

Multiextintor Fire Control Forestal





EDICIONES AIFEMA

© Ediciones AIFEMA, 2010
Federico Linari Melfi
Carmelo Fernández Vicente
ISBN: 978-84-613-7722-0
D.L.: GR-148-2010
C/ GIRASOL, 20
18290 El Chaparral (Granada)
flinari@hotmail.com
www.incendiosforestales.com
958 49 51 36 - 655 63 51 44

Impreso en España
Printed in Spain

Todos los contenidos de este libro han sido obtenidos por el autor, de fuentes de crédito. Las fotografías intentan reproducir lo más fielmente el objeto de estudio, los colaboradores, han expresado los contenidos lo más fielmente. Ni Ediciones Aifema, ni el autor, ni los colaboradores, se hacen responsables de daños ocasionados por el uso, o el mal uso de esta información. (MULTIEXTINTOR FIRE CONTROL FORESTAL).

La reproducción total o parcial de esta obra por cualquier procedimiento, incluidos la reprografía y el tratamiento informático, así como también la distribución de ejemplares a través de alquiler y préstamo, quedan prohibidas sin la autorización por escrito del editor y estarán sometidas a las sanciones establecidas por la ley.

MULTIEXTINTOR FIRE CONTROL FORESTAL



AUTORES:

CARRASCO SÁNCHEZ, ALBERTO UNISÓN
ESQUETE GARROTE, CARLOS UNISÓN
FERNÁNDEZ VICENTE, CARMELO FOREX
LINARI MELFI, FEDERICO FOREX
NIEVAS HUERTAS, ESTÍBALIZ UNISON
ORTEGA HURTADO, ANTONIO MANUEL FOREX
PUGA SÁNCHEZ, JUAN LUIS UNISON
VIDA MANZANO, JERÓNIMO UAFA, UNIVERSIDAD DE GRANADA



In

índice

PRESENTACIÓN	7
1 DESCRIPCIÓN Y EFECTOS.....	9
1.1-INTRODUCCIÓN.....	9
1.2- DESCRIPCIÓN:.....	10
1.3- FUNCIONAMIENTO:.....	14
2 SEGURIDAD Y AUTO SALVAMENTO.....	19
2.1 IMPACTO:.....	21
2.2 SONORIDAD	27
2.3 CONTACTO	27
2.4 METODO DE AUTO SALVAMENTO	28
3 ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL RECIPIENTE	29
1.- OBJETO.....	31
2.- GEOMETRÍA	31
3.- PROPIEDADES.....	32
4.- SIMULACIÓN.....	32
5.- RESULTADOS	33
6.- CONCLUSIONES.....	40
7.- ENSAYOS.....	41



4 Caracterización acústica del Multiextintor Instantáneo FIRE-CONTROL Forestal	43
1. INTRODUCCIÓN.....	44
2. ANTECEDENTES	45
3. NOCIONES BÁSICAS Y TERMINOLOGÍA.....	46
4. NORMATIVA LEGAL APLICABLE	48
5. INSTRUMENTAL EMPLEADO	49
6. CAMPAÑA DE MEDIDAS.....	51
7. RESULTADOS EXPERIMENTALES.....	57
7.1 Niveles Sonoros	57
7.2 Exposición acústica.....	63
7.3 Análisis espectral	65
8. PROTECCIÓN AUDITIVA	73
9. CONCLUSIONES	76
5 ATAQUE DIRECTO	79
5.1 CONCEPTOS:	80
5.2 PUNTOS A VALORAR ANTES DE SU UTILIZACIÓN:.....	80
5.3 ATAQUE DIRECTO:	84
6 ATAQUE INDIRECTO	93
6.1 CONCEPTOS.	94
6.2 EFECTO SUMATIVO: LÍNEAS Y SU EVOLUCIÓN.	94
6.3 PUNTOS A VALORAR ANTES DE LA COLOCACIÓN DE MULTIEXTINTOR INSTANTÁNEO FIRE-CONTROL FORESTAL EN ATAQUES INDIRECTOS:.....	96
6.4 MÉTODOS DE ATAQUE INDIRECTO SEGÚN EL TIPO DE INCENDIO	102
6.5 COLOCACIÓN EN ATAQUE INDIRECTO	103
FORMACIÓN	105
ANEXOS	109



Presentación

En la extinción de incendios forestales son muchas las herramientas utilizadas.

El Multiextintor Instantáneo **FIRE-CONTROL** Forestal viene a cubrir un espacio muy importante, pues es a la vez una eficaz herramienta de extinción y un elemento de seguridad vital para los profesionales de prevención y extinción de incendios forestales.

El desarrollo de este producto se remonta a hace más de 10 años. La gran novedad es el elemento tecnológico que implementa el Multiextintor Instantáneo **FIRE-CONTROL** Forestal que le confiere una estructura mucho más segura y eficaz.

Con esta herramienta podremos salvar la vida en el caso de vernos encerrados por el fuego, proteger bienes inmuebles y a la vez sofocar incendios forestales.

Es por tanto una herramienta que cubre las dos expectativas de cualquier director de extinción **SEGURIDAD-RENDIMIENTO** pues aúna los esfuerzos de extinción y la seguridad del personal de extinción y de cualquier ciudadano involucrado en la emergencia.

Según el comentario de algunos especialistas en extinción de incendios: "Este extintor apaga más y es más seguro".





1.- DESCRIPCIÓN Y EFECTOS.

1.1-INTRODUCCIÓN.

El sector de la extinción forestal ha sufrido grandes cambios en un relativo corto periodo de tiempo, estos cambios nos han traído nuevas técnicas y herramientas que han hecho junto a otras causas de la extinción de incendios forestales una profesión en auge, cada vez más especializada.

Estos cambios nos han llevado a incluir, en nuestras destrezas y aptitudes, nuevas técnicas desarrolladas para dominar las distintas “herramientas” que se nos han puesto a disposición; helicópteros, aviones, extintores, motosierras, Mcleod, etc.

No siempre se tienen en cuenta nuevas estrategias y herramientas que se tienen disponibles en la extinción de incendios forestales, el concepto de seguridad y de rendimiento que nos da el Multiextintor Instantáneo FIRE-CONTROL Forestal es realmente innovador, el hecho de tener una herramienta que vela por la seguridad de los profesionales de prevención y extinción de incendios forestales, es sin duda de mención. Así mismo esta herramienta nos posibilita crear estructuras de seguridad alrededor de viviendas, vehículos o municipios.

El conjunto de nuevas “herramientas” ha hecho que dispongamos de más medios y métodos de extinción, lo que ha dado como resultado nuevas posibilidades y con ello un ataque más agresivo al fuego. Esto junto con el riesgo propio del uso de las herramientas, ha incrementado el nivel potencial de riesgo para todos los que trabajamos en este ámbito, motivo por el que se requiere un mayor conocimiento y entrenamiento de las técnicas, dando como resultado una vez dominadas unos inmejorables recursos de extinción, que bien utilizados dan la posibilidad de atacar al fuego en la mayoría de las circunstancias.



La extinción mediante extintores instantáneos es una técnica que se utiliza en España hace ya 15 años, está extendida por algunas comunidades pero no llega a ser conocida por igual entre el personal que tiene posibilidades de utilizarla o adquirirla.

La entrada en el mercado de los nuevos Multiextintor Instantáneo FIRE-CONTROL Forestal ha venido a mejorar esta técnica y darle unas medidas de seguridad ideales. Solo así el uso de esta herramienta será efectivo y seguro.

El desconocimiento de esta herramienta está llevando a su infrutilización, lo que va en contra de la necesidad profesional de disponer de todos los medios y recursos posibles a la hora de la extinción, siguiendo el objetivo de poder utilizar cada uno en el momento más idóneo. En el pasado este recelo tenía justificación, pues la construcción del extintor y la carga de 40 gramos de explosivo lo hacían muy inseguro. Hoy en día con la llegada de el Multiextintor Instantáneo FIRE-CONTROL Forestal el problema de seguridad ha disminuido notablemente, el hecho de que el multiextintor sea tecnológicamente más avanzado unido a la necesidad de la utilización con un equipo de protección individual, ha hecho de esta herramienta un material indispensable en la extinción de incendios forestales y en el auto salvamento de unidades de extinción.

La necesidad de conocer y dominar las técnicas de uso del Multiextintor Instantáneo FIRE-CONTROL Forestal, herramienta que, como la mayoría tiene su lugar y su momento en la extinción forestal, es una cuenta pendiente aún para muchos profesionales que por la falta de información no han podido realizar una adecuada formación, por este motivo aquí os presentamos la más completa información recopilada e investigada sobre los Multiextintor Instantáneo FIRE-CONTROL Forestal.

1.2- DESCRIPCIÓN:

El Multiextintor Instantáneo FIRE-CONTROL Forestal está compuesto por:

- a) Un recipiente estático de polietileno de alta densidad de 3 mm de espesor, color naranja. Este recipiente tiene una abertura en la que se introduce un canutillo hueco en el que se aloja el explosivo.

Foto 1: Recipiente





Características geométricas
dimensiones aprox. 170 x 245 x 226 cm
peso aprox. 600 g

b) Un canutillo hueco que se enrosca al recipiente.



Foto 2: Canutillo

c) Cartucho pirotécnico: detonador (por explosivo).

Se trata de un objeto pirotécnico formado por un cilindro de cartón que contiene una mezcla explosiva a base de perclorato potásico y aluminio, que lleva una mecha para su iniciación, y que formará parte de un extintor de incendios por explosión para producir su apertura y la nebulización del líquido que contiene.

Este material pirotécnico pesa 8 gramos, de los cuales solo 4,5 gramos es de mezcla explosiva.

De acuerdo al Artículo 23 del Real Decreto 23071998, la Instrucción Técnica Complementaria N° 23 el material pirotécnico puede ser clasificado como **CLASE IV**.



Foto 3: Cartucho detonador



c) La mecha es mecha rápida, esta mecha es doble, por lo que aumenta su eficacia de encendido. Está ubicada en ambos lados del El Multiextintor Instantáneo FIRE-CONTROL Forestal, una de ellas termina al final de la pegatina y la otra es mucho más larga y está recogida en un dispositivo en la parte inferior del Multiextintor Instantáneo FIRE-CONTROL Forestal.

La mecha tiene una envoltura de plástico que le transfiere seguridad en la manipulación.



Foto 4: Mecha rápida



Foto 5: Mecha rápida

d) Agua con retardante. Este retardante de llama está constituido por pirofosfato amónico. Peso aproximado 4400 g



Foto 6: Retardante de llama

e) Sistema de agarre: Sin duda es uno de los aspectos de mejora del Multiextintor Instantáneo FIRE-CONTROL Forestal, pues combina seguridad y ergonomía para el transporte y una total maniobrabilidad en la colocación, permitiéndonos así colocar el Multiextintor en el lugar exacto que hayamos decidido.



Foto 7: Agarre del multiextintor



1.3- FUNCIONAMIENTO:

El Multiextintor Instantáneo FIRE-CONTROL Forestal está diseñado para ser activado automáticamente, gracias a sus dos mechas rápidas. Para ser activado solo es necesario ponerlo en contacto con el fuego.

La activación se produce de dos formas:

- 1-** Cuando el fuego derrite la envoltura de plástico de la mecha rápida.
- 2-** Cuando el fuego incide en alguna de las dos terminaciones de las dos mechas rápidas.



Foto 8: Mecha corta



Foto 9: Mecha larga

En el momento en el que el fuego alcanza uno de estos dos sistemas de encendido pasan entre 1 y 3 segundos antes de que se inicie la activación definitiva y salga el agua y retardante a la superficie, sofocando así el incendio. El tiempo de activación total es de aproximadamente 3 segundos.



Foto 10: Inicio de la activación, activación de la mecha



Foto 11: Fin de la activación del recipiente



Foto 12: Inicio de la activación del recipiente

La visión de la detonación desde esta perspectiva nos da la posibilidad de deducir alguno de los fenómenos que detallaremos a lo largo del libro como es la proyección de materiales y fragmentos.

Siguiendo el proceso de dispersión nos encontramos con un hecho característico la dispersión del fluido retardante, esta suele ser en forma de estrella de cuatro lados, coincidiendo con las perpendiculares de las caras (colocando el extintor de pie en un lugar llano). Las dimensiones de esta zona mojada las podemos observar en la figura.

Si variamos la posición en la colocación observaremos los diferentes efectos que se pueden obtener, por ejemplo colocando el extintor tumbado sobre uno de sus lados circulares en donde se observa una distribución de la zona mojada más circular. La práctica y experiencia fundamentales en todo conocimiento y técnica, deben valernos para conocer los innumerables matices de los efectos y hacer nuestras propias valoraciones, ciñéndonos en este documento a los aspectos generales más determinantes.



Foto 13: Inicio colocación del multiextintor de pie

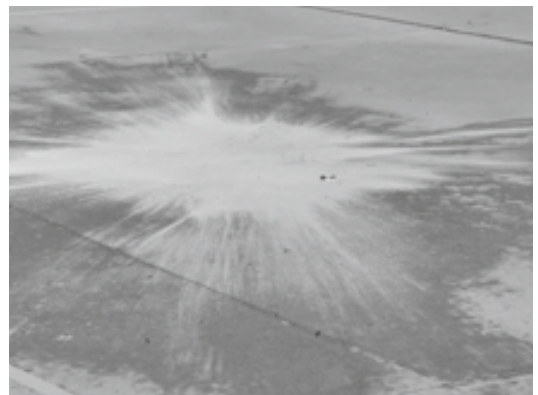


Foto 13: Inicio colocación del multiextintor tumbado



EFFECTOS DE EXTINCIÓN.

Una vez conocidos la composición, estructura y los efectos físicos del Multiextintor Instantáneo FIRE-CONTROL Forestal podemos estudiar y deducir como se pueden aprovechar para su uso en la extinción de un fuego forestal.

El Multiextintor Instantáneo FIRE-CONTROL Forestal tiene un funcionamiento básico, consistente en poner en contacto la mecha con un foco de llama, la que al prender activa el cartucho haciéndolo estallar instantáneamente, esto produce un efecto expansivo que difumina el fluido interior por sus inmediaciones, como ya hemos visto.

Este efecto tan simple produce unos efectos extintores que a continuación detallamos en referencia al triángulo del fuego:

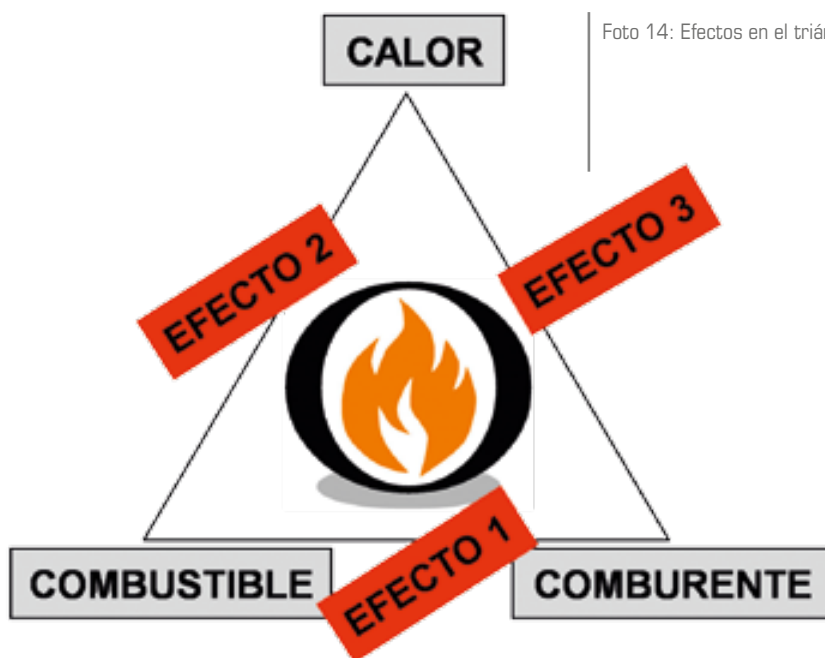


Foto 14: Efectos en el triángulo del fuego

Efecto I: La activación del cartucho crea un déficit de oxígeno a su alrededor, al consumirlo o desplazarlo bruscamente en la activación.

Efecto II: La energía liberada en la activación genera unas fuerzas de dispersión radial que arrastran los materiales adyacentes, alejándolos del punto de colocación y cortando así la continuidad del combustible.

Efecto III: La brusca dispersión de la mezcla retardante irriga los materiales contiguos, extinguiendo y aumentando la humedad, enfriando e ignifugando la zona.



Estos efectos deben ser utilizados sacándoles el máximo partido de extinción, para esto debemos entender muy bien sus mecanismos y capacidades, así deduciendo de lo expuesto podemos sacar una de las más importantes conclusiones:

Según la colocación del multiextintor este se activará en un instante y posición determinados con respecto al frente de llama.

- Ataque indirecto, si la colocación no ha sido bien planteada el fuego habrá rebasado la situación del Multiextintor Instantáneo FIRE-CONTROL corriendo el peligro de lanzar material ardiente hacia la zona no quemada o no teniendo efecto sobre el frente, entre otras posibilidades, como en capítulos posteriores veremos.

- Ataque directo, al igual que en el ataque indirecto si se coloca el extintor dentro de la zona quemada expandirá los trozos de material ardiendo por la zona no quemada, pudiendo perjudicar el ataque más que beneficiarlo.

Por lo que la colocación debe perseguir como norma general que la detonación se produzca en el frente de llama generando con el efecto de dispersión una pequeña línea de defensa que nos ayude al control del frente.

Uno de los problemas de esta forma de colocación es que se pierde algo de poder de extinción, pues el retardante ignifuga una parte de zona sin quemar, pero nos garantiza un trabajo seguro.

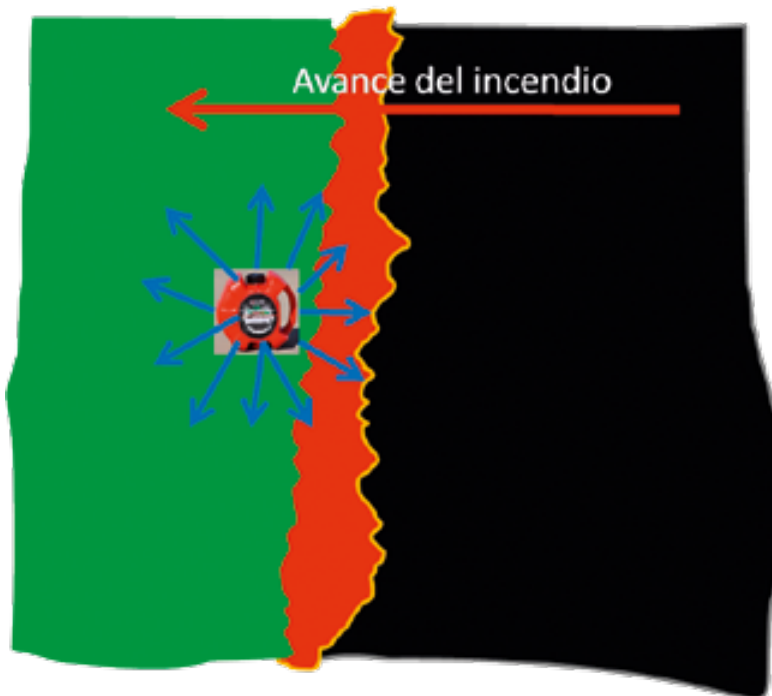


Foto 15: Efecto de la extinción



2

2-SEGURIDAD Y AUTO SALVAMENTO.





La seguridad no debe entenderse como un grupo de normas que llevándolas a cabo nos evita el riesgo, esto sería erróneo ya que en la mayoría de los casos redactar normas para la infinidad de situaciones que se podrían dar es imposible. Por ello entre otros aspectos es más correcto ver la seguridad como una actitud, la que nos debe mantener despiertos llevando a cabo las normas indicadas y en caso necesario reaccionando ante situaciones no contempladas por estas, de una manera segura. Siguiendo este enfoque desarrollamos en este punto no solo las normas sino técnicas, movimientos, etc.

Una de las ventajas del Multiextintor Instantáneo FIRE-CONTROL Forestal es que solo necesita 4,5 gramos de material pirotécnico para activarse, de este modo no se ha perdido efecto extintor y si se ha ganado muchísimo en seguridad.

EL Multiextintor Instantáneo FIRE-CONTROL Forestal desarrolla un diseño ergonómico que le confiere un confort en su utilización y una estructura de seguridad, pues el profesional controla mucho mejor el multiextintor y no le requiere desgaste físico a la hora de su manipulación. Es por ello que esta herramienta cuenta con una estructura ergonómica que piensa en el profesional.

Uno de los principios de la seguridad es el conocimiento exhaustivo de lo que se realiza, en este caso del comportamiento del fuego, las técnicas de extinción y todas las materias relacionadas con la extinción forestal y la seguridad en cada una de estas, en nuestro caso también del manejo y uso de los Multiextintor Instantáneo FIRE-CONTROL Forestal que se expone en este documento, una vez que conocemos lo anterior, base de donde partimos, exponemos a continuación el capítulo en materia de seguridad del uso del Multiextintor Instantáneo FIRE-CONTROL Forestal.

Las acciones en materia de seguridad dependerán entre otros factores de la técnica de extinción utilizada, ataque directo o indirecto, eligiéndose las medidas necesarias en cada caso.

Las medidas y actitudes a tomar para mantener los riesgos dentro de un nivel asumible de forma normal, nos vienen dadas por las posibles agresiones que el uso de los Multiextintor Instantáneo FIRE-CONTROL Forestal nos pueden causar, estas las podemos dividir según el medio de agresión:

2.1 IMPACTO

2.2 SONORIDAD

2.3 CONTACTO

2.4 COMO MÉTODO DE AUTO SALVAMENTO

2.5 RETIRADA (MEDIDA COMPLEMENTARIA)



2.1 IMPACTO:

Distancia.

Como ya hemos visto, la activación es un foco de dispersiones agresivas de material, tanto del propio multiextintor como de los materiales aledaños del lugar de colocación. Estos efectos van perdiendo energía con la distancia al lugar de la activación, por lo que el alejamiento del punto de detonación es una buena medida de seguridad. De cualquier modo se han hecho ensayos en campo con personas que no se alejan nada de la activación y no sufren ningún daño. Esto es debido a que el componente pirotécnico es muy pequeño.



Foto 16: Activación con profesional sin retirarse.

Dentro de la experiencias de campo hemos podido comprobar cómo la activación es capaz de proyectar piedras de aproximadamente 500 gramos a más de 10 metros (terreno llano e incluyendo rodadura), por lo que junto con los motivos que veremos en el apartado de sonoridad, la distancia aconsejable mínima para el personal que no está involucrado en la colocación de los extintores en ataque directo es e 30 metros (al no llevar protección), entendiendo que no existe ninguna protección entre el punto de detonación y las personas.



Foto 17: Experimentación de impacto antes de la activación

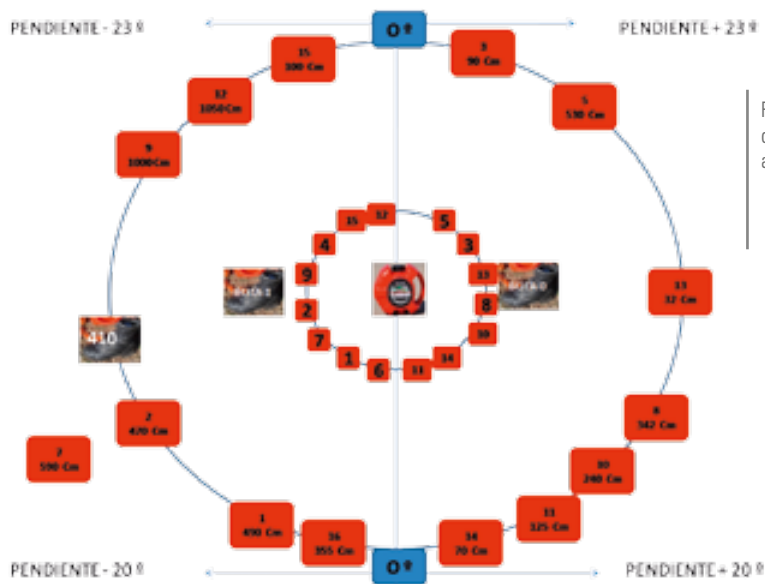


Foto 18: Experimentación de impacto después de la activación

a) Protección.

Como ya hemos visto se ha de seguir un proceso para la colocación de multixintores en ataque directo e indirecto: valoración del frente de fuego de las



condiciones, del terreno, etc. siendo el conocer todo esto, parte indispensable para un uso seguro. Estas técnicas han sido diseñada bajo los criterios de seguridad, aquí repasaremos algunos de los puntos más importantes:

- Técnica de colocación.
- Protecciones naturales y artificiales.
- EPI.

Técnica de colocación:

Rutas de entrada y salida

Como principio de seguridad las rutas de entrada y salida a la colocación deben ser estables, libres de vegetación y de ser posible de piedras sueltas. También debemos tener presente que las rutas de salida en ataque directo sean lo menos descendentes posibles, con el fin de que si existen proyecciones estas sean las menos y no alcancen en todo caso las partes más sensibles, cara, cráneo, cuello, etc.

Otra norma a tener en cuenta es la de mantener como equipo mínimo la pareja, dado que esta garantiza que frente a un imprevisto exista alguien atento que pueda socorrer, no solo se debe mantener esta medida en la colocación sino en cualquier actividad en la que se vea necesaria, ya que por ejemplo, si existen transportes de multiextintores por zonas difíciles o potencialmente peligrosas donde la comunicación visual no existe es posible que se deba realizar también estas labores por parejas.

Mantener contacto (visual, sonoro, por medio de emisoras, etc) con el grueso de la unidad y sus mandos, ya que estos nos mantienen en zonas seguras con información general.

Generar señales de alarma para el personal que no realiza la colocación, avisando siempre de la colocación y la activación inmediata mediante voces de alarma.

Situación, colocación y posicionamiento.

Situación: El lugar elegido debe tener el menor material posible capaz de proyectarse, colocando el multiextintor en todo caso de manera que las proyecciones no tengan la dirección de la ruta de salida (o personal adyacente).

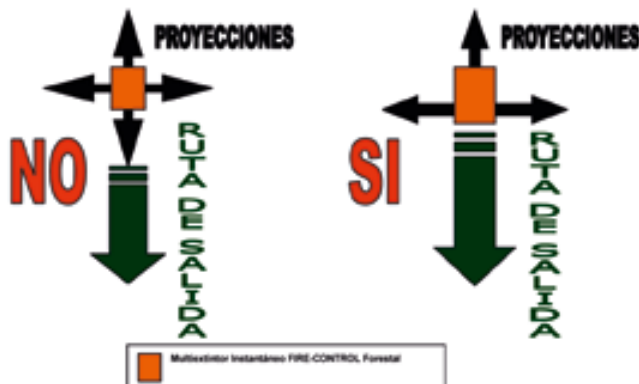




Foto 19: Rutas de escape

Colocación: Se debe tener en cuenta la estabilidad como factor en la colocación, ya que aunque queramos aprovechar al máximo la dispersión como ya se ha visto, a veces es mejor optar por la estabilidad del Multiextintor realizando su colocación tumbado sobre una de sus superficies circulares, minimizando así el riesgo de caída por pendiente o por vegetación.

No se debe intentar parar o frenar nunca un multiextintor que haya podido estar en contacto con partes ardientes o incandescentes, ya que puede activarse instantáneamente. En este caso avisar a las posibles personas que se puedan encontrar en su trayectoria. Tener también cuidado si intentamos parar un multiextintor rodante aunque no haya estado en contacto con puntos calientes, por el peligro del impacto.

La disminución de los riesgos ha sido la base para la elección de diversos matices en el diseño de las técnicas, siendo determinados por los riesgos a:

- El calor.
- Las caídas.
- Proyecciones por detonaciones rápidas y/o no esperadas.



El calor: En Ataque Directo el acercamiento a puntos que percibimos como favorables para la extinción nos lleva en ocasiones a situarnos en el mismo frente de llama, posición que no es posible mantener salvo por breves instantes (lo que da más importancia a rutas de salida fiables), es por este calor que las posturas que se deben adoptar tengan como objetivo proteger las partes más sensibles y menos protegidas del cuerpo: la cara y la parte frontal del cuerpo, dando de este modo el lateral del cuerpo y la espalda en lo posible durante la parte final de la maniobra de colocación, realizándose con movimientos rápidos y precisos para exponernos el menor tiempo posible.



Foto 20: Profesional colocando multiextintor.

Las Caídas: El desplazamiento hacia la colocación debe ser seguro, fijándonos en la orografía de la ruta según pisamos y realizándolo con seguridad antes que con rapidez. A veces es necesaria la ayuda de otro componente del equipo para acceder al sitio de colocación de manera segura, garantizando la salida de manera adecuada en las situaciones que un resbalón o caída pueda ponernos en apuros.

Proyecciones por activaciones rápidas y/o no esperadas: Junto con la colocación de los multiextintores de manera que no exista material adyacente que pueda proyectarse sobre nosotros, debemos mantener las posiciones y gestos antes indicados ya que en ataque directo existe la posibilidad de que la mecha prenda antes de lo esperado por llamas o puntos calientes no observados a tiempo, así estos nos protegen no solo del calor sino también de proyecciones no esperadas.



Protecciones naturales y apantallamientos: La elección de la ruta de salida debe tener en cuenta el aprovechar posibles protecciones o apantallamientos que se den en la zona ya sean naturales: árboles, vegetación densa, etc. o artificiales como construcciones, vehículos, etc.



Foto 21: Apantallamientos naturales

Equipo de Protección Individual: El EPI como última barrera de protección debe ser obligatorio, siendo recomendable como mínimo para el ataque directo:

- Casco.
- Gafas de protección.
- Cubrenucas.
- Protectores auditivos.
- Camiseta de algodón.
- Camisa ignífuga.
- Pantalón ignífugo, si es posible de motoserrista.
- Mono ignífugo (en su caso).
- Botas de extinción forestal.
- Guantes de extinción.
- Medios de comunicación: silbatos, emisora, etc.)
- Linterna.

La mayoría de estas protecciones están incluidas en la equipación obligatoria de cualquier bombero forestal exceptuando los protectores auditivos que deben intentar ser en lo posible de la más alta atenuación (por ejemplo SNR 30).



Recomendamos utilizar un Epi de motoserrista, pues se ha demostrado que es el más cómodo y seguro para estas misiones.



Foto 22: EPI recomendado

2.2 SONORIDAD

Este apartado se ha realizado en colaboración con el personal de la UAFA (Unidad de Acústica Física y Ambiental) Departamento de Física Aplicada, facultad de Ciencias. Universidad de Granada y la empresa UNISÓN los cuales han realizado este estudio y su redacción.

Ver capítulo: 4-Análisis acústico

2.3 CONTACTO

El fluido retardante que se encuentra dentro del extintor está compuesto como ya hemos visto por una mezcla de agua y del producto FR CROS 134 P (retardante de llama). Partiendo de esto y basándonos en la hoja de seguridad del producto (ver anexo), en la que se nos expone este como ligeramente irritante de los ojos y la piel, nos determina como primeros auxilios el lavado con agua para los ojos y con agua y jabón para la piel (ingestión consulta médica), por lo que debemos intentar mantenernos fuera de su contacto, alejándonos lo suficiente y protegiéndonos con nuestro equipo de protección (Ropa, cubrenucas, gafas, etc.).



De cualquier forma hay que tener en cuenta que se considera que el producto químico diluido, representa el 20% frente al 80 de agua, con lo que las consecuencias derivadas del contacto según la ficha técnica, quedan muy disminuidas.

Si se mantiene contacto con él se deben seguir ciertas precauciones de higiene:

- Antes de beber, comer o fumar hay que lavarse la cara y manos con agua y jabón.
- Evitar contactos innecesarios con la piel.
- Se recomienda la utilización de gafas si se pudieran producir salpicadura a cara y ojos.
- Etc.(ver anexo)

2.4 METODO DE AUTO SALVAMENTO

El principal objetivo de cualquier actuación debe ser el de salvaguardar a las personas, tanto a las personas afectadas por el fuego como al personal de extinción. Dentro de este capítulo el Multiextintor Instantáneo FIRE-CONTROL Forestal puede ser una herramienta útil para la salvaguarda de su integridad en diversas situaciones de “emergencia”.

La necesidad de atravesar un frente de llama, ya sea para ayudar a personas ajenas a la extinción o para salir de una situación complicada como puede ser el verse acorralado por el fuego, son circunstancias no deseadas en la que la disponibilidad de Multiextintores Instantáneos FIRE-CONTROL Forestal puede facilitar su realización, la extinción de un pasillo en el frente o simplemente su aplacamiento nos permitirá el tránsito necesario en unas mejores condiciones, logrando una mayor seguridad, es por ello que su fabricante apoye la idea de transportar un mínimo de multiextintores por unidad, con el único objetivo de su utilización en estas situaciones. En este aspecto la experiencia del profesional y la intensidad del frente son determinantes para valorar las posibilidades de ejecución.

También decir que aún siendo viable estas maniobras en algunas condiciones, nunca se debe tomar decisiones basándolo en su uso como ruta de escape, ya que su efectividad depende de circunstancias con un alto grado de variabilidad. Solo se debe plantear las medidas antes referidas como última solución, por personal especializado y en condiciones claramente favorables.

Las decisiones y técnicas a emplear en estas situaciones deben ser lo más planificadas posibles, ya que si es posible por ejemplo, es mejor la colocación de los multiextintores que su lanzamiento a la llama, actuando sobre el lugar que nos interese según las características de la vegetación, el clima y la orografía, evitando en lo posible el desperdicio de multiextintores por rodamiento o activaciones en lugares poco efectivos.



3

ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL RECIPIENTE







1.- OBJETO

En el proyecto que a continuación se desarrolla se realizará el cálculo estructural estático del recipiente de cinco litros del extintor automático de FIRE-CONTROL.

Se obtendrán en la simulación las tensiones máximas que produce una presión interior provocada por la explosión del trueno y se determinarán las posibles líneas de rotura.

2.- GEOMETRÍA

En la siguientes figuras se muestra las vistas (alzado plantas y perfiles) del extintor calculado.

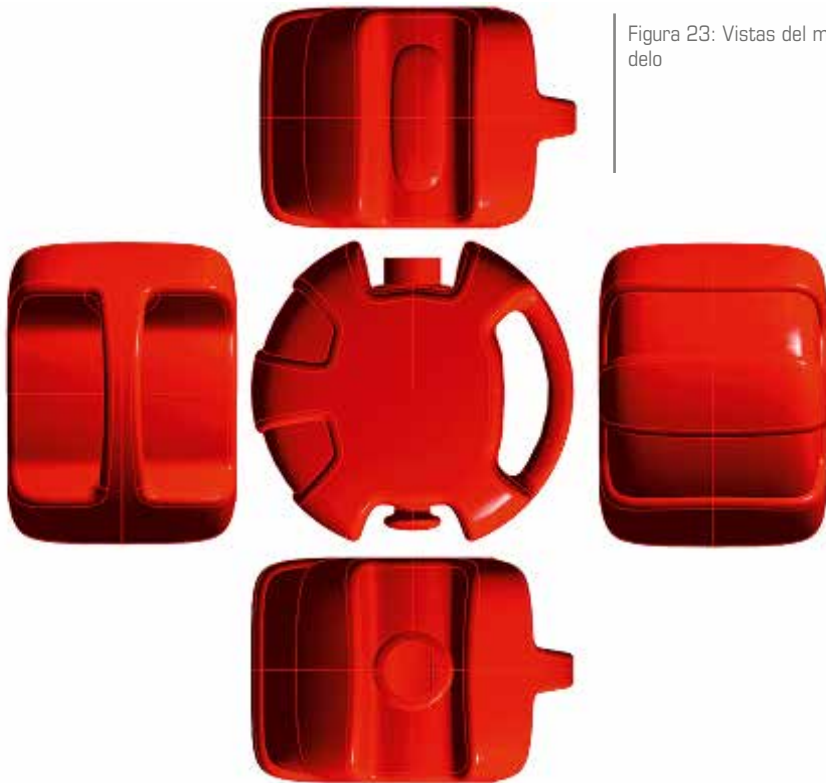


Figura 23: Vistas del modelo

Tabla 24: Características geométricas

Características geométricas	
dimensiones aprox.	170 x 245 x 226 cm
peso aprox.	600 g



3.- PROPIEDADES

El material empleado en la simulación es polietileno de 3 mm de espesor, de las siguientes características:

Tabla 25 : Propiedades del polietileno

Propiedades mecánicas	
Módulo de Elasticidad longitudinal	1100 MPa
Coefficiente de Poisson	0.42
Densidad	9.5e-007 kg/mm ³
Coefficiente de expansión térmica	2.3e-004 1/°C
Límite elástico a tracción	25 MPa
Límite elástico a compresión	0 MPa
Límite de rotura a tracción	33 MPa
Límite de rotura a compresión	0 MPa
Propiedades térmicas	
Conductividad térmica	2.8e-004 W/mm•°C
Calor específico	296 J/kg•°C

Se supondrá un comportamiento como el mostrado en la figura siguiente, ya que la carga se aplica de forma súbita.

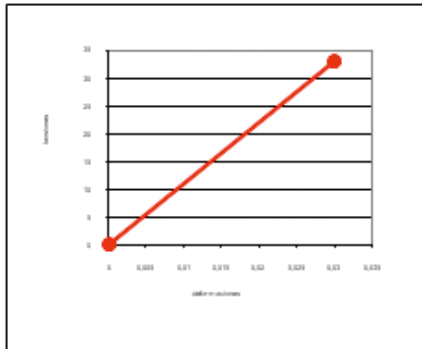


Figura 26: Ley de comportamiento

4.- SIMULACIÓN

1.- Condiciones de contorno:

Se suponen impedidos los movimientos verticales de la base del recipiente en contacto con el suelo y se aplican condiciones de simetría. Los resultados se obtendrán para las superficies interior y exterior del recipiente indicadas en la figura siguiente.

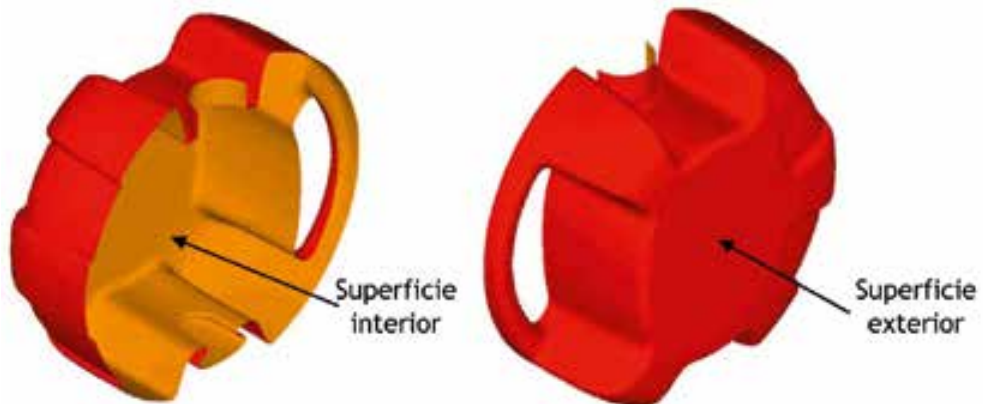


Figura 27: Modelo simétrico

2.- Cargas aplicadas:

Se aplicará una presión uniforme instantánea en toda la superficie interior del extintor, ejercida por el material que contiene (agua, espumante, etc.), al expandirse por efecto de la detonación del trueno.

3.- Proceso de resolución

Inicialmente se estimará la presión instantánea mínima que hay que aplicar al extintor para que se supere la tensión de tracción admisible del polietileno en algún punto del mismo. Sobre ese modelo, y mediante el estudio de las direcciones y tensiones principales máximas, se dibujarán las posibles zonas de rotura. Posteriormente se incrementará la presión hasta que en todos los puntos de control marcados en el estudio anterior se supere el límite a tracción del material.

El análisis que se va a realizar será no lineal, con grandes desplazamientos y grandes deformaciones.

5.- RESULTADOS

Realizando inicialmente un análisis no lineal, el primer valor de presión interior, para el que aparecen tensiones superiores al límite de tracción del polietileno en algún punto, es de 0,1 MPa.

Los máximos movimientos y deformaciones que se producen para ese estado de cargas son los siguientes:

Tabla 28: Movimientos y deformaciones máximos

movimiento máximo (mm)	deformación máxima
7	0.027



Ambos valores son relativamente grandes lo que indica que es más correcta la hipótesis de realizar un análisis no lineal de grandes desplazamientos y grandes deformaciones, especialmente cuando se incrementa el valor de la presión interior.

La Figura 4 nos muestra los movimientos totales que experimentaría el recipiente para esa presión interior de 0,1 MPa. Se ha elegido un factor de escala de cinco para que se aprecie bien la deformación.

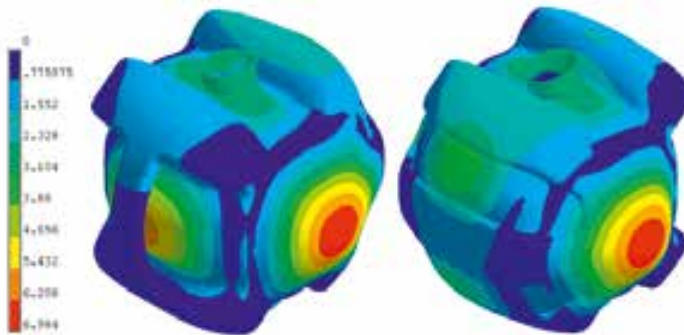


Figura 29: Movimientos

En las figuras siguientes se muestra la distribución de tensiones normales máximas para el caso de una presión interior de 0,1 MPa. Se han representado en las dos superficies, interior (figura 5) y exterior (figura 6) del recipiente.



Figura 30: Tensiones normales máximas en la superficie interior (MPa)



Figura 31: Tensiones normales máximas en la superficie exterior (MPa)

A continuación, tal y como se comentó al principio de este proyecto, se procederá al estudio de las tensiones y direcciones principales máximas para determinar las posibles líneas de rotura. A su vez se establecerán los puntos de control para ver la posible evolución de las fisuras.

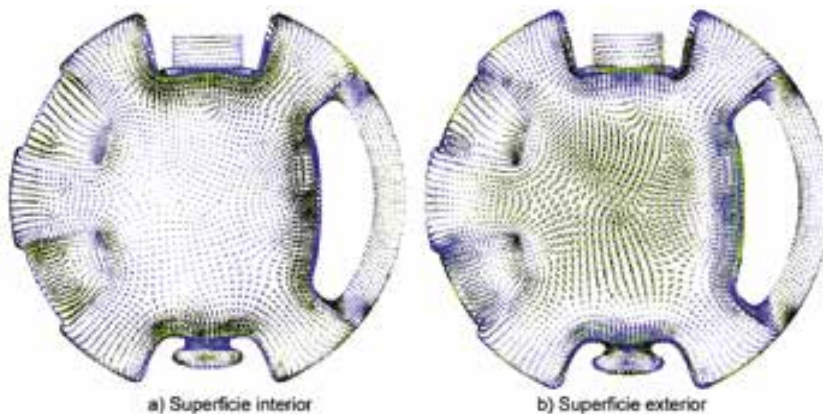


Figura 32: Direcciones principales en la zona frontal del extintor



Mediante el examen de las figuras 5, 6 y 7 se pueden suponer unas líneas de rotura primarias como las de la figura 8:

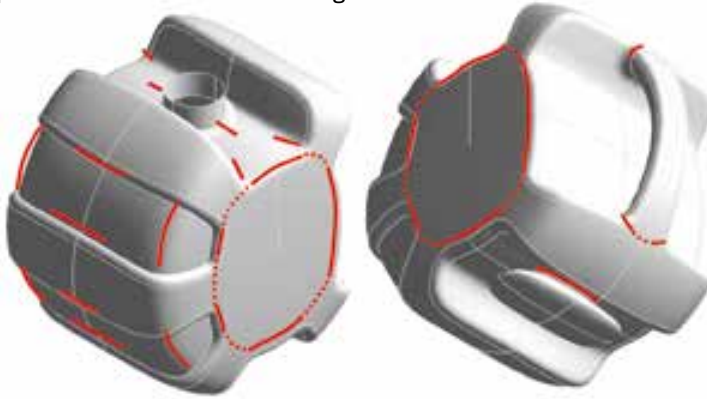


Figura 33: Posibles líneas de fisura primarias

A la vista de este análisis surge el problema de determinar qué parte rompe antes. Para ello se incrementará progresivamente la presión interior, hasta encontrar una simulación en la que las líneas de rotura sean continuas. Se dibujarán los resultados de tensiones obtenidos en ambas superficies, interior y exterior para este valor de presión.

Se ha encontrado que para un valor de sobrepresión de **1 MPa** las líneas de rotura son continuas.



Figura 34: Tensiones normales máximas (MPa) para una sobrepresión de 1 MPa en la superficie interior del extintor



Figura 35: Tensiones normales máximas (MPa) para una sobrepresión de 1 MPa en la superficie exterior del extintor

Se representan, a continuación las mismas tensiones normales máximas, con una escala de colores no uniforme, donde aparecen en color rojo las zonas en las que se supera la tensión admisible del polietileno. Estas gráficas nos dan una idea más exacta de las posibles zonas de rotura.

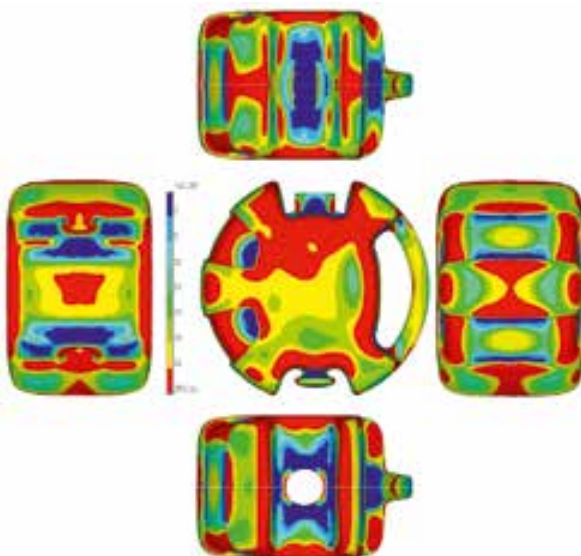


Figura 36: Tensiones normales máximas (MPa) para una sobrepresión de 1 MPa en la superficie interior del extintor

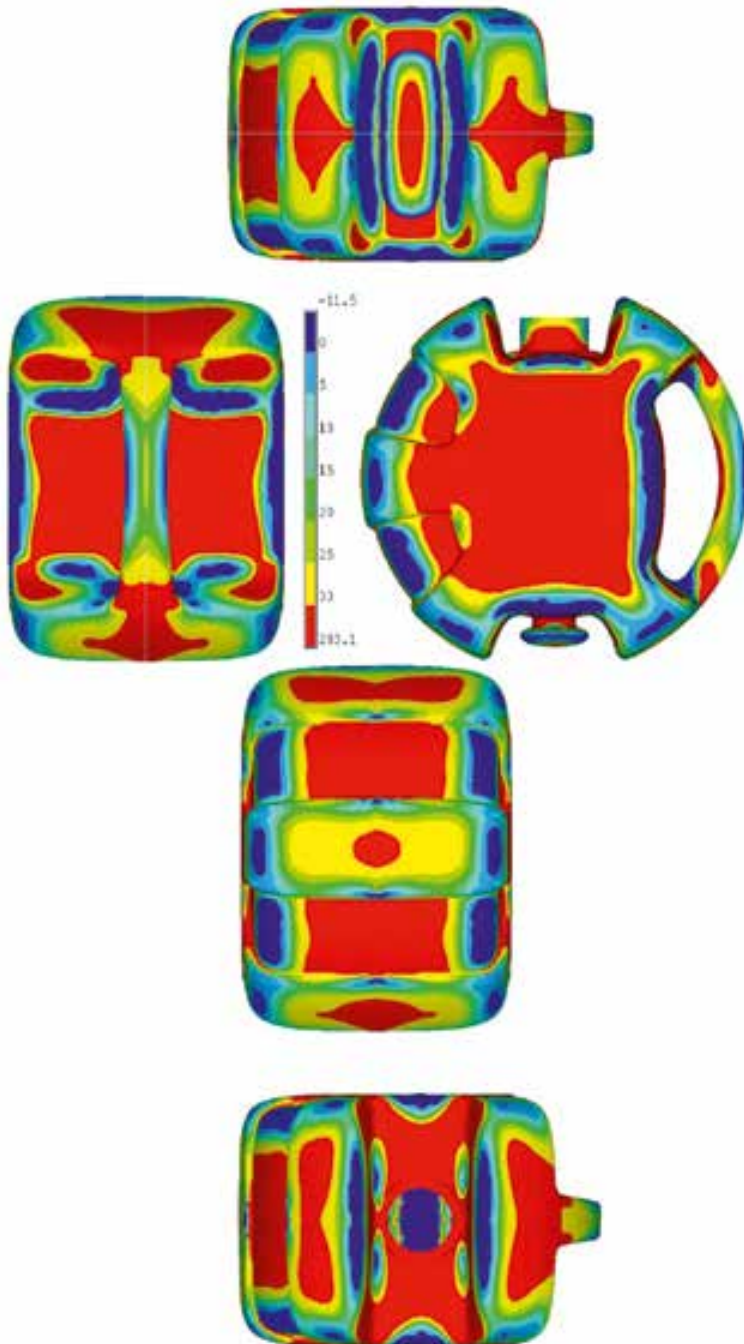


Figura 37: Tensiones normales máximas (MPa) para una sobrepresión de 1 MPa en la superficie exterior del extintor



Analizando las figuras anteriores se puede deducir que, para una presión de 1 MPa, se supera la tensión admisible del material en todos los puntos de control, bien en la superficie interior, bien en la superficie exterior, por lo que se producirá continuidad en las zonas de rotura.

Teniendo en cuenta ambos estados de carga se pueden suponer unas líneas de rotura secundarias como las dibujadas en color naranja en la siguiente figura:

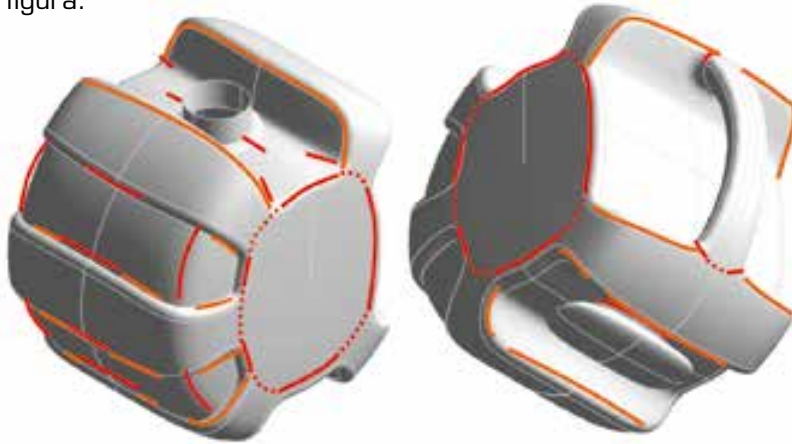


Figura 38: Posibles líneas de fisura primarias y secundarias

Se puede establecer, ahora, un posible modelo de rotura como el siguiente:

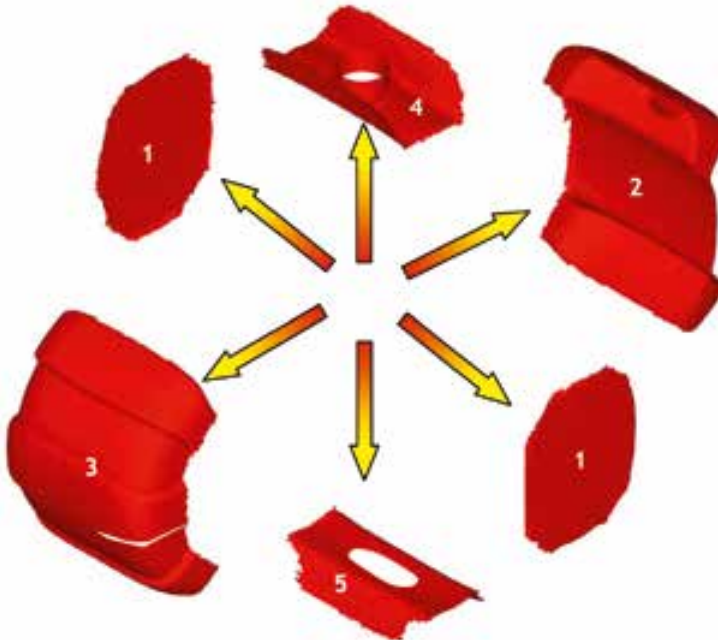


Figura 39: Posible esquema de rotura



6.- CONCLUSIONES

La presión mínima ejercida por la detonación de la cántula de pólvora necesaria para romper el extintor debe ser de 1 MPa.

En realidad será un poco menor ya que una vez producida la fisura, la propagación ocurre con presiones menores.

Las partes más débiles del extintor son los bordes de las tapas (1), según la figura 12, por lo que, de acuerdo con la simulación realizada, la dispersión principal ocurrirá en la dirección perpendicular a la superficie lateral en ambos sentidos. En la zona del tapón aunque se producirá rotura, la dispersión será debida fundamentalmente al despegue del mismo.

Es más difícil de prever por donde se producirá la rotura en la zona del asa (2) y en la opuesta (3), y en la parte inferior (5), ya que hay zonas débiles en las que aparecerían fisuras, pero sin llegar a formarse una línea de rotura continua. Los ensayos nos confirmarían el modelo de rotura más frecuente, ya que pequeñas imperfecciones podrían modificar la propagación de las fisuras.

Dado que el extintor puede colocarse de dos maneras principalmente, se dibuja de manera aproximada la forma que adoptaría la expansión del líquido después de la explosión en ambos casos:

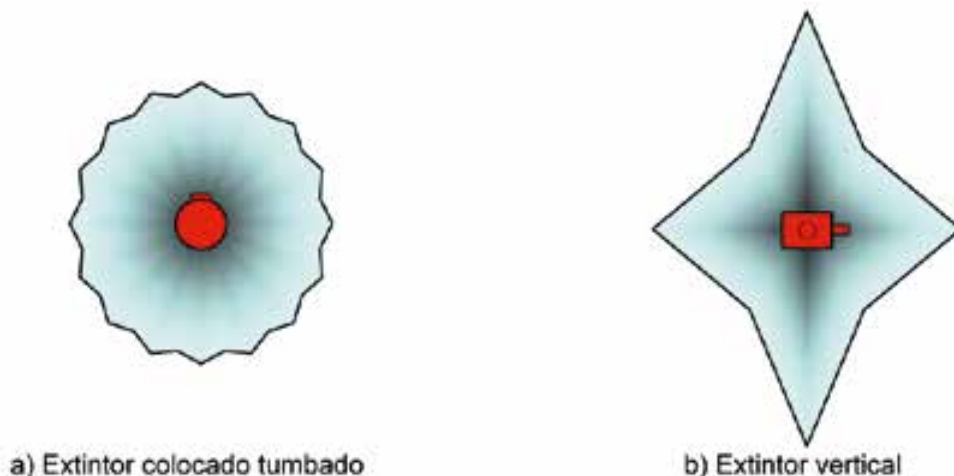


Figura 40: Modelos aproximados de dispersión



7.- ENSAYOS

A continuación se muestran las fotografías de los ensayos realizados.

La forma de la dispersión del fluido refrigerante coincide con la supuesta inicialmente en la simulación para el extintor colocado verticalmente.

En este caso, según se aprecia en la figura 18 la rotura principal ha tenido lugar por el plano de simetría del extintor. Esa zona se ha debilitado en el proceso de fabricación. Además se ha incorporado una acanaladura en las zonas frontales (1), por lo que los fragmentos finales no son los predichos con el modelo simulado. Las zonas de rotura se han duplicado, desapareciendo prácticamente las partes frontales (1) "arrastradas" por las partes 2 y 3.



Figura 41: Posición vertical del extintor



Figura 42: Dispersión del líquido



Figura 43: Fragmentos finales



4

Caracterización acústica del Multiextintor Instantáneo FIRE-CONTROL Forestal





1. INTRODUCCIÓN

Por su diseño y características técnicas resulta evidente que el empleo del Multiextintor Instantáneo FIRE-CONTROL Forestal en la extinción de incendios, lleva implícita la exposición profesional a niveles sonoros singulares y especialmente elevados. La contaminación acústica es, junto con la contaminación electromagnética o la lumínica, una de las formas de contaminación sobre la que más esfuerzos se están realizando en los últimos años para su vigilancia, control y, sobre todo, prevención. Aunque no lo justifique, la realidad es que el progreso y los nuevos hábitos asociados a una mayor calidad de vida en muchos aspectos, han generado estas nuevas formas de contaminación antes inexistente o de dimensión y efectos mucho menos agresivos.

Desde el punto de vista ambiental, ese esfuerzo se ha materializado en el desarrollo de una normativa acústica especialmente exigente con los ayuntamientos, que deben poner en marcha medidas de gestión del ruido que limiten y controlen la exposición de los ciudadanos a este agente contaminante. Entre esas medidas, la obligación de realizar mapas estratégicos de ruido y sus correspondientes planes de acción son los principales retos municipales, unido al diseño de un sistema de gestión integral de la contaminación acústica urbana. Desde el punto de vista arquitectónico, el nuevo Código Técnico de la Edificación también ha reforzado los mecanismos de protección de las personas frente al ruido exterior e interior en los edificios.

En este contexto de lucha contra la contaminación acústica, la exposición de los trabajadores al ruido procedente de su actividad profesional, también ha sido objeto de atención en los últimos años por parte de los organismos responsables y por parte de las propias empresas. El ruido es un contaminante presente incluso en puestos de trabajo de tipo no industrial, como oficinas, y una vez que la evidencia científica ha puesto de manifiesto las múltiples consecuencias que el ruido tiene sobre la salud de las personas, los mecanismos de prevención y limitación de dosis son hoy día una práctica habitual en el ambiente laboral.

El primer paso para caracterizar la exposición profesional al ruido es la identificación de la fuente. Posteriormente seguirían actuaciones conducentes a determinar el primer y principal efecto del ruido, es decir, la molestia que dicha fuente produce entre los trabajadores y los aspectos que hacen que un ruido sea considerado molesto. A partir de ahí, los estudios y análisis pueden sucederse hasta determinar, por ejemplo, la rotación necesaria entre puestos de trabajo, su distribución o la duración de la propia jornada laboral de los trabajadores afectados por una determinada fuente.

El problema de la contaminación acústica es, en muchos casos, transversal pues las fuentes de ruido pueden estar, al mismo tiempo, provocando otro tipo de contaminación (por ejemplo emisiones contaminantes en el aire). Es por ello



que la solución a este problema y la gestión del mismo pueden estar vinculadas a otras actuaciones y ser, por ello, parte de un sistema más amplio de gestión de la contaminación, donde el ruido sea sólo un elemento más.

Sea como fuere, prevenir la contaminación acústica es la actuación más sensata y limitar la exposición, controlarla y mantenerla dentro de límites seguros, lo que establece la normativa legal vigente. En este contexto, el conocimiento de los niveles sonoros existentes en un ambiente determinado (ambiental, residencial, laboral, de ocio, etc.), es el primer paso antes de adoptar las medidas necesarias para corregir un determinado problema o evitar que se genere. El Multiextintor Instantáneo FIRE-CONTROL Forestal es un dispositivo contra incendios que genera elevados niveles sonoros de corta duración y carácter impulsivo. Por otro lado, el bombero forestal y otros colectivos que puedan llegar a emplearlo (como cuerpos y fuerzas de seguridad), constituyen profesiones de riesgo que presentan una gran cantidad de elementos singulares, que complican la adopción de medidas de protección acústica.

Teniendo en cuenta lo anterior, en este trabajo se exponen los resultados del estudio acústico realizado al Multiextintor Instantáneo FIRE-CONTROL Forestal. Dicho estudio se ha realizado desde el punto de vista técnico, es decir, de caracterización de un sistema de extinción de incendios que genera un evento acústico transitorio de alta energía y, por otro lado, desde el punto de vista laboral, analizando la exposición del trabajador en relación con las disposiciones legales vigentes al respecto.

2. ANTECEDENTES

La Unidad de Acústica Física y Ambiental (UAFA) es el grupo especializado en Acústica Ambiental y Arquitectónica del Departamento de Física Aplicada, en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Granada. Entre los trabajos y proyectos de UAFA más recientes, destaca la realización del Mapa Estratégico de Ruidos de la ciudad de Granada [1] y la coordinación nacional del grupo GT-ACU de la Fundación CONAMA en 2008, grupo especializado en contaminación acústica del Congreso Nacional de Medio Ambiente [2].

En el año 2003 UAFA realizó la primera y, hasta ahora, única caracterización acústica de un extintor de este tipo [3]. El dispositivo albergaba entonces 20 gramos de material pirotécnico, existiendo aún en el mercado remanentes de una versión más antigua con 40 gramos. Dicha caracterización formó parte de un proyecto más amplio de estudio y análisis del extintor de explosión promovido y coordinado por AIFEMA (Editora de la revista Incendios Forestales), como consecuencia de la escasa documentación sobre estos extintores y ante la necesidad de un estudio global que incluyera todos los aspectos de su uso (técnicas, seguridad, interrelaciones, formación, etc.)

Dicho estudio acústico fue desarrollado con los medios materiales que UAFA disponía en aquel momento, sin disponer de más información que la aportada por los miembros de AIFEMA y alguna documentación técnica del



fabricante. Siguiendo el asesoramiento del personal experto (bomberos forestales) se reprodujeron los escenarios más frecuentes de uso, en relación a la situación y distancia de la fuente, realizándose pruebas con los modelos de 20 y 40 gramos de explosivo. Aunque los sonómetros empleados para la medida de niveles sonoros no tenían la capacidad de realizar medidas espectrales, la caracterización acústica permitió determinar las mejores condiciones de uso y exposición y los resultados obtenidos han sido ampliamente tenidos en cuenta y referenciados por los profesionales del sector [4, 5].

A finales de 2004, los miembros de UAFA promueven la creación de UNISÓN S.L., empresa de base tecnológica Spin Off vinculada a la Universidad de Granada mediante la que UAFA transfiere a la sociedad el resultado de su investigación, en la forma de nuevos servicios y productos innovadores. Dada la disposición en el mercado de un nuevo modelo de extintor, más avanzado y evolucionado, denominado Multiextintor Instantáneo FIRE-CONTROL Forestal, este trabajo es la continuación lógica de la investigación realizada en 2003 fruto, en esta ocasión, del convenio de colaboración suscrito entre las empresas FOREX C.B. y UNISÓN S.L.

3. NOCIONES BÁSICAS Y TERMINOLOGÍA

La medida del ruido pone de manifiesto una de sus principales características, que es su alta variabilidad temporal. Los registros sonoros presentan, por ello, una sucesión de subidas y bajadas del nivel de presión sonora representativo de la fuente o fuentes que se encuentran activas en el momento de la medida. Esta variación es aún mayor en ambientes sonoros complejos, como el ambiental o laboral, tanto en su contenido espectral como integrado. Teniendo esto en cuenta, las características físicas propias del sonido y de la audición humana, su caracterización no puede realizarse a partir de magnitudes sencillas (como el valor medio) ni siquiera, en ocasiones, a partir de una única magnitud.

El sistema auditivo humano es sensible sólo a un determinado rango de frecuencias (de 20 a 20.000 Hz) presentando, además, una sensibilidad distinta en función de la frecuencia y del nivel acústico. La valoración del ruido debe tener en cuenta todas estas circunstancias, así como el carácter logarítmico de la respuesta humana ante un estímulo sonoro. Se definen, entonces, magnitudes que permiten describir y valorar un determinado ambiente acústico a partir de registros sonoros tomados durante un cierto intervalo de tiempo. Son los descriptores del ruido y los índices de valoración, magnitudes en cuyo cálculo se tiene en cuenta la variabilidad temporal y espectral que antes comentábamos, así como la selectiva sensibilidad humana frente al ruido. La metrología legal del ruido exige que se empleen sonómetros Tipo 1, cuya mayor sensibilidad, precisión y exactitud les convierten en los instrumentos idóneos para medidas acústicas exigentes, tanto desde el punto de vista técnico como legal, por sus posibles consecuencias sancionadoras. Estos instrumentos aplican a las medidas filtros **denominados redes de ponderación** (en frecuencia



y en tiempo), permitiendo la estimación de los descriptores e índices de valoración con inclusión de las singularidades antes comentadas. Entre ellos, vamos a considerar los siguientes:

Nivel de presión sonora (L_p): nivel sonoro expresado en decibelios (dB). Es una magnitud que disminuye con la distancia desde la fuente al punto de medida. Dicha variación depende de múltiples factores (campo libre o campo difuso). Si se aplican redes de ponderación en frecuencia, normalmente los filtros denominados A y C, da lugar a medidas expresadas en dBA y dBC, respectivamente. Se representa por L_p y, en ocasiones, por NPS.

Nivel de potencia sonora (L_w): magnitud que permite caracterizar la capacidad de una fuente para generar ruido, con independencia de las circunstancias que la rodean. Es una característica de la fuente y no varía con la distancia. Se representa por L_w y, como antes, puede venir expresada en dB, dBA o dBC.

Nivel de presión sonora continuo equivalente (L_{eq}): se estima para un cierto intervalo de tiempo. Es el nivel de presión sonora constante, cuyo contenido energético es equivalente al sonido real variable que está siendo evaluado. Se representa por L_{eq} y se expresa en decibelios (dB) o en decibelios ponderados (dBA, dBC). Se suele denominar simplemente nivel equivalente y en ocasiones la ponderación en frecuencia se incluye en su símbolo: L_{Aeq} si está expresado en dBA, L_{Ceq} en dBC.

Nivel de exposición sonora (SEL): se trata de un nivel equivalente determinado para un intervalo de tiempo de referencia. Este intervalo de tiempo puede ser un segundo u ocho horas. Se representa por SEL y también se expresa en decibelios (con o sin ponderación en frecuencias). Es una medida directamente relacionada con la energía sonora a la que es expuesto un trabajador.

Nivel equivalente diario ($L_{eq,d}$): es una variación del nivel equivalente, estimado para un período de ocho horas (jornada laboral). Coincide, por tanto, con el nivel SEL estimado tomando ese tiempo como referencia. Se representa por $L_{eq,d}$ o también por SEL 8h y se expresa en decibelios (con o sin ponderación en frecuencias; $L_{Aeq,d}$ si es la red A). Si se estima para otro intervalo de tiempo, como una semana, entonces se denomina nivel equivalente semanal.

Nivel de presión sonora máximo (L_{max}): es el máximo nivel de presión sonora registrado durante un período de tiempo. Cuando hablamos de niveles de presión sonora, siempre nos referimos a valores eficaces. Por esta razón, el nivel de presión máximo no coincide con el valor máximo absoluto instantáneo registrado durante el período de medida. Se representa por L_{max} y se expresa en decibelios (con o sin ponderación en frecuencias).

Nivel de pico (L_{peak}): es el nivel de presión sonora instantánea máximo registrado durante un período de medida, correspondiente a la máxima amplitud instantánea de la presión sonora. Se representa por L_{peak} (a veces L_{pico}) y también se expresa en decibelios. La ponderación en frecuencias suele dar



lugar, en este caso, a una variación insignificante entre dBA y dBC.

Tiempo de respuesta (S, F, I): al igual que se aplican filtros que modifican el contenido espectral de una señal (redes de ponderación en frecuencia), también se aplican filtros que integran dicha señal durante un período de tiempo normalizado. Son las redes de ponderación temporal y en acústica se han normalizado tres tiempos para ello: se conocen como respuesta lenta (S-slow), rápida (F-fast) e impulsiva (I-impulse). Cada una de ellas está recomendada para realizar medidas en un determinado ambiente y su nombre indica la velocidad con la que el sonómetro sigue las fluctuaciones reales del ruido que antes comentábamos. Su aplicación da lugar a que la magnitud, medida o estimada, se exprese en decibelios S, F ó I. También, en ocasiones, se incluye en el símbolo de la magnitud medida. Por ejemplo, LAeq, nivel equivalente medido con ponderación A y red impulsiva (en dBA).

El ruido emitido por el Multiextintor Instantáneo FIRE-CONTROL Forestal es de tipo impulsivo, muy corto y de alto contenido energético. En estas condiciones el nivel medido difiere mucho al usar una red u otra, ya que la energía del impulso debe repartirse en el tiempo de integración. La presencia de tonos puros y de ruido impulsivo da lugar a sendas correcciones en el nivel equivalente que caracteriza un determinado ambiente y es algo que está perfectamente definido en la normativa acústica y en los procedimientos técnicos que se emplean en estas determinaciones. Sin embargo, si el objetivo es caracterizar el propio sonido impulsivo, el criterio que normalmente se aplica aconseja utilizar el nivel de pico para valorar el posible daño en el oído y la red de ponderación en frecuencias C para las magnitudes incluidas en la caracterización: nivel equivalente, nivel de exposición y nivel máximo [6, 7, 8].

4. NORMATIVA LEGAL APLICABLE

La normativa acústica en España considera por separado, aunque estrechamente vinculadas, los problemas propios del ruido ambiental, en la edificación y el ruido en ambiente laboral. Desde el punto de vista ambiental, esta normativa ha experimentado una profunda revisión desde la publicación de la Directiva 2002/49/CE [9] y su transposición al marco legal nacional. La Ley del Ruido [10] y los Reglamentos 1513 y 1367 [11, 12] que la desarrollan ha supuesto una armonización legal europea que se ha visto traducida, posteriormente, en las distintas disposiciones legales de las Comunidades Autónomas.

Aunque estas disposiciones pueden ser de aplicación en determinados casos de estudios acústicos en ambiente laboral, hasta el año 2006 existía en España una normativa específica dada por el Real Decreto 1316/1989 [13], sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo, acompañada por las recomendaciones del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) o la Organización Internacional del Trabajo (OIT).



La publicación en el año 2003 de la Directiva 2003/10/CE [14] sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (ruido), da lugar al Real Decreto 286/2006 cuando es transpuesta al marco legal español [15]. Esta es la normativa específicamente aplicable en el presente estudio la cual supone, en comparación con el RD 1316/1989 y en esencia, el establecimiento de unos límites acústicos más exigentes traducidos en una rebaja de los valores límite de exposición y los valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción.

En concreto, en su artículo 5 el RD 286/2006 establece, literalmente, lo siguiente en relación a los “Valores límite de exposición y valores de exposición que dan lugar a una acción”:

1. A los efectos de este real decreto, los valores límite de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción, referidos a los niveles de exposición diaria y a los niveles de pico, se fijan en:

a) Valores límite de exposición:

$LA_{eq,d} = 87 \text{ dB(A)}$ y $L_{pico} = 140 \text{ dB (C)}$, respectivamente;

b) Valores superiores de exposición que dan lugar a una acción:

$LA_{eq,d} = 85 \text{ dB(A)}$ y $L_{pico} = 137 \text{ dB (C)}$, respectivamente;

c) Valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción:

$LA_{eq,d} = 80 \text{ dB(A)}$ y $L_{pico} = 135 \text{ dB (C)}$, respectivamente.

2. Al aplicar los valores límite de exposición, en la determinación de la exposición real del trabajador al ruido, se tendrá en cuenta la atenuación que procuran los protectores auditivos individuales utilizados por los trabajadores. Para los valores de exposición que dan lugar a una acción no se tendrán en cuenta los efectos producidos por dichos protectores.

5. INSTRUMENTAL EMPLEADO

Desde que en 2003 se realizara el anterior estudio acústico de este tipo de multiextintor, la Unidad de Acústica Física y Ambiental (UAFA) ha experimentado una profunda renovación y reestructuración interna que le ha supuesto una notable mejora en relación al instrumental científico que disponible para la investigación y los servicios. Esta mejora procede de UNISÓN S.L., empresa de base tecnológica mediante la que se conecta el ámbito universitario con la sociedad, mediante una determinada oferta de servicios innovadores. Por esta razón, a diferencia del estudio realizado en 2003, en esta ocasión los sonómetros empleados sí han permitido la determinación de la composición espectral de los registros sonoros y la realización de un análisis más detallado en algunos aspectos de la caracterización.



Para la realización de las medidas, UAFA-UNISÓN desplazó al lugar de los ensayos el siguiente equipo, compuesto por instrumental científico y de apoyo técnico para las medidas:

- Dos sonómetros marca Brüel & Kjaer, modelo analizador acústico avanzado Investigador 2260, Tipo I.
- Un sonómetro integrador de precisión marca Rion, modelo analizador NA-27, Tipo I.
- Un calibrador de nivel sonoro marca Brüel & Kjaer, modelo 4231.
- Un calibrador de nivel sonoro marca Rion, modelo NC-74.
- Un ordenador portátil Toshiba Portégé R500.
- Distanciómetro láser, marca HILTI, modelo PD 32.
- Cinta métrica plastificada.
- Estación meteorológica marca La Crosse, modelo WS1600.
- Cámara fotográfica marca Nikon, modelo D80.
- 4 trípodes para sonómetros y estación meteorológica.

Tanto los sonómetros como los calibradores acústicos contaban con certificado de calibración oficial en vigor, emitido por Verificaciones Industriales de Andalucía S.A. (VEIASA), como corresponde a instrumentos que de forma habitual se emplean en el desarrollo de encargos profesionales más que en la docencia. Tal y como establece la normativa vigente en materia de medición, evaluación y medición de ruidos y vibraciones en Andalucía [16] (en revisión, pero aún vigente), se realizaron las oportunas comprobaciones de calibrado in situ mediante el empleo de los calibradores portátiles al comienzo y al final de las medidas (Fotos 1 y 2).



Foto 1: Preparando los sonómetros para el estudio.



Foto 2: Calibrado de los sonómetros.

La descripción detallada de los analizadores acústicos empleados en este estudio puede encontrarse en las páginas Web de los fabricantes (<http://www.rion.co.jp/english/>; <http://www.bksv.es/>)

6. CAMPAÑA DE MEDIDAS

Siguiendo el mismo planteamiento que en el estudio anterior, al diseñar la campaña de medidas se intentó reproducir escenarios similares a los que un bombero forestal suele enfrentarse. En esta ocasión, las medidas se realizaron el día 11 de diciembre de 2009 en una zona de monte bajo y olivar situada en las afueras del municipio granadino de Montejícar. Aunque se contaba con los permisos necesarios para el uso del terreno durante la experiencia, dada la naturaleza de los ensayos la campaña de medidas fue oportunamente comunicada a las fuerzas de seguridad (Guardia Civil).

Teniendo en cuenta las distintas posibilidades de medida que ofrecía el lugar de los ensayos, se decidió configurar tres escenarios en los que realizar las pruebas del Multiextintor Instantáneo FIRE-CONTROL Forestal. El dispositivo contra incendios y sus componentes se muestra en la Foto 3.



Foto 3: Multiextintor instantáneo FIRE-CONTROL Forestal.

El multiextintor dispone de un cilindro de cartón que contiene material piro-técnico a base de perclorato potásico y aluminio que lleva una mecha para su iniciación (Foto 3- inferior) Este material pesa 8 gramos, de los que sólo 4,5 gramos es de mezcla explosiva. Esta variación de diseño es la responsable de las claras diferencias encontradas en relación al estudio de 2003, realizado sobre dos modelos de multiextintor con 20 y 40 gramos de mezcla explosiva respectivamente.

Por lo tanto, teniendo en cuenta el resto de variables en los ensayos, es decir, la situación de la fuente y la distancia a la misma, dichos escenarios fueron los siguientes:

- Escenario nº 1: fuego en campo abierto. Multiextintor situado en terreno llano y sin obstáculos cercanos. Las pruebas realizadas en estas condiciones de denominaron ST1: LLANO.
- Escenario nº 2: fuego junto a un obstáculo importante. Multiextintor situado en la base de una elevación del terreno, que simula la existencia de una



pared o muro. Las pruebas realizadas en estas condiciones de denominaron ST2: MURO.

- Escenario n° 3: fuego en presencia de múltiples obstáculos. Multiextintor situado en terreno desigual rodeado de vegetación, elevaciones y piedras. Las pruebas realizadas en estas condiciones de denominaron ST3: PANTALLAS.

En las siguientes fotografías se muestra una visión general de cada escenario. En el caso de ST1 (Foto 4) el emplazamiento no era totalmente llano, presentando una ligera elevación hacia el Este y una ligera vaguada hacia el Oeste para distancias superiores a 30 metros. En el caso de ST2 (Foto 5), la imagen muestra los tres sonómetros en la posición de medida más cercana (10 metros) y los trabajos de grabación en vídeo que acompañaron los ensayos. Finalmente en el escenario ST3 (Foto 6), el multiextintor es colocado por el bombero detrás de un matorral y delante de una barrera de piedras.



Foto 4: Vista panorámica del escenario ST1.



Foto 5: Vista general del escenario ST2.



Foto 6: Vista del escenario ST3, desde la posición del sonómetro Rion.

En cada uno de los escenarios, los tres sonómetros se instalaron en torno a la posición del multiextintor cubriendo los 360 grados en el caso de ST1 y 180 grados en el caso de ST2 y ST3. Teniendo en cuenta la experiencia del estudio anterior, se decidió realizar la medida de los niveles sonoros a partir de una distancia inicial de 10 metros de la fuente, incrementándola de 10 en 10 metros, siempre que se pudo, hasta alcanzar una distancia máxima de 40 metros de la fuente. En las figuras 1, 2 y 3 se muestra un esquema de la disposición de la fuente (punto rojo) y los sonómetros en cada escenario.

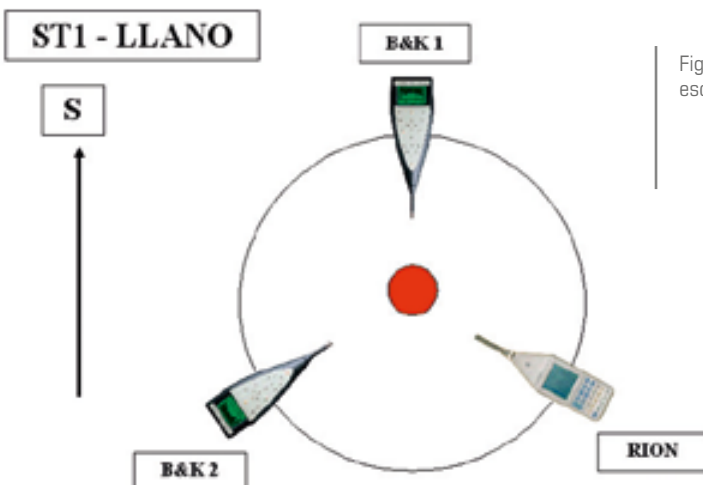


Figura 1: Esquema de medida en el escenario ST1: LLANO.

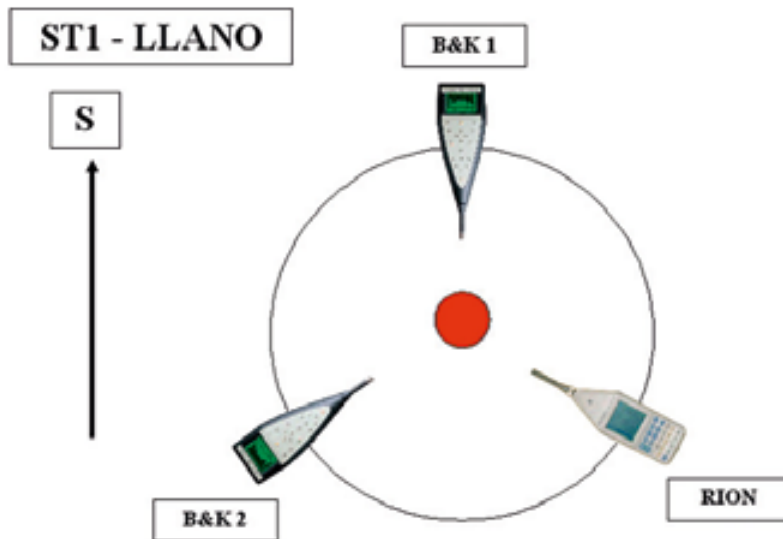


Figura 2: Esquema de medida en el escenario ST2: MURO.

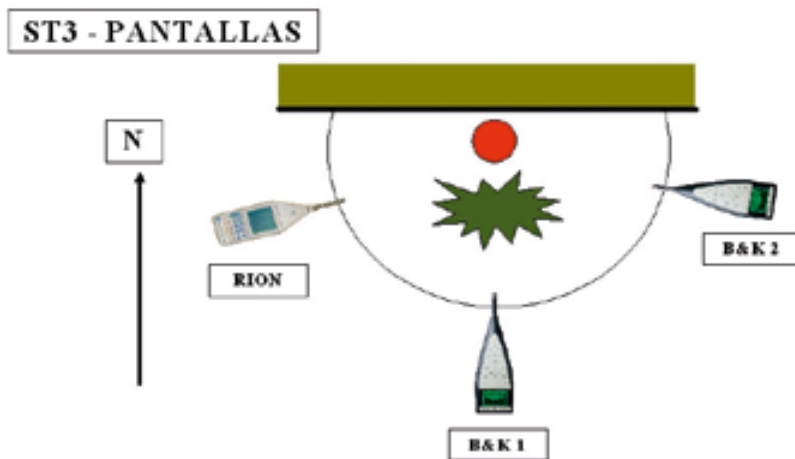


Figura 3: Esquema de medida en el escenario ST3: PANTALLAS.

Se realizaron un total de catorce ensayos, aunque sólo once fueron válidos ya que en dos ocasiones la deflagración de la mecha no llegó a activar el multiextintor y el último ensayo se realizó para verificar el buen comportamiento de los sonómetros y llevar a cabo comprobaciones posteriores de las medidas registradas. Todos los ensayos fueron supervisados por personal experto después de adoptar las medidas de seguridad oportunas, incluyendo el encendido de la mecha del multiextintor (Foto 7).



Foto 7: Encendido del multiextintor en escenario ST1.

Las condiciones atmosféricas fueron muy favorables durante toda la jornada de medidas. El cielo despejado y la ausencia total de viento permitieron realizar los ensayos acústicos en condiciones óptimas, tal y como muestra la Tabla 1 con los registros medios de la estación meteorológica desplazada hasta el lugar (Foto 8).



Foto 8: Estación meteorológica y detalle de la misma.



Tabla 1: Condiciones atmosféricas. 11 de diciembre de 2009

Hora Local	Viento (m/s)	Dirección (° E; N=0°)	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Presión (hPa)
10:37	0,5	-	13,4	49	879
11:39	0,5	-	14,9	43	1012
12:35	0,5	-	16,6	38	1013

7. RESULTADOS EXPERIMENTALES

7.1 Niveles sonoros

Como se ha comentado, la medida de niveles sonoros se realizó con un sofisticado equipo compuesto por sonómetros analizadores Tipo I de uso profesional y con capacidad de análisis y almacenamiento de información espectral. Esta característica, ausente en el estudio de 2003, ha permitido conocer e interpretar las diferencias entre las ponderaciones en frecuencia usadas en el estudio de ruidos impulsivos (A y C), así como determinar el rango de frecuencias en el que concentra el multiextintor su máxima potencia acústica (información útil para determinar la protección acústica necesaria).

El primer paso, después de proceder al calibrado de los sonómetros, fue determinar el ruido de fondo. Para ello, se procedió a medir durante doce minutos en ausencia de ensayos y sólo con las fuentes propias del lugar. Los valores obtenidos se muestran en la Tabla 2, en donde los descriptores L10, L50 y L90 muestran el nivel sonoro que ha sido superado un 10, 50 y 90 % del tiempo de medida, respectivamente (lo que da una idea de los niveles máximos, medios y mínimos del lugar). Evidentemente, se corresponden con los normales para una zona al aire libre, muy alejada de cualquier fuente de ruido de origen humano (tráfico, actividad industrial, etc.), no siendo necesario realizar ninguna corrección a los registros sonoros de los multiextintores por este motivo.

Tabla 2: RUIDO DE FONDO en ST1:LLANO (dBA)

Leq	L10	L50	L90
41.9	42.6	34.3	31.0

Los ensayos acústicos del Multiextintor Instantáneo FIRE-CONTROL Forestal se realizaron en todos los casos empleando la red de ponderación temporal impulsiva (I). En relación a la red de ponderación en frecuencia, se realizaron medidas con la red A y con la red C, razón por la que en las tablas que siguen las magnitudes mostradas se expresan tanto en dBA y dBC.

En relación a las medidas espectrales, los registros se realizaron en bandas de tercio de octava en la red de ponderación en frecuencia A, salvo a la distancia de 10 metros en ST1 que se empleó la red C. Se tomó esta decisión



porque la información espectral de los protectores acústicos y la propia legislación se expresa normalmente en dBA, aunque resultaba conveniente determinar las diferencias entre las redes A y C al filtrar el contenido espectral de este tipo de señales impulsivas y poder interpretar correctamente L_{peak} en la estimación del posible daño auditivo.

Los datos obtenidos en los distintos escenarios se muestran en las Tabla 3, 4 y 5 para ST1: LLANO, ST2: MURO y ST3: PANTALLAS respectivamente:

ST1: LLANO							
Distancia (m)	Sonometro	Leq	Lw	SEL (dBC) (dBA)		Lmax	Lpeak (dBC)
		(dBC) (dBA)	(dBC) (dBA)	T=1s	T=8h	(dBC) (dBA)	
10	RION	102,2	133,2	122,0	77,4	120,3	143,0
	B&K1	106,5	137,5	126,2	81,6	125,1	134,4
	B&K2	100,7	131,7	120,5	75,9	114,0	133,7
20	RION	111,9	148,9	126,2	81,6	124,5	139,1
	B&K1	107,7	144,7	121,3	76,7	122,2	134,4
	B&K2	100,4	137,4	114,4	69,8	107,7	133,7
30	RION	109,1	149,6	121,4	76,8	119,7	131,5
	B&K1	107,0	147,5	120,6	76,0	120,0	131,6
	B&K2	99,1	139,6	112,9	68,3	106,7	133,6
40	RION	99,6	142,6	120,0	75,4	118,2	128,5
	B&K1	106,0	149,0	116,4	71,8	115,2	128,8
	B&K2	104,7	147,7	115,1	70,5	108,5	133,7

Tabla 3: Registros sonoros en el escenario ST1: LLANO.

ST2: MURO							
Distancia (m)	Sonometro	Leq	Lw	SEL (dBC) (dBA)		Lmax	Lpeak (dBC)
		(dBC) (dBA)	(dBC) (dBA)	T=1s	T=8h	(dBC) (dBA)	
10	RION	117,0	148,0	132,4	87,8	130,6	143,2
	B&K1	110,3	141,3	124,4	79,9	125,6	134,4
	B&K2	105,6	136,6	120,2	75,6	113,7	133,7
20	RION	114,6	151,6	126,8	82,2	125,0	135,0
	B&K1	113,3	150,3	125,0	80,4	124,5	134,4
	B&K2	102,7	139,8	114,8	70,2	108,6	133,5
30	RION	106,7	147,2	122,1	77,5	120,3	131,5
	B&K1	108,6	151,6	123,6	79,0	123,1	134,2
	B&K2	102,6	143,1	113,3	68,7	107,2	133,3
40	RION	102,9	145,9	118,6	74,0	116,8	127,2
	B&K1	-	-	-	-	-	-
	B&K2	96,0	139,1	110,7	66,1	104,4	131,7

Tabla 3: Registros sonoros en el escenario ST2: MURO.



ST 3: PANTALLAS							
Distancia (m)	Sonómetro	Leq	Lw	SEL (dBC) (dBA)		Lmax	Lpeak (dBC)
		(dBC) (dBA)	(dBC) (dBA)	T=1s	T=8h	(dBC) (dBA)	
10	RION	116,9	147,9	132,2	87,6	130,4	143,1
	B&K1	112,3	143,3	126,8	82,2	127,0	134,4
	B&K2	106,5	137,5	120,1	75,5	113,8	133,7
15	B&K1 – 1ª	117,0	151,6	126,1	81,5	125,1	134,2
	B&K1 – 2ª	116,7	151,2	126,7	82,1	125,8	134,4
20	RION	114,8	151,8	124,6	80,0	122,8	134,2
	B&K2	105,5	142,5	112,5	67,9	106,7	133,6
30	RION	109,3	149,8	120,2	75,7	118,4	128,9
	B&K2	95,8	136,3	105,3	60,7	100,3	128,4

Tabla 5: Registros sonoros en el escenario ST3: PANTALLAS.

Si observamos la Tabla 3 vemos, en primer lugar, que los registros sonoros disminuyen con la distancia tal y como se esperaba, salvo en el caso del sonómetro etiquetado como B&K2 y en la distancia de 40 metros, que experimenta un ligero aumento. Esto se interpreta como debido a la elevación del terreno que antes comentábamos, que lo sitúa en una línea de mayor exposición frente a los otros dos. No obstante, se comprueba la normal propagación del sonido en campo abierto y la similitud de los registros sonoros (siempre dentro del margen de error para estas medidas) en el caso de los sonómetros etiquetados como RION y B&K1, ambos midiendo en la red de ponderación C (dBC). Esta coincidencia se comprueba incluso en la distancia de 10 metros entre los sonómetros el RION y B&K 2, cuando ambos miden en red A (dBA).

Si observamos la Tabla 4, similares comentarios se pueden realizar sobre el comportamiento general de los datos obtenidos. En este escenario no fue posible situar el sonómetro B&K1 a la distancia de 40 metros, porque el terreno donde se realizaron los ensayos lo impedía físicamente. Por esa razón no existen datos en ese caso.

En relación a la Tabla 5, escenario ST3: PANTALLAS, por la misma razón que antes el sonómetro B&K1 no pudo situarse a más de 15 metros de la fuente. Esta circunstancia, sin embargo, nos permitió comprobar la bondad de las medidas y la reproducibilidad de las mismas, al observar los registros tan similares de un ensayo a otro obtenidos en condiciones semejantes y por el mismo sonómetro B&K1. El comportamiento general de los datos obedece al patrón comentado anteriormente, destacando una mayor disminución de los niveles registrados por los sonómetros RION y B&K2 ante la presencia de un cierto desnivel en el terreno y presencia de obstáculos (elevación con piedras) entre dichos sonómetros y la fuente a la distancia de 30 metros (Foto 9).

La información mostrada en las Tablas 3, 4 y 5 se puede combinar adecuadamente para obtener los valores medios de los descriptores representativos



del estudio, mostrados en las Tablas 6, 7 y 8 para ST1: LLANO, ST2: MURO y ST3: PANTALLAS respectivamente:



Foto 9: Obstáculos en el terreno en ST3, sonómetro RION.

ST1: LLANO - RESUMEN											
Distancia (m)	Leq		Lw		SEL 1s		SEL 8h		Lmax		Lpeak (dBC)
	dBC	dBA	dBC	dBA	dBC	dBA	dBC	dBA	dBC	dBA	
10	106,5	101,5	137,5	132,5	126,2	121,3	81,6	76,7	125,1	118,2	139,2
20	110,3	100,4	147,3	137,4	124,4	114,4	79,8	69,8	123,5	107,7	136,4
30	108,2	99,1	148,7	139,6	121,0	112,9	76,4	68,3	119,9	106,7	132,3
40	103,9	104,7	146,9	147,7	118,6	115,1	74,0	70,5	117,0	108,5	131,0

Tabla 6: Registros sonoros medios en el escenario ST1: LLANO.



ST2: MURO - RESUMEN											
Distancia (m)	Leq		Lw		SEL 1s		SEL 8h		Lmax		Lpeak (dBC)
	dBC	dBA	dBC	dBA	dBC	dBA	dBC	dBA	dBC	dBA	
10	114,8	105,6	145,8	136,6	130,0	120,2	85,4	75,6	128,8	113,7	139,4
20	114,0	102,7	151,0	139,8	126,0	114,8	81,4	70,2	124,8	108,6	134,3
30	107,8	102,6	149,9	143,1	122,9	113,3	78,3	68,7	121,9	107,2	133,1
40	102,9	96,0	145,9	139,1	118,6	110,7	74,0	66,1	116,8	104,4	130,0

Tabla 7: Registros sonoros medios en el escenario ST2: MURO.

ST3: PANTALLAS - RESUMEN											
Distancia (m)	Leq		Lw		SEL 1s		SEL 8h		Lmax		Lpeak (dBC)
	dBC	dBA	dBC	dBA	dBC	dBA	dBC	dBA	dBC	dBA	
10	115,2	106,5	146,2	137,5	130,3	120,1	85,7	75,5	129,0	113,8	139,3
15	116,9		151,4		126,4		81,8		125,5		134,3
20	114,8	105,5	151,8	142,5	124,6	112,5	80,0	67,9	122,8	106,7	133,9
30	109,3	95,8	149,8	136,3	120,2	105,3	75,7	60,7	118,4	100,3	128,7

Tabla 8: Registros sonoros medios en el escenario ST3: PANTALLAS.



Si tenemos en cuenta los valores límites dado por el real Decreto 286/2006 antes citado [15], observamos que el valor límite inferior que da lugar a una acción (135 dBC) se supera prácticamente en todos los casos en torno a los 20 metros de distancia de la fuente. Un análisis de los registros de Lpeak en las condiciones más desfavorables (dadas en ST2) nos lleva a realizar la interpolación mostrada en la Tabla 9, la cual indica que la distancia mínima de seguridad para no sobrepasar dicho valor se sitúa en 23 metros:

Distancia (m)	Lpeak (dBC)	Lmax (dBA)
1	141,4	130,1
2	141,2	124,9
3	140,9	121,9
4	140,6	119,9
5	140,3	118,3
6	140,0	117,1
7	139,7	116,0
8	139,4	115,1
9	139,1	114,3
10	138,8	113,6
11	138,6	113,0
12	138,3	112,4
13	138,0	111,9
14	137,7	111,4
15	137,4	110,9
16	137,1	110,5
17	136,8	110,1
18	136,5	109,7
19	136,2	109,4
20	135,9	109,1
21	135,7	108,8
22	135,4	108,5
23	135,1	108,2
24	134,8	107,9
25	134,5	107,6
26	134,2	107,4
27	133,9	107,2
28	133,6	106,9
29	133,3	106,7
30	133,1	106,5
31	132,8	106,3
32	132,5	106,1
33	132,2	105,9
34	131,9	105,7
35	131,6	105,5
36	131,3	105,4
37	131,0	105,2
38	130,7	105,0
39	130,4	104,9
40	130,2	104,7

Tabla 9: Nivel de pico (Lpeak) y nivel máximo (Lmax) en función de la distancia a la fuente.



Un análisis similar del nivel máximo (L_{max}), también mostrado en la Tabla 9, nos lleva a la conclusión de que la distancia a la fuente tampoco debería ser inferior a los 40 metros, donde el nivel de pico se sitúa en 130 dBC y el nivel máximo supera los 104 dBA.

7.2 Exposición acústica

En relación al nivel equivalente diario, denominado $L_{Aeq,d}$ en la norma y dado por SEL 8h en las Tablas 6, 7 y 8, podemos observar que los 80 dBA fijado en el RD 286/2006 como valor inferior de exposición, no se supera en ninguno de los escenarios. Estos datos, obtenidos al usar un único multiextintor, suponen una mejora considerable en relación al modelo anterior, pues el nuevo modelo registra en el peor escenario a 10 metros de la fuente valores de exposición semejantes a los observados anteriormente a 30 metros [3].

El análisis de los datos de nivel equivalente diario (SEL 8h) mostrados en las Tablas 6, 7, y 8 nos lleva a la conclusión de que para no superar los 80 dBA de la norma, el número de multiextintores que es posible usar en función de la distancia es el siguiente en cada escenario:

Escenario	10 m	20 m	30 m
ST1	3	11	15
ST2	3	10	14
ST3	3	17	85

Tabla 10: Número de multiextintores que es posible activar sin superar un nivel equivalente diario ($L_{Aeq,d}$) de 80 dBA.

A partir de los datos experimentales es posible realizar una estimación del nivel equivalente diario como resultado del uso de un único multiextintor en función de la distancia y, en base a dicho valor, calcular el número de multiextintores que puede activar un profesional de la extinción sin protección acústica, tal y como se muestra en la Tabla 11. La información de la Tabla 11 junto con la variación de L_{peak} y L_{max} dadas en la Tabla 9, se han representado en la Figura 4 para una mejor comprensión del fenómeno y el efecto en el número de multiextintores que es posible activar sin protección auditiva.



Distancia (m)	LAeq,d (dBA) 1 Multiextintor	Nº Multiextintores (LAeq,d = 80 dBA)
1	93,6	0
2	87,7	0
3	84,4	0
4	82,2	1
5	80,5	1
6	79,1	1
7	78,0	2
8	77,0	2
9	76,2	2
10	75,5	3
11	74,8	3
12	74,2	4
13	73,6	4
14	73,1	5
15	72,7	5
16	72,2	6
17	71,8	7
18	71,4	7
19	71,1	8
20	70,7	8
21	70,4	9
22	70,1	10
23	69,8	10
24	69,5	11
25	69,3	12
26	69,0	13
27	68,8	13
28	68,5	14
29	68,3	15
30	68,1	15
31	67,9	16
32	67,7	17
33	67,5	18
34	67,3	19
35	67,1	19
36	67,0	20
37	66,8	21
38	66,6	22
39	66,5	23
40	66,3	23

Tabla 11: Nivel equivalente diario (SEL 8h ó LAeq,d) en función de la distancia al activar un multiextintor y número de ellos que pueden activarse para no superar un LAeq,d de 80 dBA (RD 286/2006).

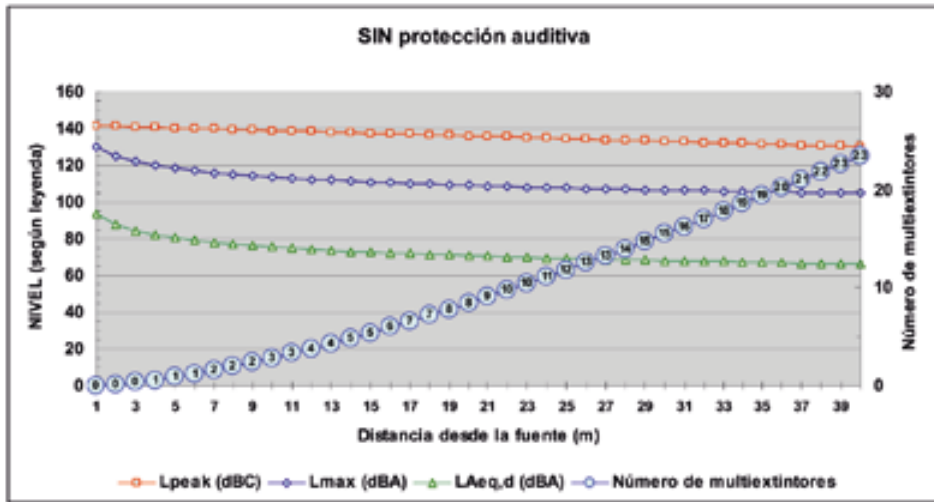


Figura 4: Representación gráfica de la información contenida en las Tablas 9 y 11. Número de multiextintores que puede activar una persona sin protección auditiva.

7.3 Análisis espectral

Las redes de ponderación en frecuencia A y C dan lugar, como se ha comentado, a niveles expresados en dBA y dBC. La diferencia entre ambas redes la encontramos cuando analizamos las diferencias entre ambos filtros, dados en la Figura 5:

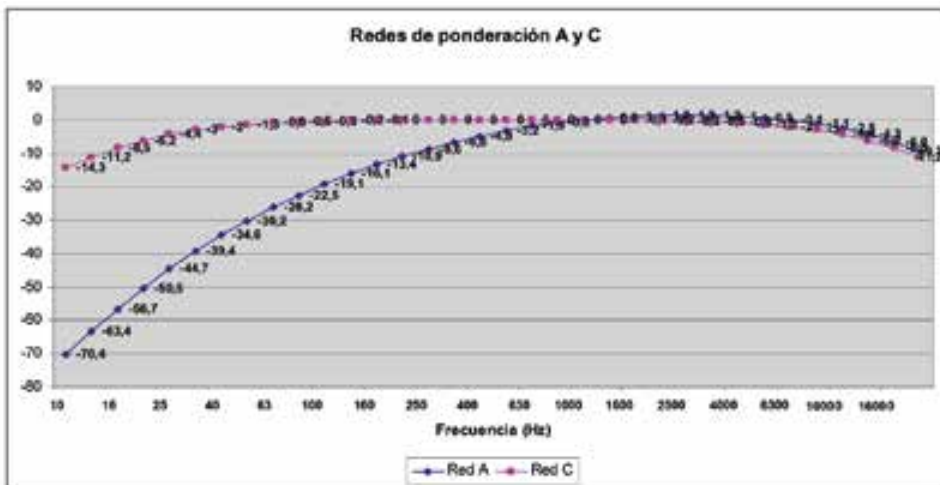


Figura 5: Redes de ponderación A y C.



Como puede observarse, la acción de la red A es más acusada en las bajas frecuencias, con la intención de reproducir la menor sensibilidad auditiva humana en ese rango. Por eso se suele emplear en medidas ambientales y en todos aquellos descriptores del ruido que tienen que ver con la percepción humana del ruido. Por el contrario, la red C prácticamente no modifica la señal, resultando por ello aconsejable en el análisis de ruidos impulsivos.

Teniendo esto en cuenta, podemos analizar el contenido espectral de los ensayos acústicos realizados con el Multiextintor Instantáneo FIRE-CONTROL Forestal. En la Figura 6, 7 y 8 se muestran los espectros de nivel de presión sonora (NPS) obtenidos por cada sonómetro en función de la distancia, en el escenario ST1: LLANO.



Figura 6: Nivel espectral de presión sonora en función de la distancia. Sonómetro RION, escenario ST1: LLANO(*) las unidades a 10m son dBC; resto dBA

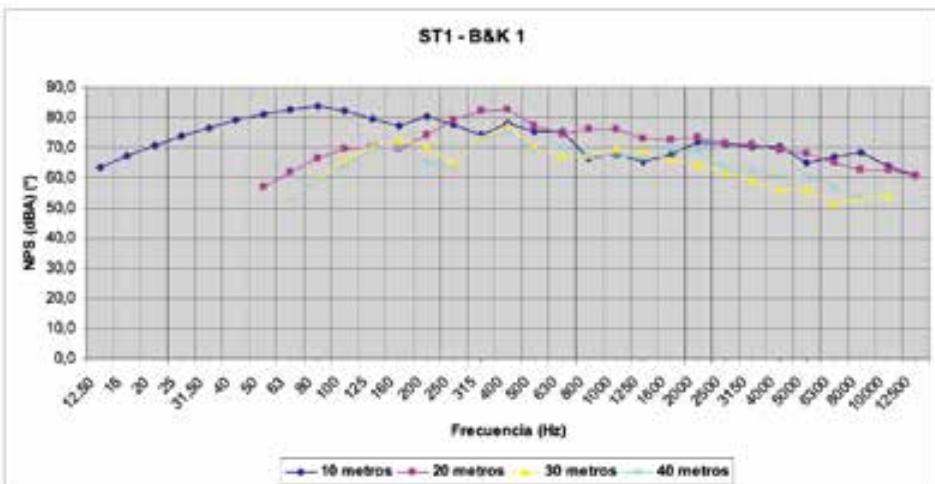


Figura 7: Nivel espectral de presión sonora en función de la distancia. Sonómetro B&K1, escenario ST1: LLANO. (*) las unidades a 10m son dBC; resto dBA



Figura 8: Nivel espectral de presión sonora en función de la distancia. Sonómetro B&K2, escenario ST1: LLANO. (*) las unidades a 10m son dBC; resto dBA

Se observa en primer lugar las diferencias entre los registros expresados en dBC (a 10 metros de la fuente) y los expresados en dBA (resto). El ensayo acústico muestra un comportamiento espectral semejante para las distancias 20, 30 y 40 metros, con niveles que disminuyen con la distancia (como es lógico, salvo en el caso del sonómetro B&K2 por las razones ya comentadas) y muestran valores mayores en el rango entre 200 y 800 Hz.

En el caso de la ponderación C, el máximo se sitúa en torno a los 125 dBC, lo que permite entender las grandes diferencias entre registros expresados en dBA y dBC, superando incluso los 10 decibelios, obtenidos a una misma distancia de la fuente por los distintos sonómetros. La diferencia entre dBA y dBC no es tan elevada cuando se trata de ruido no impulsivo.

El análisis conjunto de los espectros de los tres sonómetros en cada distancia pone de manifiesto la coherencia de los datos obtenidos y refuerza los comentarios anteriores. A modo de ejemplo, la Figura 9 muestra los espectros en dBC y la Figura 10 los espectros en dBA.

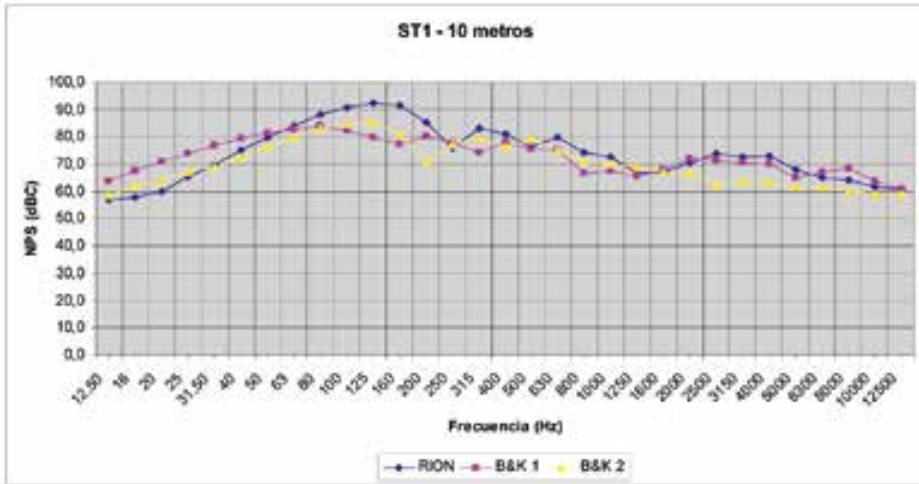


Figura 9: Nivel espectral de presión sonora a 10 m de la fuente. Unidades dB(C). Escenario ST1: LLANO.

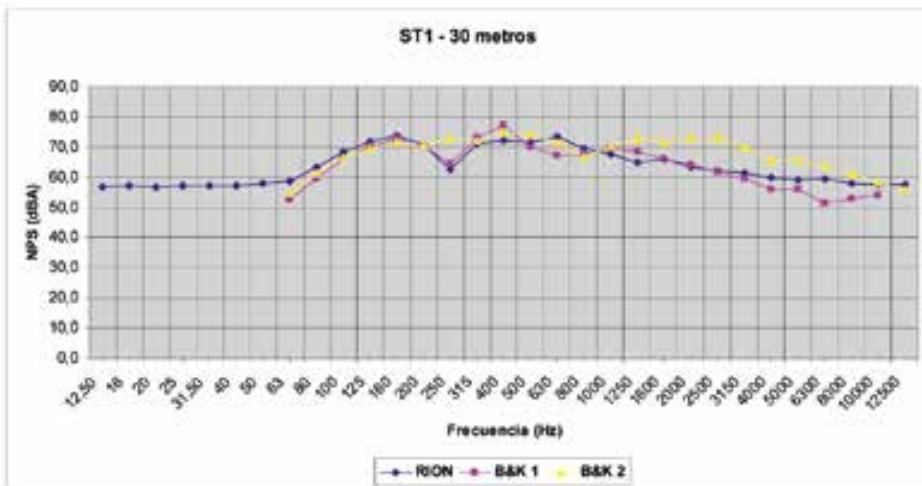


Figura 10: Nivel espectral de presión sonora a 30 m de la fuente. Unidades: dB(A). Escenario ST1: LLANO.

En el resto de escenarios, este comportamiento es semejante y los resultados permiten confirmar el análisis realizado en banda ancha en el apartado anterior. En la Figura 11 se muestran unificados los espectros obtenidos en el escenario ST2: MURO por cada sonómetro en función de la distancia. De forma complementaria, la Figura 12 muestra las medidas para cada distancia en función del sonómetro. De nuevo se observa la coherencia de los datos y las razones que llevan a las diferencias de magnitud encontradas en banda ancha en las Tablas 6, 7, y 8. Las Figuras 13 y 14 completan la información en el caso del escenario ST3: PANTALLAS.

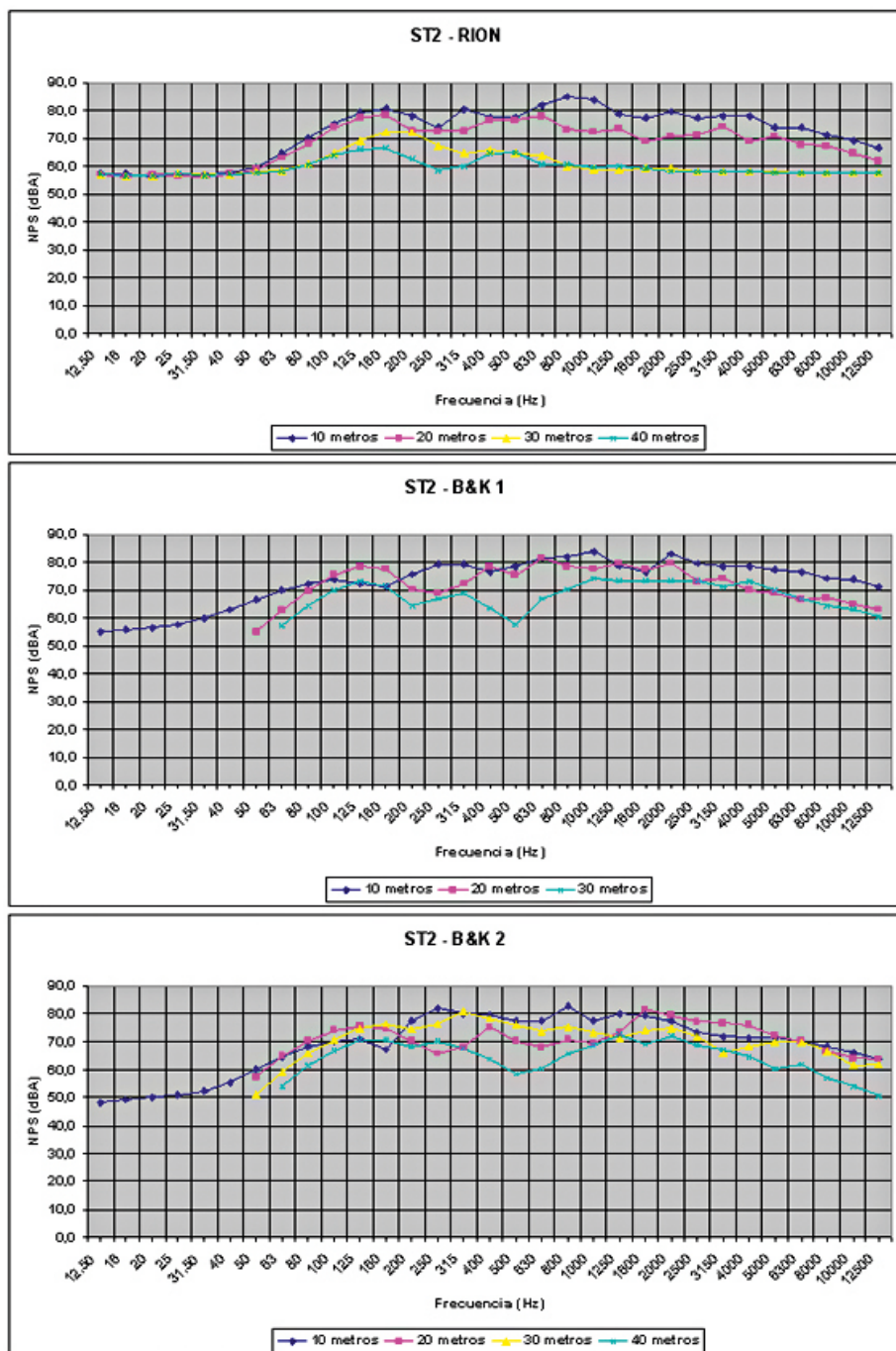


Figura 11: Nivel espectral de presión sonora en función de la distancia a la fuente. Escenario ST2: MURO.

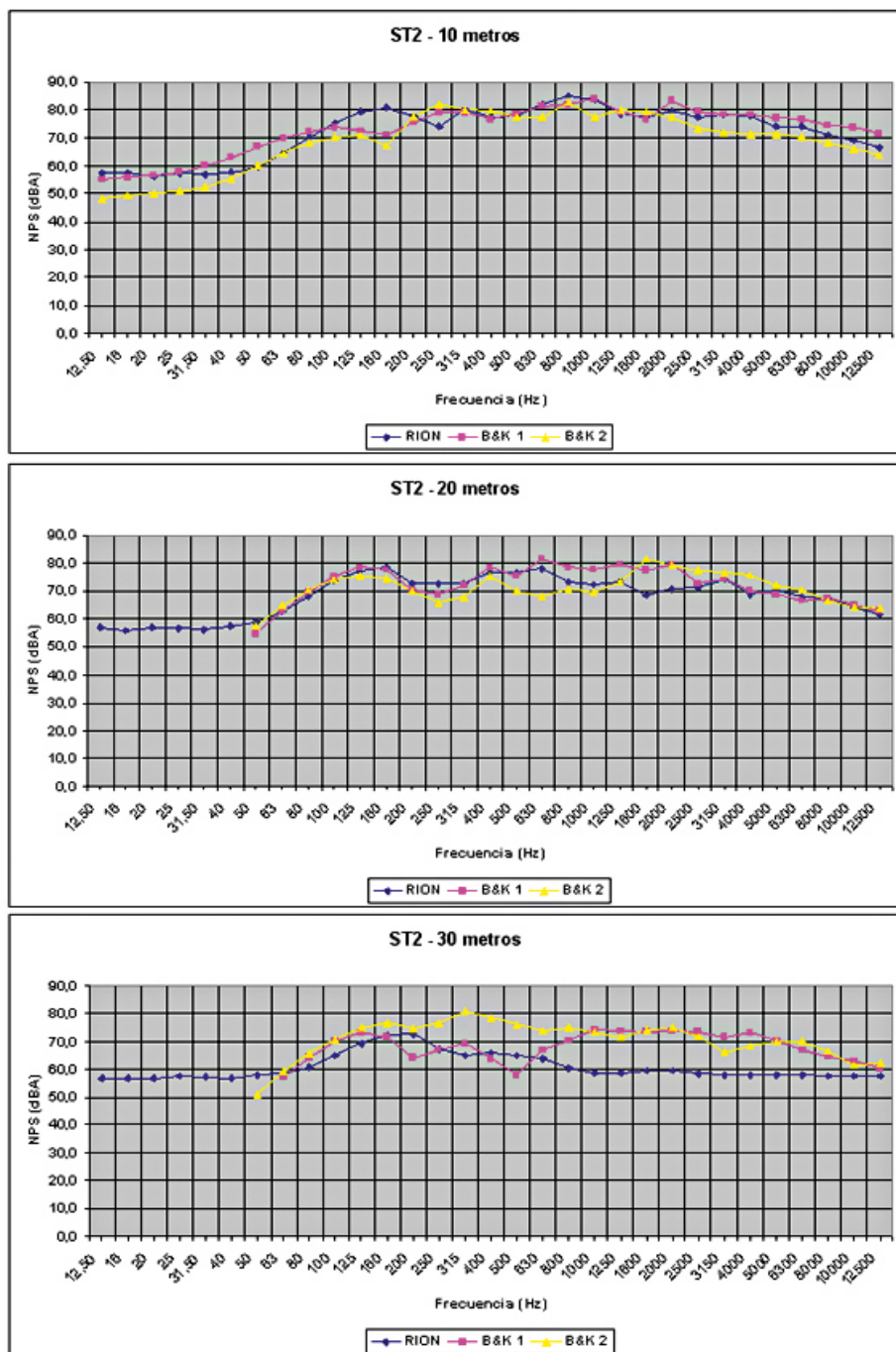


Figura 12: Nivel espectral de presión sonora en función del sonómetro empleado. Escenario ST2: MURO.

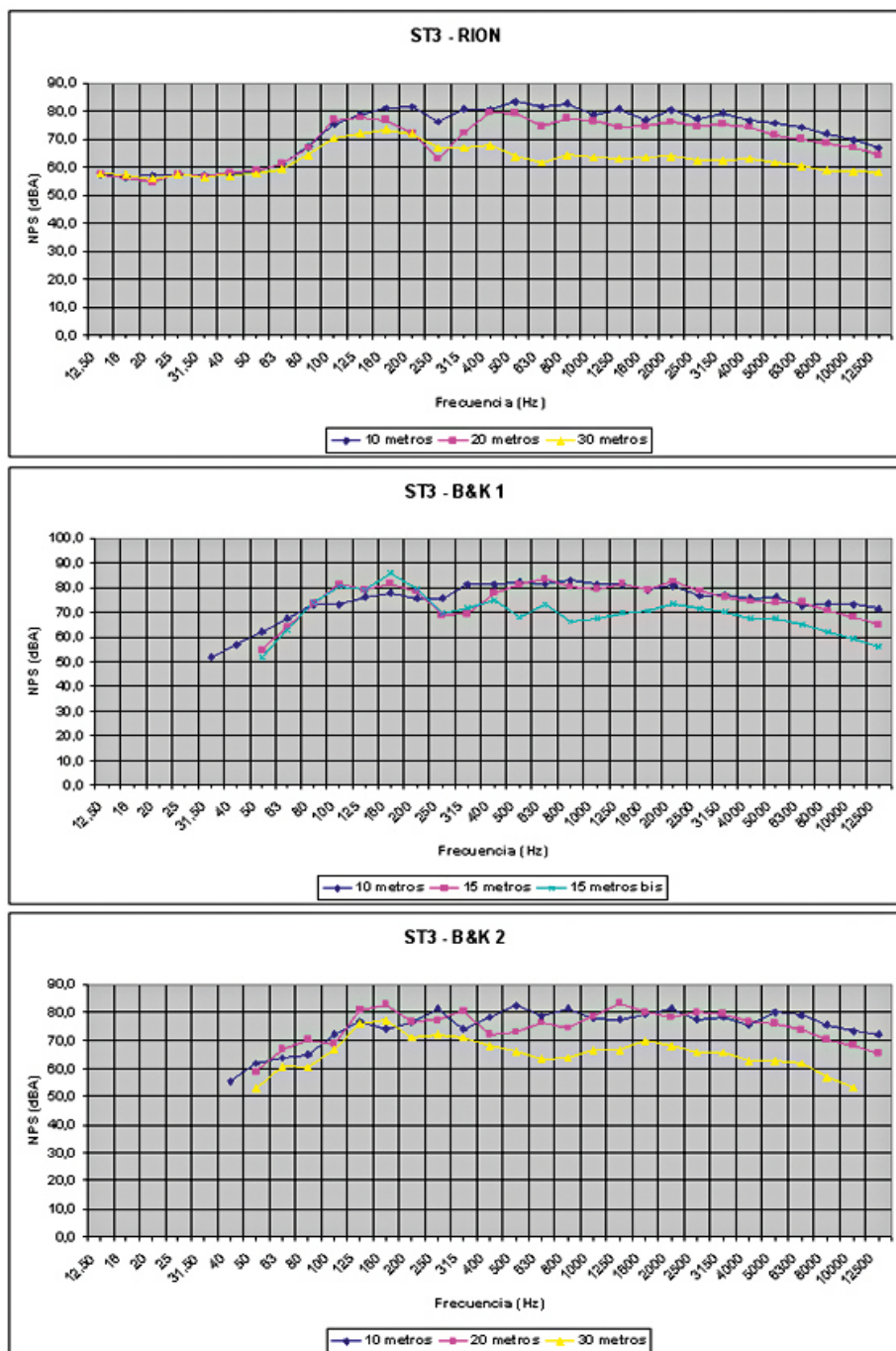


Figura 13: Nivel espectral de presión sonora en función de la distancia a la fuente. Escenario ST3: PANTALLAS.

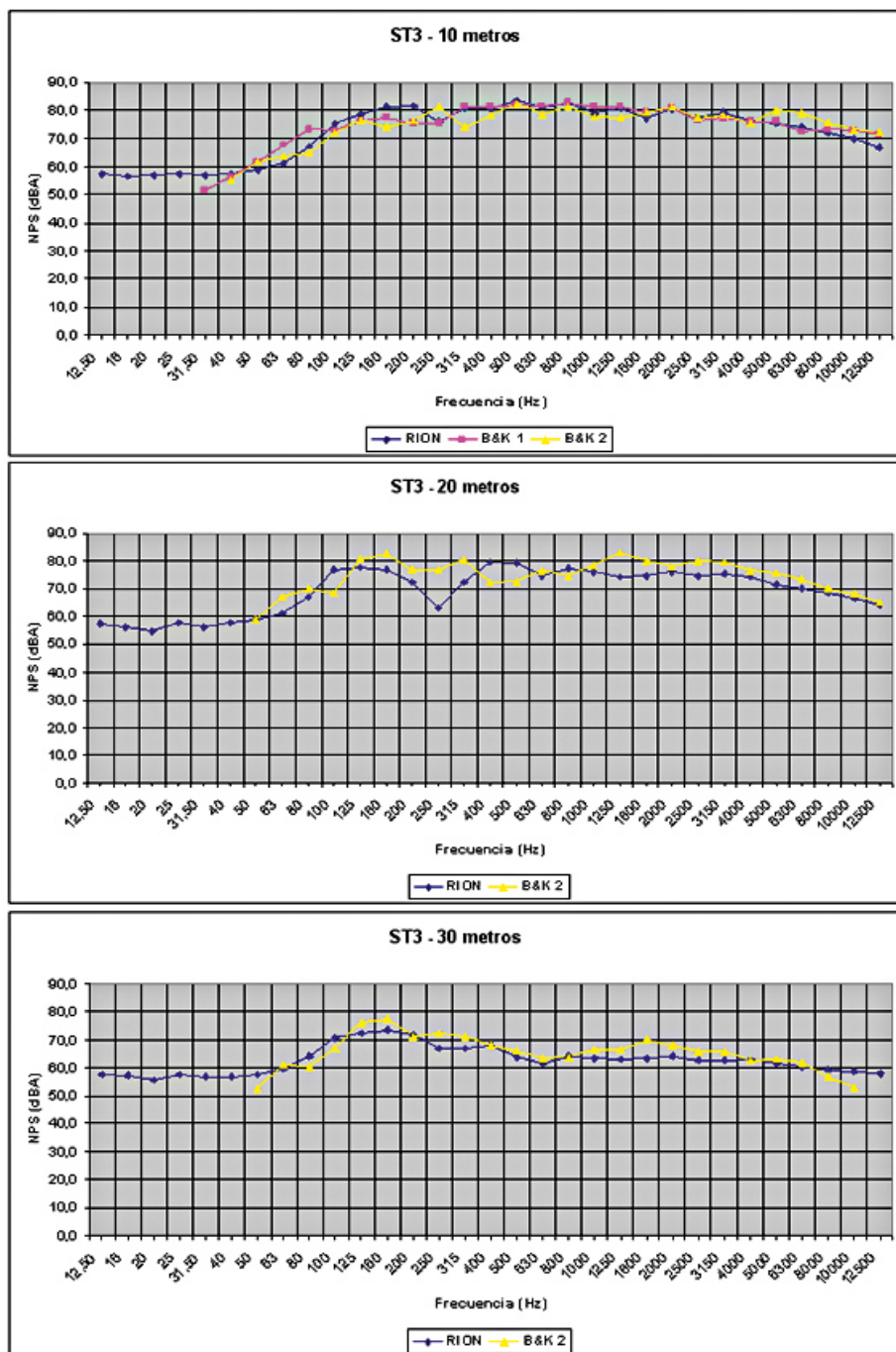


Figura 14: Nivel espectral de presión sonora en función del sonómetro empleado. Escenario ST3: PANTALLAS.



8. PROTECCIÓN AUDITIVA

Un aparato de protección auditiva, también denominado protector auditivo, es un aparato personal que se emplea para reducir los niveles sonoros que llegan al oído y, por ello, los riesgos derivados de una exposición acústica excesiva. En muchos ambientes ruidosos es la única solución posible, por no poder adoptarse medidas de control y reducción de los niveles sonoros actuando sobre la fuente o sobre las circunstancias que rodean el uso de la fuente y/o las condiciones laborales. Quizá sea ese el caso que nos ocupa, en el que la profesión de bombero forestal exige al profesional una atención máxima a todo lo que le rodea y le impide estar desconectado desde el punto de vista acústico: compañeros, medios técnicos, el propio fuego, etc.

Tal y como se realizara en el estudio del año 2003, en este trabajo se han analizado tres modelos de protectores acústicos de uso común distribuidos por STIHL de nominados H9P3 de 180gr, H3P3 de 180gr y H3P3 de 240gr. Cada uno de ellos está caracterizado por una Tasa de Reducción del Ruido, NNR, de 19.8, 21.6 y 24.1 respectivamente según la metodología de cálculo propuesta en Harris [7], si bien el fabricante lo caracteriza con otro indicador: SNR26, SNR28 y SNR30 respectivamente.

La NNR es un índice de atenuación que representa la reducción global media del ruido con ponderación A, en decibelios, que un protector auditivo logrará en un ambiente con un nivel sonoro conocido con ponderación C. A partir de la información de cada uno de estos protectores, la protección real que se obtiene al emplear cada uno de ellos se muestra en la Figura 15:

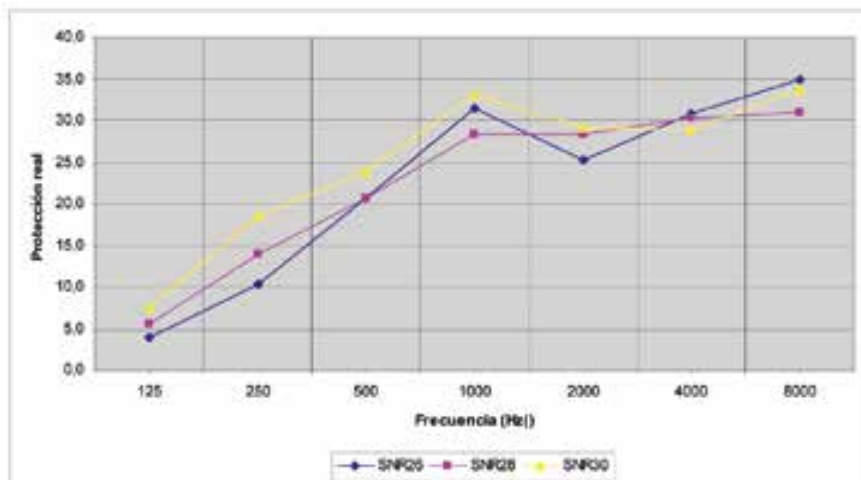


Figura 15: Protección real de los protectores acústicos H9P3180g (SNR26), H3P3180g (SNR28) y H3P3240g (SNR30).



Como puede observarse, la actuación de estos protectores se centra en los 1000 Hz, frecuencia central del rango de máxima sensibilidad del sistema auditivo humano, siendo mayor a partir de esa frecuencia que para valores inferiores de la misma. Esta circunstancia los hace dispositivos eficaces en el caso que nos ocupa, en virtud de los espectros analizados en las Figuras 6 a 14 del apartado anterior correspondientes al contenido espectral de los ensayos acústicos del Multiextintor Instantáneo FIRE-CONTROL Forestal.

La estimación del nivel equivalente como consecuencia de activar un único multiextintor en función de la distancia a partir de los registros sonoros obtenidos en el escenario más desfavorable (ST2), se muestra en la Tabla 12:

Distancia (m)	Leq (dBA) – 1 Multiextintor			
	Sin protección	con protección SNR26	con protección SNR28	con protección SNR30
1	121,0	108,2	106,5	103,9
2	116,4	103,5	101,8	99,3
3	113,8	100,9	99,2	96,7
4	111,9	99,1	97,4	94,8
5	110,6	97,7	96,0	93,5
6	109,4	96,6	94,9	92,3
7	108,5	95,6	93,9	91,4
8	107,7	94,8	93,1	90,6
9	107,0	94,1	92,4	89,9
10	106,3	93,5	91,8	89,2
11	105,8	92,9	91,2	88,7
12	105,2	92,4	90,7	88,1
13	104,8	91,9	90,2	87,7
14	104,3	91,5	89,8	87,2
15	103,9	91,1	89,4	86,8
16	103,6	90,7	89,0	86,5
17	103,2	90,4	88,6	86,1
18	102,9	90,0	88,3	85,8
19	102,6	89,7	88,0	85,5
20	102,3	89,4	87,7	85,2
21	102,0	89,1	87,4	84,9
22	101,7	88,9	87,2	84,6
23	101,5	88,6	86,9	84,4
24	101,2	88,4	86,7	84,1
25	101,0	88,1	86,4	83,9
26	100,8	87,9	86,2	83,7
27	100,6	87,7	86,0	83,5
28	100,3	87,5	85,8	83,2
29	100,1	87,3	85,6	83,1
30	100,0	87,1	85,4	82,9
31	99,8	86,9	85,2	82,7
32	99,6	86,7	85,0	82,5
33	99,4	86,6	84,9	82,3
34	99,3	86,4	84,7	82,2
35	99,1	86,2	84,5	82,0
36	98,9	86,1	84,4	81,8
37	98,8	85,9	84,2	81,7
38	98,6	85,8	84,1	81,5
39	98,5	85,6	83,9	81,4
40	98,4	85,5	83,8	81,3

Tabla 12: Variación del nivel equivalente generado por un multiextintor en función de la distancia, SIN y CON protección acústica.



A partir de los datos mostrados en la Tabla 12, y conociendo la duración de los ensayos acústicos, es posible estimar el nivel equivalente diario (LAeq, d) representado en este estudio por SEL 8h. Dicho cálculo, así como el número de multiextintores que es posible usar para no superar el valor inferior de exposición que da lugar a una acción recogida en el RD 286/2006 (80 dBA), se muestran en la Tabla 13:

Distancia (m)	LAeq,d (dBA) 1 Multiextintor			Nº Multiextintores (LAeq,d = 80 dBA)		
	con SNR26	con SNR28	con SNR30	con SNR26	con SNR28	con SNR30
1	76,6	74,9	72,3	2	3	6
2	72,0	70,3	67,7	6	9	17
3	69,3	67,6	65,1	12	17	31
4	67,5	65,8	63,3	18	26	47
5	66,1	64,4	61,9	24	36	65
6	65,0	63,3	60,7	32	47	84
7	64,0	62,3	59,8	39	58	105
8	63,2	61,5	59,0	47	70	126
9	62,5	60,8	58,3	56	83	149
10	61,9	60,2	57,6	65	96	172
11	61,3	59,6	57,1	74	109	196
12	60,8	59,1	56,6	83	123	221
13	60,3	58,6	56,1	93	137	246
14	59,9	58,2	55,7	102	152	272
15	59,5	57,8	55,2	112	166	299
16	59,1	57,4	54,9	122	182	326
17	58,8	57,1	54,5	133	197	353
18	58,4	56,7	54,2	143	212	381
19	58,1	56,4	53,9	154	228	410
20	57,8	56,1	53,6	165	244	438
21	57,6	55,8	53,3	176	261	468
22	57,3	55,6	53,0	187	277	497
23	57,0	55,3	52,8	198	294	527
24	56,8	55,1	52,5	209	311	557
25	56,6	54,8	52,3	221	328	588
26	56,3	54,6	52,1	233	345	619
27	56,1	54,4	51,9	244	362	650
28	55,9	54,2	51,7	256	380	682
29	55,7	54,0	51,5	268	397	713
30	55,5	53,8	51,3	280	415	745
31	55,3	53,6	51,1	292	433	778
32	55,2	53,5	50,9	304	451	810
33	55,0	53,3	50,7	317	470	843
34	54,8	53,1	50,6	329	488	876
35	54,7	53,0	50,4	342	507	909
36	54,5	52,8	50,3	354	525	942
37	54,4	52,6	50,1	367	544	976
38	54,2	52,5	50,0	380	563	1010
39	54,1	52,4	49,8	392	582	1044
40	53,9	52,2	49,7	405	601	1078

Tabla 13: Nivel equivalente diario (LAeq,d) de un multiextintor en función de la distancia y número de multiextintores que pueden activarse sin superar 80 dBA (RD 286/2006), usando diferentes protectores acústicos.



Si comparamos el número de multiextintores que se pueden activar sin protección en función de la distancia a la fuente (Tabla 11) con los datos de la Tabla 13, resulta evidente que el uso de protección acústica aumenta considerablemente el número de unidades que un mismo profesional podría emplear en el ejercicio de su profesión. Con la protección más débil (SNR26), el número de multiextintores se multiplica prácticamente por 20 a partir de 7 metros de distancia, siendo incluso posible activar más de un multiextintor junto al propio dispositivo (1 o 2 metros). Esta información se representa gráficamente en la Figura 16, equivalente a la Figura 4 para su comparación.

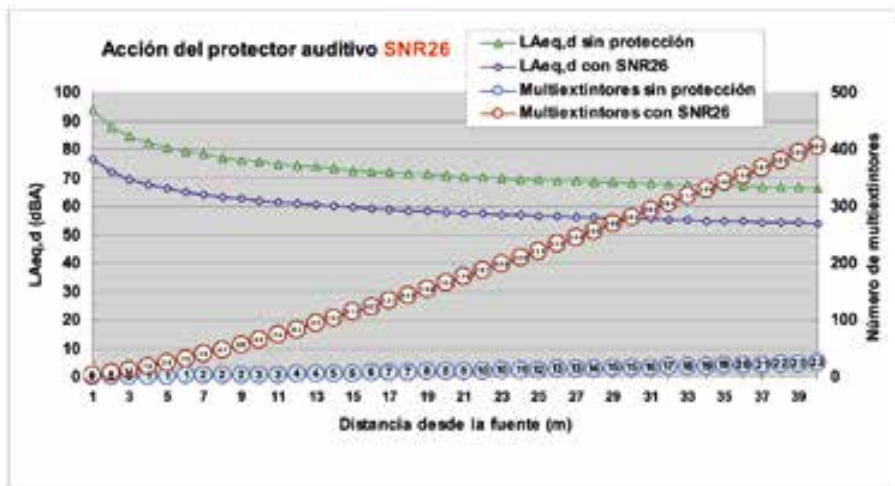


Figura 16: Representación gráfica de la información contenida en las Tablas 11 y 13, relativa al efecto de usar el protector auditivo SNR26 en el número de multiextintores que puede activar una persona.

No obstante, en aplicación de las Tablas 11 y 13 debe tenerse en cuenta que la exposición sonora de una jornada laboral de un profesional que emplea este tipo de extintor no procede exclusivamente del mismo. Por lo tanto, en el cómputo del nivel equivalente diario (LAeq,d o SEL 8h) contribuirán también el ruido procedente del resto de fuentes que afecten al trabajador. Por todo ello, estos valores sólo deben interpretarse como orientativos.

9. CONCLUSIONES

El estudio de los niveles sonoros generados por el Multiextintor Instantáneo FIRE-CONTROL Forestal ha puesto de manifiesto que estamos ante un dispositivo que presenta notables mejoras, desde el punto de vista acústico, con respecto al modelo anterior. La disminución de la carga pirotécnica que incorpora el multiextintor a tan sólo 4,5 gramos de mezcla explosiva supone, en la práctica, un dispositivo mucho más flexible y adaptado a una normativa que, en caso de ser aplicada, ofrece más oportunidades de actuación.

Si observamos las condiciones a partir de las cuales la normativa legal contempla alguna acción (nivel de pico 135 dBC y nivel equivalente diario 80 dB(A)),



vemos que son circunstancias que se verifican a unos 20 metros de distancia de la fuente, desde donde el profesional podría activar hasta 8 multiextintores sin usar protección.

Si observamos las condiciones más desfavorables contempladas en la normativa, unos valores límites de exposición dados por un nivel equivalente diario de 87 dBA y un nivel de pico de 140 dBC, son condiciones que se verificarían en el caso de activar un multiextintor y permanecer a unos 3 metros del mismo, situación altamente improbable.

Es decir, el nivel equivalente diario experimenta una importante disminución con la distancia, mayor que en el modelo anterior, lo que se traduce en la posibilidad de activar, a una distancia determinada de la fuente, un mayor número de multiextintores. Al mismo tiempo, los niveles máximos se reducen de 5 a 10 decibelios en las situaciones comparables de ambos estudios y los niveles de pico se observa que es junto al propio multiextintor cuando se verifica el valor límite de exposición.

Una importante novedad de esta caracterización es el estudio del comportamiento espectral de los ensayos. El análisis de los espectros pone de manifiesto que la distribución de niveles es bastante uniforme, sin tonos puros que destaquen sobre el resto, con máximos situados en el rango de 200 a 800 Hz y suave pendiente en el resto de frecuencias. Este mismo análisis permite entender mejor el comportamiento de los protectores auditivos analizados, que presentan una mayor protección a partir de los 1000 Hz.

En este sentido, el uso de protectores acústicos supone una importante disminución del nivel equivalente al activar un multiextintor y, consecuentemente, del nivel equivalente diario, que se traduce en la posibilidad de activar una mayor cantidad de dispositivos que con el modelo anterior. Así, usando el protector con menor NNR (SNR26), a 10 metros de la fuente el nivel equivalente diario al activar un multiextintor se reduce de 75,5 dBA hasta 61,9 dBA y el número de multiextintores que se pueden activar antes de superar los 80 dBA aumenta desde 3 hasta 65. En estas condiciones, el mismo protector situaba el número máximo de extintores en 47 con el modelo anterior.

Es sólo una muestra del comportamiento acústico general del Multiextintor Instantáneo FIRE-CONTROL Forestal el cual, en todo caso, sin protección acústica no debería ser empleado sin que exista una distancia mínima de unos 6 metros entre el multiextintor y el profesional que lo usa, pues a esa distancia acumularía ya con esa acción la máxima exposición acústica laboral posible.

Como el profesional que usa el multiextintor está expuesto a más fuentes de ruido durante su jornada laboral, todos estos cálculos son sólo aproximaciones y órdenes de magnitud que deben ser acompañadas por el sentido común. En ausencia de protección acústica, de nuevo lo más razonable parece ser la rotación de la persona que activa el multiextintor, permaneciendo el resto del equipo a una cierta distancia. En este caso, una distancia razonable serían 20

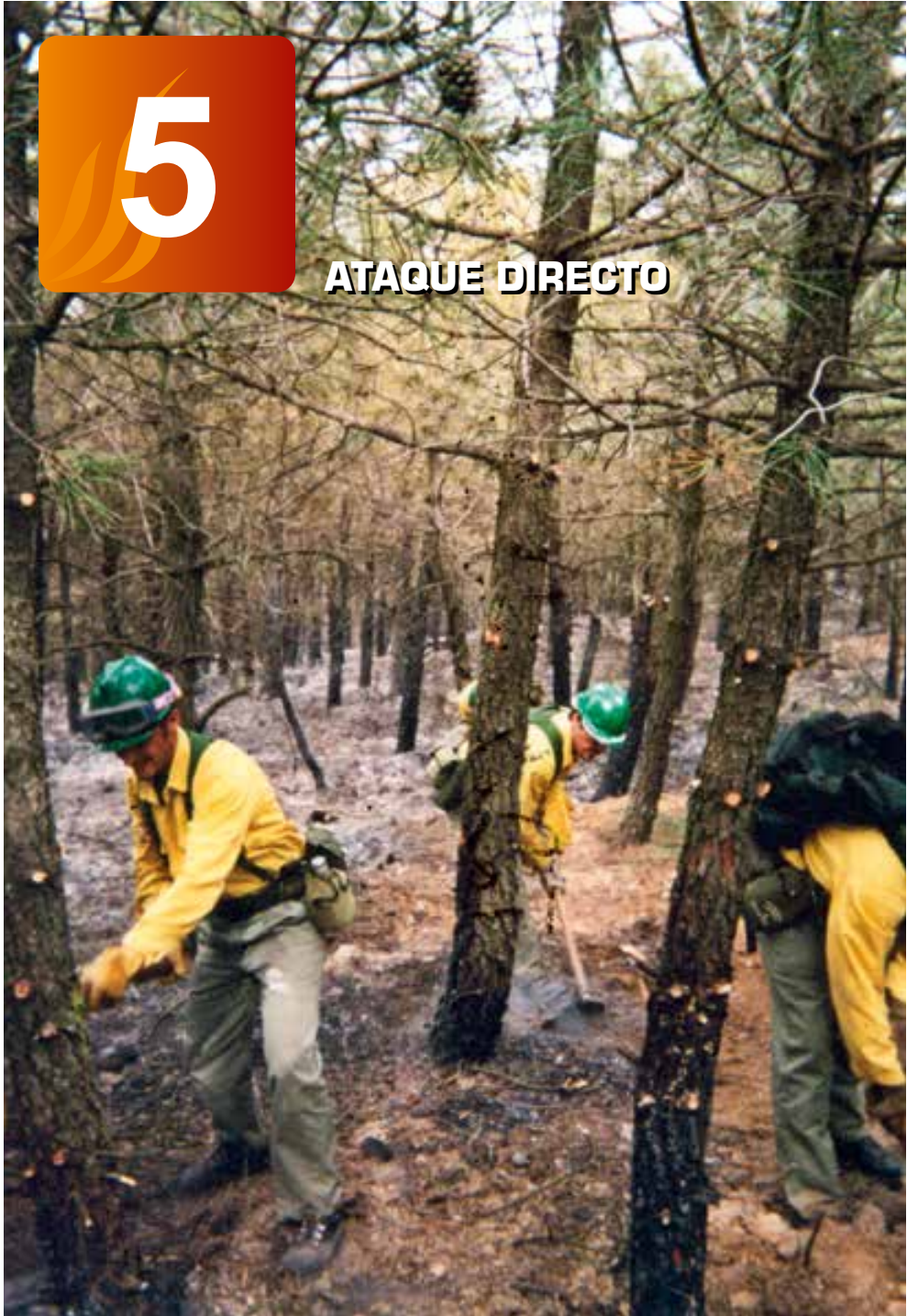


metros. En el caso de usar protección, la persona y el equipo que le acompañe pueden situarse en un radio de 5 metros del multiextintor sin mayor problema que los propios derivados del fuego y del impacto de posibles fragmentos del mismo.



5

ATAQUE DIRECTO





5.1 CONCEPTOS

5.2 PUNTOS A VALORAR ANTES DE SU UTILIZACIÓN:

- Valoración de la evolución del frente.
- Terreno: orografía y estructura
- Vegetación.
- Rutas.
- Cantidad.
- Personal: de colocación y externo.
- Principios de localización.
- Apoyo a otros medios de extinción.

5.3 ATAQUE DIRECTO:

- Descripción
- Actuación sobre el frente.
- En el perímetro adyacente.

5.1 CONCEPTOS:

Ataque directo:

“Consiste en que la línea de control se establece interviniendo en el borde mismo del incendio, al actuar sobre las llamas y sobre el combustible inmediato a ellas.” Manual de formación de Incendios Forestales para cuadrillas. Gobierno de Aragón.

5.2 PUNTOS A VALORAR ANTES DE SU UTILIZACIÓN:

El ataque directo como técnica más agresiva, en la que se desarrolla en combate cuerpo a cuerpo con el frente de llama, nos introduce en una dinámica mucho más ágil de valoraciones donde además de valoraciones genéricas sobre el frente de llama, y la evolución del incendio, realizamos valoraciones constantes de los pequeños tramos a atacar en cada instante, inducidos a trabajar en la escala temporal que nos impone la evolución del frente, es durante estos ataque donde la versatilidad es una de nuestras mejores herramientas* (nota al pie de pagina: “Así pues, una fuerza ... no tiene formación constante, lo mismo que el agua no tiene forma constante: se llama genio a la capacidad de obtener la victoria cambiándose y adaptándose según el enemigo”. Sun Tzu). Así en esta modalidad de ataque el conocimiento de cuantas más técnicas y herramientas dominemos se hace una necesidad.

Dentro de este contexto se debe tener claros los puntos a valorar antes de cada actuación:



- a) Valoración de la evolución del frente.
- b) Terreno: orografía y estructura
- c) Vegetación.
- d) Rutas.
- e) Cantidad.
- f) Personal: de colocación y externo.
- g) Principios de localización.
- h) Apoyo a otros medios de extinción.

a) VALORACIÓN DE LA EVOLUCIÓN DEL FRENTE:

En ataque directo el personal de extinción queda más expuesto a los pequeños cambios del frente de llama, por lo que el entender y poder valorar la posible evolución del frente según la topografía, clima y combustible a pequeña escala es fundamental, ejemplos:

Al ser normalmente el ataque directo un ataque combinado, habitualmente con herramientas, y siendo nuestra cantidad de Multiextintor Instantáneo FIRE-CONTROL Forestal limitada, en grandes frentes debemos estudiar los puntos que por su evolución “a peor”, puntos que siendo sofocables en el instante, empeorarán antes de que llegue el grueso del personal extinguiendo, van a retrasarnos la extinción en el mejor de los casos. Por lo que el ataque directo con esta herramienta en esos puntos hará que la velocidad de extinción sea aumentada, mejorando también la seguridad del personal al poder regular en cierta medida la intensidad de las llamas.

- Otro ejemplo serían las concentraciones de combustible cerca del frente de llama, las cuales podemos defender con multiextintores antes de que prendan o una vez prendidas, para que no se extiendan.



También se debe valorar las posibles evoluciones del frente junto a nuestro potencial de extinción, lo que nos dará la capacidad de cumplir los objetivos que nos hayamos marcado o en su caso la modificación de estos.

Foto 81: Valoración del frente



b) TERRENO: OROGRAFÍA Y ESTRUCTURA.

A parte de la valoración del terreno en el punto anterior, debemos tener en cuenta la orografía, a pequeña escala, del terreno y su estructura por seguridad en la colocación de ataque directo, ya que estos determinarán el riesgo de proyecciones en las detonaciones, tema que desarrollaremos “a posteriori”.

c) VEGETACIÓN.

Dentro de los condicionantes la vegetación ocupa un lugar importante, esta influye tanto en las posibilidades de movimiento del personal encargado de la colocación como en las maniobras finales que demarcaran la efectividad de la actuación. Este punto se desarrolla minuciosamente en la descripción de la técnica de colocación en ataque directo.

d) RUTAS.

Las rutas de entrada y escape dentro de márgenes seguros en todas las circunstancias, junto con las aproximaciones y retiradas al frente para la colocación de los multiextintores, son apartados básicos a valorar antes de la colocación.

e) CANTIDAD.

La cantidad de multiextintores con que contemos, hará que se sea más o menos restrictivo a la hora de su uso, ya que si se dispone de gran número para un frente poco extenso se podrá realizar la extinción total del frente con esta técnica; pero si por el contrario se cuenta con un número limitado, se pueden utilizar estos para actuaciones en puntos conflictivos que descarguen de trabajo y peligro al personal de extinción.

Dentro de este apartado debemos tener en cuenta la dificultad del traslado, que nos marcará el número de multiextintores a transportar (no es lo mismo transportar un paquete de dos, 10 Kg., en llano que en terrenos abruptos, donde posiblemente solo podremos transportar uno o dos como máximo).



Foto 82: Nº de extintores disponibles



f) PERSONAL: DE COLOCACIÓN Y EXTERNO.

Dentro del apartado de personal se debe valorar tanto el personal que va a colocar los multiextintores: su nivel de cualificación en esta técnica, su experiencia y su motivación, capítulos que harán del uso del multiextintor una buena herramienta de extinción o una pérdida de tiempo y posibilidades, como el número de personas ajenas a los colocadores que puedan aportar un flujo continuo y suficiente de multiextintores a estos.

g) PRINCIPIOS DE COLOCACIÓN.

Los principios a valorar antes de la colocación de multiextintores en ataque directo se basan en la seguridad y eficacia, abarcando desde los apartados expuestos en esta sección hasta los diferentes puntos que veremos detenidamente en el apartado de técnica de colocación. Globalmente los principios se deben enmarcar dentro del ámbito del sentido común, el cual debe guiarnos en todos los procesos de la extinción forestal, ya que ningún documento puede abarcar la infinidad de posibilidades y procesos que se dan en un fuego forestal.

h) APOYO A OTROS MEDIOS DE EXTINCIÓN.

Al igual que cualquier otra "herramienta" utilizada en la extinción forestal, en pocas ocasiones la manera más efectiva de realizar esta labor es con solo una de ellas, siendo los efectos conjuntos de varias herramientas los que mejores resultados suele dar, aprovechando el efecto sinérgico, que bien coordinadas pueden aportarnos.

En el caso del Multiextintor Instantáneo FIRE-CONTROL Forestal el trabajo puede ser coordinado con la mayoría de aparatos, vehículos y herramientas:

- Con herramientas manuales, siendo esta simbiosis una de las más productivas por el ahorro de esfuerzo y aumento de la velocidad de extinción que produce, fácilmente podemos deducir que su uso en puntos conflictivos fuera del alcance del grueso del personal o en los casos de pequeñas zonas que necesitan de un gran esfuerzo conjunto de las unidades, nos da como resultado un excelente método de ataque.

- Con medios aéreos, normalmente las descargas de estos medios extinguen parte de unas zonas y dejan otras lo suficientemente mitigadas para una fácil extinción por el personal de tierra, quedando también puntos con cierta intensidad que si no son controlados con premura pueden dejar sin validez el efecto de la descarga realizada. Es en las dos últimas circunstancias donde el uso del multiextintor junto con los periodos entre apoyos aéreos donde su uso es más productivo.

- Con vehículos motobomba, con esta técnica el uso de los multiextintores puede mantener controladas zonas que por la distancia al frente de extinción y por la velocidad de este, pueden complicar la extinción futura del frente.



5.3 ATAQUE DIRECTO:

- a) Descripción de la colocación en ataque directo Actuación sobre el frente.
- b) En el perímetro adyacente.

a) DESCRIPCIÓN DE LA COLOCACIÓN EN ATAQUE DIRECTO.

Antes de la colocación se deben valorar todas las variantes haciendo una colocación imaginaria con los datos que veremos y tenemos.

Se valorara en primer lugar la seguridad:

- El estar en una posición segura tanto los colocadores como el personal cercano frente al incendio y su evolución, a demás de con respecto a las colocaciones que vamos a efectuar.

Como norma se debe estar seguro y tener rutas de salida generales en todo momento por lo que siempre se debe partir de una posición garantizada para la colocación.

La colocación:

Como norma general de seguridad, en los incendios forestales no se debe trabajar nunca solo, siendo el grupo mínimo de trabajo la pareja. Esta técnica no es una excepción, debiéndose trabajar en equipo, no solo por lo que facilita el trabajo sino por que será nuestra salvación en caso de accidente. El “ayudante” al no estar concentrado en la colocación tiene un mayor control de lo que pasa a nivel del frente de fuego (descargas de helicópteros, personal adyacente que pueda aparecer, control de los movimientos del personal de la unidad y comunicación con los mandos y compañeros) y sobre el colocador, al poder este sufrir caídas, despistes, etc., siendo “el ángel guardián” durante la realización de esta actividad.

No solo el personal que acompaña al colocador se dedica a la seguridad sino como ya sabemos el transporte es penoso y hasta peligroso en algunas zonas, por lo que la colocación no es trabajo de uno sino de un equipo en el que el número mínimo como ya hemos dicho es la pareja para cualquier actuación. Así el colocador debe centrarse exclusivamente en la colocación, siendo responsabilidad de los demás hacerle llegar los multiextintores ya preparados para la colocación y mantener los niveles de seguridad en unos márgenes aceptables. Además del transporte y la seguridad normalmente existe la necesidad del remate de la zona donde actúa el multiextintor, ya que este puede solo bajar la llama o apagar parcialmente el foco, efecto buscado en numerosas ocasiones, siendo normal que parte del personal de extinción este equipado de herramientas manuales y preparado para actuar en los momentos inmediatamente posteriores a la detonación.



Foto 83 : Colocación en ataque directo.

La colocación es una maniobra que cuando se inicia no nos deja valorar variables exteriores, por lo que su planificación será lo más rápida y corta posible, informando en todo momento al personal de nuestro equipo de colocación y al personal externo que pudiese verse afectado antes de su inicio. Es importante no solo mantener informado a este personal sino que también se debe avisar de cada colocación, mediante un fuerte grito que alerte de su próxima activación y el lugar donde se va a desarrollar. Esto avisará también al equipo que normalmente debe estar apoyando para completar la extinción después de su activación.

Para la elección del lugar de colocación observaremos el frente próximo, eligiendo el sitio que puede presentar problemas en su extinción. Al ser los multiextintores una herramienta de un solo uso se está limitado al número de que se disponga, como ya se ha expuesto, es fundamental sacarle el máximo partido posible a cada activación, buscando los lugares más beneficiosos para la extinción y los que más problemática nos generen:

Puntos que por la intensidad de la llama no permitan actuar en ataque directo y frenen el avance de la extinción.

Pequeños focos que si se les permite avanzar llegarán a zonas donde cog-



rán fuerza. Ya que podemos adelantarnos en el frente, dejando zonas de poca intensidad, para evitar problemas futuros, y así mantener un frente asequible a la extinción con herramientas manuales.

Las zonas donde más beneficiemos un ataque ágil y seguro de la unidad.

Etc.



Foto 84: Elección de lugar para la colocación.

Visto lo anterior, nos centraremos en la técnica de colocación, siendo el proceso de esta:

- 1. Estudio del fuego y su evolución.**
- 2. Decisión de la zona:**
 - a. Posibilidad de acercamiento.
 - b. Posibilidades de entrada del personal a rematar.
 - c. Productividad de la activación en el avance general de la extinción.
- 3. Colocación del equipo de protección individual**
- 4. Preparación del multiextintor Instantáneo FIRE-CONTROL Forestal.**



- 5. Aviso de colocación al personal adyacente.**
- 6. Colocación y retirada.**
- 7. Espera de la activación.**

1. ESTUDIO DEL FUEGO Y SU EVOLUCIÓN.

Estudiaremos el frente más amplio que observemos para que no existan peligros a medio plazo y el frente donde vamos a realizar la colocación para que no existan sorpresas que puedan complicar la maniobra, focos secundarios, material rodante, etc.

2. DECISIÓN DE LA ZONA Y LUGAR DE COLOCACIÓN

a) Posibilidad de aproximación y colocación:

En la observación del lugar debemos tener en cuenta:

Inclinación y tipo de suelo, ya que al ser una maniobra rápida en la que pretendemos alejarnos en el menor tiempo posible de la zona de activación, hemos de valorar cada metro de nuestra ruta; si es terreno suelto, piedras con oquedades, arena, inclinación, etc. previendo así posibles caídas o demoras por resbalones.

Vegetación que nos encontramos en la ruta de colocación, observándola y previendo posibles enganchones o entorpecimientos.

Tipo de suelo y vegetación en el lugar de colocación:

El suelo, por dos motivos:

Normalmente será la base donde posemos el multiextintor y uno de los problemas que pueden surgir es que rueda o se desplace, por lo que debemos ver como lo colocaremos, tumbado o de pie.

- Otro motivo por lo que lo estudiaremos son las posibles proyecciones que puedan ser lanzadas en el momento de la activación: piedras, tormos, ramas muertas, etc., punto este estudiado en seguridad.

La vegetación:

- Para evaluar la evolución del fuego en esta, y así decidir el punto de colocación del multiextintor y de la mecha.

- Esta entorpece la colocación física de multiextintor muchas veces no dejándonos posar el multiextintor de forma estable, impidiéndonos ver, dificultando la trayectoria de la mecha cuando la lancemos hacia el lugar elegido para que prenda, etc.

- Ya que parte de esta se puede convertir en material lanzado en la activación.



b) Posibilidades de entrada del personal a rematar.

Valoraremos también si la activación acabará de manera total con el punto conflictivo o si por el contrario lo dejará para remate del equipo de extinción inmediata, en este caso debemos estudiar las posibilidades de actuación de este, ya que a veces podemos escoger lugares de acceso y movimiento limitados.

c) Productividad de la activación en el avance general de la extinción.

Otro punto a estudiar es la eficacia en conjunto del punto de colocación, ya que este debe servir a la estrategia general determinada por la persona responsable.

3. COLOCACIÓN DEL EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.

Una vez que hemos visto y valorado todas las variables físicas de las rutas y el lugar elegido, nos colocaremos la totalidad del Equipo de Protección Individual o en su caso verificaremos que lo llevamos puesto.

4. PREPARACIÓN DEL MULTIEXTINTOR INSTANTÁNEO FIRE-CONTROL FORESTAL

En el momento en que nos encontramos con el multiextintor en las manos observando el lugar elegido para la colocación se inicia la maniobra con la preparación del multiextintor: se libera la totalidad de la mecha, cogiendo el inicio de esta con una mano y el multiextintor en la otra, observando que no existan deficiencias sobre todo en la mecha (roturas o raspaduras que dejen en contacto directo la mecha con el exterior, ya que puede prender antes de lo que deseamos).



Foto 85: Preparación del multiextintor



5. AVISO DE COLOCACIÓN AL PERSONAL ADYACENTE.

Avisamos al personal de la colocación del multiextintor en la zona, para su retirada o protección, en este apartado, el personal que acompaña y ayuda al colocador será el responsable del distanciamiento y protección del personal cercano.

6. COLOCACIÓN Y RETIRADA

Estudiaremos la técnica de colocación con el ejemplo más desfavorable. La técnica que más dificultad nos ofrece es la que debemos desarrollar cuando el lugar escogido es el perímetro del frente de fuego ya que en ocasiones las temperaturas solo nos permiten permanecer el tiempo justo para su colocación (breves segundos).

Es en este ejemplo donde la postura a utilizar viene marcada por dos motivos:

1. El proteger las partes más sensibles de la radiación del fuego.

2. Protegerlas de posibles proyecciones en una posible detonación no prevista.

Es por estos motivos junto a la necesidad de rapidez en la operación por lo que durante el acercamiento al punto de colocación protegeremos la cara y el frontal del cuerpo, llevando el multiextintor cogido con la mano que lo va a colocar, más cercana al fuego y la punta de la mecha controlada y cogida con la mano contraria, alejándola del fuego, protegiendo así el multiextintor lo más posible de activaciones no deseadas.

Una vez que vamos llegando al punto de colocación lo hacemos de lado por los motivos antes expuestos, alejando el multiextintor y sobre todo la mecha del foco de fuego. La colocación se realizará observándola por encima del hombro, protegiendo así lo más posible el frontal del cuerpo, la cara, cuello y cabeza de la radiación y posibles proyecciones lanzadas por una detonación no prevista.

Se colocará el multiextintor en el sitio deseado comprobando que quede posado de forma estable (no deseamos que ruede o se desplace, poniéndonos en riesgo o/y anulando su efectividad) a la vez que mantenemos la punta de la mecha alejada del fuego y protegida. Una vez estable lanzaremos la mecha al foco o zona elegida, comprobando antes que su trayectoria no se verá entorpecida por ramas o vegetación alguna, a la vez que volvemos la cara e iniciamos la retirada, avisando con un grito su colocación ya que a partir de ese momento el multiextintor puede detonar (aún no siendo lo corriente ya que el fuego debe tocar la punta de la mecha o fundir su protección).

Nos dirigiremos a la zona elegida como segura, ya sea una protección natural o alejándonos simplemente.



7. ESPERA DE LA ACTIVACIÓN.

Comprobaremos la no existencia de personal cercano a la colocación, una vez en lugar seguro.

No hay que olvidar que habremos valorado y elegido los trayectos y zonas tanto de colocación como de seguridad en base a las posibles proyecciones que pueda haber.

A partir del momento de la activación el equipo de remate se abalanzará sobre la zona acabando con el foco, ya que muchas veces el efecto del multiextintor baja la intensidad de la llama unos segundos y se debe aprovechar esto para la extinción total.

3. LIQUIDACIÓN Y VIGILANCIA

En esta etapa de la extinción, a la que se le suele dar menos importancia de la que tiene, si el fuego se reprimiera y no fuéramos capaces de controlar, sería por fallos humanos de previsión o actuación en la mayoría de los casos, el uso de Multiextintor Instantáneo FIRE-CONTROL Forestal facilita las labores y ayuda a dar seguridad.

En este período de liquidación y vigilancia los medios pesados y aéreos son reducidos o incluso los han retirado, por lo que el personal cuenta, en estos casos con sus herramientas manuales, los Multiextintor Instantáneo FIRE-CONTROL Forestal en ataque directo sobre focos incipientes que son una garantía de seguridad para el control de los rebotes. Pongamos como ejemplo una situación común en la que las unidades se tienen que hacer cargo de grandes distancias de perímetro, dándose los focos en puntos alejados del personal, o aunque cercanos de difícil tránsito, esto nos da como resultado que cuando llega el poco personal más cercano, el foco no es grande pero si lo suficientemente intenso como para que su extinción sea dificultosa y en otros casos imposible, si se dispone de multiextintores, una o dos activaciones pueden hacer que este foco quede extinguido o como mínimo aplacado de forma que su extinción y control sea posible.

Es por esto que personal adiestrado sea capaz de ver un ahorro de esfuerzo donde otros solo ven la dificultad de su transporte.

4. PSICOLOGIA.

Este tema es importante en el uso de este producto especialmente, ya que el impacto sonoro y los posibles desplazamientos de materias sólidas, crean en los bomberos un respeto exacerbado que los lleva a una pobre utilización de este medio de extinción.

Se hace necesario por esto que realice un cambio de actitud con el objetivo de conseguir una mejora de las capacidades de extinción. Este cambio se debe realizar mediante un proceso de adiestramiento teórico - práctico en el que el especialista conozca y compruebe los efectos del multiextintor, llegando



a dominar su uso y a hacer desaparecer los temores infundados que puedan tener, motivo por el cual se desarrolla esta documentación.

5.- RETIRADA

Es importante ya no solo como medida medioambiental como veremos, sino como medida también de seguridad la retirada de todos los multiextintores que no hayan detonado, siendo importante que si durante la extinción quedan sin activar multiextintores por:

- No poder retirarse al estar en zonas calientes.
- Que rodaron en algún punto sin ser recuperados.
- Otros motivos.

Se informe de estas circunstancias con número y posición a la dirección del incendio, para su posterior retirada.

6. MEDIDAS MEDIOAMBIENTALES

El uso de los Multiextintor Instantáneo FIRE-CONTROL Forestal aunque necesario nunca debe perder su objetivo de protección frente a los incendios en un alto grado medioambiental, por lo que se deben seguir unos criterios en estos aspectos.

La contaminación realizada por su activación la podemos estudiar desde dos puntos, el material sólido del multiextintor, la carcasa y el fluido retardante:

- El multiextintor al detonar fractura la carcasa en un pequeño número de grandes fragmentos y algunos fragmentos bastante menos voluminosos, es por esto que una buena medida medioambiental sea la posible retirada de estos fragmentos más voluminoso después de la extinción, durante la salvaguarda del perímetro, al ser plásticos.

- El material fluido agua y retardante forestal no supone una agresión según sus fabricantes, sin toxicidad para fauna, flora o el hombre y actúa con uso según ficha como fertilizante.

Debemos como es lógico retirar los multiextintores que hayan podido quedar rezagados por diferentes causas, ya no solo por el tema de la contaminación generada sino por seguridad.

Como última apreciación indicar que el tratamiento de los embalajes que portan los multiextintores debe hacerse también desde un punto de vista medioambiental, dejándolos si es posible en lugares de fácil visión y retirada.



6

ATAQUE INDIRECTO





6.1 CONCEPTOS.

Ataque indirecto:

“... consiste en aislar el combustible de las llamas, estableciendo líneas de defensa a distancias apropiada de los frentes para con las líneas de control circunscribir uno o más perímetros que completen la etapa de control.” Enrique Martínez Ruiz. La Defensa Contra Incendios Forestales, Fundamentos y Experiencias. Ricardo Vélez. Mc Graw Hill.

Líneas de defensa:

“Es un elemento que se construye para romper o cortar la continuidad del combustible que esta en la trayectoria del incendio...”. Manual de formación de Incendios Forestales para cuadrillas. Gobierno de Aragón.

“Faja que se construye a distancia calculada de los frentes de llamas, en la que se corta, roza y extrae el combustible y, si es necesario, se raspa o cava hasta suelo mineral.” Enrique Martínez Ruiz. La Defensa Contra Incendios Forestales, Fundamentos y Experiencias. Ricardo Vélez. Mc Graw Hill.

Línea de control:

El aprovechamiento de la suma de los efectos del multiextintor Instantáneo FIRE-CONTROL Forestal en grupos para realizar un ataque indirecto mediante la creación de una línea de defensa con estos.

6.2 EFECTO SUMATIVO: LÍNEAS Y SU EVOLUCIÓN.

Es conocer el Multiextintor Instantáneo FIRE-CONTROL Forestal es el primer paso para su utilización, una vez realizado el estudio de las diferentes técnicas de uso. A partir de este punto veremos las técnicas más importantes, no debiendo olvidar que la experiencia marcará las que se hay de utilizar y sus variaciones según las circunstancias.

La unión del efecto de varios multiextintores para actuar sobre zonas más extensas es uno de los métodos más empleados, que aunque lo trataremos en “Puntos a valorar antes de la colocación en ataque indirecto” vamos a tratar también en este apartado; concentrándonos en la evolución extintora de estas líneas en los frentes de fuego.

Para poder deducir el método más eficaz en la construcción de una línea de multiextintor Instantáneo FIRE-CONTROL Forestal, debemos estudiar como afecta esta a un frente de fuego y encontrar las particularidades que la pueden hacer fracasar.

Una vez colocada la línea más o menos paralela al frente de llama, normalmente se observa que al no ser este homogéneo llega antes a unas zonas que a otras, haciendo estallar algunas con las primeras lenguas de llama. Partiendo desde este momento, se pueden dar normalmente dos procesos diferentes:



Si el frente de llama no es muy virulento, la intensidad es moderada y/o existen el suficiente y bien colocado número de multiextintores, las zonas extintas de estas primeras activaciones permanecen, el frente va sofocándose con el efecto de los demás multiextintores acabando por apagarse o permitiendo un fácil remate.

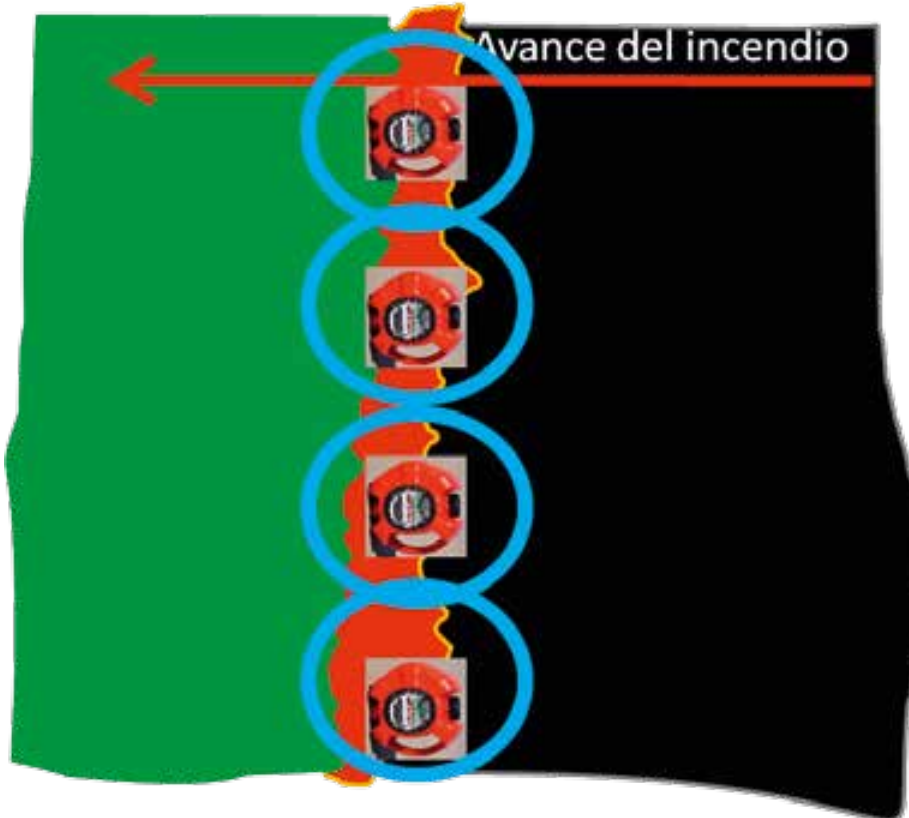


Foto 86: Extinción completada.

Por el contrario si el frente es muy intenso, existen fallos en la colocación de los multiextintores o/y no hay suficientes, al activarse los primeros permanecen pequeños focos que no se puede atacar al existir multiextintores sin activar en las inmediaciones, focos que son reavivados por el calor circundante de los tramos de frente que aún no han hecho activar los multiextintores de su zona, siendo entonces estos pequeños frentes los que no permiten atacar las zonas en las que a partir de ese momento siguen activando los demás multiextintores; consiguiendo solamente una retención temporal del frente.

Hay que tener en cuenta las circunstancias que pueden influir en el efecto extintor, siendo una de las importantes los apantallamientos que puede realizar el matorral circundante, haciendo disminuir el radio de acción, ya que este puede abarcar en llano (limpio de obstáculos) 10 metros, siendo normalmente



lo aconsejable unas separaciones de 1.5 a 5 metros, variando según se vea necesario.

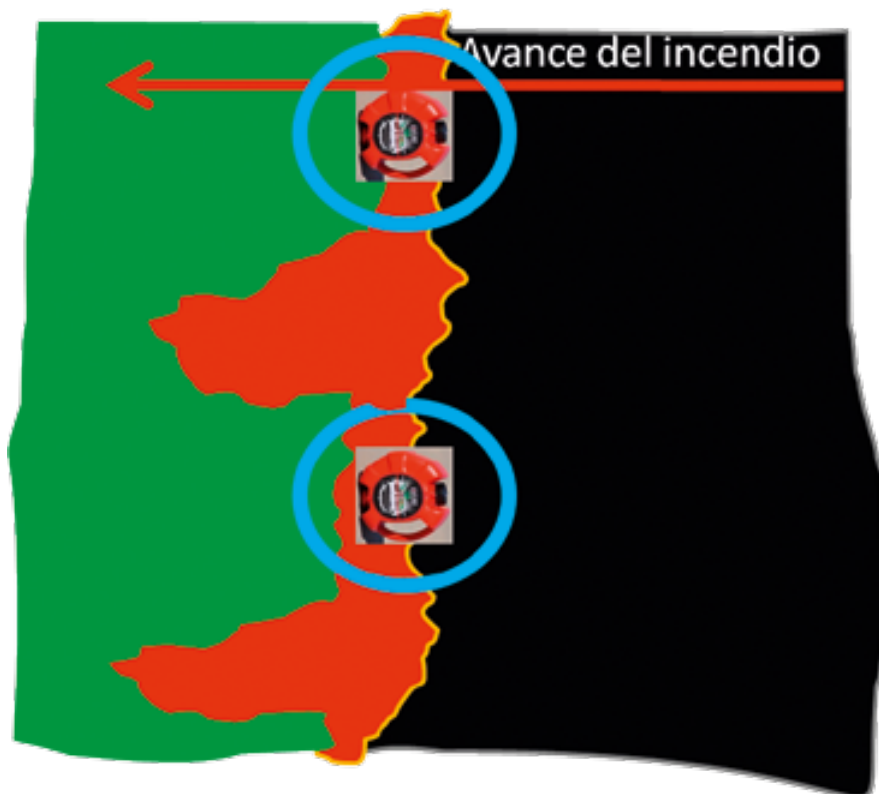


Foto 87: Extinción defectuosa.

6.3 PUNTOS A VALORAR ANTES DE LA COLOCACIÓN DE MULTIEXTINTOR INSTANTÁNEO FIRE-CONTROL FORESTAL EN ATAQUES INDIRECTOS:

Quando se plantea la extinción de un incendio iniciamos un proceso en el que evaluamos las variables que influyen en su evolución (topografía, clima, vegetación), las circunstancias especiales que pueden darse (personas en peligro, casas, etc.) y toda la información que pueda ser necesaria. Partiendo de esta información se genera una estrategia de extinción que define los objetivos a realizar para su control, es en esta fase cuando se decide que métodos y técnicas se van a emplear. El ataque indirecto es uno de los momentos, en los que el uso del multiextintores Fire Control se evalúa y por lo tanto es importante conocer los puntos que debemos valorar para su uso. Realizando un paralelismo ya comentado con la línea de defensa, sus principios de localización y de construcción, que para las líneas de multiextintores son:



- a) Efectos.
- b) Cantidad.
- c) Personal.
- d) Comunicaciones.
- e) Helitransporte.
- f) Principios de localización.
- g) Apoyo a otros medios de extinción.

1)Efectos;

Siendo herramientas que ejercen su efecto de manera instantánea en un campo limitado y con tendencia esférica; podemos deducir sus utilidades. Como efecto puntual podemos actuar sobre zonas conflictivas de limitadas dimensiones o mediante un efecto acumulativo en frentes extensos o/y intensos.

Para aumentar su poder de extinción podemos colocar unos con otros reforzando la dirección que nos interese:

- a) De manera lineal en sentido paralelo al frente, colocándolos en línea, para frentes poco energéticos y extensos.



Foto 88: Colocación lineal



b) O en modo “perpendicular” reforzando para frentes que presumamos virulentos al contacto con la línea. (Ejemplo.- concentraciones de varias líneas paralelas para proteger una construcción).



Foto 89: Colocación en paralelo.

Para un mejor conocimiento desarrollaremos estos conceptos, basándonos en las formas de ampliar su eficacia, ampliando sus efectos según la dirección de colocación (sinergia).

- En línea, sentido y (paralelo al frente)

Colocando una línea de multiextintores “paralela” al frente, extendemos el efecto extintor en la dirección de colocación; acrecentando su potencial mediante el aumento de su densidad longitudinal.

En profundidad sentido x (perpendicular al frente)

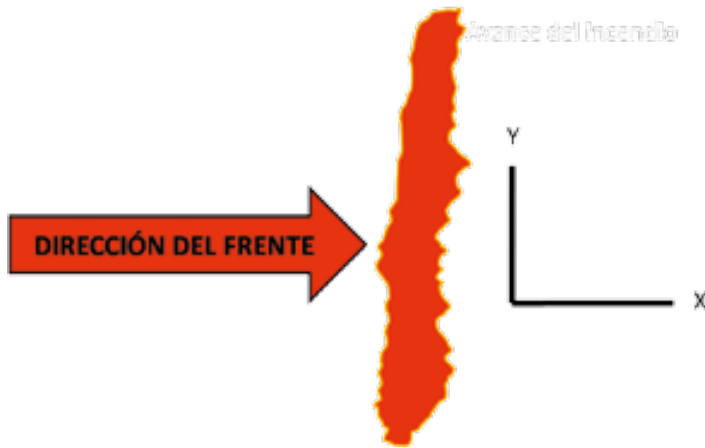


Foto 90: Representación de eje de extinción.

Si se necesita un mayor poder de extinción, por frentes muy virulentos o por tener que asegurar puntos conflictivos, la capacidad de la línea puede ser ampliada aumentando su densidad “perpendicularmente” al frente.

Es por esto, que al realizar un ataque indirecto con multiextintores FIRE CONTROL se debe pensar no solo en la distancia a cubrir, sino que también se debe conocer bien sus efectos, para así poder decidir su densidad tanto lineal como en profundidad.

2) Cantidad con la que contamos

Una vez claros los objetivos a realizar, se debe decidir el mejor uso de los multiextintores, contando con la cantidad disponible, ajustando el objetivo a las posibilidades reales de los multiextintores existentes en ese momento.



Foto 91: N° de multiextintores disponibles.



3) El Personal

Como en la mayoría de las técnicas uno de los factores fundamentales es el personal con el que contamos teniendo en cuenta dos aspectos principales:

Su número; Se debe ajustar el objetivo a las posibilidades dependiendo del número de profesionales con el que se cuente, para que sea posible la realización en tiempo y forma.

Conocimiento de esta herramienta; Este punto tan olvidado en algunos casos es en la mayoría de ellos decisivo, ya que de su conocimiento de los multiextintores y de su entrenamiento sobre estos, dependerán entre otros factores el tiempo de colocación y lo que es aún más importante la efectividad de la técnica.

4) Comunicaciones de acceso

El transporte de los multiextintores por el personal supone un gran desgaste físico y un relativamente lento proceso, que en muchos casos ralentiza la instalación por motivos topográficos o por la distancia a la que se deben transportar. Es por ello que se deban estudiar los accesos a la zona prevista observando principalmente las posibilidades para los medios de transporte, intentando así minimizar el riesgo para los bomberos forestales y el tiempo necesario de colocación, ya que el proceso de acercamiento puede ser una variable importante a la hora de estudiar su viabilidad.

Foto 92: Personal transportando multiextintores.



5) Uso de helicóptero



La utilización de medios de transporte puede hacer posible ataques que de otro modo serían inviables como hemos visto, siendo de este modo, no podemos dejar de pensar en las posibilidades de una de las últimas adquisiciones de la extinción forestal, el helicóptero, que debidamente utilizado es en numerosas ocasiones el único medio que puede realizar el acercamiento de los extintores a la zona determinada. Existiendo esta posibilidad de transporte, no debemos olvidar escoger zonas seguras de puntos de toma y realizar una completa coordinación con los comandantes de las aeronaves.



Foto 93: Uso del helicóptero.

6) Principios de localización

De manera análoga a las líneas de defensa, existen una serie de factores que debemos valorar para su emplazamiento:

- Distancia y tiempo de realización adecuados.



- Lo más corta posible.
- Elección de la ruta más sencilla.
- Sortear los mayores peligros y focos secundarios.
- Evitar en lo posible líneas sinuosas.
- Apoyarse en barreras naturales o artificiales (pedregales, caminos, cultivos, etc.) si es parte de la línea de control.
- Seguridad del personal.
- Etc.

7) Apoyo de otros medios de extinción

Si disponemos de otros medios (personal con herramientas, vehículos motobombas, etc.) que puedan apoyar en las zonas más desfavorecidas (posibles focos que salten, zonas donde el frente rebasa la línea, etc.) o en el remate de los rescoldos que puedan quedar, podremos acometer ataques más ambiciosos o/y de manera más segura.



Foto 94: Apoyo con otros métodos de extinción.

6.4 MÉTODOS DE ATAQUE INDIRECTO SEGÚN EL TIPO DE INCENDIO

Los métodos de ataque indirecto utilizados se basan en la realización de líneas más o menos extensas que según el tipo de fuego las podemos colocar en distintas distribuciones espaciales:

Fuegos de superficie:

Se coloca una línea de multiextintores sobre el terreno con una densidad



adaptada a las condiciones como se ha analizado anteriormente.

Dentro de esta variedad de incendios debemos hacer referencia a los coronamientos, fuegos en los que existiendo árboles y “coronando” el fuego algunos de estos no son los que aportan la continuidad al incendio. En estos casos podemos predecir los coronamientos colocando multiextintores para que no exista un paso a copas que pueda dificultar la efectividad de la línea.

Fuegos de copas y continuos:

Estos fuegos suelen poseer dos avances característicos, el primero de copas y otro posterior a nivel de suelo, dejando las copas en el momento que disminuye la velocidad del viento donde pasa solo a los combustible de superficie. Otra característica de estos fuegos es su gran intensidad y por lo tanto su dificultad de extinción.

Una vez enunciadas algunas características básicas de este tipo de fuego y conociendo las posibilidades del producto que nos ocupa, la actuación con multiextintores en este modelo de incendios debe ser muy bien valorada, siendo en la mayor parte de los casos insuficiente para su control; sirviendo en todo caso de apoyo a otro tipo de herramientas y debiéndose estudiar los puntos donde el fuego puede cambiar su intensidad por la pérdida de alineación de sus fuerzas, zonas donde pasará a superficie o bajará su intensidad.

La colocación en estos casos se puede realizar también sobre los árboles, en puntos donde puedan ser efectivos, colgando los multiextintores con la mecha extendida hacia el fuego, al igual que en el apartado anterior.

6.5 COLOCACIÓN EN ATAQUE INDIRECTO

La efectividad de esta técnica irá marcada por la situación de cada uno de los multiextintores (una cadena siempre rompe por el eslabón más débil), por lo que el conocimiento de sus capacidades y procedimientos de colocación por el encargado de su instalación son determinantes en la efectividad del ataque.



Foto 95: Protección de una casa en ataque indirecto.



La colocación de multiextintores en ataque indirecto se basa en el estudio de dos variables fundamentales, ¿que características tendrá? y ¿que hará? el fuego en el lugar elegido sobre las que desarrollaremos los métodos de colocación.

¿Qué características tendrá? esta pregunta pretende definir la necesidad de predecir la intensidad del frente de fuego en el lugar elegido, su potencial, dándonos una medida de partida para la actuación en esta zona, al menos se tiene que disponer de este mismo potencial de extinción.

¿Qué hará? Debemos con este interrogante hacernos una idea de la evolución metro a metro en esta zona, donde decaerá su intensidad, donde existe el riesgo de coronación, puntos donde aumentará la altura de llama, la homogeneidad del frente y todo tipo de datos que hagan visualizar las necesidades de colocación: densidad, colocaciones aéreas, concentraciones, etc.

Métodos de colocación, La elección de estos depende de muchos factores entre los que se encuentran: el sentido común, los conocimientos, la experiencia y la destreza de cada colocador junto con las circunstancias y características puntuales de orografía, vegetación y clima, por lo que simplemente se exponen algunas ideas básicas:

- Como ya se ha visto se pretende en muchos casos la creación de una zona limpia en el perfil extinguido, para esto normalmente se coloca el multiextintor FIRE CONTROL con la mecha extendida en dirección al incendio, dado que así al detonar arrastrará los materiales ardientes hacia el interior del frente de fuego y los verdes hacia la zona sin quemar, quedando limpia la posición del multiextintor.

- Al estudiar las características que tendrá el frente a la llegada a la zona existen zonas donde podemos predecir un aumento de la intensidad, esto determina un aumento de la densidad de multiextintores a colocar. Como podemos observar en la foto 95 se ha aumentado el número de multiextintores.

- Otro de los puntos que puede complicar un ataque indirecto son las coronaciones, así por ejemplo una línea que se apoye en un pequeño claro puede ser rebasada por una coronación de árboles o matorrales altos cercanos, esto forzará dentro de las posibilidades a realizar colocaciones para evitar estas coronaciones.

Una de las situaciones más peligrosas, el quedar encerrado por el fuego, puede ser mejorada para que mitigue la intensidad de los frentes en su llegada a las zonas de seguridad, haciéndolas mucho más seguras.

Es importante apuntar el uso de estas líneas en apoyo a otros métodos de ataque indirecto: cortafuegos, líneas de defensa, áreas cortafuegos, contra-fuegos, etc. dando así más seguridad al disminuir la intensidad del fuego si las colocamos en dirección al fuego o asegurando posibles zonas débiles en retaguardia.



7

FORMACIÓN





La profesionalización del sector es indispensable para la mejora de la extinción de incendios forestales. Nos permite poseer un mayor conocimiento del fuego y de las técnicas necesarias, cada vez más eficaces y completas, esto nos lleva a la obligatoriedad de mantener una formación continua que se enriquece con nuevos adelantos, materiales y procedimientos.

Es dentro de esta estructura donde debemos encuadrar la formación sobre el multiextintor Instantáneo FIRE-CONTROL Forestal, siendo aún más necesaria en este producto que en otros, dadas las características de su funcionamiento, entre las cuales se encuentra la aparatosidad de sus efectos.

El uso eficaz del multiextintor pasa por convertir los miedos sobre esta herramienta en un respeto productivo, mediante una formación que dote al trabajador de los conocimientos y experiencias necesarias para su desenvolvimiento con el multiextintor.

Psicológicamente el efecto sonoro y físico de la activación lleva a un miedo negativo producido por el desconocimiento de los efectos exactos, exagerando los daños que puede producir y minimizando el concepto de los beneficios que puede aportar. Otro punto negativo es la mala información y uso que se le puede dar, al no llegar a disponer de formación que permita conocer sus beneficios y capacite al profesional a tomar decisiones objetivas. Es por esto que trataremos en este apartado de dar unas ideas generales de cómo formar sobre este producto.

La formación debe constar de varios puntos indispensables: conocimientos teóricos y apartado práctico.

Es importante recordar que en la mayoría de los casos tratamos con personal adulto, especializado ya en la extinción, es por esto que el enfoque a mantener sea el de un respeto a sus conocimientos y experiencias, enriqueciendo la formación con análisis de estas en lo posible.

A partir de este punto intentaremos diseñar a "Grosso modo" una unidad didáctica que pueda valernos para adaptar a las circunstancias específicas de cada situación (Plan, formador, alumnado, etc.) a realizar por el formador.

PLAN DE FORMACIÓN PARA EL Multiextintor Instantáneo FIRE-CONTROL Forestal.

(A ser posible contar en los apartados teóricos con apoyo de pizarra, transparencias, etc.).

1ª SESIÓN:

- Introducción (a elegir por el formador).
- Presentación del Multiextintor Instantáneo FIRE-CONTROL Forestal. Descripción. Efectos.
- Seguridad (los apartados referentes a la teoría expuesta hasta el momen-



to, con el objetivo de realizar el paso siguiente con el máximo aprovechamiento y seguridad).

- Parte práctica: activación de multiextintores demostrando sus efectos (aportando el primer contacto real organizado y generando una confianza objetiva).

El lugar a elegir en esta primera práctica tendría que ser llano y despejado, utilizando una pila de residuos forestales en la que podemos observar los efectos expansivos, la mejor colocación en el frente y no dentro de este, y la zona mojada después de la activación entre otros apartados. Debiendo tener visibilidad en un radio al menos de 50 metros. Distancia de seguridad en donde se colocarán los alumnos.

2ª SESIÓN

Una vez el personal ya conoce sus efectos básicos.

- Conocimientos en ataque indirecto, transporte, medidas medioambientales y las normas de seguridad que correspondan.

- Parte práctica: sobre el terreno o con apoyo de pizarra, diapositivas u otros medios, debatir sobre como realizar colocaciones en diferentes vegetaciones y orografías, debatiendo los pros y contras.

La zona de prácticas debería ser lo más heterogénea posible, disponiendo inclusive de construcciones a defender, evaluando así las características de diferentes ataques indirectos.

3ª SESIÓN

- Conocimientos en ataque directo y seguridad.

- Parte práctica: colocación de multiextintores en ataque directo (con los objetivos de la formación en su uso y la pérdida de falsos miedos).

- Parte práctica: sobre el terreno o con apoyo de pizarra, diapositivas u otros medios, debatir sobre como realizar colocaciones en diferentes vegetaciones y orografías y frentes de fuego, debatiendo los pros y contras.

La zona de prácticas en principio sería parecida a la del primer día pasando en la segunda, a terrenos heterogéneos donde se debe evaluar los puntos y formas de diferentes ataques directos.

Las sesiones siguientes deben ser diseñadas si son necesarias según el desarrollo de las anteriores reforzando lo que se vea más necesario (práctica, teoría, apartado psicológico).

Durante este proceso debe observarse el personal más capacitado y el personal que puede tener o generar problemas, para la organización de la extinción por sus mandos.

La repetición periódica de la formación práctica y teórica es necesaria para



el mantenimiento del personal y la consecución del objetivo de que el mayor número posible de bomberos este preparado.

La recopilación de sucesos, detalles de mejora de la técnica y trabajo en equipo debe ser una labor constante en unidades y planes, fomentando la participación y motivación del personal.



ANEXOS





MINISTERIO
DE INDUSTRIA, TURISMO
Y COMERCIO

DIRECCIÓN GENERAL DE
POLÍTICA ENERGÉTICA Y MINAS

Madrid, 31 de marzo de 2010
Nº Ref: TAA/DTB

EXTIN CONTROL FIRE, S.L.
Polígono Industrial de Asipo
Calle A, Parcela 3, Nave 1
33428 LLANERA (Asturias)

RESOLUCIÓN de exclusión de la Clase 1 y de la aplicación del Reglamento de Explosivos.

Visto el escrito de la empresa EXTING CONTROL FIRE, S.L., de fecha de entrada 5 de marzo de 2010, nº de registro 526, a través del cual solicita le sea otorgada la exclusión de la aplicación del Reglamento de Explosivos a los artículos con las siguientes denominaciones:

- Multiextintor Instantáneo Fire-Control Eléctrico
- Multiextintor Instantáneo Fire-Control Polivalente

ANTECEDENTES

El Laboratorio Oficial J.M. Madariaga ha emitido con fecha 15 de febrero de 2010 informe nº LOM 10PIRO4097, en el que se certifica que los artículos citados anteriormente, han superado las pruebas descritas por el Manual de Recomendaciones de Naciones Unidas relativas al Transporte de Mercancías peligrosas ("Recommendations on the transport of dangerous goods, Manual of Tests and Criteria, United Nations") y que se detallan más adelante, para ser excluidos de la clase 1 de dicho Manual.

Descripción de los artículos

Los artículos denominados de forma genérica "Multiextintor Instantáneo" son extintores formados por un recipiente sensiblemente cilíndrico, elaborados en polietileno de 3 mm de espesor, en cuyo interior se encuentra el retardante de llama o líquido extintor y dentro de él un tubo de plástico que contiene un trueno de mecha catalogado (Nº catalogación 5115.O.1.0428.1,1G) con la mezcla detonante que, una vez iniciada, al ponerse la mecha en contacto con el fuego, produce la explosión del líquido extintor.

El modelo Multiextintor Instantáneo Fire-Control Eléctrico utiliza como extintor una mezcla de fosfato monoamónico y sulfato amónico en polvo.

El modelo Multiextintor Instantáneo Fire-Control Polivalente utiliza como retardante de llama o líquido extintor, una disolución en agua del agente extintor FR CROS 134 P.

Ensayos realizados del Manual de las Naciones Unidas

- Pruebas 6a y 6b: Se renuncia a la realización de dichas pruebas por considerar que en otras pruebas realizadas por el mismo Laboratorio a otros artículos de similar funcionamiento pero con una mayor carga de apertura (Extintores Baextin), no se produjo explosión en masa.
- Prueba 6c: Se efectúa con 150 extintores de 1 litro para determinar si hay explosión de toda la masa o un riesgo de proyecciones peligrosas, cuando dichos bultos sean afectados por un fuego.



FUNDAMENTOS DE DERECHO

El Reglamento de Explosivos aprobado por Real Decreto 280/1998, de 16 de febrero, y modificado por el Real Decreto 277/2005, de 11 de marzo, preceptúa que la competencia en la autorización de las actividades reguladas en él, así como la inspección y control de las mismas, corresponde a la Dirección General de Política Energética y Minas del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

El artículo 10.3 del citado Reglamento establece que "quedan excluidas de este Reglamento las materias que en sí mismas no sean materias explosivas, pero que puedan formar mezclas explosivas de gas, vapores o polvos, y los artefactos que contengan materias explosivas y/o pirotécnicas en cantidad tan pequeña, o de tal naturaleza, que su iniciación por inadvertencia o accidente no implique ninguna manifestación exterior en el artefacto que pudiera traducirse en proyecciones, incendio o desprendimiento de humo, calos o fuerte ruido".

La Reglamentación Modelo y el Manual de pruebas y Criterios de las Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas preparadas por el Comité de Expertos de Naciones Unidas, establecen los procedimientos de clasificación, de asignación, exención, test y criterios relacionados, entre otras, con la clase 1 definida en el mismo.

En el artículo 10.1 del Reglamento de Explosivos se recoge que "las materias y objetos explosivos definidos anteriormente se corresponden con las que figuran en la clase 1 de las Recomendaciones relativas al transporte de mercancía peligrosas de las Naciones Unidas".

El apartado 2.1.3.6.1. de la Reglamentación Modelo establece que "la autoridad competente podrá excluir un objeto de la clase 1 en virtud de los resultados de los ensayos y de la definición de la clase 1".

De acuerdo con todo lo anterior, y demás normativas de vigente y legal aplicación, esta Dirección General **RESUELVE**:

EXCLUIR de la clase 1 y de la aplicación del Reglamento de Explosivos a los artículos denominados

- **Multiextintor Instantáneo Fire-Control Eléctrico**
- **Multiextintor Instantáneo Fire-Control Polivalente**

Contra esta Resolución, que pone fin a la vía administrativa, podrá interponerse Recurso potestativo de reposición ante la Dirección General de Política Energética y Minas del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, en el plazo de un mes, o ser impugnada directamente ante la Sala de lo Contencioso-Administrativo del Tribunal Superior de Justicia de Madrid en el plazo de dos meses, contados a partir del día siguiente al de la fecha del recibo de la presente Resolución.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO
DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICA ENERGÉTICA Y MINAS
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE MINAS
12 ABR 2010
Nº 721
Salida

DIRECTOR GENERAL DE POLÍTICA
ENERGÉTICA Y MINAS

Antonio Hernández García

MINISTERIO DE INDUSTRIA,
TURISMO Y COMERCIO
Salida
001 Nº. 201000019157
martes, 13 de abril de 2010
09:31:40



LABORATORIO OFICIAL J. M. MADARIAGA

1.- INFORME DE ENSAYO

2.- Material Pirotécnico

3.- LOM 10PIRO4097

4.- El presente informe se expide para los artículos siguientes:

- Multixintor Instantáneo Fire-Control Eléctrico.
- Multixintor Instantáneo Fire-Control Polivalente.

4.- Sometidos a ensayo por: CONTROL-FIRE, S.L.
Polígono de Asipo C/A-Parcela 3 Nave 1.
C/ Canal de Crespo. Parc.17.8 y 17.9
33428 Llanera (Asturias)

5.- El Laboratorio Oficial J. M. Madariaga (LOM), Organismo Acreditado por ENAC según criterios recogidos en la Norma UNE-EN ISO/IEC 17025:2000, para la realización de ensayos de las pruebas de la Serie 6 del Manual de Pruebas y Criterios de las Recomendaciones relativas al Transporte de Mercancías Peligrosas, **INFORMA:**

- Que estos modelos de extintores sometidos a ensayo, y conforme a las especificaciones establecidas en la figura 16.6.1.1 del Manual de Pruebas y Criterios (ST/SG/AC.10/11 Rev. 4) se les puede excluir de la clase I de conformidad con el párrafo 2.1.1.1 de la Reglamentación Modelo.
- Que ha confeccionado un protocolo confidencial de los ensayos, de referencia LOM 09.039 RP.

Madrid, 15 de Febrero de 2010

LABORATORIO OFICIAL J.M. MADARIAGA

Carlos Fernández Ramón
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Jesús García Garzón
Responsable de Área

REP0090 338.2/1

(Este documento solo puede reproducirse íntegramente y sin cambio alguno)

Pág. 1 / 4



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ENSAYOS E INVESTIGACIONES DE MATERIALES Y EQUIPOS PARA ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS Y MINERÍA
(Real Decreto 334/1992 de 3 de Abril · BOE 1992-04-29)



Alenza, 1 - 28003 MADRID · ☎ (34) 91 4421366 / 91 3367009 · 📠 (34) 91 4419933 · 📧 lom@lom.upm.es



1.- ANTECEDENTES

La Sociedad CONTROL-FIRE, S.L., con domicilio Social en, Polígono de Asipo C/A-Parcela 3 Nave 1, 33428 Llanera (Asturias) con fecha 2009-01-19, solicitó al Laboratorio Oficial José María de Madariaga (LOM), por medio de su representante D. Juan José Iglesias Quesada (DNI 10583708-M) el examen de un expediente técnico y la realización del ensayo específico 6c de la serie 6 del Manual de Pruebas y Criterios de las Naciones Unidas, con el fin de adjudicar un número ONU, Clase, División de Riesgo y Grupo de Compatibilidad para el transporte, a los artículos siguientes:

- Multiextintor Instantáneo Fire-Control Eléctrico.
- Multiextintor Instantáneo Fire-Control Polivalente.

2.- DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA.

2.1.-DEFINICIÓN Y DESCRIPCIÓN

Son extintores por explosión formados por un recipiente "sensiblemente cilíndrico", elaborados en polietileno de 3 mm de espesor en cuyo interior se encuentra el retardante de llama o líquido extintor y, dentro de él, un tubo de plástico que contiene un trueno de mecha con la mezcla detonante que, una vez iniciada, al ponerse la mecha en contacto con el fuego, produce la explosión con la proyección del líquido extintor.

- El Multiextintor Instantáneo Fire-Control Eléctrico utiliza extintor una mezcla de Fosfato Monoamónico y Sulfato Amónico en polvo.
- El Multiextintor Instantáneo Fire-Control Polivalente utiliza como retardante de llama o líquido extintor una disolución en agua del agente extintor FR CROS 134 P.

Se ha aportado la siguiente documentación:

- Planos 2 FIRE CONTROL Extintor detonación 11, Eléctrico. (2008-10-07).
- Planos 4 FIRE CONTROL Extintor detonación 5 l, Polivalente. (2010-01-12).
- Fichas de Datos de Seguridad de los anteriores.

2.2.-DESCRIPCIÓN DEL CONTENEDOR

Los ensayos se realizaron utilizando las propias muestras como embalaje o contenedor y se ha descrito anteriormente.

3.- NORMAS DE REFERENCIA

Recomendaciones relativas al TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS. Manual de Pruebas y Criterios (ST/SG/AC.10/11 Rev. 4). Sección 16. Prueba 6c). Prueba de Reacción al Fuego Exterior (prueba de la hoguera).

4.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ENSAYO

4.1.-Generalidades

Se renuncia a la realización de las pruebas 6a y 6b por considerar que en pruebas realizadas con anterioridad (Extintores Beaextín), con una mayor carga de apertura no se produjo explosión en masa .

Los ensayos de las pruebas 6 c se realizan colocando 150 extintores de 1 litro sobre una parrilla





LOM 18PIRO4897
Pág 3/4

metálica de 1400 x 1200 mm² y 500 mm de altura, que se sitúa sobre un depósito inferior de dimensiones 2000 x 2000 x 150 mm³. Como combustible se emplea una mezcla de gas oil y gasolina en la proporción 5/1.

El combustible se inicia con una antorcha.

Se colocan 3 pantallas de aluminio de 2000 x 2000 x 2 mm³ en posición vertical, a una distancia de 4 m del borde de la parrilla y paralelas a 3 de sus lados.

Las figuras de los ensayos se adjuntan en el anexo.

4.2.- Lugar y fecha de Realización de los Ensayos

El ensayo se realizó el día 16 de Diciembre de 2009, y se llevó a cabo en las instalaciones de la Fundación Santa Bárbara, en La Ribera de Folgado (León).

4.3.- Procedimiento Empleado

Sistema de Calidad del Laboratorio Oficial Madariaga: POENS 528 Rev 01. "Determinación del Número ONU y de División de Riesgo de Artificios Pirotécnicos".

4.4.- Equipos de Medida Empleados

- Flexómetro PI 0038
- Anemómetro PI0030
- Cámara de vídeo/color (Ref 58984-UPM-OTT)

4.5.- Otros Equipos y Material

- Parrilla y depósito de combustible (Manual de Pruebas y Criterios de las Naciones Unidas sobre el Transporte de Mercancías Peligrosas, serie 6, 16.6.1.2. c).
- 3 Soportes de pantallas.
- Planchas de aluminio (Manual de Pruebas y Criterios de las Naciones Unidas sobre el Transporte de Mercancías Peligrosas, serie 6, 16.6.1.2. g).
- Gas oil y gasolina.
- Antorcha.

5.- RESULTADOS OBTENIDOS

Prueba 6 c

- Velocidad del viento, 0,4-2,6 m/s a ráfagas.
- El ensayo se realiza con un V \geq 0,15 m3.
- Los recipientes se sitúan encima de la parrilla.

Iniciado el fuego, las llamas envuelven y alcanzan a los extintores que se encuentran encima de la parrilla, en cuyo momento se producen las sucesivas explosiones, que dan lugar a una disminución considerable de las llamas, sin que existan proyecciones.

6.- CRITERIO DE EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS

- No se producen efectos exteriores apreciables.



LOM 18PIRO4897
Pág 4/4

7. CONCLUSIONES

Del resultado de los ensayos realizados se deduce que, a los Multiextintores Instantáneos Fire-Control Eléctrico y Polivalente transportados en la misma forma que la preparada para realizar los ensayos se les puede excluir de la clase 1 de conformidad con el párrafo 2.1.1.1 de la Reglamentación Modelo.

- Los registros de los ensayos efectuados, así como los planos aportados por CONTROL FIRE se encuentran en el protocolo LOM 09.039 RP.

Madrid, 15 de Febrero de 2010

Carlos Fernández Ramón
DIRECTOR DEL LABORATORIO



Jesús García Garzón
Responsable Área de Pirotecnia



LOM 18FRO497

ANEXO



LOM 18PERO4897

ENSAYO 6c



Fotografía 1. Contenedores FIRE-CONTROL II



Fotografía 2. Iniciación de la disposición de los contenedores FIRE-CONTROL II sobre la parrilla



LOM 18PIRO4997



Fotografía 3. Inicio del ensayo



Fotografía 4. Ensayo en curso



LABORATORIO OFICIAL J. M. MADARIAGA

1.- INFORME DE ENSAYO

2.- Material Pirotécnico

3.- LOM 10PIRO4096

4.- El presente informe se expide para los artículos siguientes:

- Multiextintor Instantáneo Fire-Control Industrial.
- Multiextintor Instantáneo Fire-Control Forestal.
- Multiextintor Instantáneo Fire-Control Hidrocarburos.

4.- Sometidos a ensayo por: **CONTROL-FIRE, S.L.**
 Polígono de Asipo C/A-Parcela 3 Nave 1.
 C/ Canal de Crespo. Parc.17.8 y 17.9
 33428 Llanera (Asturias)

5.- El Laboratorio Oficial J. M. Madariaga (LOM), Organismo Acreditado por ENAC según criterios recogidos en la Norma UNE-EN ISO/IEC 17025:2000, para la realización de ensayos de las pruebas de la Serie 6 del Manual de Pruebas y Criterios de las Recomendaciones relativas al Transporte de Mercancías Peligrosas, **INFORMA:**

- Que estos modelos de extintores sometidos a ensayo, y conforme a las especificaciones establecidas en la figura 16.6.1.1 del Manual de Pruebas y Criterios (ST/SG/AC.10/11 Rev. 4) se les puede excluir de la clase 1 de conformidad con el párrafo 2.1.1.1 de la Reglamentación Model.
- Que ha confeccionado un protocolo confidencial de los ensayos, de referencia LOM 09.039 RP.

Madrid, 15 de Febrero de 2010

LABORATORIO OFICIAL J. M. MADARIAGA



Cándido Fernández Ramón
DIRECTOR DEL LABORATORIO



Jesús García Garzón
Responsable de Área

(Este documento solo puede reproducirse íntegramente y sin cambio alguno)

Pág. 1 / 4



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
 ENSAYOS E INVESTIGACIONES DE MATERIALES Y EQUIPOS PARA ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS Y MINERA
 (Real Decreto 334/1992 de 3 de Abril - BOE 1992-04-29)





1.- ANTECEDENTES

La Sociedad CONTROL-FIRE, S.L., con Domicilio Social en, Polígono de Asipo C/A-Parcela 3 Nave 1, 33428 Llanera (Asturias) con fecha 2009-01-19, solicitó al Laboratorio Oficial José María de Madariaga (LOM), por medio de su representante D. Juan José Iglesias Quesada (DNI 10583708-M) el examen de un expediente técnico y la realización del ensayo específico 6c de la serie 6 del Manual de Pruebas y Criterios de las Naciones Unidas, con el fin de adjudicar un número ONU, Clase, División de Riesgo y Grupo de Compatibilidad para el transporte, a los artículos, con nombre comercial Fire-Control, siguientes:

- Multiextintor Instantáneo Fire-Control Forestal.
- Multiextintor Instantáneo Fire-Control Industrial.
- Multiextintor Instantáneo Fire-Control Hidrocarburos.

2.- DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA.

2.1.- DEFINICIÓN Y DESCRIPCIÓN

Son extintores por explosión formados por un recipiente "sensiblemente cilíndrico", con una o dos asas, elaborados en polietileno de 3 mm de espesor en cuyo interior se encuentra el retardante de llama o líquido extintor y, dentro de él, un tubo de plástico que contiene un trueno de mecha con la mezcla detonante, que una vez iniciada, al ponerse la mecha en contacto con el fuego, produce la explosión con la proyección del líquido extintor.

- Los Multiextintores Instantáneos Fire-Control Industrial y Forestal utilizan como retardante de llama o líquido extintor una disolución en agua del agente extintor FR CROS 134 P.
- El Multiextintor Instantáneo Fire-Control Hidrocarburos utiliza como líquido extintor un espumógeno a base del agente extintor AFFF disuelto en agua.

Se ha aportado la siguiente documentación:

- Planos 1 FIRE CONTROL Extintor detonación 5 l, Industrial. (2008-10-07).
- Planos 0, 1, 3 FIRE CONTROL Extintor detonación 5 l, Forestal. (2010-01-12).
- Planos 1 FIRE CONTROL Extintor detonación 5 l, Hidrocarburos. (2008-10-07).
- Fichas de Datos de Seguridad de los anteriores.

2.2.- DESCRIPCIÓN DEL CONTENEDOR

Los ensayos se realizaron utilizando las propias muestras como embalaje o contenedor y se ha descrito anteriormente.

3.- NORMAS DE REFERENCIA

Recomendaciones relativas al TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS. Manual de Pruebas y Criterios (ST/SG/AC.10/11 Rev. 4). Sección 16. Prueba 6c). Prueba de Reacción al Fuego Exterior (prueba de la hoguera).

4.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ENSAYO

4.1.- Generalidades

Se renuncia a la realización de las pruebas 6a y 6b por considerarse que en pruebas realizadas con anterioridad (Extintores Beaxstín), con una mayor carga de apertura no se produjo explosión en masa.



Los ensayos de las pruebas 6 c se realizan, colocando 30 extintores de 5 litros sobre una parrilla metálica de 1400 x 1200 mm² y 500 mm de altura, que se sitúa sobre un depósito inferior de dimensiones 2000 x 2000 x 150 mm³. Como combustible se emplea una mezcla de gas oil y gasolina en la proporción 5/1.

El combustible se inicia con una antorcha.

Se colocan 3 pantallas de aluminio de 2000 x 2000 x 2 mm³ en posición vertical, a una distancia de 4 m del borde de la parrilla y paralelas a 3 de sus lados.

Las figuras de los ensayos se adjuntan en el anexo.

4.2.- Lugar y fecha de Realización de los Ensayos

El ensayo se realizó el día 16 de Diciembre de 2009, y se llevó a cabo en las instalaciones de la Fundación Santa Bárbara, en La Ribera de Folgado (León).

4.3.- Procedimiento Empleado

Sistema de Calidad del Laboratorio Oficial Madariaga: POENS 528 Rev 01. "Determinación del Número ONU y de División de Riesgo de Artificios Pirotécnicos".

4.4.- Equipos de Medida Empleados

- Flexómetro PI 0038
- Anemómetro PI0030
- Cámara de video/color (Ref 58984-UPM-OTT)

4.5.- Otros Equipos y Materiales

- Parrilla y depósito de combustible (Manual de Pruebas y Criterios de las Naciones Unidas sobre el Transporte de Mercancías Peligrosas, serie 6, 16.6.1.2. c).
- 3 Soportes de pantallas.
- Planchas de aluminio (Manual de Pruebas y Criterios de las Naciones Unidas sobre el Transporte de Mercancías Peligrosas, serie 6, 16.6.1.2. g).
- Gas oil y gasolina.
- Antorcha.

5.- RESULTADOS OBTENIDOS

Prueba 6 c

- Velocidad del viento, 0,4-2,6 m/s a ráfagas.
- El ensayo se realiza con un V \geq 0,15 m³.
- Los recipientes se sitúan encima de la parrilla.

Iniciado el fuego, las llamas envuelven y alcanzan a los extintores que se encuentran encima de la parrilla, en cuyo momento se producen las sucesivas explosiones, apagándose el fuego, sin que existan proyecciones y sin que hayan explotado la totalidad de los extintores.





6.- CRITERIO DE EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS

- No se producen efectos exteriores apreciables.

7. CONCLUSIONES

Del resultado de los ensayos realizados se deduce que, a los Multiextintores Instantáneos Firo-Control Industrial, Forestal y de Hidrocarburos transportados en la misma forma que la preparada para realizar los ensayos se les puede excluir de la clase 1 de conformidad con el párrafo 2.1.1.1 de la Reglamentación Modelo.

- Los registros de los ensayos efectuados, así como los planos aportados por CONTROL FIRE, se encuentran en el protocolo LOM 09.039 RP.

Madrid, 15 de Febrero de 2010

Carlos Fernández Ramón
DIRECTOR DEL LABORATORIO



Jesús García Garzón
Responsable Área de Pirotecnia



LQM 18FRO4896

ANEXO



LOM 11PIRO40%

ENSAYOS 6c



Fotografía 1. Contenedores FIRE-CONTROL. SI



Fotografía 2. contenedores FIRE-CONTROL. SI sobre la parrilla



LOM 10PIRO40%



Fotografía 3. Iniciación del ensayo



Fotografía 4. Ensayo en curso





