

# ***SEGURIDAD DURANTE LAS OPERACIONES DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES***

**Elaborado por: Raúl Quílez Moraga. Técnico Forestal del Consorcio de Bomberos de Valencia.**

**DEJAR ESTA PÁGINA EN BLANCO**



## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.
2. PROTOCOLOS DE SEGURIDAD.
3. RUTAS DE ESCAPE Y ZONAS DE SEGURIDAD.
4. UTILIZACIÓN DE FACTORES AMBIENTALES COMO MÉTODO DE ESTIMACIÓN DEL RIESGO.
5. ANÁLISIS DE SEÑALES DE ALARMA.
6. SIMILITUDES EN ALGUNOS ACCIDENTES TRÁGICOS.
7. CONTRAFUEGOS Y QUEMAS DE ENSANCHE COMO HERRAMIENTA DE SEGURIDAD.
8. SEGURIDAD EN VEHÍCULOS.
9. AUTOPROTECCIÓN.
10. BIBLIOGRAFÍA.





DEJAR ESTA PÁGINA EN BLANCO





## 1. INTRODUCCIÓN.

En el Curso Básico de Incendios Forestales, se abordó de forma extensa el capítulo de seguridad, por constituir la primera cuestión a tener en cuenta a la hora de trabajar en la extinción de un incendio forestal.

La escala de prioridades de los valores a proteger es:

1. Seguridad de las personas.
2. Seguridad de bienes.
3. Seguridad del monte.

Como integrantes del dispositivo de intervención se deben tener en cuenta a la hora de realizar una intervención, pero sin olvidar 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.

Así, las estadísticas muestran que desde 1910 hasta 2006 en USA hay un registro de 954 fallecidos por incendios forestales y en España, en el periodo 1973 hasta 2005 han habido 106 accidentes de los que se tenga constancia, con un número de 202 muertos entre el personal de extinción y 48 muertos entre personal que no pertenecía al dispositivo de extinción.

Los principales grupos de accidentes, según la tabla adjunta (Fernando Chico, 2007), muestran que los accidentes más frecuentes son:

<b>TIPO DE ACCIDENTE</b>	<b>VÍCTIMAS</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>Atrapamiento</b>	62	30.69 %
<b>Accidentes de aviación</b>	57	28.22 %
<b>Accidentes con vehículos</b>	25	12.38 %
<b>Lesiones no provocadas directamente por incendio</b>	10	4.95 %
<b>Médica</b>	10	4,95 %
<b>Sin datos</b>	38	18.81 %

Así los accidentes que más número de víctimas por accidente se cobran son los atrapamientos. Después están los accidentes de aviación seguidos por los accidentes de tráfico.

**Tabla 1—** N° de fallecidos por tipo de accidente y causa solo personal de los dispositivos de extinción y voluntarios. Período 1973-2005

TIPO DE ACCIDENTE	CAUSA	N° Fallecidos	%
ACCIDENTE AEREO	CHOQUE CON TENDIDO ELECTRICO	3	1,49%
	EMBARQUE DE EQUIPOS Y MATERIALES	1	0,50%
	ENTRENAMIENTO	6	2,97%
	DESCARGA DE AGUA	4	1,98%
	DESPEGUE	2	0,99%
	MANIOBRA CARGA DE AGUA	3	1,49%
	MISION DE RECONOCIMIENTO Y VIGILANCIA	2	0,99%
	REGRESO DEL INCENDIO (AA)	1	0,50%
	TRANSPORTE PERSONAL AL INCENDIO	3	1,49%
	SIN DATOS	29	14,36%
	TRABAJANDO EN LA EXTINCIÓN (AA)	3	1,49%
Total	57	28,22%	
ACCIDENTE CON VEHÍCULO	ATROPELLO	1	0,50%
	PATRULLA DE VIGILANCIA	1	0,50%
	REGRESO DEL INCENDIO	2	0,99%
	SALIDA AL INCENDIO	7	3,47%
	SIN DATOS	10	4,95%
	TRABAJANDO EN EL INCENDIO (AV)	4	1,98%
Total	25	12,38%	
ATRAPAMIENTO	SIN DATOS	6	2,97%
	SOBREPASADOS POR EL FUEGO (OVERRUN)	56	27,72%
	Total	62	30,69%
LESIONES NO PROVOCADAS DIRECTAMENTE POR EL INCENDIO	ASFIXIA	1	0,50%
	DESPRENDIMIENTO DE ROCAS	2	0,99%
	EXPLOSIÓN BOMBA EN CAMPO DE TIRO	3	1,49%
	MANEJO DE HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	2	0,99%
	TENDIDO ELECTRICO	2	0,99%
Total	10	4,95%	
MEDICA	INFARTO	10	4,95%
	Total	10	4,95%
SIN DATOS	SIN DATOS	38	18,81%
	Total	38	18,81%
Total General		202	100,00%



## 2. PROTOCOLOS DE SEGURIDAD.

### 2.1. Los cinco puntos del Protocolo Básico de Seguridad en incendios forestales.

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	
L	<b>LOOKOUTS</b>
C	<b>COMUNICATIONS</b>
E	<b>ESCAPE RUTE</b>
S	<b>SAFETY ZONE</b>
O	<b>OBSERVACIÓN Y VIGILANCIA</b>
C	<b>MANTENER SIEMPRE LA COMUNICACIÓN</b>
E	<b>TENER SIEMPRE PREVISTAS LAS RUTAS DE ESCAPE</b>
L	<b>QUE CONDUZCAN A LAS ZONAS DE SEGURIDAD</b>

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 que se verán a continuación.

En la reunión internacional que se celebró recientemente 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	
L	<b>LOOKOUTS</b>
C	<b>COMUNICATIONS</b>
A	<b>ANCHOR POINT</b>
E	<b>ESCAPE RUTE</b>
S	<b>SAFETY ZONE</b>
O	<b>OBSERVACIÓN Y VIGILANCIA</b>
C	<b>MANTENER SIEMPRE LA COMUNICACIÓN</b>
E	<b>TENER SIEMPRE PREVISTAS LAS RUTAS DE ESCAPE</b>
L	<b>QUE CONDUZCAN A LAS ZONAS DE SEGURIDAD</b>
A	<b>SIEMPRE INICIAR EL TRABAJO CON PUNTO DE ANCLAJE</b>

## 2.2. Las diez Normas de Seguridad en incendios forestales.

En 1956 un incendio forestal en Inaja se cobró la vida de 11 brigadistas, quemando 17.100 ha de chaparral en el parque nacional de Cleveland, California. Este accidente vino a culminar los 40 fallecimientos ocurridos en incendios forestales en USA entre 1939 y 1956.

Motivado por este hecho, el Jefe del Servicio Forestal Norteamericano Richard McArdle, creó una comisión para investigar 16 incendios forestales, en los cuales habían fallecido 79 combatientes, para conocer como se habían combatido y cuál era la mejor manera en la que se podría incrementar la seguridad de los que los combatían.

Del estudio de este grupo surgieron las 10 normas de seguridad en incendios forestales (Ten Standard Fire Orders), además de recomendar el comienzo de la construcción de los refugios ignífugos y la fabricación de ropa ignífuga.

Estas diez normas básicas están basadas, en parte, en las "Ordenes Generales" que tan buen resultado le habían dado a las fuerzas armadas de Estados Unidos.

Estas órdenes están ordenadas, deliberadamente y secuencialmente, siguiendo la prelación en la que deben ser aplicadas sistemáticamente en todos los incendios.

Estas son las Diez Normas Básicas tal y como fueron creadas el 28 de junio de 1957 por el Jefe del Servicio Forestal Norteamericano, al pie de



las mismas añadía una nota en la que decía "Todos los empleados por el Forest Service, que vayan a combatir incendios forestales, deben aprenderse estas órdenes y seguirlas cuando sean de aplicación a su ubicación en el incendio".

DIEZ NORMAS DE SEGURIDAD EN EL COMBATE DE INCENDIOS FORESTALES
1. Mantenerse informado de las condiciones atmosféricas y su pronóstico.
2. Vigilar y observar lo que está haciendo el incendio en todo momento.
3. Basar todas las acciones en el comportamiento actual y previsto del incendio.
4. Mantener rutas de escape y hacer que todo el personal las conozca.
5. Situar observadores cuando pueda existir peligro.
6. Mantenerse alerta, calmado, pensar con claridad, actuar con decisión
7. Asegurar y mantener las comunicaciones con tu personal, con el PMA y con las unidades adyacentes.
8. Dar instrucciones claras y asegurarse de que se han entendido.
9. Mantener el control del personal a tu cargo en todo momento.
10. Combate el incendio con agresividad pero primero vigila tú SEGURIDAD

### 2.3. Las dieciocho Situaciones en las que el peligro aumenta.

Al poco tiempo de desarrollar las 10 Normas Básicas de Seguridad, se crearon las 18 situaciones en las que el peligro aumenta. Estas situaciones especifican más los riesgos y suponen una advertencia frente a diferentes situaciones, además de ser una ampliación de las 10 Normas Básicas.

DIECIOCHO SITUACIONES EN LAS QUE EL PELIGRO AUMENTA
1. Cuando el incendio no ha sido reconocido ni evaluado
2. Cuando se trabaja en terreno que no ha sido visto durante el día.
3. Cuando no se han establecido rutas de escape ni zonas de seguridad.
4. No conocer la climatología y factores locales que influyen en el comportamiento del incendio.
5. Al estar desinformado de las estrategias, tácticas y peligros.
6. Cuando las instrucciones y tareas no son claras.
7. Si no hay comunicación entre el personal, PMA y unidades adyacentes.
8. Al construir una línea de defensa sin anclaje.
9. Cuando se construye una línea de defensa ladera hacia abajo con el incendio subiendo.
10. Al intentar un ataque a la cabeza del incendio.
11. Cuando hay combustibles sin quemar entre el personal y la línea de fuego
12. Cuando no se ve el incendio principal, ni hay contacto con quien lo ve
13. En incendios con material rodante.
14. Cuando el tiempo se vuelve más caluroso y seco
15. Cuando el viento aumenta y/o Cambia de dirección.
16. Cuando hay saltos de fuego.
17. Cuando hay combustible que dificulta la movilidad hacia las rutas de escape y zonas de seguridad.
18. En los momentos de descanso cerca de la línea de fuego.



## 2.4. Las nueve Normas de Seguridad en la Interfase.

Las estrategias y tácticas que se utilizan en las emergencias por incendios forestales en la interfase urbano 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.



## 2.5. Motivos y consecuencias de la no aplicación de estas normas. Propuestas de reforma de las 10 Normas Básicas.

El fallo en el seguimiento de las 10 Normas de Seguridad y la falta de reconocimiento o inadecuada corrección de las 18 Situaciones en las que el Peligro Aumenta, son el fundamento por el que se dan la mayoría de accidentes por atrapamiento, y constituyen su base de estudio.

La mayoría de los accidentes tienen graves fallos en el seguimiento de estas normas, bien sea por personal muy experimentado que deja de tener en cuenta estas normas de seguridad, ya que se dedican a combatir el incendio de forma agresiva de manera rutinaria (Stormking) confiando ciegamente en su experiencia, o bien por personal, novato o no, que desconoce las normas, tiene poca formación en estas o las aprecia como un compendio de normas que son de dudosa y farragosa aplicación (Lorcha, Guadalajara, Thirtymile, Alhajar), pero que cuando se realizan los análisis de los accidentes, se identifican fallos de aplicación en gran parte o todas ellas.

Así, estas normas pueden asemejarse en los incendios forestales al código y señales de circulación en la conducción de vehículos. De la misma forma que se aprieta el freno de forma inconsciente cuando se detecta un obstáculo, el conocimiento de estas normas supone una herramienta muy útil a la hora de detectar las señales de peligro en los incendios.

### LAS DIEZ NUEVAS NORMAS DE SEGURIDAD EN EL COMBATE DE INCENDIOS FORESTALES PROPUESTAS POR PUTNAM

#### ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN.

1. Controla tu estado mental para mantenerte alerta y calmado, y que te permita pensar con claridad y actuar con decisión.
2. Evalúa el comportamiento del fuego, la climatología, la topografía y los combustibles. Utiliza observadores y solicita los pronósticos meteorológicos cuando los necesites.
3. Vigila la seguridad estableciendo los factores relevantes del riesgo, incluyendo las rutas de escape y las zonas de seguridad.
4. Elabora el plan de acción basado en tu estado mental, el comportamiento del incendio y las acciones que puedan no ser seguras.

#### COMIENZO DE LA EXTINCIÓN.

5. Comunícate con el resto del personal, utilizando protocolos claros, sistemáticos y estandarizados.
6. Actúa con decisión.
7. Abandona la actuación cuando sientas no estar alerta o seguro.

#### REVALUACIÓN.

8. Cuando termines de percibir cambios, reacciona y regresa al número 1.
9. Cuando sientas cambios significativos internos o externos, regresa al número 1. Los cambios en la valoración de la situación y actuaciones deben ser acordes con la variación observada.

#### RESPONSABILIDAD

10. Los mandos deben entrenar al personal de acuerdo con las normas indicadas, asegurándose de su entendimiento y uso operacional.



Si se siguen las 10 Normas Básicas de Seguridad y se está alerta frente a las 18 Situaciones en las que el Peligro Aumenta, la mayoría de los riesgos de la actividad de combate de incendios forestales puede reducirse.

El objetivo no consiste en aprenderlas de memoria de forma automática, sino saber que quieren decir y seguirlas en todos los incendios forestales.

Por este motivo, hay autores que intentan actualizarlas y reestructurarlas, convirtiéndolas en un procedimiento de trabajo (Ted Putnam, 2005).

### **3. RUTAS DE ESCAPE Y ZONAS DE SEGURIDAD.**

En el curso Básico de Incendios forestales, se dieron unas nociones de lo que eran las rutas de escape y las zonas de seguridad, en este punto se profundizará en como y donde construirlas y las dimensiones que deben tener.

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, se llaman **zonas de supervivencia**.

Las zonas en las cuales habrá contacto con el fuego se llaman **zonas de daño**.

La forma y tamaño de la zona de seguridad vendrá dictada por los modelos de combustibles que la rodean, la topografía y el comportamiento esperado del fuego.

Las **rutas de escape** son el camino que lleva desde la zona de riesgo hacia un lugar seguro, y por tanto, a la zona de seguridad.

Para diseñarlas, hay que tener en cuenta la velocidad de desplazamiento del personal de extinción, y por tanto, el medio de transporte utilizado.



Hay que tener, al menos, dos rutas de escape planificadas. Deben estar desprovistas de obstáculos y vegetación, para que faciliten la movilidad de los equipos de extinción.

En el momento en que se detecte que pueden haber complicaciones, el tiempo empleado en tomar la decisión y abandonar la zona es crítico. Debe tenerse en cuenta el tiempo de desplazamiento del personal que está ubicado en la posición más desfavorable con respecto a la dirección de avance del incendio.

Las zonas de seguridad, como ya se comentó en el Curso Básico, tienen como cualidades básicas para determinar su ubicación y utilización:

- **Evitar ubicar la zona de seguridad en áreas con viento a favor desde el incendio.**
- **Evitar ubicarla en la 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.**
- **Las zonas de seguridad deben permitir que exista una distancia de, al menos, 4 veces la altura de llama, entre el personal y las llamas (Butler y Cohen 1998).**

Esta última afirmación la realizan los autores teniendo en cuenta que el EPI con el que van equipados los combatientes, soporta 7 Kw/m<sup>2</sup> de calor radiante y que este dimensionamiento sólo es válido para el calor radiante que puedan recibir.

El calor convectivo no se tiene en cuenta a la hora de dimensionarlas, ya que el calor convectivo sólo afecta al personal cuando está a la misma altura o por encima de la fuente de calor, y la posición de seguridad del personal de extinción en incendios forestales, consiste en tumbarse con la boca pegada al suelo, por lo que este calor pasaría por encima de ellos.

Cuando las brigadas se acercan al incendio, deben ir seleccionando las zonas que puedan reunir las características de una zona de seguridad. Así, localizarán las diferentes áreas de cultivos y zonas desprovistas de vegetación, que van encontrando conforme se adentran en busca del incendio.

La utilización de ortofotos y mapas actualizados de la zona o el reconocimiento aéreo, puede ayudar a identificarlas.

El momento más peligroso se produce cuando el personal está en tránsito hacia el incendio, en sus proximidades, sin tener muy clara la ubicación



del mismo, **cuando existe combustible entre las unidades y la línea de fuego.**

Si el ataque al incendio es directo, el tiempo crítico será el que transcurra hasta que se consiga construir el punto de anclaje en la línea de fuego, siempre y cuando la vegetación, en el área perimetral del incendio, esté quemada de superficie y de copas, puesto que se utilizará la zona quemada como zona de seguridad.

En caso de realizar ataque indirecto, el tiempo crítico tendrá una duración igual a la del tiempo de permanencia en la línea de fuego, puesto que siempre existirá combustible entre el personal y la línea de fuego (punto 12 de las 18 situaciones en las que el peligro aumenta).

Como se desprende del análisis de los accidentes vistos en el tema 1, en la mayoría de ellos existe combustible entre el personal y la línea de fuego (Lorcha, Millares, Guadalajara, Thirtymile, Stormking, Doxaro, etc.).

Como referencia, para definir las rutas de escape y las zonas de seguridad se puede utilizar la tabla adjunta (Butler et al, 2000), elaborada en base a la velocidad de desplazamiento a pie de las brigadas por diferentes terrenos y a las condiciones de comportamiento del fuego en las que puedan verse envueltas estas brigadas.

Pendiente %	Velocidad de desplazamiento de combatientes (Km/h).	Velocidad del Viento (Km/h)	Velocidad de propagación, altura de llama, tamaño mínimo de la zona de seguridad											
			Hierba (1)			Matorral (2)			Incendio de copas (3)			Incendio de superficie debajo de las copas de los árboles (4).		
			Velocidad de propagación (m/s)	Altura de llama (m)	Zona de seguridad (m)	Velocidad de propagación (m/s)	Altura de llama (m)	Zona de seguridad (m)	Velocidad de propagación (m/s)	Altura de llama (m)	Zona de seguridad (m)	Velocidad de propagación (m/s)	Altura de llama (m)	Zona de seguridad (m)
Liano (0)	6,4	0	0,11	3,27	13,08	0,11	7,63	30,52	0,11	10,90	43,60	0,04	5,45	21,80
		16	2,18	15,26	61,04	3,27	33,79	135,16	1,42	76,30	305,20	0,44	13,08	52,32
		32	5,45	21,80	87,20	8,72	52,32	209,28	3,27	158,05	632,20	0,76	18,53	91,56
		48	8,72	28,34	113,36	15,26	67,58	270,32	5,45	239,80	959,20	1,09	22,89	91,56
Baja (10 - 20)	4,8	0	0,22	5,45	21,80	0,33	10,90	43,60	0,22	21,80	87,20	0,11	6,54	26,16
		16	2,18	15,26	61,04	3,27	33,79	135,16	1,64	81,75	327,00	0,44	14,17	56,68
		32	5,45	22,89	91,56	8,72	52,32	209,28	4,36	163,50	654,00	0,87	18,53	74,12
		48	8,72	28,34	113,36	16,35	67,58	270,32	5,45	245,25	981,00	1,09	22,89	91,56
Moderada (20 - 40)	3,2	0	0,76	8,72	34,88	0,76	17,44	69,76	0,22	27,25	109,00	0,22	8,72	34,88
		16	3,27	16,35	65,40	4,36	35,97	143,88	2,18	87,20	348,80	0,55	15,26	61,04
		32	5,45	22,89	91,56	9,81	53,41	213,64	4,36	174,40	697,60	0,87	19,62	78,48
		48	9,81	29,43	117,72	16,35	68,67	274,68	6,54	256,15	588,60	1,09	23,98	95,92
Escarpada (40 - 60)	1,6	0	1,53	13,08	52,32	1,64	23,98	95,92	1,20	59,95	239,80	3,27	11,99	47,96
		16	3,27	18,53	74,12	4,36	39,24	156,96	2,18	109,00	436,00	0,65	16,35	65,40
		32	6,54	25,07	100,28	9,81	55,59	222,36	5,45	190,75	763,00	1,09	20,71	82,84
		48	9,81	30,52	122,08	17,44	70,85	283,40	6,54	272,50	1090,00	1,09	25,07	100,28

Margen de Seguridad = Velocidad de desplazamiento de los brigadistas - Velocidad de propagación del incendio.

Las áreas sombreadas representan un margen de seguridad negativo. Las condiciones son las siguientes: El contenido de humedad de los combustibles a 1, 10 y 100 horas = 4,5 y 6%. El contenido de humedad de los combustibles vivos es del 50%. Para el modelo de incendios de copas se han utilizado la características de sequías severas. En (1) se utilizó el modelo 3, en (2) el modelo 4, en (3) el modelo 12 y la máxima velocidad de propagación. (4) Restos de corta y madera quemada.

Para adecuar esta tabla a la realidad de en cada brigada, cada jefe de unidad debería contrastar estos tiempos de desplazamiento y elaborar una tabla propia, al tiempo que se mejora la capacidad física para poder realizar un trayecto más largo en menos tiempo. Los desplazamientos de la tabla se realizan andando no corriendo.



#### 4. UTILIZACIÓN DE FACTORES AMBIENTALES COMO MÉTODO DE ESTIMACIÓN DEL RIESGO.

¿Cómo puede reconocer el personal de extinción, de forma rápida, que la combinación de las condiciones ambientales presentes en un incendio suponen un riesgo alto para ellos?.

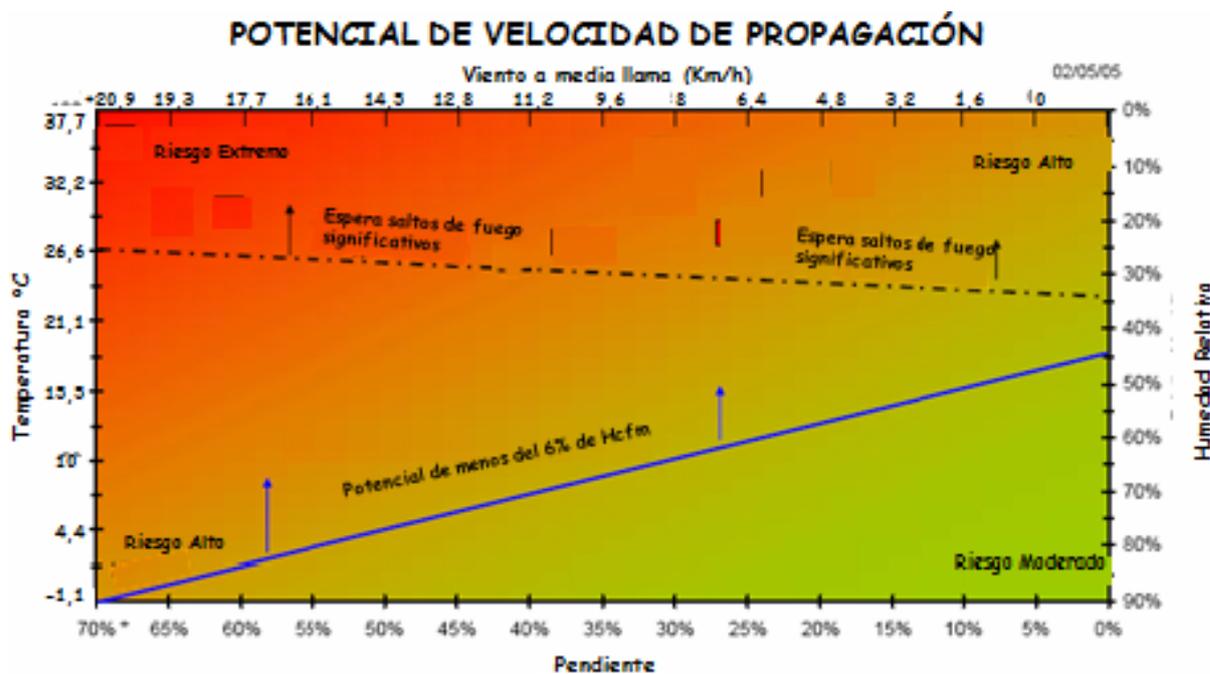
La humedad del combustible fino muerto y la probabilidad de ignición, son buenos indicadores del potencial de comportamiento extremo de incendio y de rápidas velocidades de propagación, además de ser relativamente fáciles de calcular. El personal de extinción debe estar entrenado para utilizar estas herramientas con facilidad y para tener habilidad en el entendimiento de los valores y condiciones del incendio.

Si bien es cierto que para el cálculo de la probabilidad de ignición se necesitan una tablas e instrumentación adicional a la que se propone, para la utilización de esta tabla (Leuschen, 2005) sólo es necesaria la lectura efectuada por cualquier estación meteorológica.

Si la estación meteorológica está en un observatorio forestal cercano a la zona, debemos adecuar sus lecturas a la ubicación del incendio. Si por el contrario, se realizan las mediciones directamente con una estación meteorológica en el incendio debemos adecuar las lecturas de viento, en caso de ser tomadas con mástil, o utilizarlas directamente, si están tomadas de forma manual.

Para utilizar la tabla, basta con estimar la pendiente del lugar donde nos encontramos (en plano o valorándola de forma visual) y trazar una línea hasta la velocidad de viento a media llama, calculada u obtenida según las reseñas anteriores, luego cogemos y trazamos otra línea desde la temperatura hacia el punto de humedad relativa, el cruce de ambas líneas nos delimitará un punto de intersección, que definirá el riesgo al que están expuestas las unidades en ese lugar, con esas condiciones atmosféricas.





El área de **Riesgo Moderado** se encuentra por debajo del 6% Hcfm, la cual implica una velocidad baja de propagación.

El personal de extinción debe estar alerta puesto que se puede producir una rápida propagación cuando la Hcfm es superior al 6%, en condiciones de pendientes pronunciadas y/o vientos rápidos.

Los valores de **Riesgo Alto** se enmarcan por debajo de Hcfm del 6%. Si los valores están en esta zona de la tabla, una leve brisa puede llevarlos a riesgo extremo. Hay que recordar que la velocidad rápida de propagación no ocurre frecuentemente, incluso cuando las condiciones para que se produzcan están presentes. El personal de extinción puede infravalorar el atrapamiento puesto que casi nunca se da bajo estas condiciones.

Los pocos minutos en los que se dan los atrapamientos bajo estas condiciones, a menudo sorprende al personal y, desafortunadamente, a veces con resultados trágicos.

La zona de **Riesgo Extremo** abarcan los incendios trágicos. Otros incendios trágicos pueden ocurrir fuera del área de riesgo extremo, pero la tabla muestra las condiciones ambientales en las que se da una rápida velocidad de propagación. Esto puede darse en cualquier lugar de la tabla, pero se desarrolla más lentamente fuera de la Zona de riesgo Extremo y requiere fuertes vientos o pendientes muy pronunciadas.

La Línea de **Espera Número de Saltos Significativo**, está basada en los valores de la probabilidad de ignición, alrededor del 80%, por lo que la Hcfm debe ser como máximo del 4%, esto implica que la Hr máxima debe ser del 34 % o inferior, con una temperatura de 27° C o más.



Estos valores definen la línea de Espera Número de Saltos significativo. La probabilidad de ignición no es exactamente un 80%, pero es un buen valor de referencia.

## 5. ANÁLISIS DE SEÑALES DE ALARMA.

Cuando se trabaja en la extinción de incendios forestales, todo el personal, y especialmente los jefes de las diferentes unidades, deben crearse unos hábitos de evaluación de situaciones que permitan advertirles de los peligros, bien de forma consciente o inconsciente, en el momento de enfrentarse a una situación potencialmente peligrosa.

La **primera evaluación** del comportamiento del incendio debe basarse en la **observación de su columna de convección**, determinando si el incendio es dominado por columna o por viento. **En segundo lugar** se analizará la **forma del terreno** sobre el que se desarrolla el incendio y la de las zonas adyacentes. **La tercera cuestión** sería la apreciación u observación de las **condiciones atmosféricas**. **La cuarta cuestión** a tener en cuenta es la **posición relativa en la que se encuentra o va a ubicar el grupo, con respecto a zona por donde se desarrolla el incendio** y su dirección de avance.



Esta es la primera valoración a realizar para desarrollar el **protocolo de los 5 puntos básicos de seguridad en incendios forestales**.

Como elementos adicionales de seguridad se puede establecer la observación de:

1. La llegada del incendio a zonas de combustibles ligeros.
2. La influencia de la pendiente en la propagación del incendio.
3. Incremento del viento.
4. Aumento de la temperatura.
5. Bajada de la humedad relativa.

La variación de estos factores modificará el comportamiento del fuego, por lo que habrá que revisar si el protocolo de los 5 puntos básicos sigue siendo efectivo o si por el contrario hay que modificarlo.



Cuando *los árboles comienzan a antorchar*, el incendio comienza a propagarse por saltos, o la situación de la unidad empieza a estar comprometida, se debe salir hacia las zonas de seguridad y desde allí reevaluar si las acciones que se están llevando a cabo para controlar el incendio en esa posición, son o no seguras.

Como ejemplo de esta situación se puede comentar el comportamiento del incendio de Xátiva en junio de 2005 y las acciones llevadas a cabo por la brigada de Fontanars en el primer ataque al incendio, en donde no se encontraban a más de 150 metros de este, pero que salió con tal virulencia, que el personal debió regresar rápidamente hacia la zona quemada (Zona de seguridad), por el riesgo de quedar encerrados por el fuego, debido al incesante goteo de pavesas que se proyectaban por gravedad desde la columna de convección.

Una vez en la zona de seguridad y dirigidos por el coordinador forestal, volvieron a entrar hacia la línea de fuego, después de realizar el anclaje desde la cola del mismo.



Columna de convección, Xátiva. Junio 2005

## 6. SIMILITUDES EN ALGUNOS ACCIDENTES TRÁGICOS.

Como ya dedujo el grupo que creó las 10 normas de seguridad en incendios forestales, de estudio de los accidentes, los factores comunes de los incendios trágicos que ellos habían investigado eran:

- combustibles ligeros.
- cambios en la dirección del viento.
- pendientes pronunciadas.
- barrancos estrechos y escarpados.



Un análisis posterior centrado en el comportamiento del fuego de otros accidentes trágicos, ha aportado otros denominadores comunes como:

- La mayoría de los incidentes ocurren en pequeños incendios o zonas aisladas de grandes incendios.
- La mayoría de los incendios parecen inofensivos justo antes de que se produzca la deflagración. En algunos casos los accidentes ocurren en la fase de repaso o liquidación.
- Las deflagraciones se dan, generalmente, en falsos combustibles ligeros.
- Los incendios se propagan rápidamente hacia arriba en barrancos estrechos y pendientes pronunciadas.
- Algunos equipos de extinción, como helicópteros y bombarderos, pueden afectar de forma negativa al comportamiento del incendio. El rebufo procedente de vuelos bajos o estacionarios de las aeronaves, puede generar vientos erráticos sobre el incendio, que favorecen el comportamiento deflagrante del fuego.

Del estudio realizado (J.Payne,2004) de otros tres accidentes en USA (South Canyon, Thirtymile y Cramer) se sacaron otras conclusiones sobre coincidencias en este tipo de accidentes:

- Todas las unidades involucradas tenían experiencia.
- Todas las unidades estaban consolidadas y/o tenían poca relación con las brigadas adyacentes en el incendio.
- Las condiciones de humedad eran severas o extremas y había un índice de Haines alto.
- Se daba un comportamiento muy activo del incendio tanto de día como de noche.
- La rápida propagación del incendio cogió desprevenidos a los jefes de las unidades.
- El personal estaba trabajando en ladera, con el incendio por debajo de su posición y/o en barrancos estrechos.
- Las acciones del personal de extinción se realizaron sin tener en cuenta los riesgos en el incendio.
- Se utilizaron de manera inapropiada los EPI's.

Y las conclusiones que muy pocos análisis obtienen, numerosos fallos en la dirección de las unidades:

- Mal traslado de la información al personal para explicarles sus cometidos.
- Estrategia mal planteada y utilización de tácticas inadecuadas para la situación a la que se enfrentaban.
- Cambios en los pronósticos meteorológicos no transmitidos.
- No existían predicciones de comportamiento del incendio.



- Confusión de quién estaba al mando.
- Mala gestión de los relevos.
- Los riesgos no se habían valorado.
- No se supervisaron las 10 normas de seguridad.
- No se evitaron las situaciones que se daban del compendio de las 18 situaciones en las que el peligro aumenta.
- Falta de preparación para campañas con condiciones ambientales muy adversas y con situaciones de incendios múltiples.
- Tenían una formación muy escasa para definir estrategias de intervención.



Incendio de Esperanza, 26 de octubre de 2006 en California, momento de la deflagración que produjo el fallecimiento de 5 brigadistas durante la extinción del incendio (1<sup>o</sup> foto 7:10, 2<sup>a</sup> 7:14).

## **7. CONTRAFUEGOS Y QUEMAS DE ENSANCHE COMO HERRAMIENTA DE SEGURIDAD.**

Una de las acciones que puede llevarse a cabo cuando el personal se ve atrapado en un incendio es la utilización del fuego técnico como herramienta de seguridad.

En el caso del contrafuego se realiza con el fin de eliminar el combustible que hay entre el incendio y el personal, permitiendo a estos pasar a la zona quemada, una vez que se unan ambas líneas de fuego y la temperatura descienda.

En el caso de la quema de ensanche, se realiza para ampliar la zona de seguridad.

Esta táctica de prevención y extinción de incendios, cuando se realiza con fines de seguridad, es muy peligrosa, ya que se puede incrementar la



intensidad del incendio, agravando la situación, o se pueden dejar encerradas a otras unidades que se encuentren trabajando en las proximidades.

Si hay que utilizar esta táctica como **contrafuegos**, se comenzará a quemar desde el borde de la zona de seguridad, con el fin de alejar el incendio hacia el frente principal, hasta que este lo absorba por las corrientes de succión. En el momento de la unión de ambas líneas de fuego, se liberará una gran cantidad de calor, por lo que se debe intentar que esta situación se produzca lo más alejada posible de la zona de seguridad. Cuestión que tendrá relación directa con el tiempo transcurrido desde el inicio de la quema hasta el momento en que se produzca la unión de ambos frentes y con la intensidad de fuego del frente principal.

En caso de disponer de agua, se bajará la intensidad del fuego que se está creando, hasta que el calor radiante y convectivo del fuego, no afecte a la seguridad del personal que se encuentra en la zona de seguridad.

En caso de disponer de vehículos, se dispondrán paralelamente a la línea de fuego que se está creando, pero alejados unos metros de esta, para que realicen la función de pantalla frente al calor.

Si por el contrario, realizamos una **quema de ensanche** para aumentar el tamaño de la zona de seguridad, podemos acelerar el proceso mediante la utilización de los diferentes métodos que existen, en función de la dirección del viento, los combustibles, la topografía y la forma y tamaño de la zona de seguridad.





## 8. SEGURIDAD EN VEHÍCULOS.

### 8.1. Ensayos con vehículos en quemas reales.

Tras diferentes atrapamientos de personal y vehículos en U.S.A., el Centro de Desarrollo Tecnológico de Missoula desarrolló unos ensayos para ver como se comportaban al fuego los habitáculos de los vehículos, los EPI's y los refugios ignífugos con los que estaban equipados los bomberos forestales en este país.

Para ello, hicieron tres ensayos en campo, uno en Montana, otro en California y otro en Florida. En ellos colocaron diferentes termopares dentro y fuera de los vehículos, refugios y ropa, para comprobar cómo afectaba el calor a estos equipos.

También filmaron y fotografiaron los ensayos, ubicando los equipos en la parte superior de una ladera, por donde debería subir el fuego que ellos crearían en la parte baja de la misma, pero en la parte exterior de la pista forestal, con el fin de que recibiesen la mayor cantidad de calor.

Otros ensayos los realizaron sobre terreno llano en diferentes modelos de combustible.

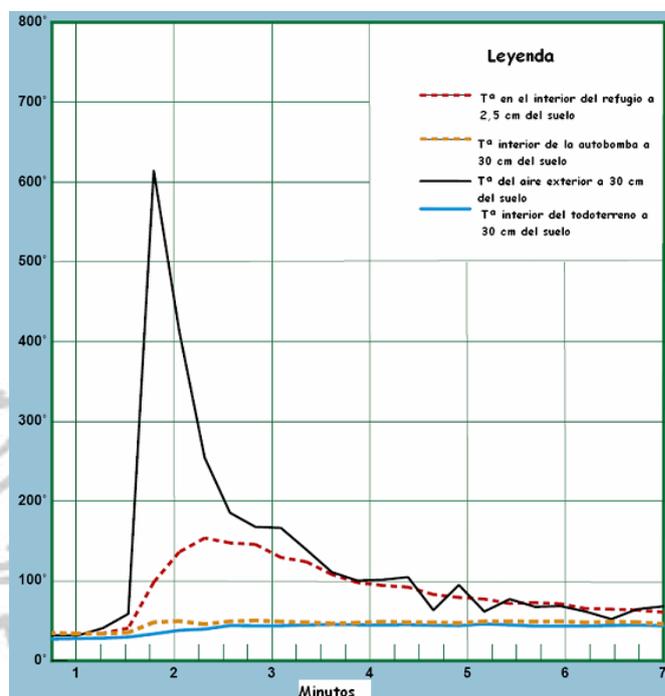
De estos ensayos sacaron las siguientes conclusiones:

1. En la mayoría de los combustibles, excepto hierba y matorrales ligeros, la temperatura se incrementa al subir en altura desde el suelo.
2. Los videos mostraban que las cabinas se llenaban de humo, incluso con las ventanillas subidas. Esto ocurría en condiciones de temperatura baja, cuando la cabina parece que es un sitio seguro.
3. Cuando el fuego sube por una ladera, parece que pasa por la parte superior del camión y por debajo del chasis, creando un remolino en la parte de atrás que hace de tiro al aire caliente y la llama. Así un bombero no encontraría refugio en la parte de atrás de un camión que estuviese aparcado en una ladera ascendente.
4. Al estar expuestas las puertas de la cabina al calor radiante, puede comenzar a derretirse los elementos plásticos de la cabina, generando gases volátiles que provocarán que el personal que no esté equipado con ERA, tenga que salir de la cabina, hacia la zona incendiada.
5. Los materiales de los que estaban fabricados los EPI's, aparentemente ofrecían una adecuada protección para quienes no dispusieran de un refugio o una autobomba para protegerse.
6. Para exposiciones bajas al calor, los compuestos exteriores de las autobombas resisten la temperatura, pero para una exposición alta,



podían comenzar a arder, cuando la zona exterior todavía no es segura para abandonar la cabina.

7. La diferencia de temperatura que se da entre 3 cm y 30 cm, refuerza la necesidad de que los combatientes atrapados peguen la cara al suelo para proteger su sistema respiratorio.
8. Con alta intensidad de calor los cristales de las ventanas se pueden romper. Esto suele suceder cuando la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior es de  $4^{\circ}\text{C}$ , por lo que si se permanece dentro del vehículo, hay que colocarse las gafas de protección.



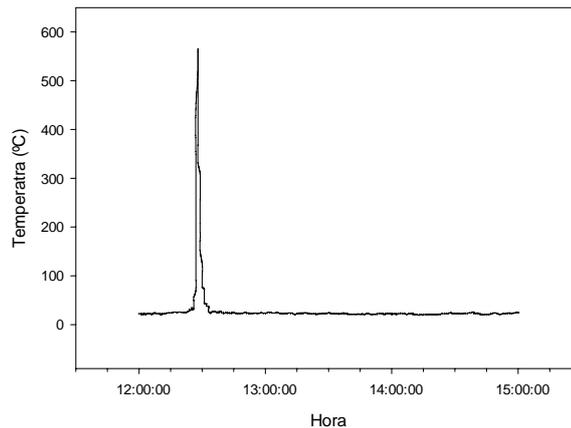
Como puede observarse en la gráfica adjunta sacada de los ensayos de campo realizados en California, la temperatura del aire en una quema de matorral, llega a alcanzar un pico de unos  $620^{\circ}\text{C}$ , regresando al umbral de los  $100^{\circ}\text{C}$ , transcurridos 2 minutos de exposición de los termopares a esta temperatura.

Sin embargo la temperatura del aire en el interior de la autobomba y del todoterreno, permanece más o menos constante, sin llegar a rebasar los  $50$  o  $60^{\circ}\text{C}$ , por lo que es un buen lugar para permanecer en caso de que el incendio pueda atrapar al personal de extinción.

La temperatura mostrada en la tabla anterior se alcanza exponiendo el vehículo a la mayor cantidad de calor, es decir, ladera ascendente y el vehículo ubicado en la parte externa de la pista.

Si dejamos el vehículo en la parte interior de la pista, de tal forma que el mismo desnivel realice la función de pantalla, el calor recibido será mucho menor.

Estas lecturas de temperatura del aire, concuerdan con las tomadas por el CEAM en las quemas controladas realizadas en Vall de Alcalá (Alicante), en febrero de 2007, sobre modelos de combustible 4 y 6.



Sin embargo, otros estudios realizados en Canadá en 1997 para modelizar el comportamiento de los incendios de copas y del fuego en modelos de combustible de arbolado, muestran que la temperatura puede alcanzar los 900°C, descendiendo muy lentamente a valores entre 400° y 500° C.

En estas situaciones, la temperatura del incendio permanece en estos umbrales durante mucho más tiempo que en los modelos de matorral, en función de la carga de combustible que tengan, por lo que suponen la peor situación de cara a un posible atrapamiento del personal, ya que este estará expuesto una cantidad de calor muy alta durante mucho tiempo.

## 8.2. El factor humano en los atrapamientos en vehículos.

En un atrapamiento real, el factor humano es crítico, ya que:

1. ¿Cuál es la experiencia y entrenamiento de los individuos que se encuentran atrapados?
2. ¿Tienen los conocimientos y entrenamiento que les permita reconocer esta situación y resolverla?
3. ¿Cuánto tiempo disponen para tomar una decisión crítica?
4. ¿Cabén todos los miembros del grupo dentro de la cabina de una autobomba?
5. ¿Se han buscado zonas de seguridad cercanas a la ubicación de la autobomba durante la extinción del incendio o se cree que la autobomba es su zona de seguridad?

Como referencia de los daños producidos por el calor sobre las personas, se puede utilizar la siguiente tabla, en la que se detallan los efectos producidos por diferentes temperaturas y tiempos de exposición en el cuerpo humano.



CONSECUENCIA DEL INCREMENTO DE LA TEMPERATURA DEL AIRE EN LAS PERSONAS	
Temperatura en °C	Respuesta Fisiológica
125	Bastantes dificultades para respirar.
140	Tolerable durante 5 minutos.
150	Temperatura límite para escapar.
160	Dolor rápido e insoportable.
180	Heridas irreversibles en 30 seg.
205	Tiempo de tolerancia del sistema respiratorio menos de 4 minutos.

## 9. AUTOPROTECCIÓN.

### 9.1. Descripción de la maniobra de autoprotección.

Las maniobras de autoprotección sólo deben realizarse cuando las rutas de escape hacia las zonas de seguridad están comprometidas o se han perdido por la evolución del incendio, por tanto, es una medida que debe evitarse realizar, asegurando siempre las rutas de escape y abandonando la zona antes de que el personal pueda verse sorprendido por el incendio.

Para realizar esta maniobra, es necesaria la utilización de agua, por lo que se debe disponer de, al menos, una autobomba. Siempre se dejará agua en la cisterna, procurando disponer de entre 300 y 500 litros de agua, en previsión de que el incendio pueda sorprender al personal de extinción. Cosa que puede darse durante el ataque, así como durante el desplazamiento del vehículo a repostar el agua de la cisterna.

La maniobra es muy sencilla, consiste básicamente en utilizar la autobomba como pantalla frente al calor y llamas que emite el incendio, apoyando esta con unos chorros de agua pulverizada, con el objeto de absorber la mayor cantidad de calor posible.

Para realizar la autoprotección se deben tener en cuenta los siguientes pasos:

1. El vehículo se coloca de forma perpendicular al avance de llamas, pero ligeramente inclinado a las mismas, con el objeto de favorecer y dirigir la circulación de las llamas y el calor, sin que el fuego se encuentre con una barrera que tenga que atravesar por arriba y por abajo.
2. El vehículo debe estacionarse lo más alejado posible de la parte de la carretera o pista por donde venga el incendio, con el depósito ubicado en la parte interior (a ser posible), en marcha y con las luces y prioritarios encendidos.
3. Dos miembros del equipo colocan dos mangueras de 25 mm en las respectivas salidas de la bomba del camión y se colocan debajo del

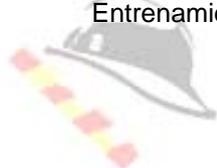


mismo, un junto a la rueda delantera y otro junto a la rueda trasera, con la rodilla en tierra, en la parte por donde la autobomba recibirá la llegada del fuego.

4. El resto del personal debe permanecer en la parte del camión opuesta al avance del incendio, en el suelo, con el EPI completo.
5. Antes de la llegada del fuego, las mangueras deben ser comprobadas, para que no exista ningún problema de última hora, y después se dejan cargadas (presurizadas), con las lanzas cerradas, en espera de ser utilizadas.
6. Cuando el calor comienza a ser bastante alto, se abren las mangueras, creando una pantalla de agua pulverizada para que absorba la mayor cantidad de calor posible, protegiendo primero la parte inferior de la autobomba, hasta que el calor baje, después se ataca la base de las llamas más cercanas al vehículo y posteriormente a las llamas que afecten al arbolado.



Entrenamiento de brigadas en autoprotección de varias unidades.





Detalle ubicación brigadistas para autoprotección.

En el caso de verse atrapados varios vehículos, los dispondremos de tal forma que vayan creando una zona de seguridad interior, que reciba la menor cantidad de energía calorífica posible, disponiendo en primer lugar los de mayor tamaño y en el interior o laterales los de menor tamaño y los vehículos de transporte.



## 9.2. Precauciones durante la realización de una maniobra de autoprotección.-

Hay que tener en cuenta el agua que queda disponible en la cisterna, no hay que malgastarla mojando el perímetro alrededor de la autobomba, ya que este gasto de agua será inútil, puesto que se evaporará a la llegada



del incendio a la zona mojada y el efecto sobre el fuego será mínimo, salvo en el caso de disponer de algún producto retardante.

El camión puede pararse por efecto del humo al no disponer de la cantidad de oxígeno necesaria para realizar la combustión. Este problema se agrava cuanto más modernos son los camiones, ya que actualmente van equipados con controles electrónicos de alimentación y con turbo. Si el camión se para no se puede trabajar con la bomba.

En los nuevos diseños de autobombas forestales se incorpora un depósito de 500 litros de agua, que no está disponible para utilizar por la bomba de trabajo y que se conecta a unos rociadores que protegen la zona de cabina y neumáticos. El agua de este depósito se acciona desde una bomba eléctrica, con el fin de solventar el problema de que se pueda parar el camión cuando trabaja en condiciones de humo muy denso.

En otros lugares como Francia, se incorporan unos faldones reflectantes en el interior de las cabinas a modo de cortinas, que permiten bajarlos cubriendo toda la zona de ventanillas, lo que refleja la mayor parte del calor radiante



***“Esta maniobra es una acción de emergencia, que se puede realizar cuando no hay otra alternativa”.***

## 11. BIBLIOGRAFÍA.



- Bonomo, T. **Common Denominators of Fire Behavior on Tragedy Fires**. Safety Message. 2002.
- Butler, B.W., Cohen, J. D. **Firefighters safety zones: How Big is Big Enough**. Fire Management Today. 1998.
- California Department of Forestry and Fire Protection. **Esperanza Fire CDF Accident Review**. 2006.
- Chico, F. **La Investigación de Accidentes y la Investigación de Riesgos en la Extinción de Incendios Forestales, como Herramienta Preventiva de Seguridad**. Wildfire 2007.
- Goodell, C.S. **10 Standards Fire Orders and Watch Outs Situations: There is a Better Way**. 2005.
- Leuschen, T. **Environmental Conditions as indicators of Potential for Rapid Rate of Spread in Wildland Fires**. 2005.
- Mangan, R. Program Leader. **Surviving Fire Entrapments. Comparing Conditions Inside Vehicles and Fires Shelters**. U.S. Department of Agriculture. Forest Service. Technology & Development Program. 7E62P87. 1997.
- Payne, J. **Similarities of Fatality Fires**. Wildwood Consulting, LLC. 2004.
- Putnam, T. **The Ten Standard Firefighting Orders: can anyone follow them?**. 2005.
- Quílez Moraga, R. **Influencia del índice de Haines en la evolución del incendio forestal ocurrido en Xátiva (Valencia) España, el 22 de junio de 2005**. Wildfire 2007. Mayo 2007.
- Thornburg W.R., Alexander M.E. **LACES versus LCES**. 2001.
- U.S. Forest Service webpage [www.fs.fed.us/fire/](http://www.fs.fed.us/fire/)

