

# Sistema Balístico para el control y la extinción de incendios forestales en zonas inaccesibles.



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



José Luis Liz Graña, Pablo Ferrer Gisbert  
Departamento de Proyectos de Ingeniería - Universidad Politécnica de Valencia  
Camino de Vera s/n 46022 - Valencia (ESPAÑA) e-mail: jolizgra@etsii.upv.es Tlf. +34-963879862

## 1 Abstract.

Los incendios forestales se han convertido en uno de los mayores problemas ecológicos a nivel mundial, y especialmente en España y Portugal. La tendencia actual en el número de incendios y superficie quemada es creciente. Las innovaciones tecnológicas en este campo, se centran principalmente en técnicas de prevención, predicción y gestión de recursos en la lucha contra el fuego.

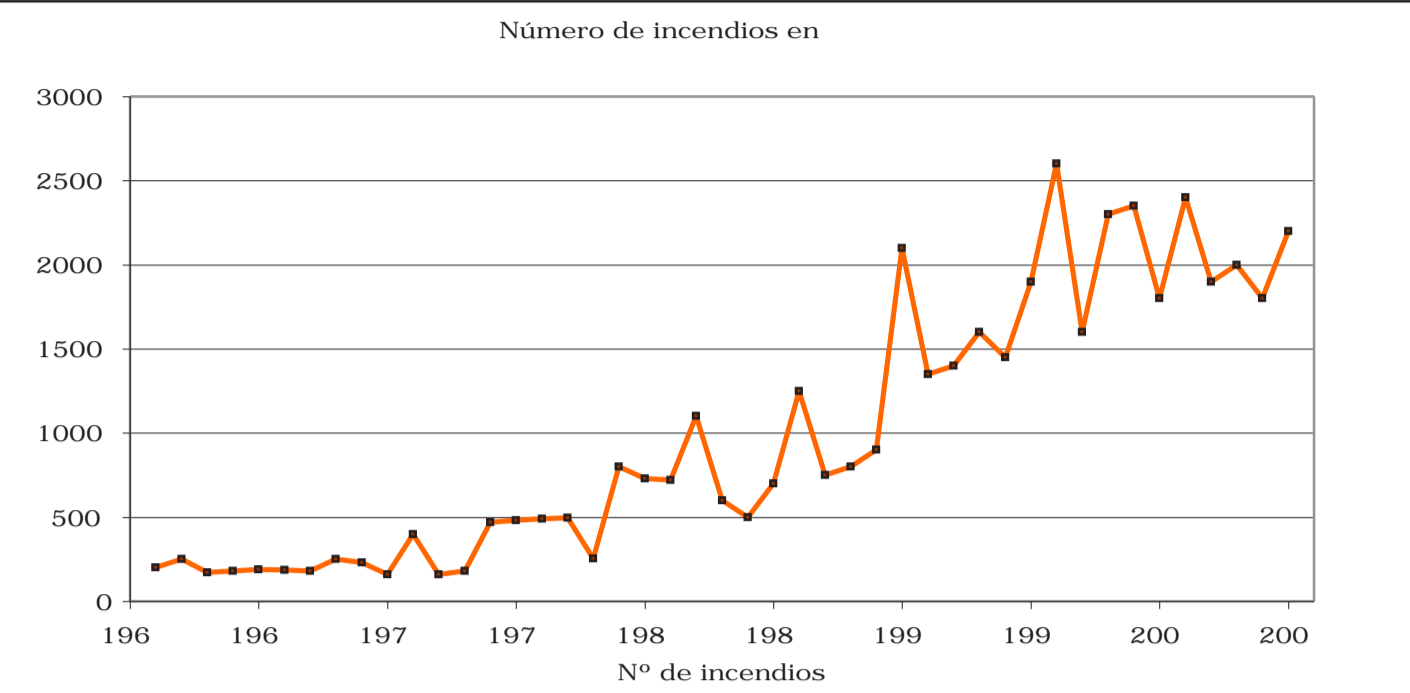
Con el desarrollo de un sistema balístico móvil, que posicione cargas a distancia de un determinado agente extintor se pretende tener una capacidad de actuación rápida y segura, aumentar la eficacia de los medios actuales de extinción de incendios, reducir los riesgos del personal involucrado en su extinción y minimizar los efectos del fuego en los ecosistemas.

## 2 Introducción.

El fuego, como agente de cambio en la naturaleza, ha estado siempre presente en nuestra tierra. El problema surge cuando la acción del hombre modifica los ciclos naturales del fuego. La tendencia en el número de incendios es creciente, así como el aumento de su intensidad y de la superficie arrasada por el fuego. Los incendios son cada vez más devastadores.

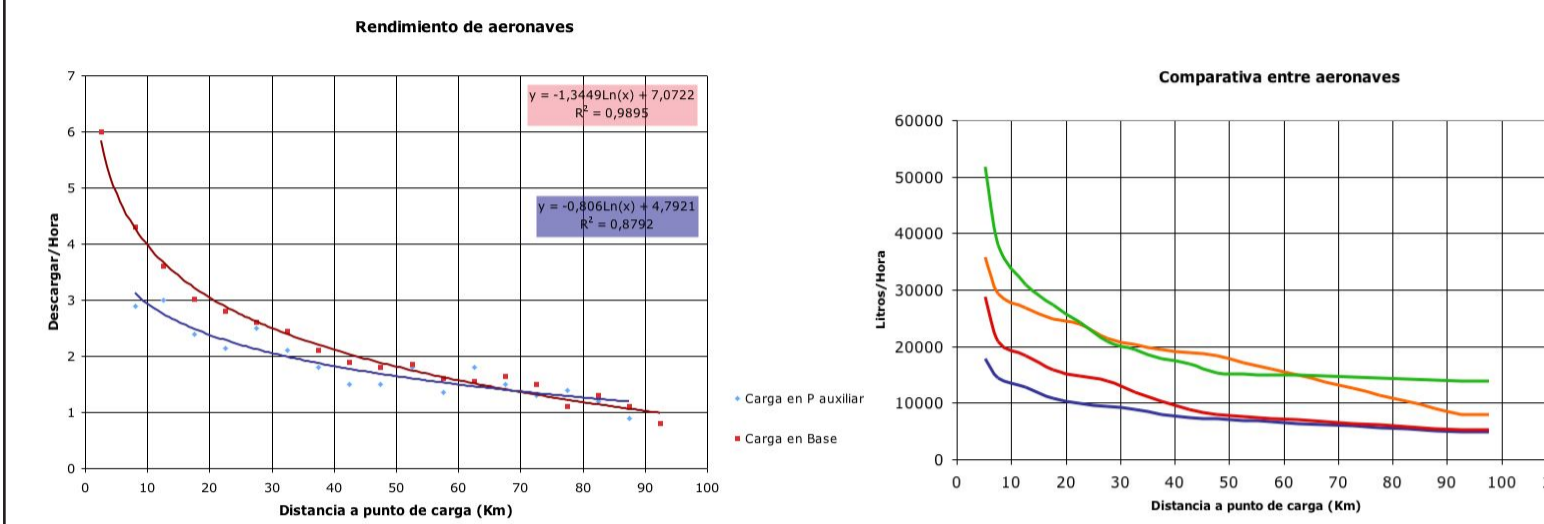
De los 232.000 incendios ocurridos en el año 2005, 376 de ellos (0,16%) superaron las 500 hectáreas límite para considerarlo como "gran incendio forestal" (GIF) y se extendieron a lo largo de 738.000 hectáreas, el 41% de la superficie incendiada.

En grandes cifras, podríamos decir que el coste de la extinción y prevención, entendida como las infraestructuras de apoyo a la extinción (cortafuegos, balsas, etc) en España, repartido entre el Ministerio de Medio Ambiente y las CC.AA, asciende a 450 millones de euros al año (datos de 2005). Por otro lado, la media de superficie quemada al año en España, ascendió a unas 150.000 hectáreas (3000 m<sup>2</sup> por hectárea quemada).



## 3 Medios Aéreos.

La operación de los medios aéreos ha de realizarse a muy baja altura y en condiciones de "vuelo visual", es decir de día y a la vista del incendio y de la orografía circundante. Una vez realizado el lanzamiento del líquido sobre la zona del incendio, la aeronave ha de volver a recargar agua en un pantano, lago o mar cercano en el caso de hidroaviones y helicópteros o en un aeropuerto, aeródromo o lugar habilitado al efecto, en el caso de aviones terrestres y aunque depende del entorno geográfico y de las infraestructuras en la zona del incendio, se puede establecer en no menos de 15 minutos el tiempo medio que la aeronave tardará en volver a estar en posición de lanzamiento.



La importancia de una rápida respuesta una vez detectado el foco del incendio es trascendental. Aproximadamente el 31,61% de los incendios tiene una extensión comprendida entre las 5 y 100 ha cuando la aeronave llega al foco. Tras una hora, el volumen de carga combustible quemada puede superar el 25% en arbolado y el 31% en matorral alto. El 75,32% de los incendios permanece activo más de 24 horas, en los que los medios aéreos deben dejar de actuar por la noche, delegando a otros medios tareas de retención hasta que las condiciones de luz permitan de nuevo su puesta en marcha.

## 4 Sistema Balístico.

La balística nace de la necesidad de atacar a un enemigo a distancia, desde un lugar más seguro, salvando la orografía del terreno, pudiendo usar posiciones estratégicas que nos proporcionen una ventaja estratégica.

El sistema balístico, aquí presentado, está configurado en un remolque de dimensiones y peso similares a los de una autobomba convencional. El transporte hasta el incendio se realiza por vías, caminos y senderos convencionales. Es preferible posicionar el cañón en una cota elevada para aumentar su radio de acción y permitir trayectorias más tensas (ángulos menores de tiro).

Una vez posicionado, comenzará el lanzamiento de proyectiles hacia el foco del incendio, con una cadencia de 1 disparo cada 20 seg aprox., permitiendo transportar 14.400Kg/hr, con independencia de las condiciones climáticas, orográficas o de visibilidad.

El abastecimiento del sistema se realiza mediante vehículos de transporte de mercancías convencionales, que no realizan un papel activo en las tareas de extinción actualmente, permitiendo un uso más óptimo de los recursos disponibles.

## 5 Características.

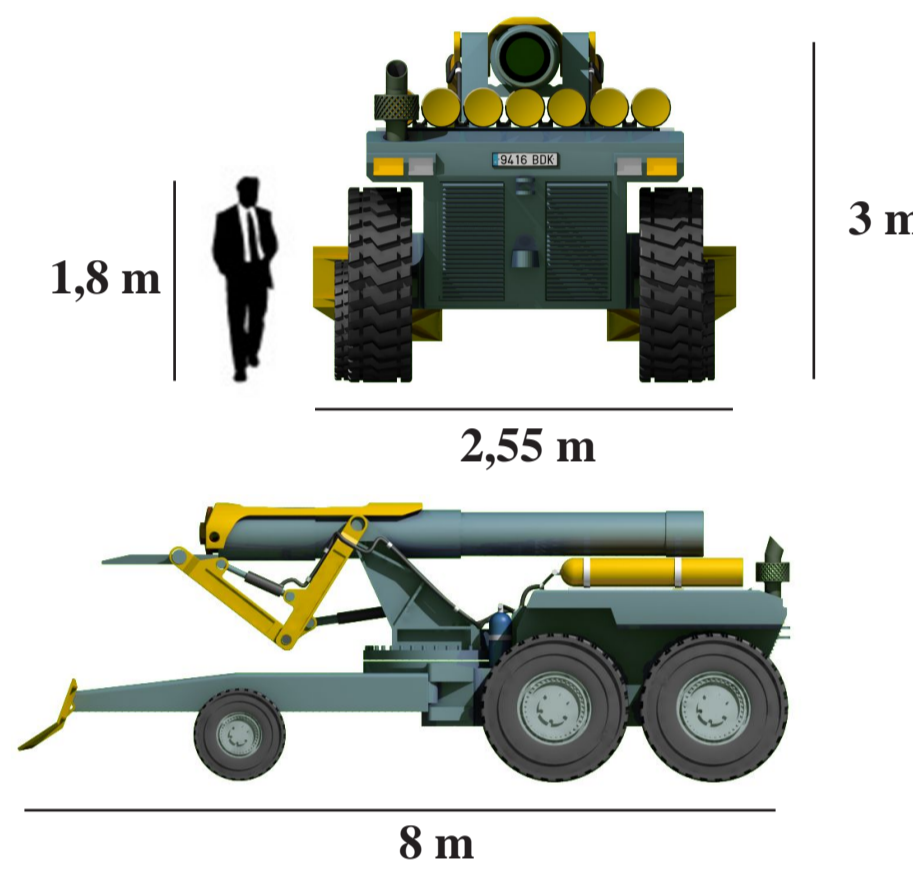
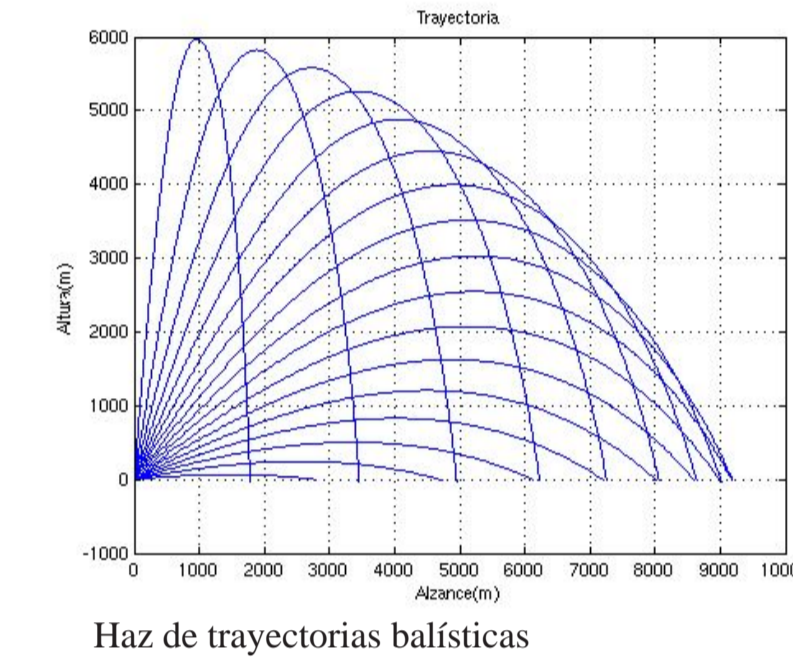
### Grupo electrógeno:

Marca: CAT Olympian  
Modelo: GEP-1 (3-Phase)  
Voltage: 400/230 V  
Potencia: 24 Kw / 50 Hz  
Consumo: 6,2 L/hr  
Capacidad: 144 L  
Peso: 800Kg



### Compresor:

Marca: BAUER Kompressoren  
Modelo: I 22.0-18,5 (3-Phase)  
Voltage: 400/690 V  
Potencia: 18,5 Kw / 50 Hz  
Presión: 350 atm  
Caudal: 792 L/min  
Peso: 510Kg

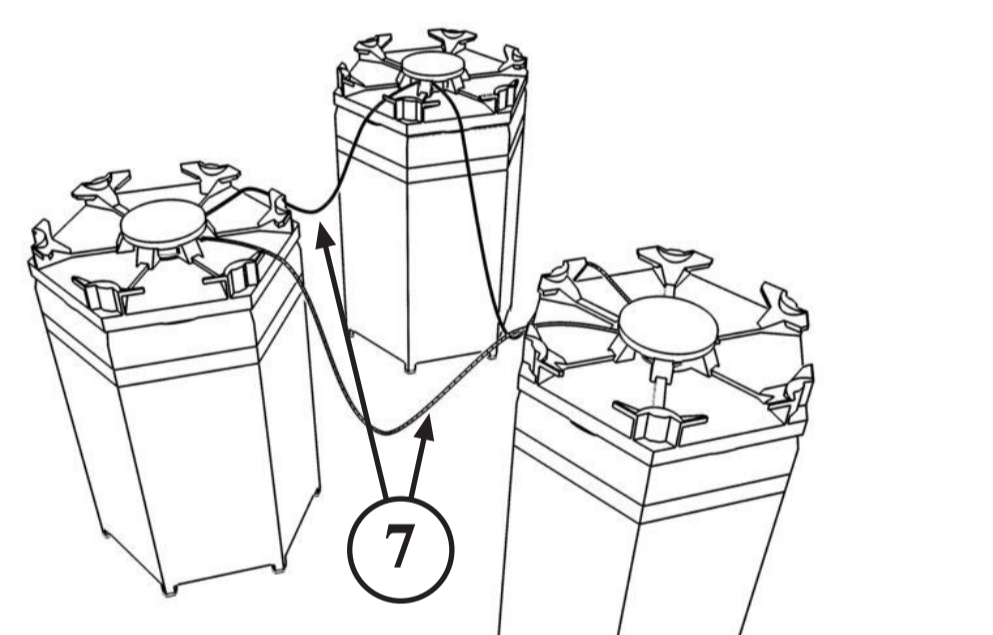
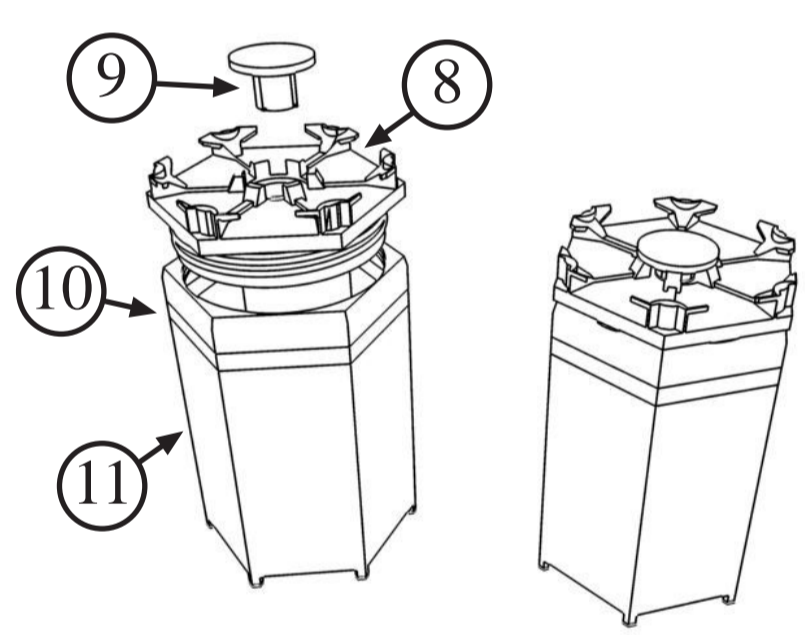


Haz de trayectorias balísticas

Comparativa de gasto energético entre sistemas aéreos y balístico.

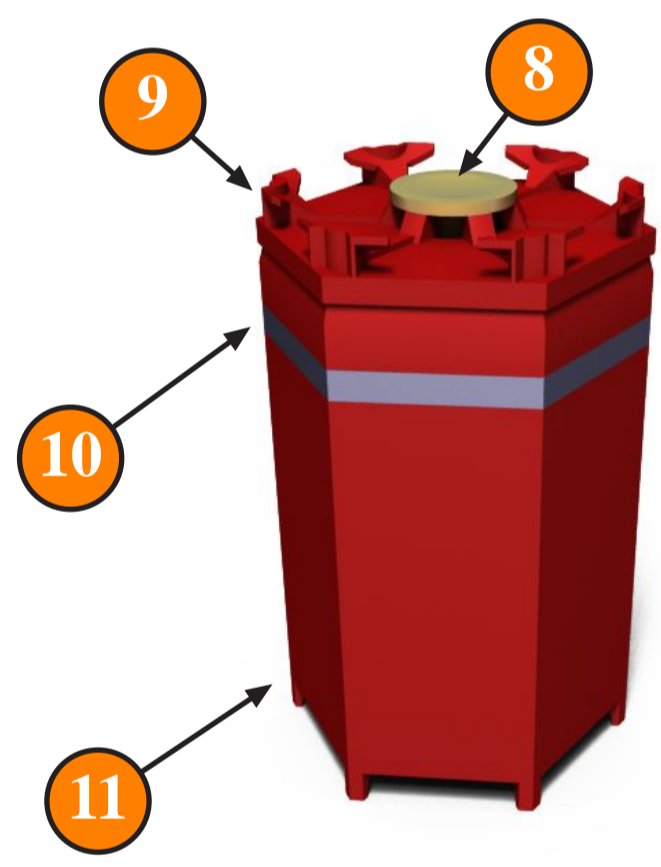
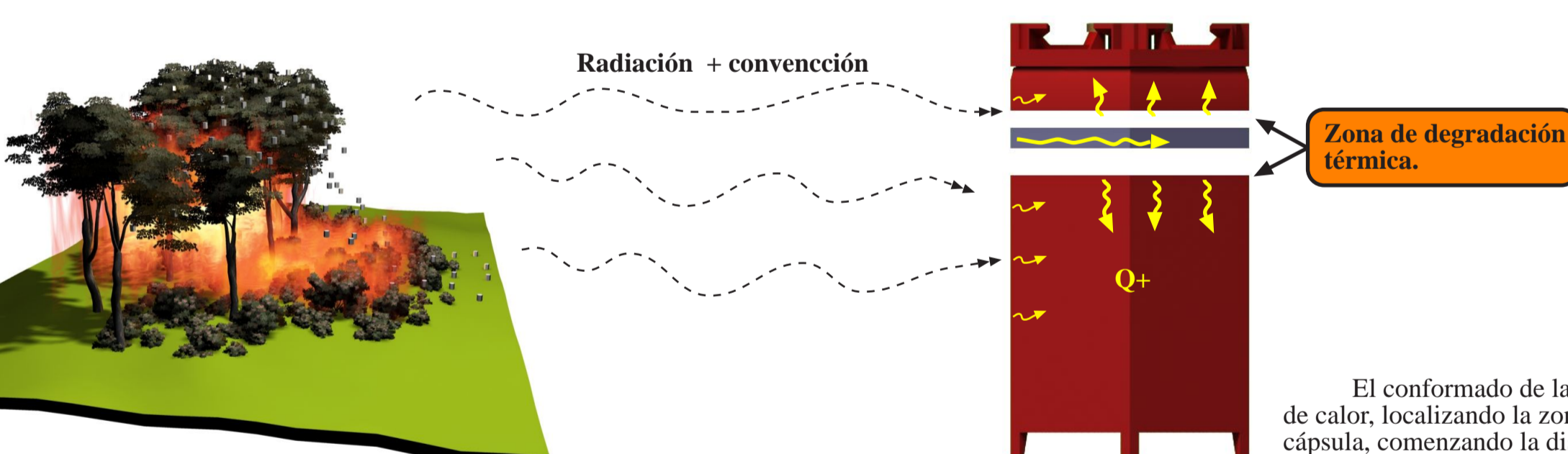
Relación masa útil/masa vehículo	Distancia al foco	Aeronaves			
		Balístico	Canadair CL-215	Canadair Cl-215T	Kamov K-32
		0,87	0,45	0,44	1,2
Gasto por gramo de agente transportado	10 Km	4,6 J/gr	1244,6 J/gr	1027,2 J/gr	592,6 J/gr
	20 Km	4,6 J/gr	1659,5 J/gr	1106,2 J/gr	770,4 J/gr
					782,6 J/gr
					978,2 J/gr

## 6 Cápsula.



Cápsulas de Novolaca-Benzoxazina, polímero retardante a la llama. Su degradación térmica (Tg: 210°C / Tmax: 400°C) se produce sin llama y con una baja emisión de gases.

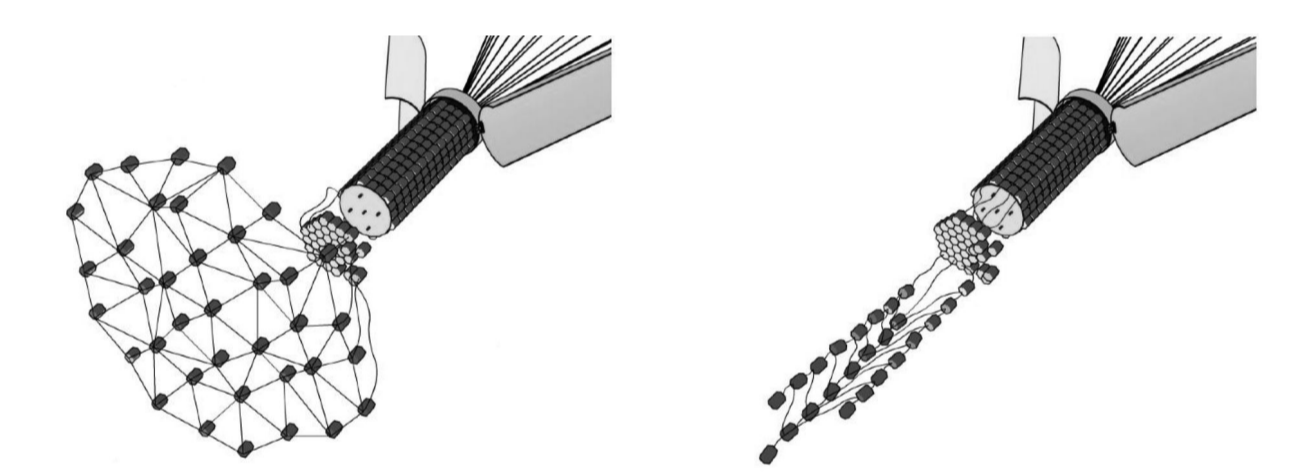
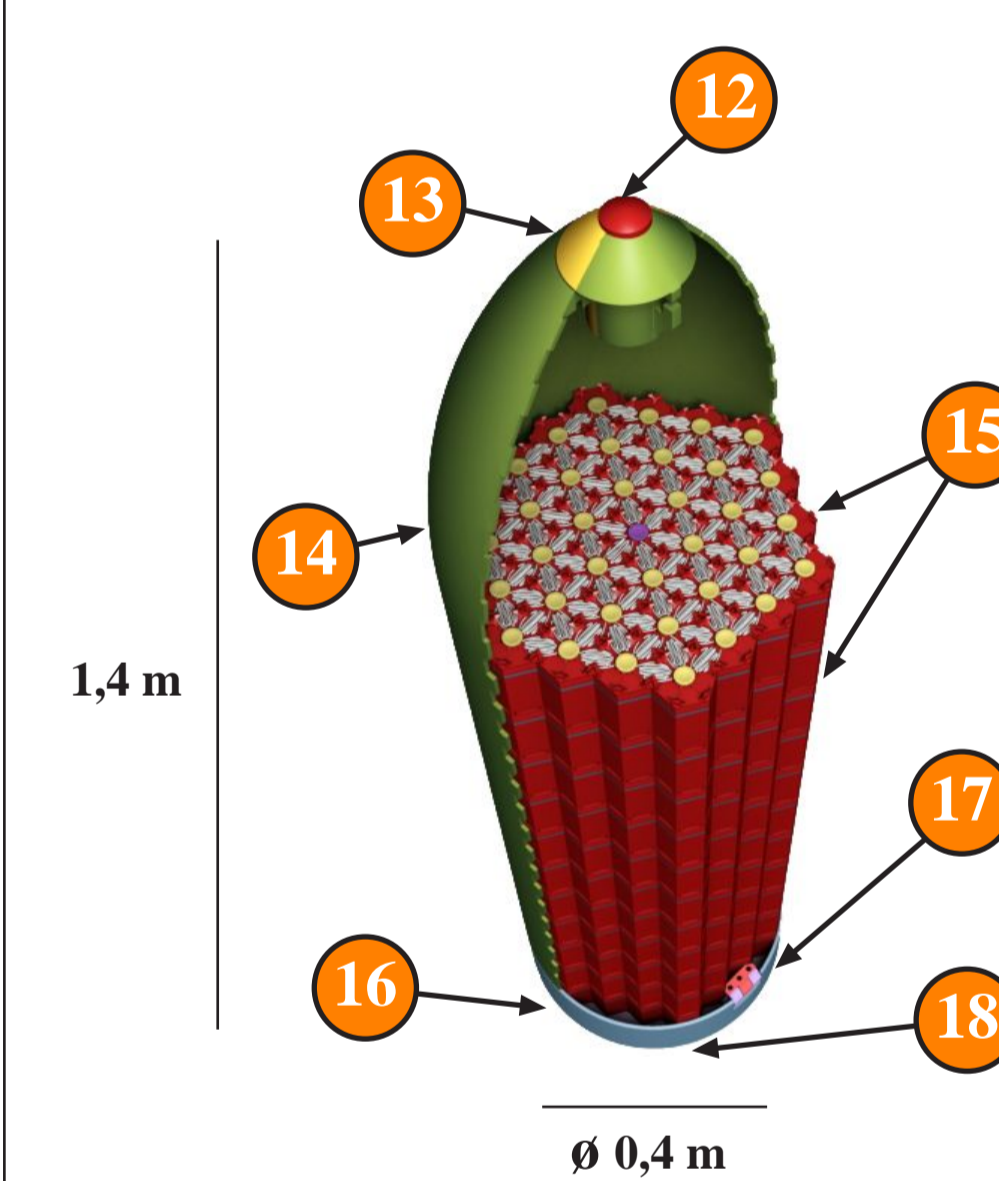
Las cápsulas se configuran en geometrías entrelazadas por cables de novolaca-benzoxazina.



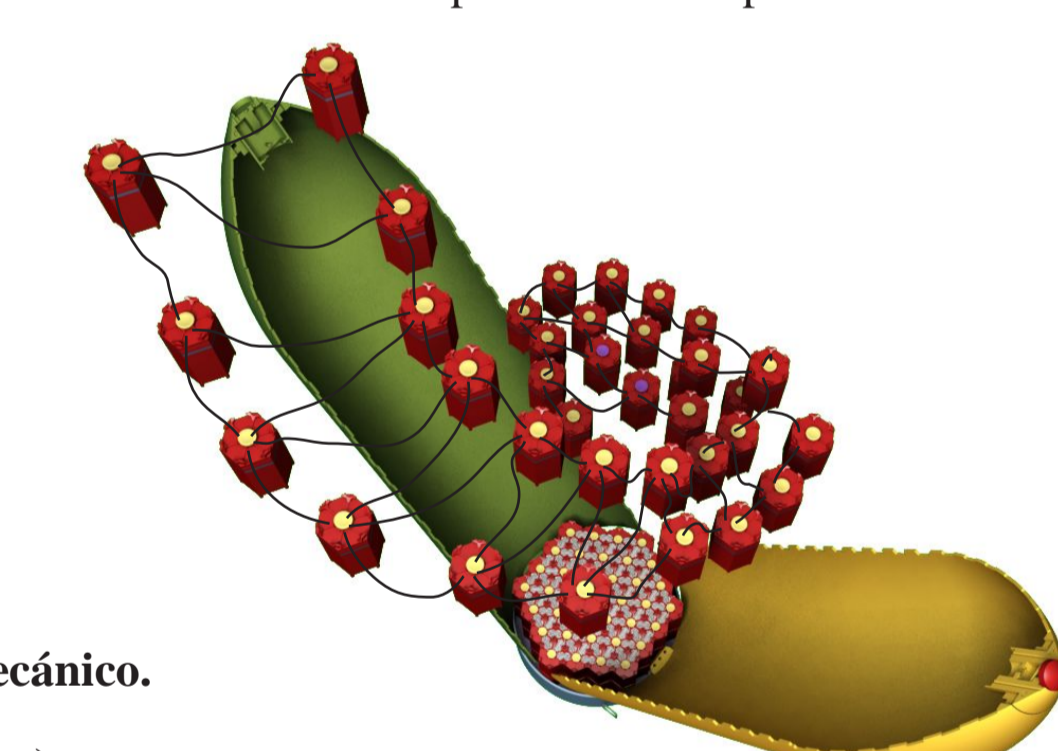
- 7.- Cables flexible.
- 8.- Tapón.
- 9.- Tapa roscada.
- 10.- Anillo metálico.
- 11.- Cuerpo.

El conformado de las cápsula con un anillo metálico, permite dirigir el flujo de calor, localizando la zona donde se producirá la separación del cuerpo de la cápsula, comenzando la dispersión del agente extintor.

## 7 Proyectil.



Variaciones en la distribución espacial de las cápsulas.



Apertura y dispersión de las cápsulas.

### Proyectil:

Capacidad agente extintor: 87 L (370x235 cm<sup>3</sup>)  
Peso total: 100 Kg  
Temporizador mecánico: 100 Kg programable  
Cápsulas por nivel: 37 cápsulas  
Niveles: 10

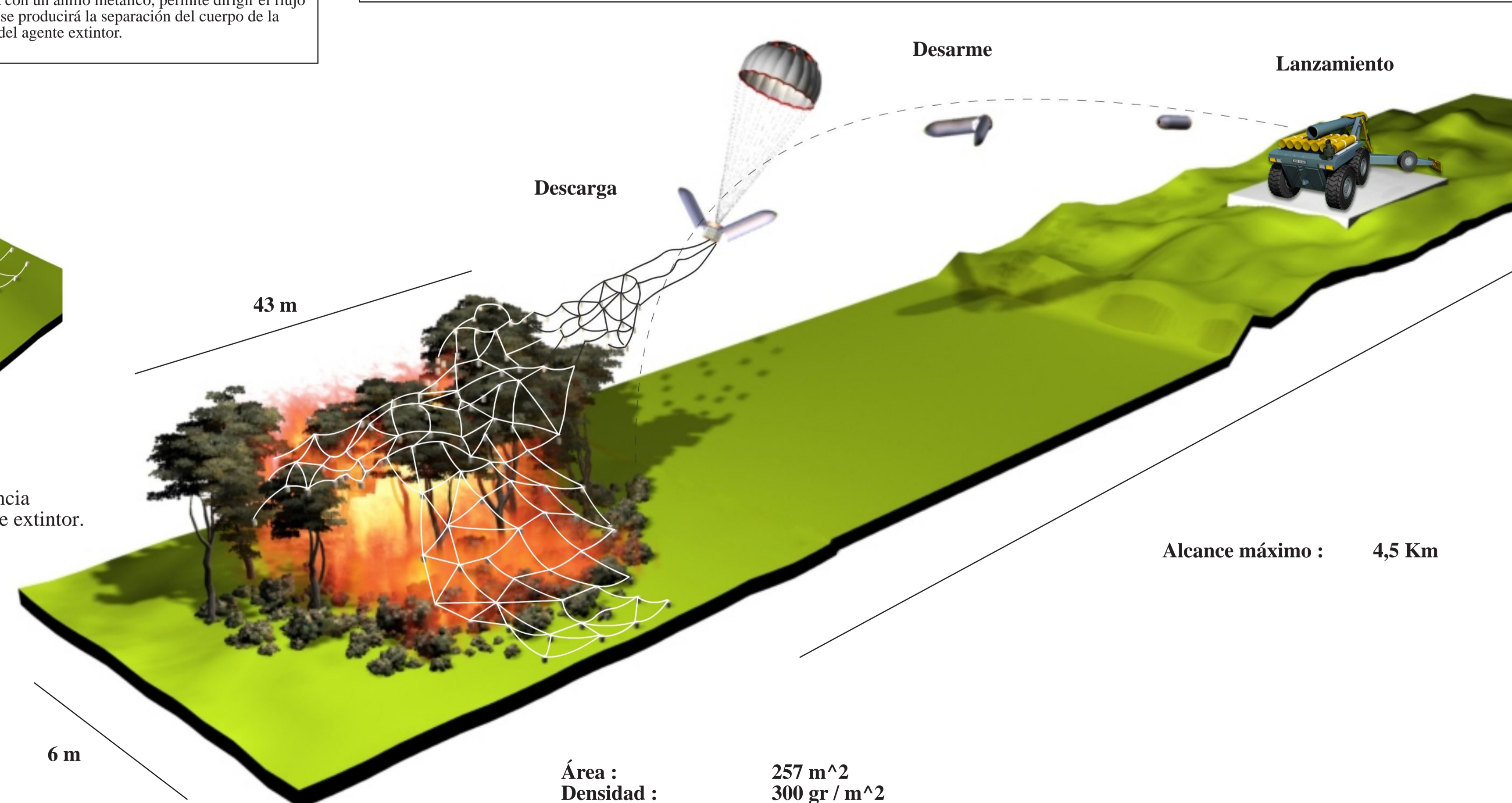
- 12.- Accionador.
- 13.- Temporizador mecánico.
- 14.- Cuerpo.
- 15.- Apilado (10 niveles).
- 16.- Base.
- 17.- Bisagra.
- 18.- Paracaídas.



La malla de cápsulas adopta la morfología de la vegetación, permitiendo situar el agente extintor en una posición favorable para su dispersión.



el cortafuegos químico permanece inactivo hasta la presencia de fuego, momento en que las cápsulas dispersan el agente extintor.



## 8 Resumen.

La enorme energía liberada en un incendio forestal, puede hacer inútil casi cualquier acción de extinción sobre el fuego. Por este motivo, la rápida actuación en las primeras etapas es fundamental para controlar y extinguir el foco del incendio. Los medios de extinción actuales, poseen carencias y limitaciones importantes, pudiendo destacarse la incapacidad de realizar una acción continua, lentitud, alto coste de adquisición en sistemas aéreos, gran dependencia de las condiciones climáticas, baja o nula capacidad de control del stock de agente extintor (agua), que se encuentra en cantidad y localización indeterminados en muchos casos, etc.

El sistema aquí presentado aporta nuevas capacidades importantes en las primeras etapas del fuego:

- 1.- Capacidad de actuación continuada sobre el fuego.
- 2.- Capacidad de encapsulamiento de cualquier agente extintor.
- 3.- No se ve limitado por las condiciones climatológicas.
- 4.- Alejamiento de los combatientes del fuego, reduciendo los riesgos a los que se ven sometidos en el desarrollo de su labor.
- 5.- Incorporación de las ventajas de la industrialización: reducción de costes, gestión de recursos, mejora de la calidad, etc.
- 6.- Ausencia de residuos: degradación térmica de las cápsulas y recuperación del proyectil.
- 7.- Baja inversión en comparación con los sistemas aéreos.
- 8.- Bajo consumo energético en el transporte del agente extintor hasta el foco del incendio.
- 9.- No necesita de infraestructuras especiales para su puesta en funcionamiento.
- 10.- Rápida capacidad de actuación.

- 11.- Capacidad de transporte por vías convencionales.
- 12.- Gran radio de acción: 4,5 Km.
- 13.- Puede ser instalado de forma permanente en zonas sensibles o de alto valor.
- 14.- Bajo mantenimiento.
- 15.- La dispersión del agente extintor es sensible al viento. Permite crear cortafuegos químicos preventivos.
- 16.- Adaptación a la distribución espacial de la vegetación.
- 17.- Dispersión del agente extintor a menor altura que en los medios aéreos, mejorando la eficiencia.
- 18.- Dispersión del agente extintor antes de la combustión de la vegetación sobre la que esta depositado.