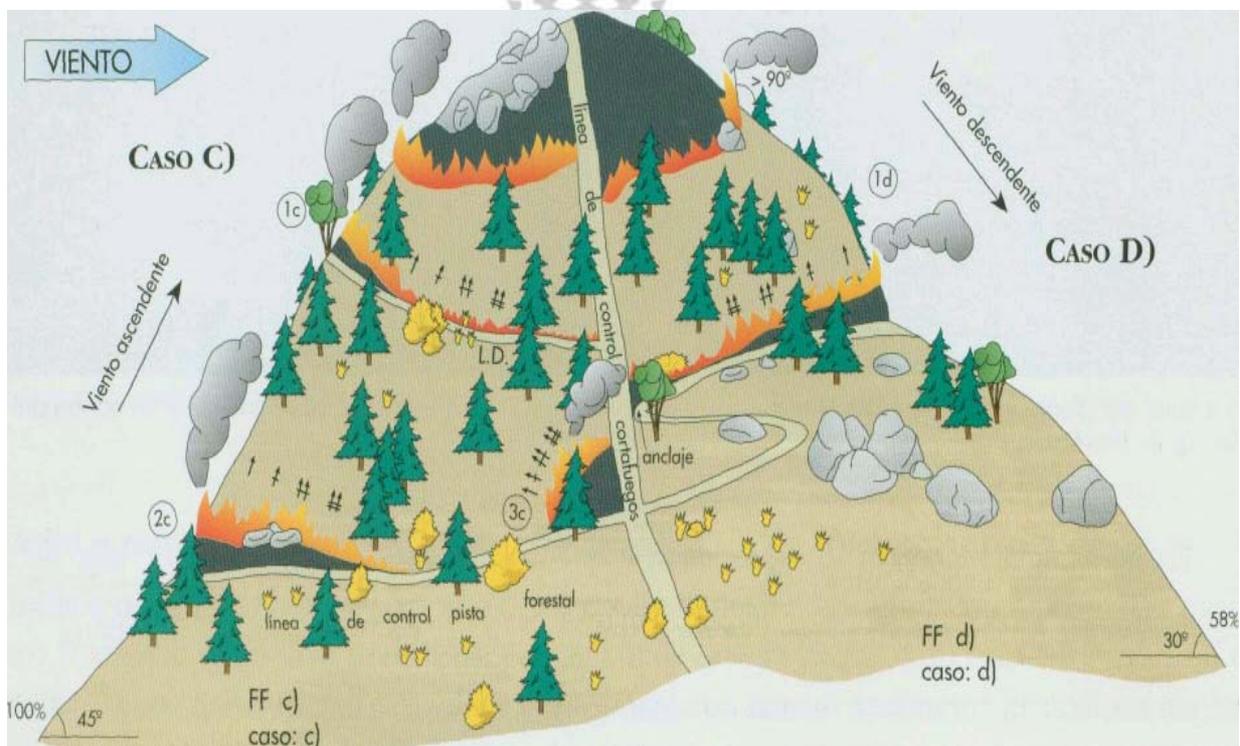
Fuego a favor

Línea de defensa: L.D.
 Línea de control: L.C.
 Anclajes, zonas de seguridad: Z.S.

Vías de escape: V.E.
 Contrafuego: C.F.
 Fuego en contra: F.C.
 Fuego a favor: F.F.

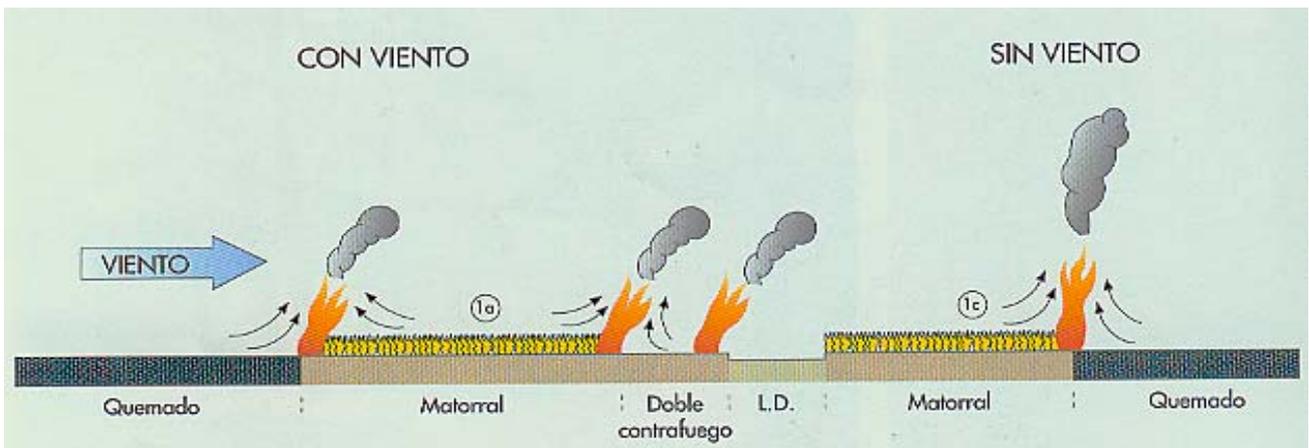
En fuego a favor con viento ascendente, caso A), se dan tres alternativas para establecer la línea de defensa o control donde aplicar el contrafuego. La posición 3ª puede resultar la más favorable pues el contrafuego se inicia con una quema ascendente y aunque sea con el viento en contra si su velocidad es moderada el fuego será de menor intensidad que en la posición de cumbre 2ª, o de la ladera expuesta al viento ascendente 1ª. La posición 2ª exige una quema descendente con viento en contra y al situarse en una cumbre o divisoria se pueden producir turbulencias, en estos casos es preferible realizar una quema de ensanche desde la posición 3ª que un contrafuego. La posición 1ª es claramente adversa para poner un contrafuego que tiene que avanzar en contra del viento y ladera. Cuando existe un camino o línea de control puede reforzarse con un cortafuego químico.

En el fuego a favor con viento en contra, caso B), el contrafuego se haría en la posición 1b que puede calificarse de favorable pues que la quema sería a favor y descendente, es decir, con menor intensidad que el frente que asciende y se pretende controlar.



Fuego en contra

Cuando un incendio se desarrolla con fuego en contra, los frentes descienden por una ladera; las condiciones para aplicar un contrafuego han de calificarse como favorables, pues se realiza una quema ascendente que fácilmente se orientan contra los frentes descendentes del incendio. Se han distinguido en el caso C), las posiciones: 1c, 2c y 3c, de ellas se elegirá la quema en combustibles con más baja intensidad y si ésta se desarrolla bajo arbolado hay que prever no generar un fuego de copas. La posición 1d es la más adversa pues aunque la quema del contrafuego sea ascendente el viento en contra puede generar un fuego igual que el que se pretende controlar pues pueden formarse columnas de convección y el viento arrastrar pavesas al otro lado de la línea de defensa.



Fuego en terreno llano

En el incendio que se representa en terreno llano, pendiente menor del 5%, se señalan el fuego a favor de viento y el fuego en contra, sin viento. En ambos se representan las corrientes de succión o contraviento, que trataremos en apartados siguientes. Para la posición la, sin viento, se aprovecha la corriente de succión de un frente próximo a la línea de defensa.

Los contrafuegos analizados según las figuras esquemáticas anteriores pueden calificarse como "quemadas frontales" pues la dirección prefijada en la quema es contraria al frente del incendio que se pretende controlar, es decir, el control de un fuego a favor se apoya en provocar un fuego en contra o viceversa, según la propagación ascendente o descendente de los frentes de llamas o quema del contrafuego. Pero además de las quemadas frontales hay que contar con las "**quemadas de flanco**" de las que tratamos seguidamente.

5.4.1.3. Fuego de flancos

Se denomina fuego de flanco el que se provoca con una quema a lo largo de una línea de defensa paralela a la dirección del viento y se propaga en ángulo recto con dicha dirección o perpendicularmente a la dirección de avance del frente del incendio que se pretende controlar.

En el fuego de flancos: quema de ensanche o contrafuegos, la estrategia fija como objetivo asegurar el control de los flancos de un fuego a favor o de un fuego en contra a medida que avanza. Para la aplicación de una quema o contrafuego de flanco hay que tener en cuenta:

1. Que el viento mantenga o cambie muy poco de dirección durante la realización de la quema a lo largo de la línea de defensa.
2. Que el comportamiento del incendio se mantenga durante el horario establecido.
3. Conocimiento y práctica en la técnica de quemadas controladas.

6. LA TÉCNICA DE QUEMADAS CONTROLADAS. PRINCIPIOS Y TRIÁNGULO DE LA QUEMA CONTROLADA. PROGRAMACIÓN, PLANIFICACIÓN, PRESCRIPCIÓN, EJECUCIÓN Y EVALUACIÓN

La técnica de Quemadas Controladas se fundamenta en la aplicación del fuego planificado (Plan de Quema), bajo condiciones meteorológicas prefijadas (Prescripción), manejando el fuego con Criterios técnicos y habilidad (Ejecución) para lograr resultados eficientes con compatibilidad ecológica (Evaluación).



Por tanto en la técnica de Quemadas Controladas pueden y deben distinguirse cinco etapas:

- Plan de Quema.
- Preparación de la Parcela de Quema.
- Prescripción de la quema según combustibles y factores meteorológicos.
- Ejecución de la quema.
- Evaluación de la quema.

Antes de desarrollar las etapas enumeradas se hace necesario distinguir las *clases de quemadas* y explicar los *métodos de encendido* que permitirán la *conducción del fuego* con habilidad, para llegar al *manejo del fuego con arte*, pues así puede calificarse la conducción del fuego por equipos con experiencia contrastada con *Jefes expertos* en el *manejo del fuego* en extinción, lo que es trasladable a la prevención, con las Quemadas Controladas o bien llamadas Quemadas Prescritas.

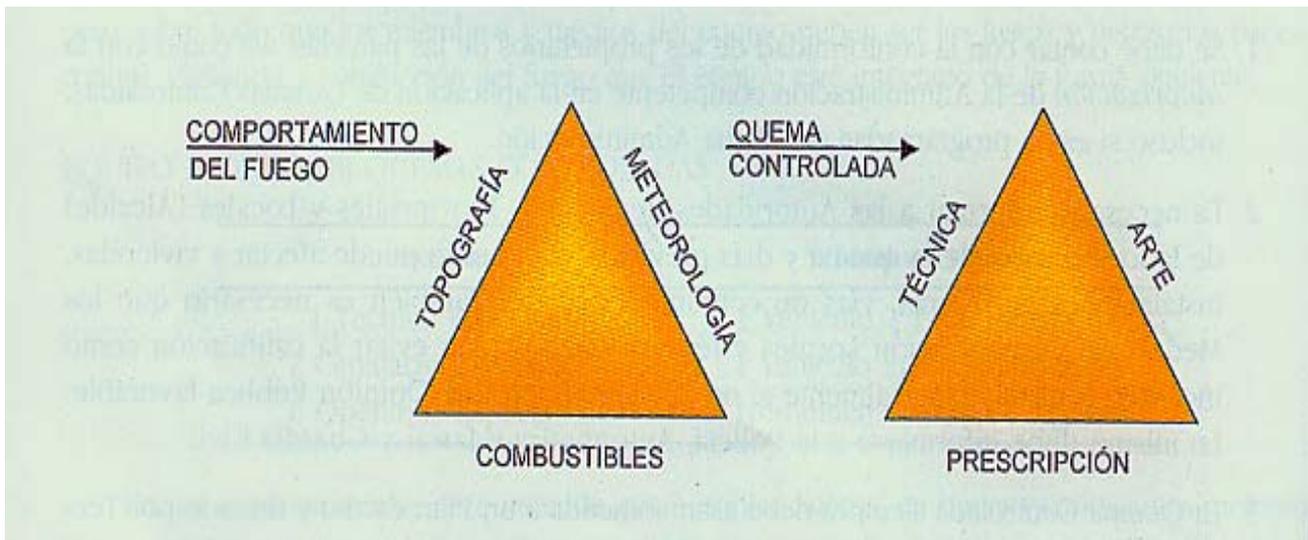
6.1. PRINCIPIOS DE LA QUEMA CONTROLADA

Los principios que pueden establecerse en la aplicación de la Técnica de Quemadas Controladas son:

1. Se debe contar con la conformidad de los propietarios de las parcelas, así como con la *autorización* de la Administración competente en la aplicación de Quemadas Controladas, incluso si están programadas por dicha Administración.
2. Es necesario informar a los CENTROS DE COORDINACIÓN DE EMERGENCIAS provinciales de la localización de la quema y días previstos, si el humo puede afectar a viviendas, instalaciones ganaderas, vías de comunicación, etc.
3. La Quema Controlada siempre debe estar sometida a un Plan escrito y firmado por Técnico Competente.
4. La Quema Controlada exige una preparación adecuada de las Parcelas de Quema con cortafuegos y Líneas de Control perimetrales que garanticen que el fuego no se escape.
5. Necesariamente la Quema Controlada debe hacerse bajo Prescripción cualificada, tanto más compleja cuanto mayor sean las dificultades de control y los efectos a considerar en: suelo, vegetación, fauna, agua, aire, sobre la salud y estéticos.
6. En la conducción del fuego de la ejecución de Quema Controlada siempre debe supeditarse el sistema a emplear al control del fuego y sus efectos, de tal forma que si ningún sistema lo consigue, debe suspenderse la quema aunque la prescripción sea la deseable.
7. El personal que integra el equipo de quema debe ser especialista en incendios forestales, preferentemente seleccionado entre los combatientes de extinción con práctica contrastada en el manejo del fuego.
8. No contar con vehículo autobomba para lanzamiento de espuma supone una deficiencia técnica importante, que no puede admitirse.
9. La evaluación económica de la Quema Controlada siempre debe realizarse, así como la comparación de costes con otros tratamientos con los mismos, o parecidos objetivos (desbroces y trituración).
10. Nunca debe prescindirse de la evaluación medioambiental de la Quema Controlada para cumplir el principio básico de su compatibilidad ecológica.

6.2. TRIÁNGULO DE LA QUEMA CONTROLADA

De acuerdo con el contenido de los apartados anteriores y principios establecidos, para aplicar la Técnica de Quemadas Controladas el único lado del Triángulo que necesita explicación es el del *Arte*. Así puede calificarse una conducción del fuego realizada con *habilidad*, si el que la dirige une a su práctica *creatividad* facultad que define una obra hecha con ARTE y califica a su ejecutor como *artista*.



- Triángulo de la quema controlada.

6.3. PROGRAMACIÓN

6.3.1. EQUIPO Y LOGÍSTICA EN QUEMAS CONTROLADAS

Los trabajos de reconocimiento previo a la ejecución siguiendo el Plan de Quema de la zona, así como la Prescripción debe realizarlos un Técnico competente en la planificación de recursos forestales especialista en la Prevención. (Conselleria de Medio Ambiente, Aguas, Urbanismo y Vivienda con conocimientos en el manejo del fuego), y un personal técnico competente en la extinción, con conocimientos en el manejo del fuego para el control y extinción del fuego en incendios forestales.

Los trabajos de preparación de las parcelas a quemar deben ejecutarse correctamente, de acuerdo con el Plan de Quema y se incluyen normalmente como trabajos forestales de la Administración. Según el paro estacional de la Comarca, estará indicado o no el empleo de maquinaria, que siempre abaratará la apertura de líneas de defensa, la acumulación de restos de corta en cordones o montones, e incluso puede ser necesaria en la ejecución de quemadas de gran extensión con combustibles peligrosos. En cuanto al equipo idóneo para la ejecución de la quema, con el fin de optimizar personas y costes, teniendo en cuenta que el número posible y adecuado de días de quema es reducido, según las estaciones y los años pero sobre todo que los miembros y medios del equipo deben ser los justos y necesarios para el control, vigilancia y conducción del fuego que el equipo esté integrado de la forma siguiente:

EQUIPO IDÓNEO DE QUEMAS CONTROLADAS:

Personal	Vehículos y Material
Propietario o responsable de M. Amb.	3 Vehículo T.T. de transporte
Técnico Especialista/ Jefe Dotaciones	2 Vehículo Autobomba
8 Operarios Especialistas	Herramientas y Espumógeno
2 Conductores Autobomba	

Los vehículos autobomba con cisterna de 3000-4000 litros, con rollos suficientes de manguera (800 metros mínimo) tramos de 20 metros Ø 25, y dosificador de espuma, es el ideal para la ejecución de Quemadas Controladas.

Perfectamente establecidos los puntos de toma de agua para alimentar.

El equipo de protección individual (traje ignífugo, casco, botas, etc.) del personal debe ser el normalizado para los combatientes en extinción, así como las mismas herramientas (extintores de mochila, batefuegos, hacha-azada, etc.)

Una herramienta fundamental es la *antorcha de goteo* con las que se debería contar con un mínimo de 2, en perfecto estado de funcionamiento. Como quiera que con dos vehículos hay espacio suficiente para acoplar herramientas y material, debe contarse, aparte de las garrafas de espumógeno, tendidos extendidos cargados con presión, para ir regulando la altura de llamas y velocidad de propagación, material de señalización y, equipo o datos *meteorológicos*.



Antorcha de goteo

6.4. CLASES DE QUEMA, MÉTODOS DE ENCENDIDO Y CONDUCCIÓN DEL FUEGO EN QUEMAS CONTROLADAS

En el apartado 5.4.1.(Comportamiento del fuego según Topografía y Meteorología), se distinguía entre FUEGO A FAVOR y FUEGO EN CONTRA, según que la propagación del incendio forestal ascendiese o descendiese por una ladera o progresase en terreno llano con viento (a favor) y sin viento (en contra). A la descripción seguían las figuras 2, 3 y 4 donde se señalaba un ángulo formado por el frente de llamas con el combustible sin quemar: *menor de 90° en el fuego a favor y mayor de 90° en el fuego en contra*. Como la Quema Controlada genera un fuego provocado y es decisión del ejecutor realizarla para que progrese como fuego a favor, fuego en contra o fuego de flancos, las tres clases de quemadas, en consonancia con el fuego que provocan, son:

- **Quema a Favor (QF):** Es la que se realiza como quema ascendente, formando las llamas con el combustible sin quemar un ángulo menor de 90°, o bien la que se realiza en terreno llano con viento.



- **Quema en Contra (QC):** Es la que se realiza como quema descendente, formando las llamas con el combustible sin quemar un ángulo mayor de 90°, o bien la que se realiza en terreno llano sin viento.
- **Quema de Flancos (QFI):** Es la que se realiza estableciendo líneas de fuego paralelas al viento para propagar el fuego de forma perpendicular a la dirección del viento.

Algunos autores denominan Quema a Favor a la que se realiza con Viento a Favor (VF) y Quema en Contra a la que se realiza con Viento en Contra (VC). En esta duplicidad de distinguir con el mismo nombre las quemas con viento o ladera a favor y con viento o ladera en contra ha de tenerse en cuenta el principio siguiente: **lo único incierto en la ejecución de Quemas Controladas es la dirección del viento.**

Por ello, en el Plan de Quema sólo es posible tener en cuenta el factor pendiente y proponer en función de los combustibles y factores meteorológicos (Prescripción), la Quema a Favor o la Quema en Contra según que la propagación del fuego se realice como quema ascendente o descendente. En la toma de datos meteorológicos los días previos a la quema, se mide la velocidad del viento, su dirección más frecuente y cambios posibles durante el día. Estos datos pueden estimar la componente principal de la dirección del viento que debe representarse con una flecha en el plano o croquis de las parcelas de quema y la propuesta de clase de quema. El Plan puede hacerse con la nomenclatura siguiente:

Q.F. y V.F:	Quema a Favor con Viento a Favor.
Q.F. y V.C:	Quema a Favor con Viento en Contra.
Q.C. y V.F:	Quema en Contra con Viento a Favor.
Q.C. y V.C:	Quema en Contra con Viento en Contra.
Q.FI:	Quema de Flancos.

6.4.1. Cortafuegos y Líneas de Control en las Parcelas de Quemadas Controladas

Conocidas las clases de quemadas, y antes de exponer los métodos de encendido, se hace necesario tratar del *cortafuego base*, donde se inicia el encendido, que a su vez debe marcarse con claridad en el Plano o Croquis de las parcelas de quema.

La parcela de quema siempre debe rodearse en todo su perímetro por fajas, con anchuras prefijadas, desprovistas de vegetación hasta el suelo mineral, denominadas "*cortafuegos*" y que constituirán las líneas de control, líneas de seguridad, para el control.

Cortafuegos químicos, se trata de fajas de vegetación tratadas con *retardante*. Dentro de estos cortafuegos químicos, en Quemadas Controladas realizadas y en incendios se ha comprobado la eficiencia de *fajas con espuma*, lo que no sólo ayuda a controlar el fuego sino a facilitar su conducción.

Tanto en parcelas como en subparcelas debe determinarse el *cortafuegos base*, que es la línea de apoyo para iniciar el encendido. Siempre y antes de iniciar el encendido se hará una *quema de prueba* que usualmente puede aplicarse como *quema de ensanche* para reforzar la anchura del cortafuegos base.

6.4.1.1. Métodos de encendido aplicados en Quemadas Controladas

Actualmente en España sólo se aplican métodos de encendidos terrestres, siendo la herramienta más usada y recomendable la *antorcha de goteo*, que es a la que se referirá los métodos de encendido que se comprenden en este apartado.

En EE.UU. desde hace muchos años, aparte del encendido terrestre, se emplea el *encendido aéreo*, utilizando en la ignición el sistema DAID (Mecanismo de Ignición Aérea Retardada), también denominado mecanismo de la bola de Ping-Pong o el lanzallamas suspendido desde helicóptero. El sistema DAID utiliza esferas pequeñas de Permanganato Potásico inyectadas con etilen-glycol que se lanzan inmediatamente antes de que se produzca la reacción química y la llama consume la bola. Este sistema de Ping-Pong se utiliza normalmente cuando los combustibles son homogéneos, en caso de discontinuidad o heterogeneidad se emplea el lanzallamas.

Los métodos de encendido terrestre y la forma gráfica de operar se exponen a continuación resumidamente, como teoría básica de la técnica de Quemadas Controladas. Pero se hace necesario advertir que sólo la práctica enseña plenamente el manejo del fuego. Por ello en las Comarcas donde se programen Quemadas Controladas, se recomienda establecer Polígonos de Prácticas con Fuego, para enseñar su manejo al personal y conseguir su especialización en dos técnicas; la de Quemadas Controladas y la del Contrafuego.

A. ENCENDIDO POR FAJAS

En el apartado **Comportamiento del fuego según topografía**, al tratar la *Quema por fajas*, se explicaba resumidamente la forma de operar y se representaba gráficamente en la FIGURA el *Caso e)*: con viento o ladera en contra y el *Caso f)*: con viento o ladera a favor.

Esto debe matizarse en el encendido por fajas de Quemadas Controladas, ya que el apartado y figuras referidos se incluían dentro de la técnica del Contrafuego.



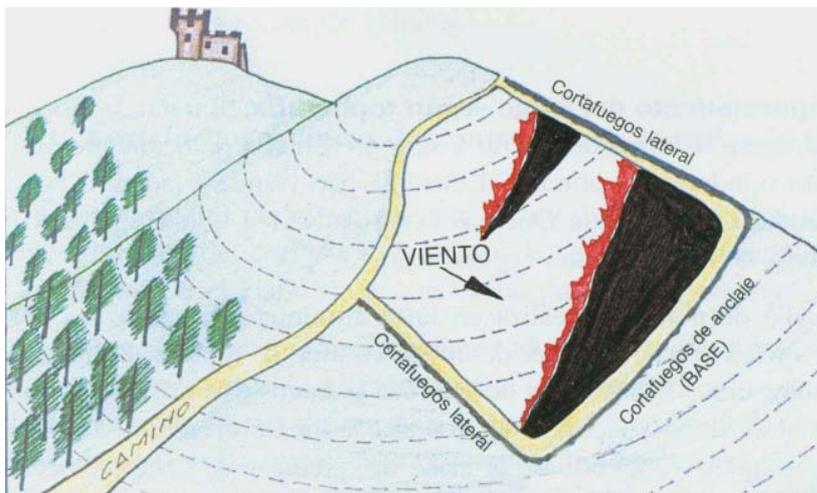
.- Encendido por fajas.

El encendido, con la antorcha de goteo, se realiza en línea continua y paralela al cortafuego base, desde el punto de anclaje inicial hasta el de anclaje



donde se termina la línea de fuego. Dependiendo de los combustibles y con el fin de graduar la intensidad del fuego, también se puede establecer en línea de trazos, separando éstos alrededor de un metro. La separación entre las líneas de fuego paralelas depende de la clase de quema y se tratará específicamente en la conducción del fuego, pues de la distancia entre líneas depende de la longitud de llama deseada y, por tanto, constituye una forma de graduar la intensidad. Además ha de tenerse en cuenta la atracción que las corrientes de succión provocan entre dos líneas de fuego y que en el momento del choque de éstas se incrementa la intensidad, produciendo llamas más altas que dificultan el control y afectan a combustibles aéreos a proteger.

Encendido por Fajas en Quema a Favor (EFOF)

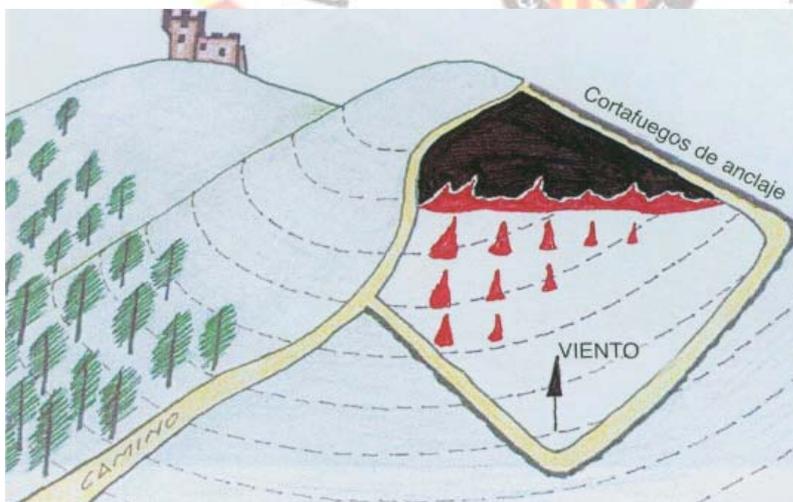


Se inicia con una quema en contra desde el cortafuegos base, como quema de ensanche, que refuerza la anchura desprovista de vegetación. Esta quema en contra puede provocar que el viento arrastre material en ignición al otro lado del cortafuegos base a proteger por lo que

indefectiblemente debe contarse con medios de extinción, manejados por operarios especialistas.

Conseguida la anchura suficiente con esta quema de ensanche, se inicia la separación de líneas de fuego en distancias cortas y observando el comportamiento del fuego, la separación entre líneas puede aumentarse para mejorar el rendimiento. Si el viento cambia de dirección, las líneas de fuego se adaptarán de forma que siempre sean perpendiculares al viento.

Encendido por Fajas en Quemadas en Contra (EFOC)



Normalmente se necesitan cortafuegos de subdivisión con el fin de compartimentar zonas de quema, de forma que iniciado el encendido en la zona limítrofe con el cortafuegos base no se pasa a encender la siguiente hasta que la primera ha ardido.





Esta forma paulatina y metódica de quema tiene la ventaja con respecto a la anterior de facilitar el control y por tanto puede hacerse con menor personal de apoyo en la extinción de posibles escapes. Pero tiene el inconveniente de que el fuego se propaga lentamente, por ello, comprobado el comportamiento del fuego y de acuerdo con los objetivos del Plan de Quema, puede y debe emplearse el Encendido por Fajas tanto en Quemadas a Favor como en Contra, con el fin de optimizar costes, siempre que los efectos de la quema sean compatibles ecológicamente.

Encendido por Fajas en Quemadas de Flancos (EFQFI)

En este caso las líneas de fuego se realizan paralelas a la dirección del viento, y por tanto el fuego se propaga perpendicularmente a dicha dirección. En la Figura 5 se representa el inicio de la línea de fuego, apoyada en una Línea de Defensa o Línea de Control (cortafuego base), en este caso en los laterales de la parcela de quema.

Normalmente el encendido por líneas paralelas a la dirección del viento que origina la Quema de Flancos, puede conseguir una intensidad intermedia entre la Quema a Favor y la Quema en Contra. Esto presenta como ventaja el mejor control que la Quema a Favor cuando el viento es fuerte y mayor velocidad de propagación que la Quema en Contra. Pero tiene el inconveniente de que no admite variaciones en la dirección del viento y que requiere una gran coordinación y personal experto.

Por las ventajas e inconvenientes apuntados, las Quemadas de Flancos sólo deben realizarse en parcelas pequeñas y cuando se ha comprobado la estabilidad en la dirección del viento. Por ello suelen realizarse como *quemadas de remate*, en las horas finales de la jornada de quema, cuando se conoce plenamente el comportamiento del fuego, a fin de completar la quema de la vegetación lateral pendiente de la parcela de quema.

El Encendido por Puntos (EP) también denominado Encendido por Focos

Se inicia con una Quema en Contra desde el cortafuegos base, y una vez conseguida la anchura suficiente con la quema de ensanche se inician desde los



flancos y en la misma dirección de la línea de fuego de la Quema, en Contra de una serie de fuegos individuales que se van escalonando como se representa en la Figura 9. La separación de los puntos de fuego, puede ser de 5 a 5 veces la longitud de la llama.

Este método de encendido tiene la ventaja de poder graduar, con la distancia de separación de los focos, el tamaño de los fuegos individuales para que no adquieran un tamaño de difícil control. Tanto más cerca estén los focos



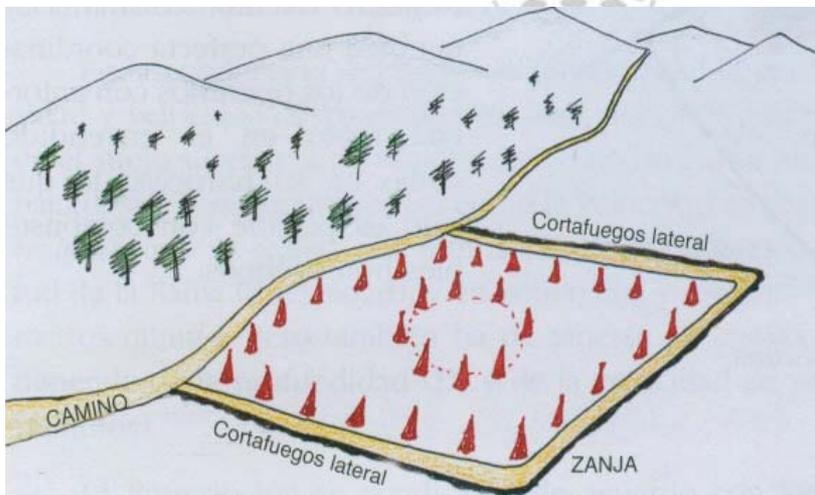
provocados menor será el tamaño de los puntos de fuego individuales y por consiguiente también puede graduarse la intensidad que va marcando la altura de llama en el fuego desarrollado en cada punto.

Con respecto al Encendido por Fajas en Quema en Contra (EFQC), tiene la ventaja de no requerir cortafuegos interiores, pero se necesita personal con experiencia con el fin de asegurar el espaciamiento correcto entre los fuegos individuales.

Normalmente es el método de encendido empleado en la quema de combustibles de difícil control, y en los que necesariamente ha de graduarse la intensidad (quemadas bajo dosel).

B. ENCENDIDO CENTRAL. Quema Circular

Este se inicia encendiendo varios puntos en el centro de la zona a quemar, para que al unirse los focos de fuego se genere una fuerte columna de convección que succione el aire próximo alrededor del fuego central. Al encender puntos de fuego a distancia proporcionada entre los cortafuegos perimetrales y el



fuego central, las llamas de los focos individuales que se van encendiendo alrededor del fuego central se verán atraídas por este. Esta atracción favorecerá el control de los focos cercanos a los cortafuegos perimetrales, donde se situará el equipo de control y vigilancia, y si es necesario actuarán para que el fuego no se escape.

Quema circular.

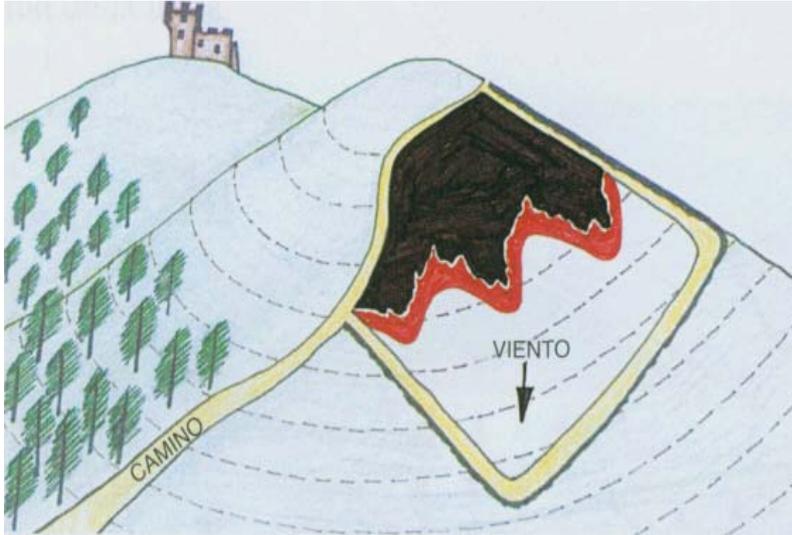
La Quema Circular sólo puede aplicarse en terrenos llanos o de escasa pendiente, y normalmente en la quema de combustibles livianos, con unas condiciones atmosféricas idóneas para la formación de columnas de convección con la dinámica de corrientes de succión explicada. También como en el caso anterior se necesita personal con experiencia, pero esto no es suficiente ni da seguridad de que el fuego no pueda escaparse en situaciones con viento y pendiente apreciables, en las que debería destacarse la Quema Circular.

En función del tamaño de la parcela podrán hacerse uno o más anillos de fuego, el más próximo al cortafuego perimetral puede situarse a una distancia comprendida entre 10 y 20 metros. El tamaño de la parcela en la Quema Circular no debe sobrepasar las 5 ha y siempre deben descartarse estas quemadas si hay probabilidad de producir daños a la fauna salvaje, al quedar cercada por el fuego. Como se ha dicho, por desgracia en la práctica de la quema de rastrojos se suele emplear este método de encendido, e incluso hace años el cerco de fuego permitía la caza de conejos y liebres a garrotazos, claro está cuando dichos animales abundaban.



C. ENCENDIDO EN CUÑA

Realizada la quema de ensanche en el cortafuegos base, se encienden simultáneamente, por varios operarios con antorchas de goteo, focos de fuego desde donde se inicia un retroceso quemando en línea y avanzando con viento en contra. Las líneas de fuego se propagan inclinadas con respecto a la dirección del viento, y van juntándose formando cuñas que dan lugar a un perímetro con puntas de sierra en el combustible sin quemar, las líneas de fuego en estos momentos se propagan con viento a favor.



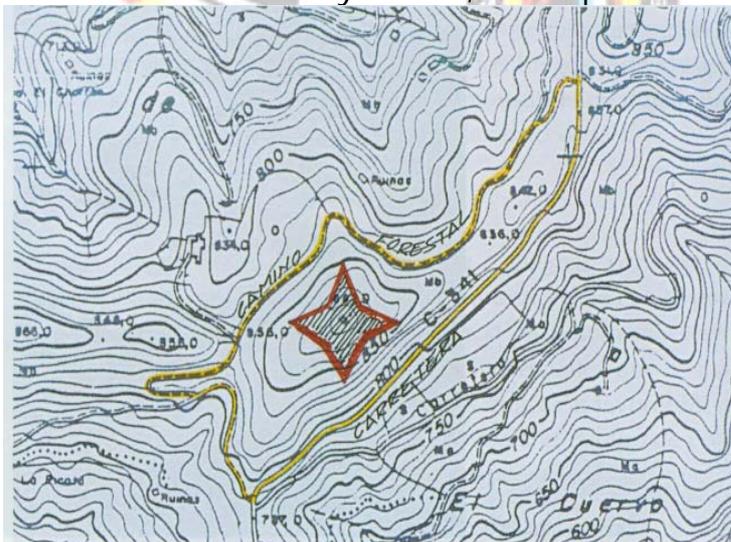
Encendido en cuña.

Este método de encendido, como el anterior, sólo se utiliza para combustibles livianos y normalmente en la quema de la vegetación lateral de la parcela. Como las Quemas de Flancos requiere viento constante y también una perfecta coordinación de los operarios con antorcha tanto en el encendido como en su retroceso lo que sólo es posible con combustibles homogéneos.

D. ENCENDIDO A CUATRO VIENTOS. Método Chevrón

En la situación de relieve que se representa en la figura se inicia una quema de pequeña extensión, pero suficiente para que sirva de anclaje con líneas de fuego en las cuatro direcciones: N, S, E y O (cuatro vientos). La Quema en Contra se propaga en forma de estrella, cuyas puntas serán tanto más grandes cuanto menor sea la pendiente o se propaguen con viento a favor.

Normalmente en un relieve de situación en cumbre son predominante dos orientaciones: umbría y solana, en la primera el mayor contenido de humedad del combustible retrasará el progreso del fuego y en solana lo acelerará. Esto, unido a la variación de pendiente y viento puede hacer este método de encendido complicado, por ello suele emplearse en las primeras horas de la quema, completándose la parcela a quemar con quemas de remate de fuego a favor con encendido en fajas o por puntos, desde las partes inferiores de la parcela.



.- Encendido a cuatro vientos. Método Chevrón

6.4.1.2. Sistemas de Conducción del Fuego

Para completar la Técnica de Quemadas Controladas una vez expuesto: las clases de Quemadas Controladas, la necesidad de construir cortafuegos (señalando el cortafuego base) y el establecimiento de líneas de control, y los métodos de encendido; nos queda tratar los sistemas de conducción del fuego que esencialmente coinciden con los métodos de encendido pero es necesario analizar los factores asociados al fuego que se provoca.

En la conducción del fuego es fundamental la graduación de las dos características: intensidad y velocidad de propagación, pues del calor desprendido dependen los efectos negativos en el suelo siempre a considerar, así como los daños en los combustibles aéreos en las quemadas bajo dosel. Tanto la intensidad como la velocidad son objeto de la *Prescripción de Quemadas Controladas* que se realiza por estimación de los intervalos convenientes a conseguir en la longitud de la llama (intensidad), y en la máxima y mínima velocidad de propagación, expresada en metros/minuto. Pero también ha de tenerse en cuenta el *tiempo de residencia del fuego*, que depende de la profundidad (D) y de la velocidad de propagación (r) y se calcula por: $t = D/r$ (minutos).

La Prescripción se condiciona de acuerdo con los modelos de combustible y su estado (contenido de humedad), según la previsión de los factores meteorológicos del día de la quema. Normalmente se denomina *Ventana de Prescripción*, a todos los datos estimativos, tanto de los factores meteorológicos como de los intervalos convenientes de longitud de llama y de velocidad de propagación. Esta Ventana de Prescripción debe incluirse siempre en el Plan de Quema, con una Propuesta de Ejecución orientada por los métodos de encendido a emplear, que determinarán los Sistemas de Conducción del Fuego.

I. Conducción del Fuego por Quemadas en Contra con Encendido por Fajas (I:Co.Fu., QC, EF)



Las variaciones en la velocidad del viento influyen en la velocidad con la que se extiende el fuego en una Quema en Contra, pero es conveniente que el intervalo de velocidad del viento sea de 1,5 a 5 km/h. La mayor ventaja de este sistema es que la Quema Controlada puede ejecutarse con un control fácil y seguro, siempre que la dirección y velocidad del viento sean

constantes. En el caso de quemadas bajo dosel, el sofiamado de copas es mínimo. El inconveniente principal es el progreso lento del fuego, que repercute en el rendimiento de la quema elevando su coste. También el mayor tiempo de residencia, sobre todo en fuegos con hojarasca no suficientemente húmeda, puede producir algunos daños a las raíces.



FACTORES ASOCIADOS AL SISTEMA I: CoFu, QC., EF:

1. Encendido por Fajas apoyado en Línea de Control.
2. Uso en cubiertas densas y homogéneas.
3. Normalmente produce poco sofamado.
4. Son limitantes los cambios de viento una vez encendidas las fajas.
5. Requiere un viento constante de 1,5 a 5 km/h.
6. No arde bien, si la humedad limita la combustibilidad, tanto en combustibles muertos como en vivos.
7. Coste alto en la preparación de la parcela de quema por la necesaria subdivisión en zonas.
8. Bajo rendimiento de la quema, por el progreso lento del fuego en contra.
9. La continuidad del combustible es necesaria para realizar las líneas de fuego.
10. Una sola persona con antorcha puede encender las líneas de fuego.

II. Conducción del Fuego por Quemadas a Favor con Encendido por Fajas (II: CoFu, QF, EF)

Siempre se debe utilizar un cortafuegos base, ampliado con una quema de ensanche en contra del viento. Las líneas de fuego alcanzan gran energía, que aumenta al chocar dos líneas y al llegar a los cortafuegos, por lo que indefectiblemente se necesitan medios de extinción para el control. Esto debe tenerse en cuenta en la distancia de separación de las líneas de fuego, para graduar la longitud de llama, teniendo en cuenta: topografía, climatología y, el estado, la cantidad y distribución de los combustibles. Una línea de fuego a trazos separados de 0,5 a 1 m reduce la intensidad. Se pueden compensar pequeños cambios en la dirección del viento adaptando el ángulo de la línea de fuego. Además, en combustibles livianos y uniformes puede bastar una sola línea de fuego, evitándose el choque de dos líneas que siempre aumenta la intensidad.

FACTORES ASOCIADOS AL SISTEMA II: CoFu, QF, EF:

1. Asegurar el cortafuegos base antes del encendido.
2. Sistema a emplear preferentemente en invierno con temperaturas < 15°.
3. No utilizar cuando la cubierta inferior sea espesa.
4. Se pueden quemar parcelas extensas, porque será un fuego rápido.
5. Se puede aplicar cuando la Hr es alta (50-60 %) y con contenido de humedad de combustibles finos muertos del 20-25 %.
6. Hace falta viento para orientar la quema, siendo aconsejable velocidades de 1,5 a 3,5 km/h.
7. El coste es menor que el sistema anterior, pues el fuego progresa rápido y son necesarios menos cortafuegos de subdivisión.
8. La longitud de llama aumenta cuando chocan dos líneas de fuego y al llegar a los cortafuegos.
9. No intentar quemar si las condiciones no son buenas ni tan siquiera una quema de prueba y menos aún si no se tienen medios de extinción.
10. Una sola persona con antorcha puede encender cada línea de fuego.

III. Conducción del fuego por Quema de Flancos con Encendido por Fajas (III: CoFu, QFI, EF)

En la Quema de Flancos, como se ha dicho, las líneas de fuego se establecen paralelas a la dirección del viento, el sistema es complementario a los dos anteriores y suele utilizarse a partir de los cortafuegos o líneas de control laterales de la parcela, para completar la quema por fajas a favor o en contra en



evolución frontal. Al combinarse con la quema a favor, se disminuye la intensidad y velocidad, y para el caso de la quema en contra se aumenta el rendimiento de la quema y se facilita que ardan combustibles con humedades en la que difícilmente progresaría un fuego en contra.

FACTORES ASOCIADOS AL SISTEMA III: *CoFu*, *QFI*, *EF*:

1. Asegurar los cortafuegos o líneas de control laterales antes de iniciar el encendido.
2. La carga de combustible debe ser ligera o media.
3. El viento debe mantenerse en dirección constante.
4. Para las quemas bajo dosel, con arbolado de tamaño mediano o grande.
5. Permite un encendido muy rápido.
6. Hacen falta pocos cortafuegos de subdivisión, aparte de los laterales necesarios para apoyar el fuego.
7. Se necesitan varias personas con antorcha, perfectamente coordinadas.
8. Es útil para asegurar los flancos de fuegos frontales por fajas.
9. Es un sistema complementario de las quemas en contra, con más rendimiento, y como quema de remate de zonas de combustibles con más humedad.
10. Es útil en quemas de remate de fuego a favor, de más fácil control.

IV. *Conducción del Fuego en Encendido por Puntos: (IV: Co Fu E P)*

Puede y debe sustituir al sistema II: *Co Fu*, *QF*, *EF*, a medida que el día progresa y las líneas de fuego se hacen demasiado intensas o rápidas. También puede, pero no siempre debe, sustituir al sistema I: *Co Fu*, *QC*, *EF*, cuando se dan condiciones ideales para la quema en contra, pues el Encendido por Puntos o focos puede llegar a ser demasiado intenso.

La conducción del fuego se fundamenta en la separación adecuada de las alineaciones definidas por los puntos de fuego provocados, y la separación de estos entre sí. Normalmente, y siempre en quemas bajo dosel, los focos de una misma línea no deben juntarse antes de alcanzar los de la línea encendida con anterioridad, pues si ocurre esto el encendido conseguido sería por *fajas a trazos*, más intenso y rápido que el que se pretende por puntos. Puede iniciarse siempre como quema de prueba una malla de encendido cuadrada, y en función de los resultados obtenidos ir separando los focos de una misma línea el doble o el triple de la distancia de separación entre líneas. Pero no basta con adecuar la distancia entre los focos de la malla cuadrada o rectangular, también depende del tiempo que transcurra en el encendido entre dos líneas. Por esto, lo conveniente es dejar que el comportamiento del fuego vaya definiendo la conducción del fuego por puntos, lo que *marcará el arte* de dicha conducción.

FACTORES ASOCIADOS AL SISTEMA IV: *Co Fu EP*:

1. Asegurar el cortafuegos base con una quema en contra antes de iniciar el encendido por puntos.
2. La mayoría del combustible arderá como Quema de Favor o Quema de Flancos y poco como Quema en Contra (la cola de los focos de fuego).
3. Las mejores condiciones para la conducción del Fuego, con Encendido por Puntos, son vientos de 1,5 a 3,5 km/h, combustibles finos con humedad mayor del 15 %. La dirección del viento puede ser variable.
4. En las quemas de matorral puede realizarse una malla cuadrada de focos de fuego o al menos iniciarse de esta forma.



5. Debe tenerse en cuenta si los matorrales son muy inflamables o de cubierta espesa en la fijación de la distancia de los focos
6. Si el combustible está muy seco, no deben hacerse las quemas bajo dosel con este sistema, por el soflamado que puede provocar en el arbolado.
7. Los cambios de tiempo típicos en días invernales pueden obligar a suspender el sistema o a cambiarlo por el sistema I.
8. La malla de encendido debe modificarse si cambia la pendiente o los combustibles.
9. El coste de este sistema es bajo pues se realiza una quema rápida y no es necesaria la subdivisión de la parcela.
10. El tiempo necesario para realizar la quema puede acortarse con varios especialistas con antorcha, siempre que la separación entre líneas y focos sea la adecuada, pero se necesita una perfecta coordinación

Otros sistemas de Conducción del Fuego

De acuerdo con los métodos de encendido pueden ampliarse los sistemas anteriores con los siguientes:

- V. Conducción del fuego con encendido central: Co Fu, EC en.
- VI. Conducción del fuego con encendido en cuña: CoFu, E.Cu.
- VII. Conducción del fuego por el Método Chevrón.

Los factores asociados a la conducción del fuego se han resumido al tratar los métodos de encendido, debiendo resaltarse los siguientes:

1. Tanto el sistema V como el VI deben utilizarse en combustibles livianos y homogéneos.
2. El tiempo atmosférico requerido para el Sistema V ha de ser favorable para que se formen columnas de convección verticales.
3. En el sistema V deben descartarse posibles daños a la fauna salvaje.
4. Estos sistemas sólo deben usarse en parcelas pequeñas.
5. El sistema VI puede sustituir las Quemadas de Flancos con mayor rendimiento.
6. El sistema VII suele limitarse a la fase inicial de la quema.

