

# SEMINARIO PROTECCIÓN CONTRA EXPLOSIONES

Alfredo Távara Zanón

PROTEGO ESPAÑA



Llanera, Asturias 22-06-2016



# Principios fundamentales y ejemplos de aplicaciones típicas para el uso de apagallamas como sistema de protección contra la propagación de explosiones en entornos de gases y líquidos inflamables



- **Fundamentos de seguridad**
  - **Matriz de seguridad**
  - **Grupos de explosión**
- **Clasificación de explosiones.**
- **Tipos de apagallamas según el principio de operación**
  - **Estáticos**
  - **Sello líquido**
  - **Hidráulicos**
  - **Dinámicos**
- **Límites de aplicación**
- **Recomendaciones de mantenimiento**
- **Aplicaciones**



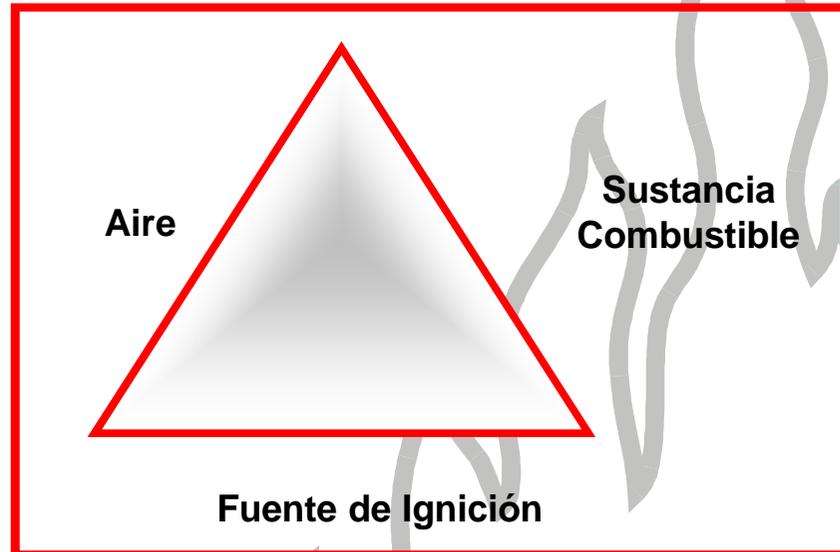
# Protego- Fundamentos de Seguridad

¿ QUÉ ES UNA COMBUSTIÓN ?

Una combustión es una reacción autosostenible, exotérmica que tiene lugar en un volumen de gas/vapor (como resultado se produce una llama)

## EL TRIÁNGULO DEL PELIGRO

Necesario para que exista una combustión



Si se elimina cualquiera de los componentes no hay peligro

# Protego- Fundamentos de Seguridad

## Evaluación de los riesgos de explosión

1. ¿Hay sustancias inflamables?
2. ¿Puede generarse una una atmósfera explosiva?
3. ¿Dónde puede ocurrir una atmósfera explosiva?
4. ¿Existe la posibilidad de que se produzca una atmósfera explosiva peligrosa?
5. ¿Existen medidas de protección seguras contra la formación de atmósferas explosivas peligrosas?
6. ¿A qué zonas se pueden asignar las atmósferas explosivas peligrosas?
7. ¿Se han tomado medidas de prevención seguras para evitar la ignición en atmósferas explosivas peligrosas?

# Evaluación técnica de seguridad

## Clasificación del proceso de la planta (ATEX)

### Áreas peligrosas

- ❑ **Zona 0** atm. explosivas presentes durante un largo período de tiempo o frecuentemente peligrosas
- ❑ **Zona 1** atm. explosiva presente ocasionalmente en funcionamiento normal
- ❑ **Zona 2** no es probable que se produzca en condiciones normales y si se produce, es de corta duración.

### Fuentes de ignición en áreas peligrosas

- ❑ **Permanente**
- ❑ **Puede ocurrir**
- ❑ **Pocas veces**

# Fuentes de ignición según EN 1127-1

- Reacciones químicas
- Llamas y gases calientes
- Superficies calientes
- Rayos
- Chispa de origen mecánico
- Flujo de gas
- Compresión adiabática, ondas de choque
- Electricidad estática
- Ondas de alta frecuencia electromagnéticas
- Radiación ionizada
- Chispas generadas por ultrasonido



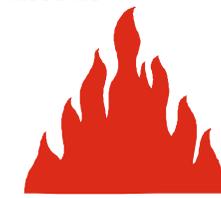
**¡Es decir, posibles fuentes de ignición se dan diariamente en cualquier planta!**

# Matriz de seguridad

Ignition Source	Explosive Atmosphere			
	permanent	sometimes	rare	never (non-hazardous area)
permanent	3	2	1	0
sometimes	2	1	0	-
rare	1	0	-	-
never	0	-	-	-

Número de medidas independientes para impedir el traspaso de la llama.

¡Una de estas medidas puede ser un apagallamas!



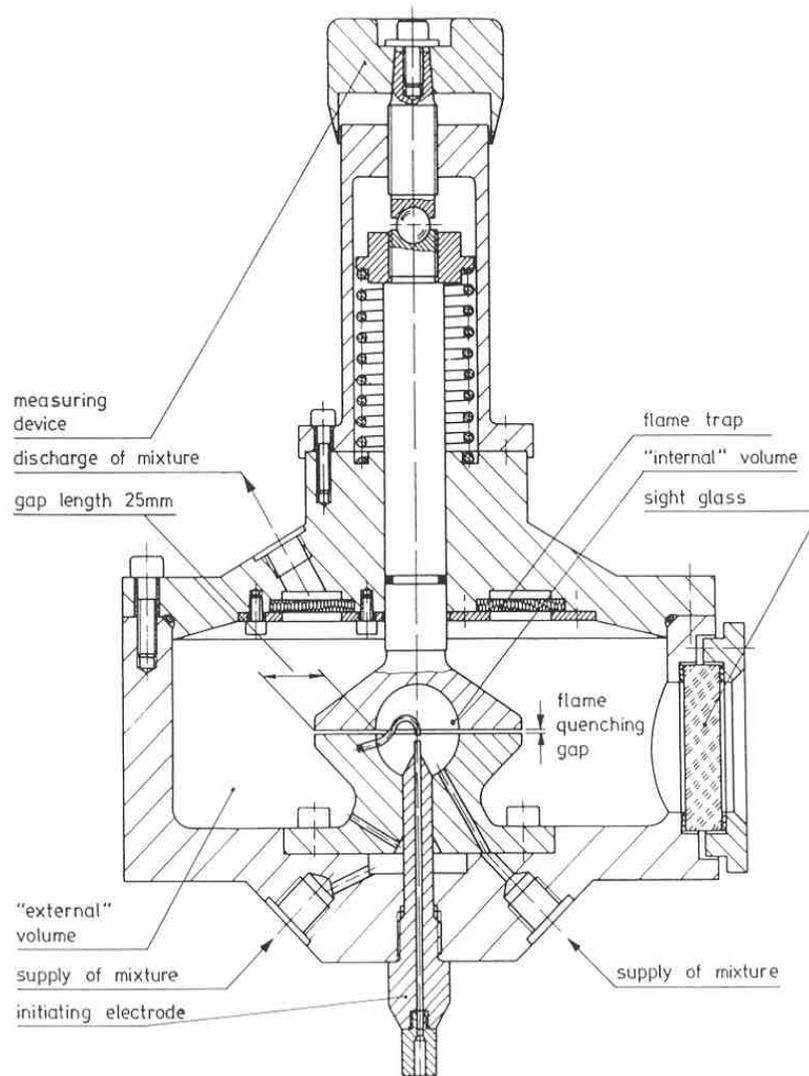
# Protego- Fundamentos de Seguridad

## Clasificación de sustancias según su explosividad

- Cada gas/vapor tiene una reactividad propia de acuerdo a sus características químicas
- Se hace necesario definir su explosividad, es decir, medir la energía que emite tras su reacción al estar expuesto a una fuente de ignición.

**Se han desarrollado métodos empíricos para la medición de la explosividad de cada sustancia**

# Clasificación de la mezcla de gas (IEMS)

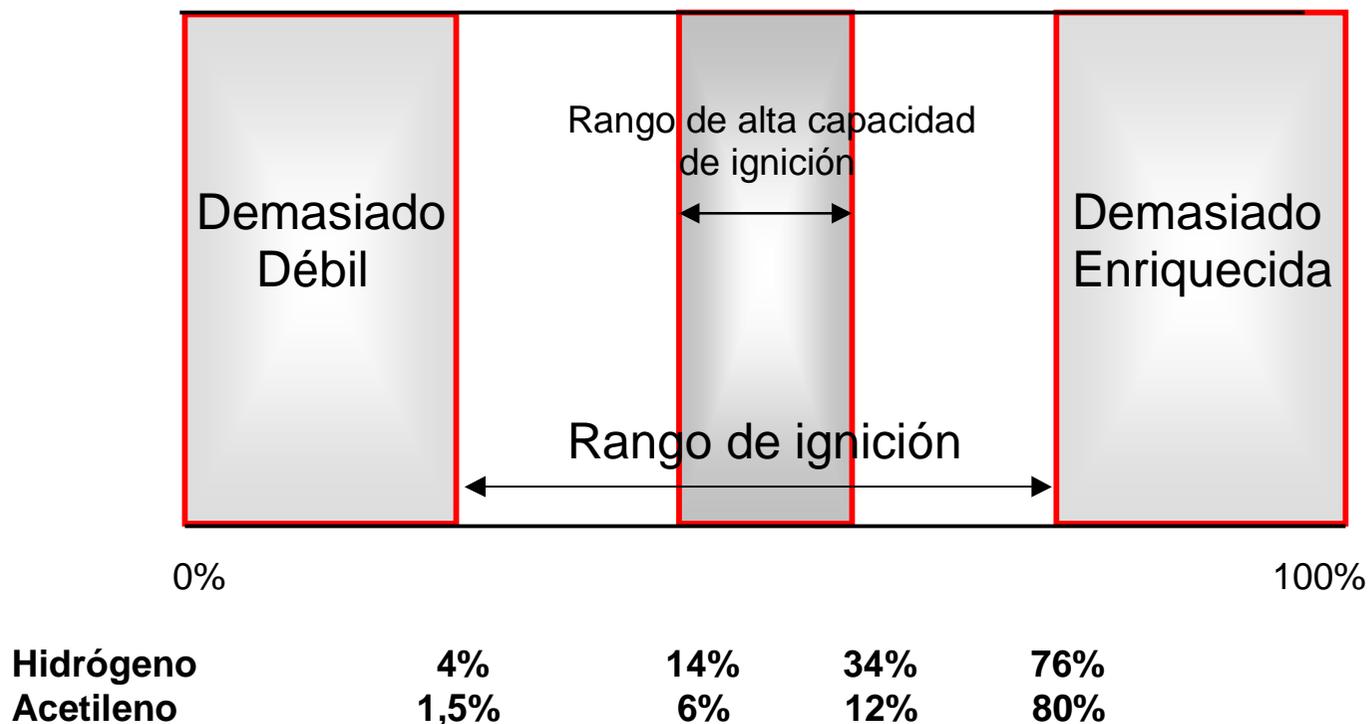


El Intersticio Experimental  
Máximo de Seguridad (IEMS)  
clasifica los gases en grupos

Intersticio máximo de la unión entre dos partes de la cámara interna de un aparato de ensayo que, cuando la mezcla gaseosa interna se inflama impide la ignición de una mezcla gaseosa externa a través de una junta de 25 mm de longitud. El IEMS es una propiedad de la mezcla de gas dado.

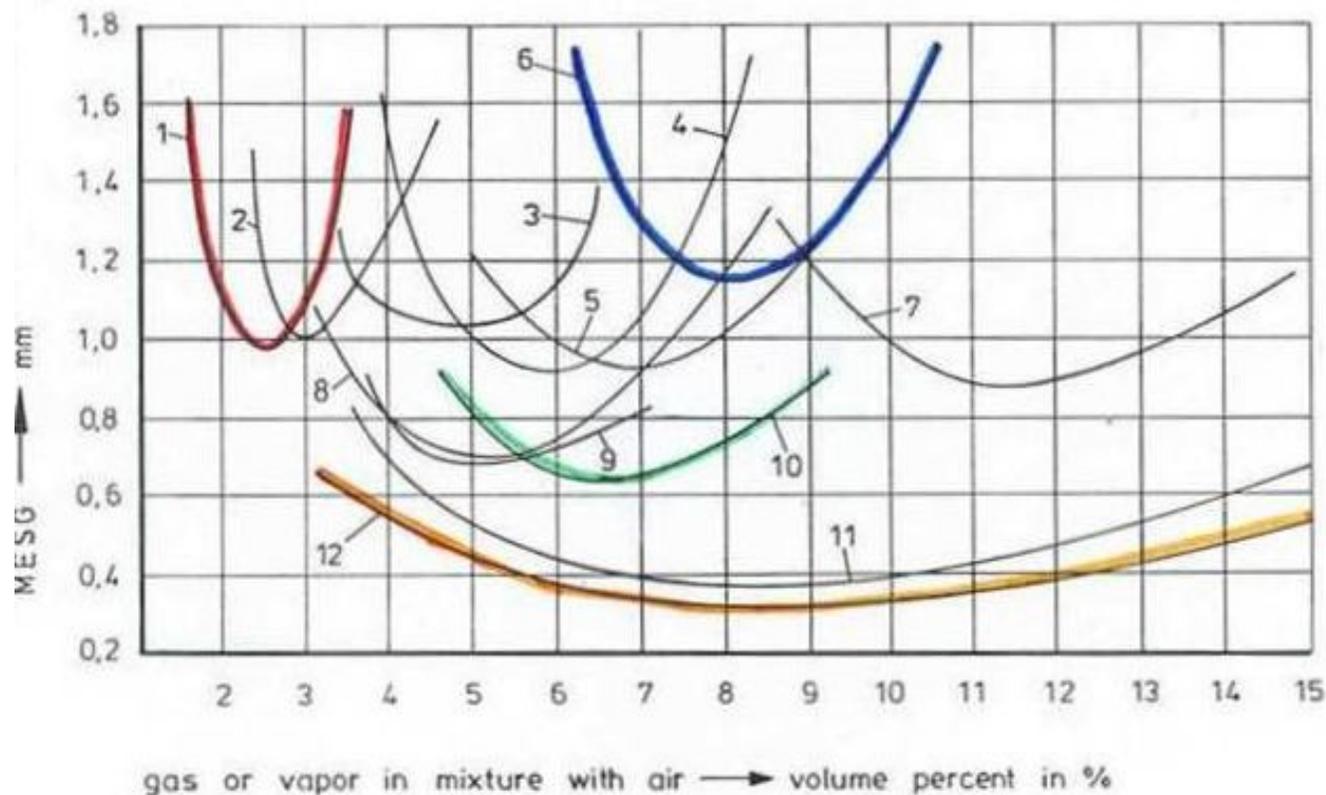
# Protego- Fundamentos de Seguridad

## RANGOS DE IGNICIÓN (Concentración de la mezcla)



# Protego- Fundamentos de Seguridad

## IEMS de algunos productos químicos



- 1 n-Hexano
- 2 Metil-butil-Ketona
- 3 Etilacetato
- 4 Etano
- 5 Acetaldehido
- 6 Metano
- 7 Sulfuro de Hidrógeno
- 8 PO
- 9 Dioxano
- 10 Etileno
- 11 Acetileno
- 12 Sulfuro de Carbono

# Protego- Fundamentos de Seguridad

## Clasificación de los grupos explosivos según la Norma Europea EN ISO 16852

Grupo de explosión según EN ISO 16852	IEMS de la mezcla mm	Producto de referencia del grupo de explosión
IIA1	$\geq 1,14$	Metano
IIA	$> 0,90$	Propano
IIB1	$\geq 0,85$	Etileno
IIB2	$\geq 0,75$	Etileno
IIB3	$\geq 0,65$	Etileno
IIB	$\geq 0,50$	Hidrógeno
IIC	$< 0,50$	Hidrógeno

# Protego- Fundamentos de Seguridad

## Ejemplo de clasificación de vapores de productos / mezclas de gas/aire

Serial No. as per Nabert / Schön	Name of Substance / Total Formula	ExG	MESG	Flashpoint FP °C	Safety-Technical Remarks
163a	i-Butylacrylat C <sub>7</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>	IIA	0,95	29	IV
163	n-Butylacrylat C <sub>7</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>	II B1	0,88	37	III, IV, VIII
213	i-Butylaldehyd C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O	IIA	>0,9	<-15	IV, V
212	n-Butylaldehyd C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O	IIA	0,92	<-5	V
166	i-Butylalkohol C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	IIA	>0,9	27	I, V
165	n-Butylalkohol C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	II B1	0,87	35	III
167	Butylalkohol, sec. C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	IIA	0,96	24	IV, V
168	Butylalkohol, tert. C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	IIA	>0,9	11	V
171	i-Butylamin C <sub>4</sub> H <sub>11</sub> N	IIA	>0,9	-9	V



# Grupos de explosión

Braunschweiger Flammenfilter GmbH

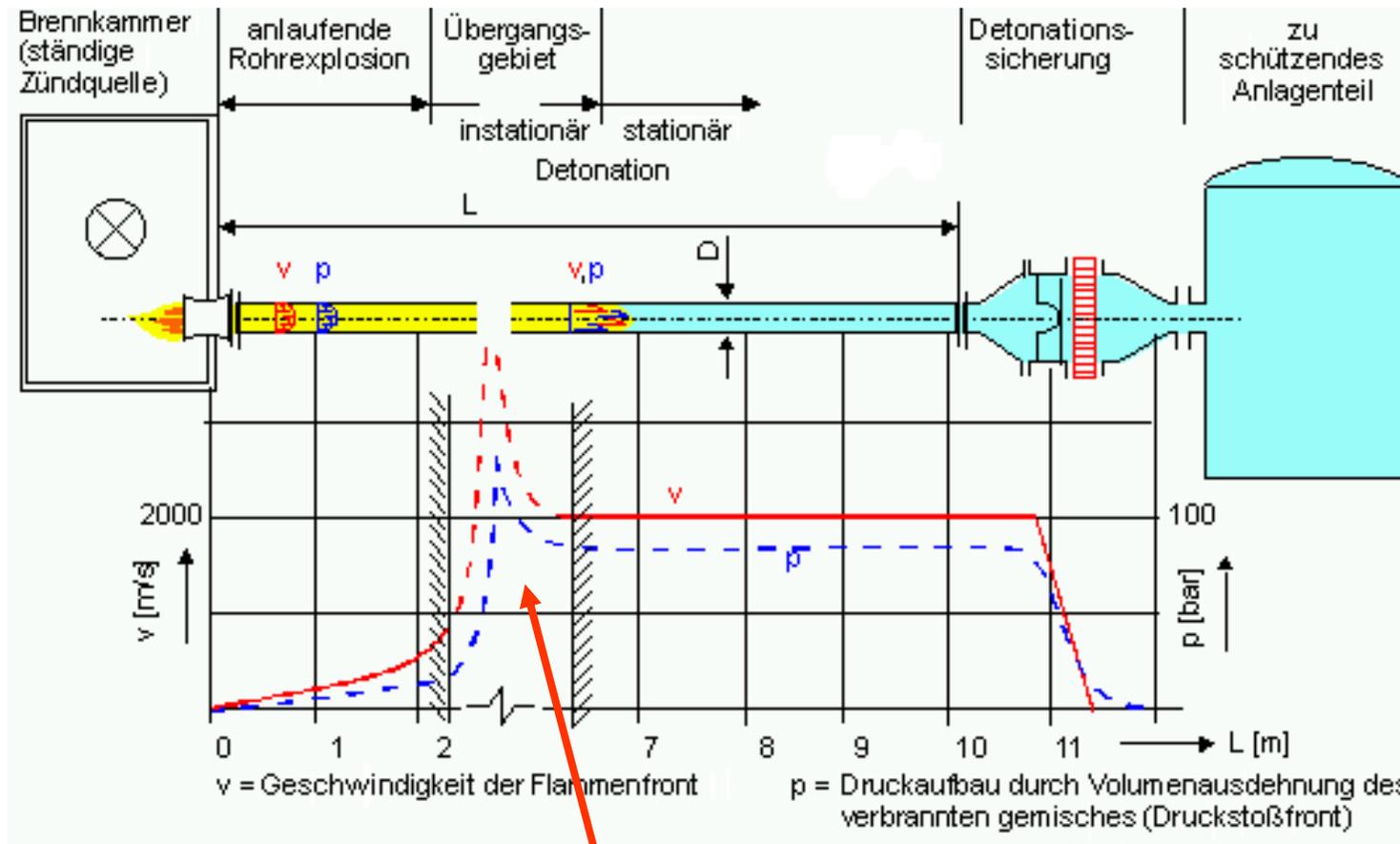
DEFLAGRATION TESTS

DN 1000

L/D = 18

Versuchs- und Entwicklungszentrum Lehre

# Propagación de la combustión confinada



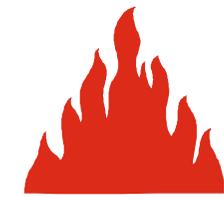
**DDT = Transición de deflagración a detonación, zona de autoignición**

# Deflagración a detonación



# Protego- Fundamentos de Seguridad

**APAGALLAMAS:** dispositivos que permiten el paso del fluido a la vez que detienen la llama, previniendo de este modo una explosión o la propagación del fuego.



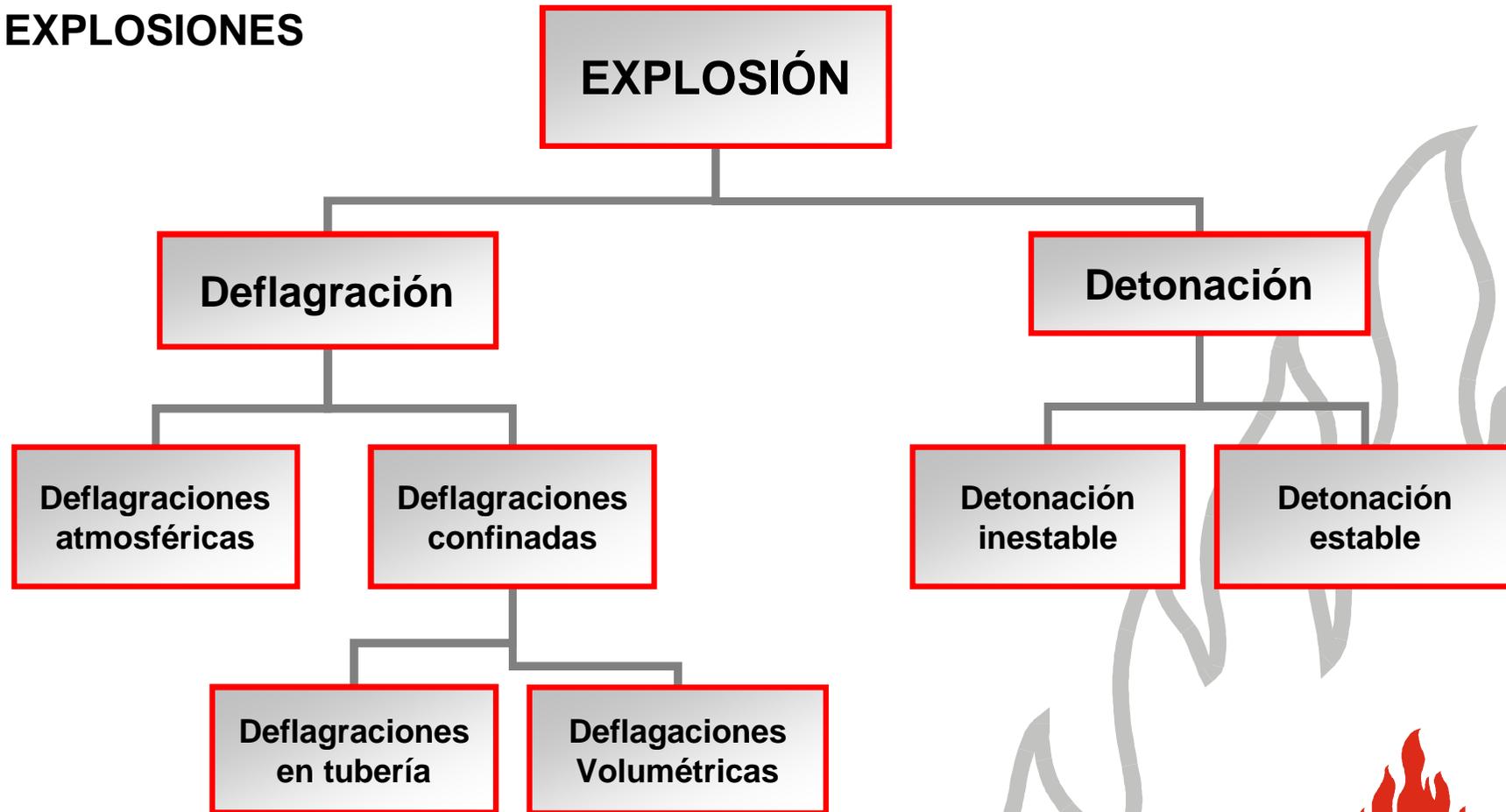
# Protego- Fundamentos de Seguridad

## Evaluación para la selección de apagallamas

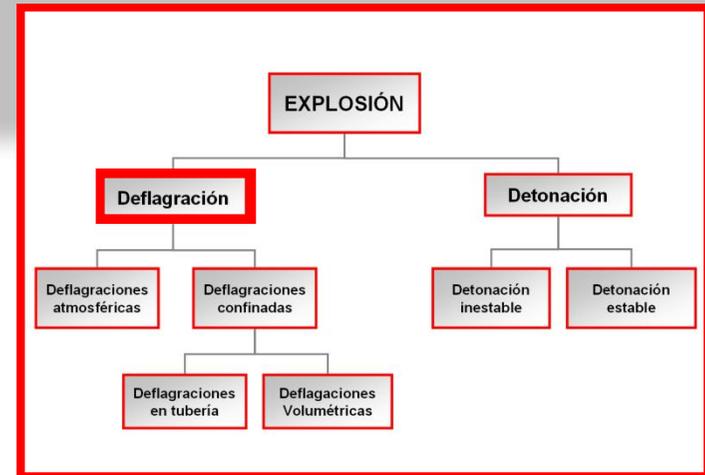
1. ¿Qué hay que proteger?
2. ¿Dónde se encuentran las posibles fuentes de ignición?
3. ¿Dónde puede producirse una atmósfera explosiva?
4. ¿Qué tipo de atmósfera explosiva puede ocurrir?
5. Parámetros de operación (temperatura, presión, máxima pérdida de carga permitida, etc.) de la atmósfera explosiva
6. Propiedades de la mezcla explosiva (viscosidad, compatibilidad de materiales por corrosión, etc)

# Protego- Fundamentos de Seguridad

## CLASIFICACIÓN DE EXPLOSIONES



**DEFINICIÓN:** Una deflagración es una combustión súbita con llama a baja velocidad de propagación.

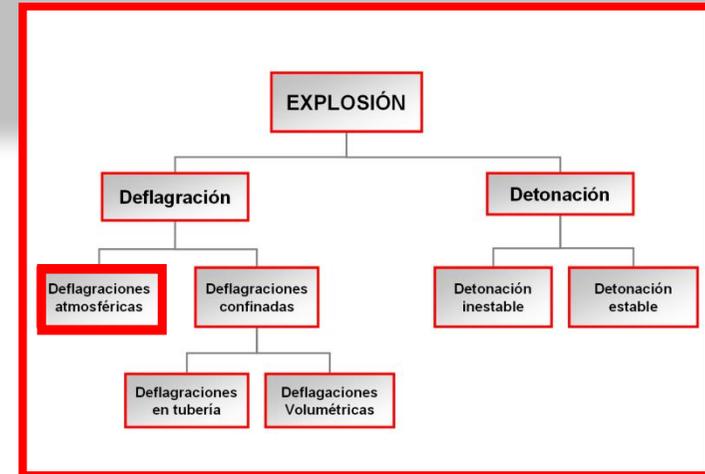
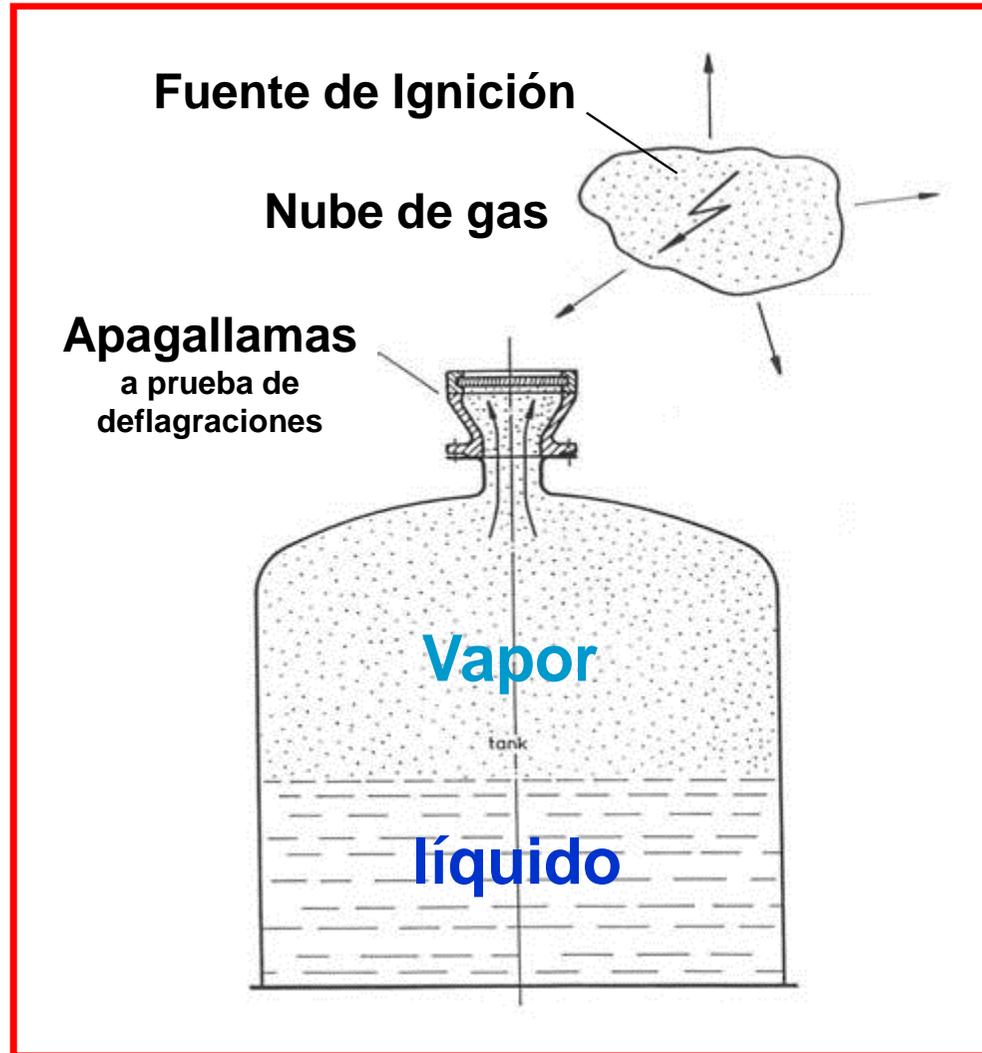


Las reacciones que provoca una deflagración se desarrollan a una velocidad siempre inferior o igual la velocidad del sonido.

Se divide en:

- Deflagraciones atmosféricas: explosión al aire libre
- Deflagraciones confinadas: explosión en un volumen

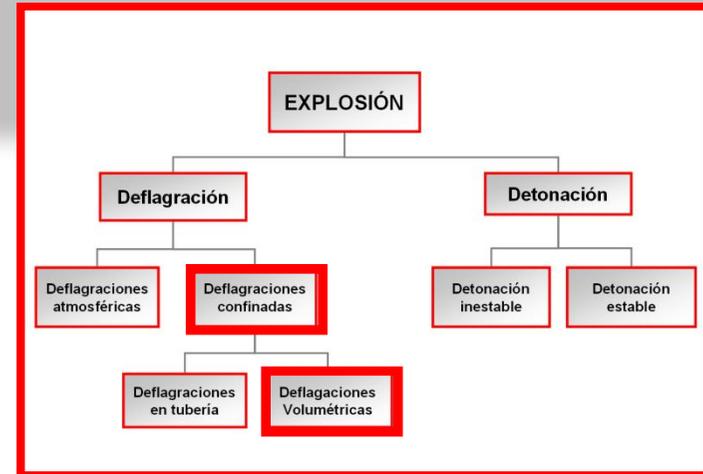
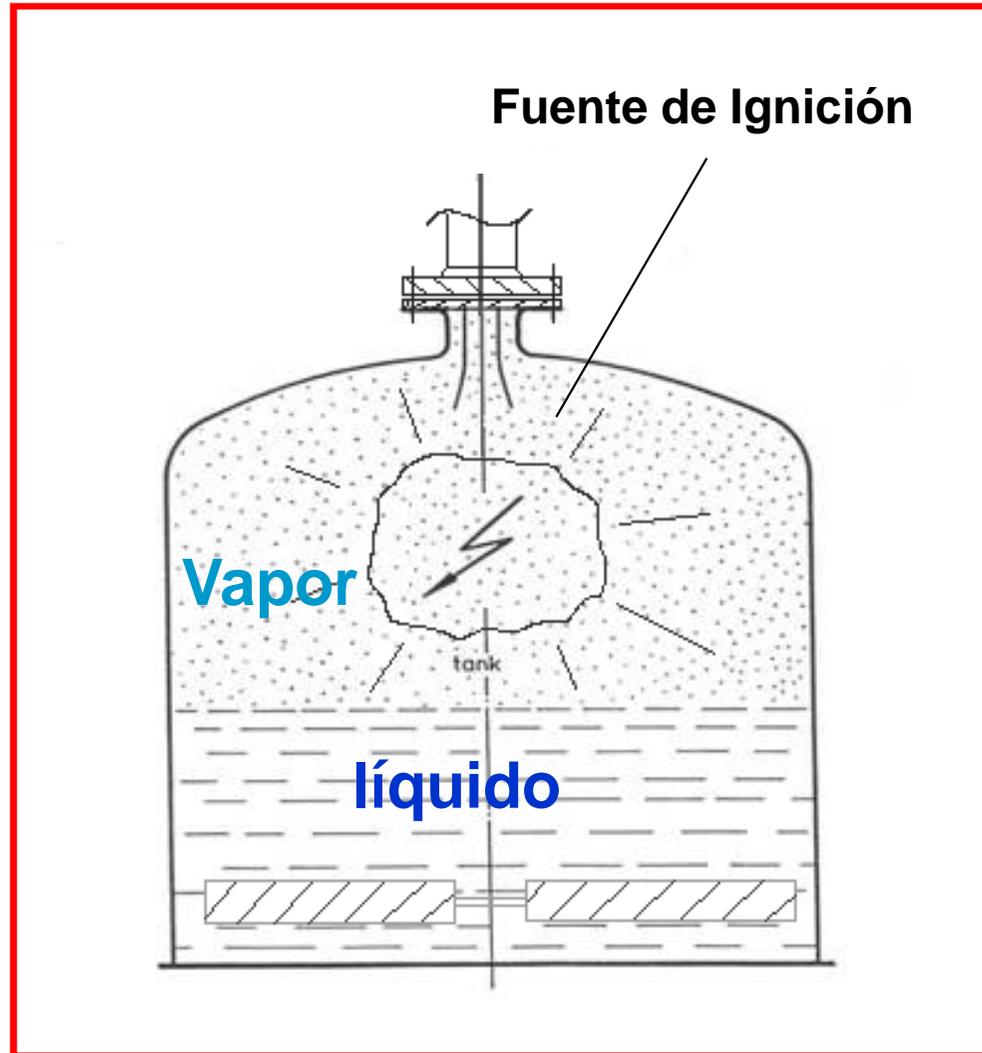
# Protego- Fundamentos de Seguridad



## Deflagración atmosférica:

La presión explosiva se expande en todas las direcciones y así el impacto sobre el apagallamas se ve reducido

# Protego- Fundamentos de Seguridad

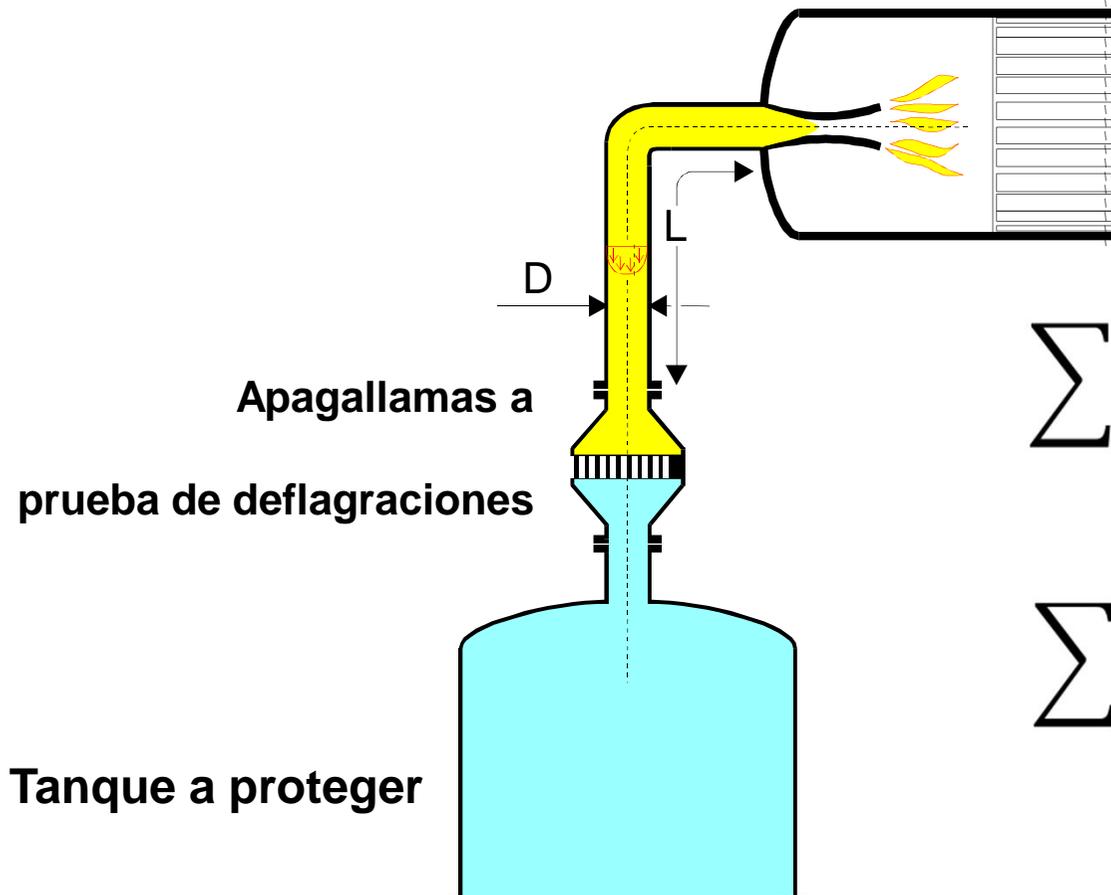
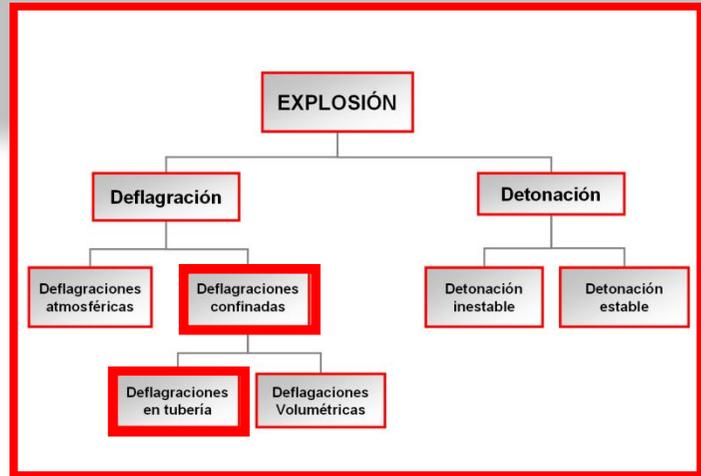


## Deflagración volumétrica:

Explosión que se produce en el interior de un volumen definido.

P. Ej.: Un mezclador

## Deflagración en línea

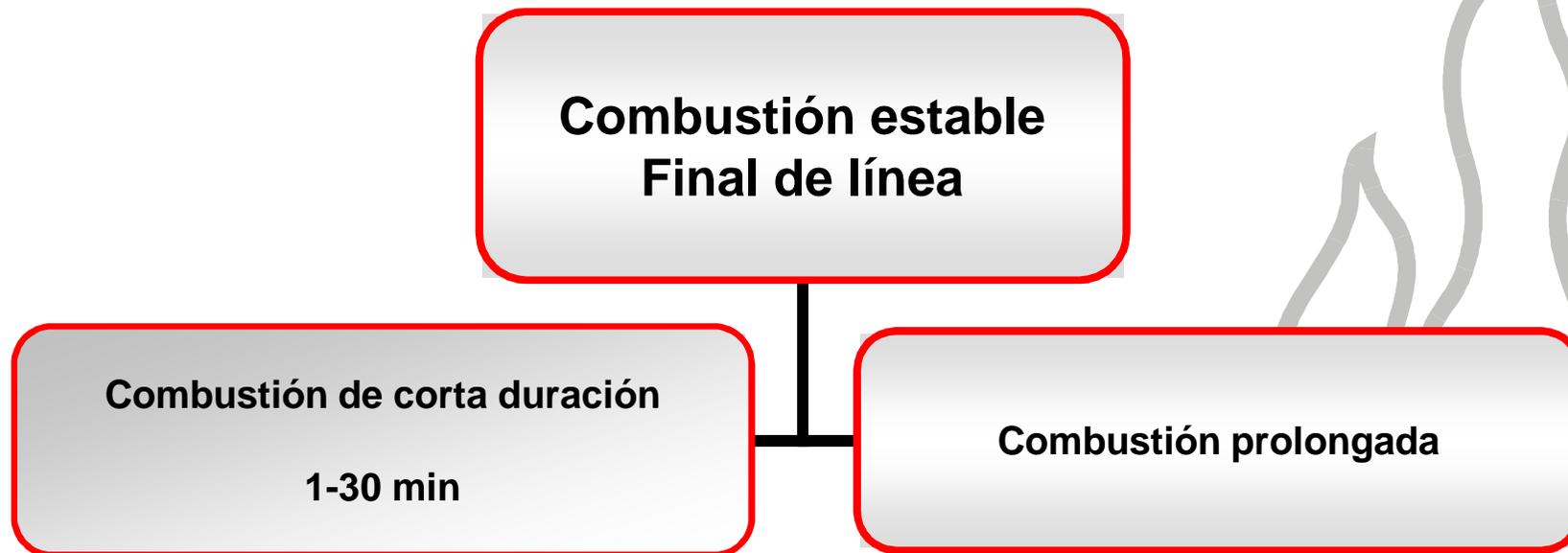


$$\sum \frac{L_i}{D_i} \leq 50 \text{ (para Grupos IIA1 a IIB3)}$$

$$\sum \frac{L_i}{D_i} \leq 30 \text{ (para Grupos IIB y IIC)}$$

# Protego- Fundamentos de Seguridad

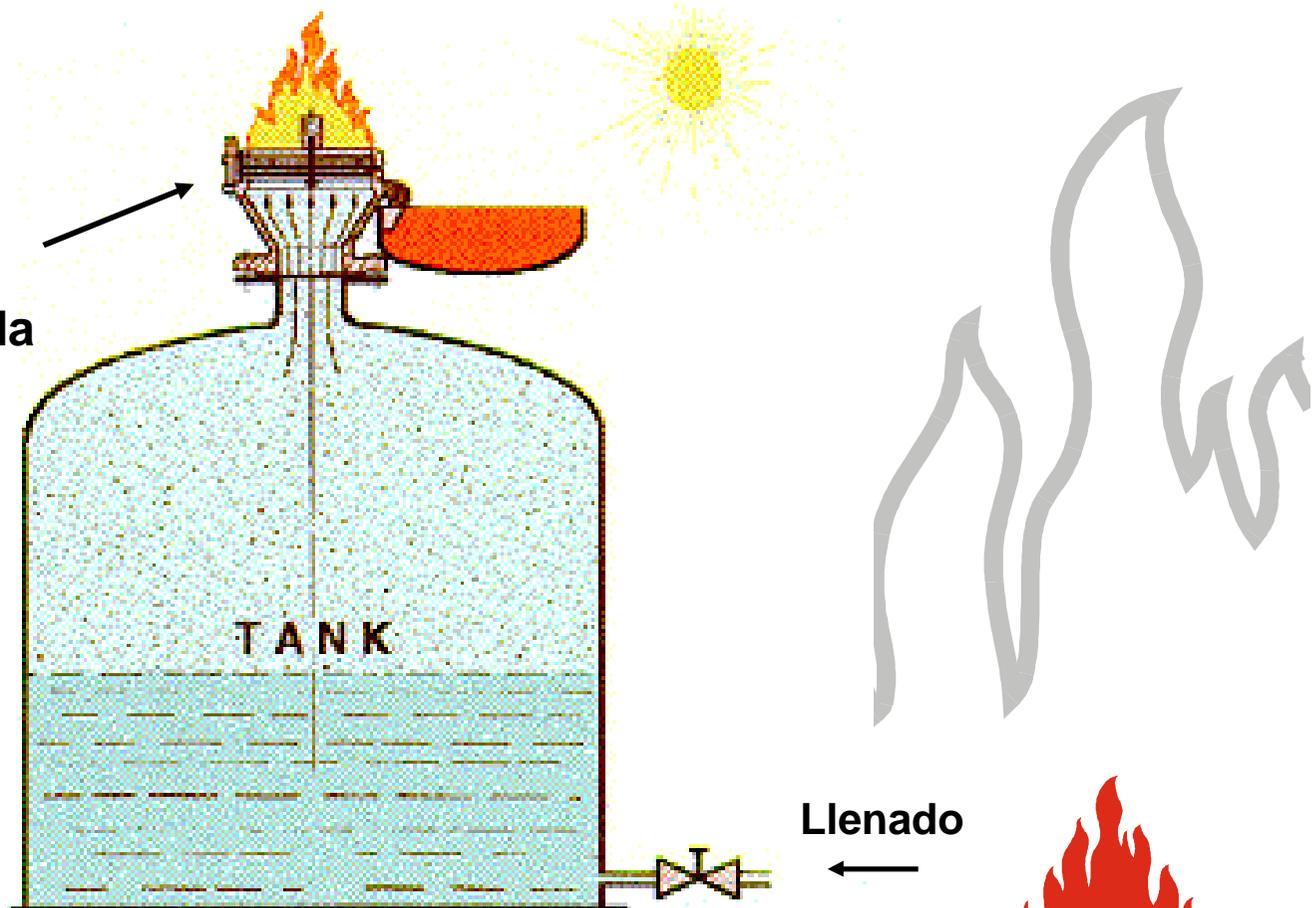
Si tras la deflagración atmosférica el flujo de la mezcla gas-aire o vapor-aire es continuo encontramos la llamada combustión estable final de línea



# Protego- Fundamentos de Seguridad

## Combustión prolongada

Apagallamas a prueba de deflagraciones y combustión prolongada



# Protego- Fundamentos de Seguridad

Combustión estable durante un periodo corto



**PROTEGO España**

*Seguridad y protección del medio ambiente*

Verknüpfung mit lhadt hoja 45.mpg.lnk



**PROTEGO**

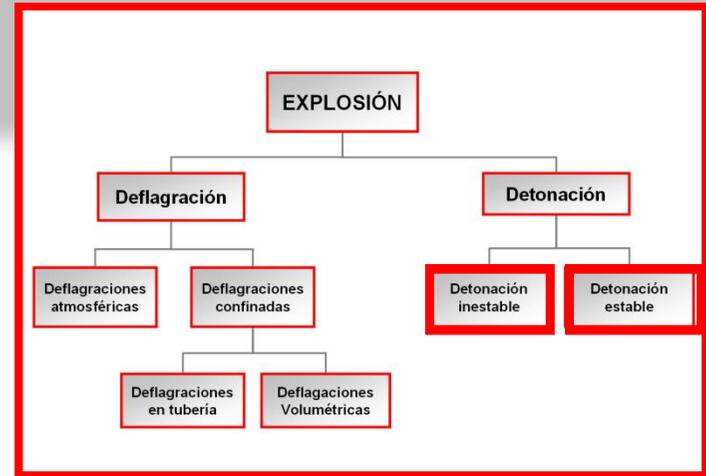
*for safety and environment*

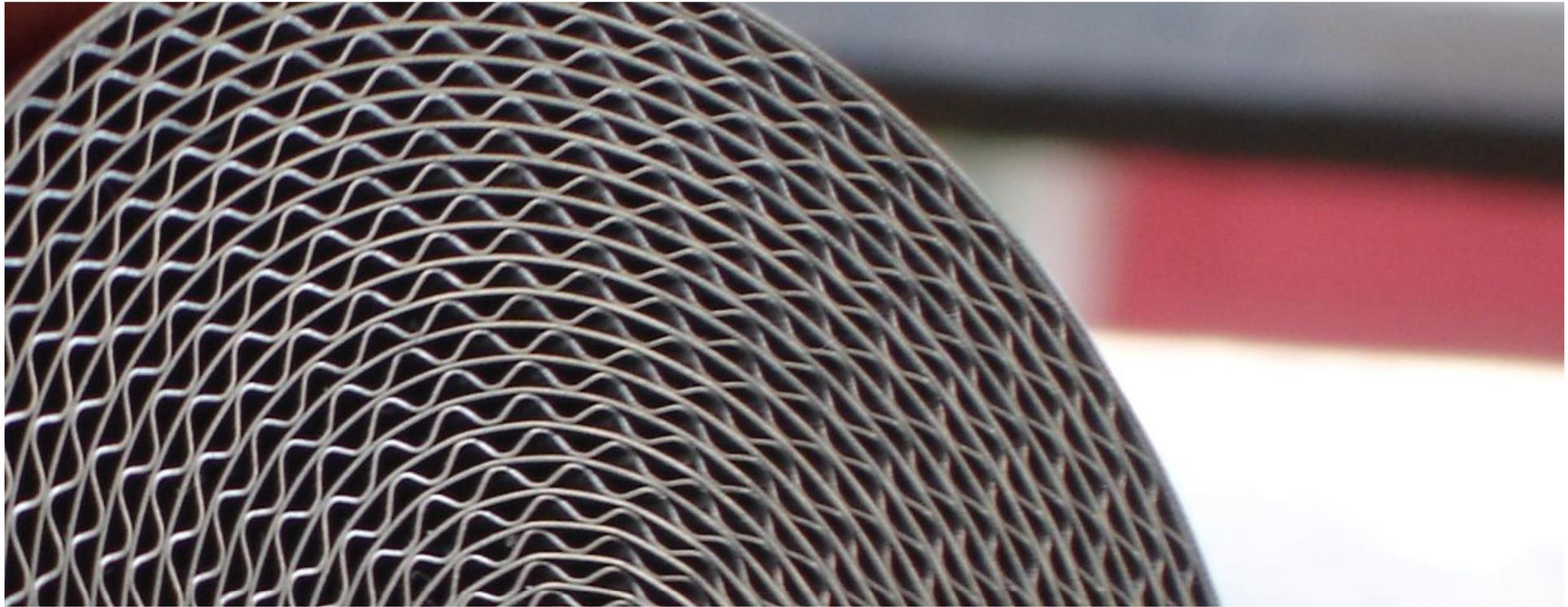
# Protego- Fundamentos de Seguridad

## Combustión prolongada



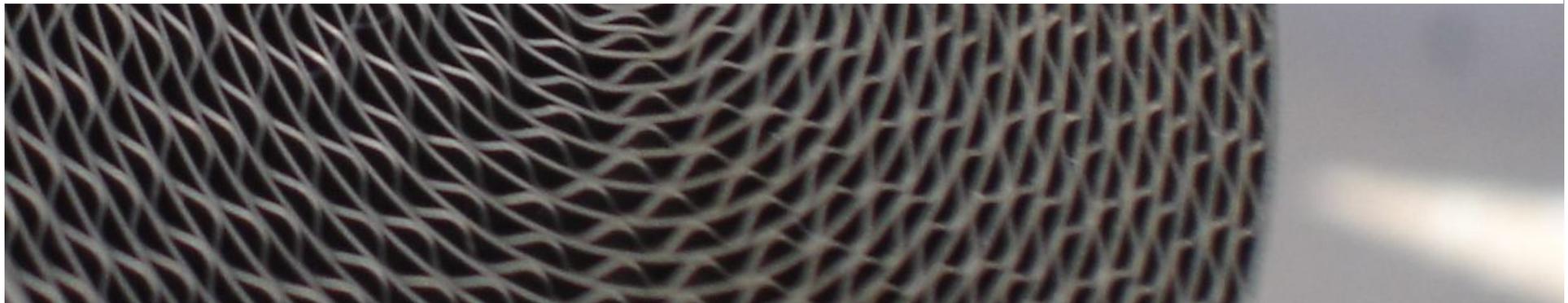
## Detonaciones estables e inestables





## Tipos de apagallamas según su principio de funcionamiento

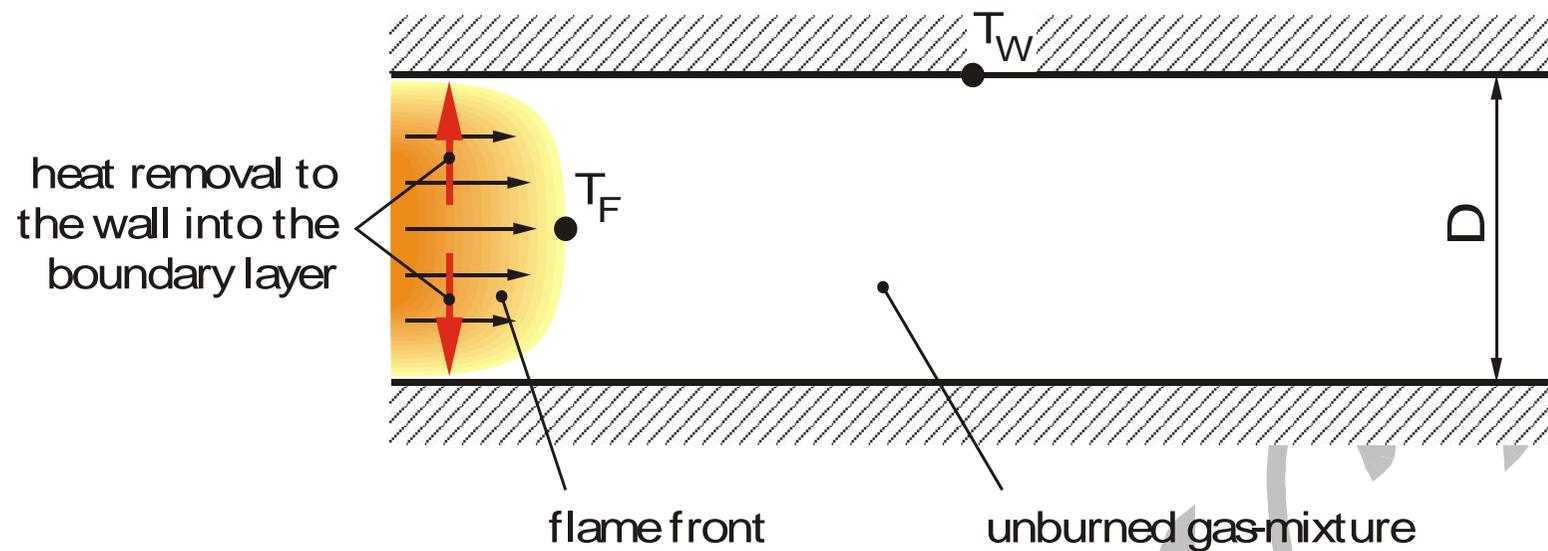
---



# Apagallamas estáticos

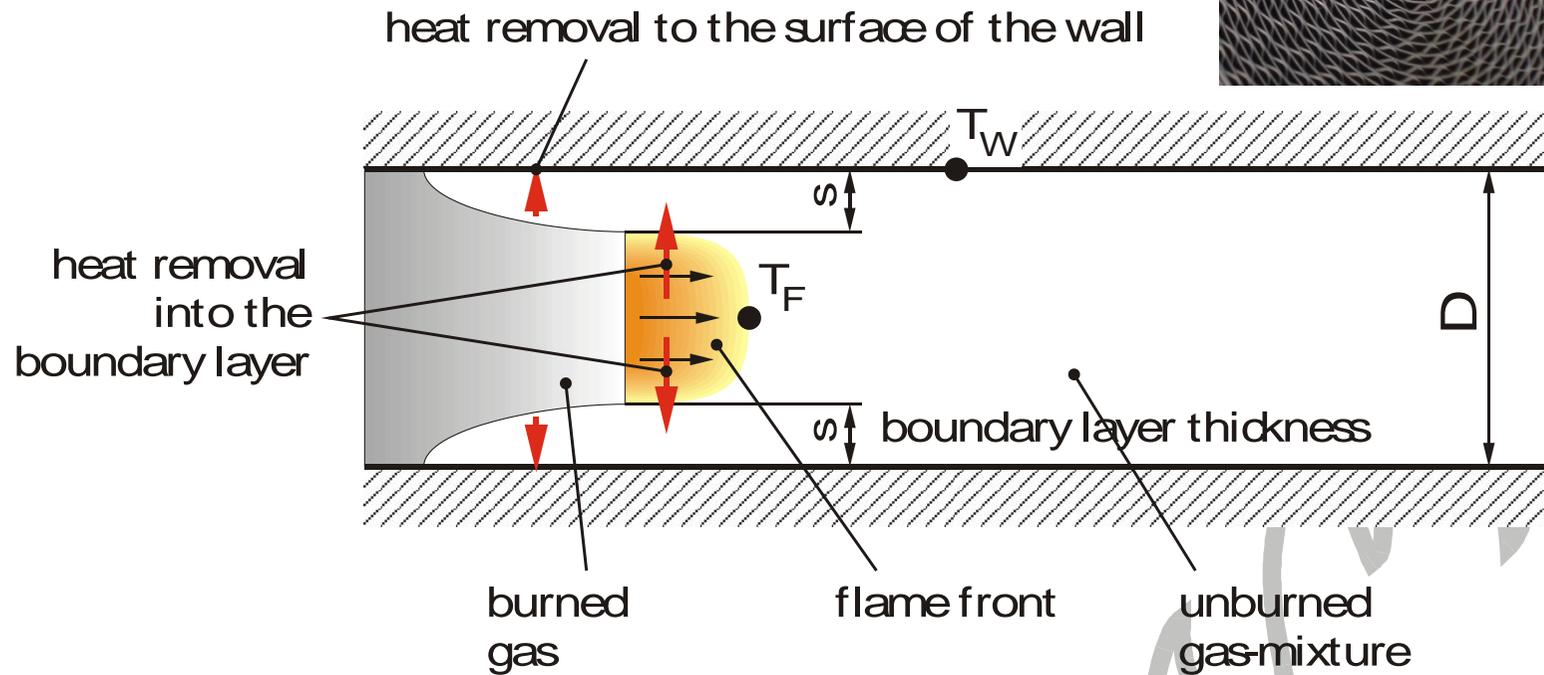
Función del disco apagallamas:

¿Cómo se disipa el calor?



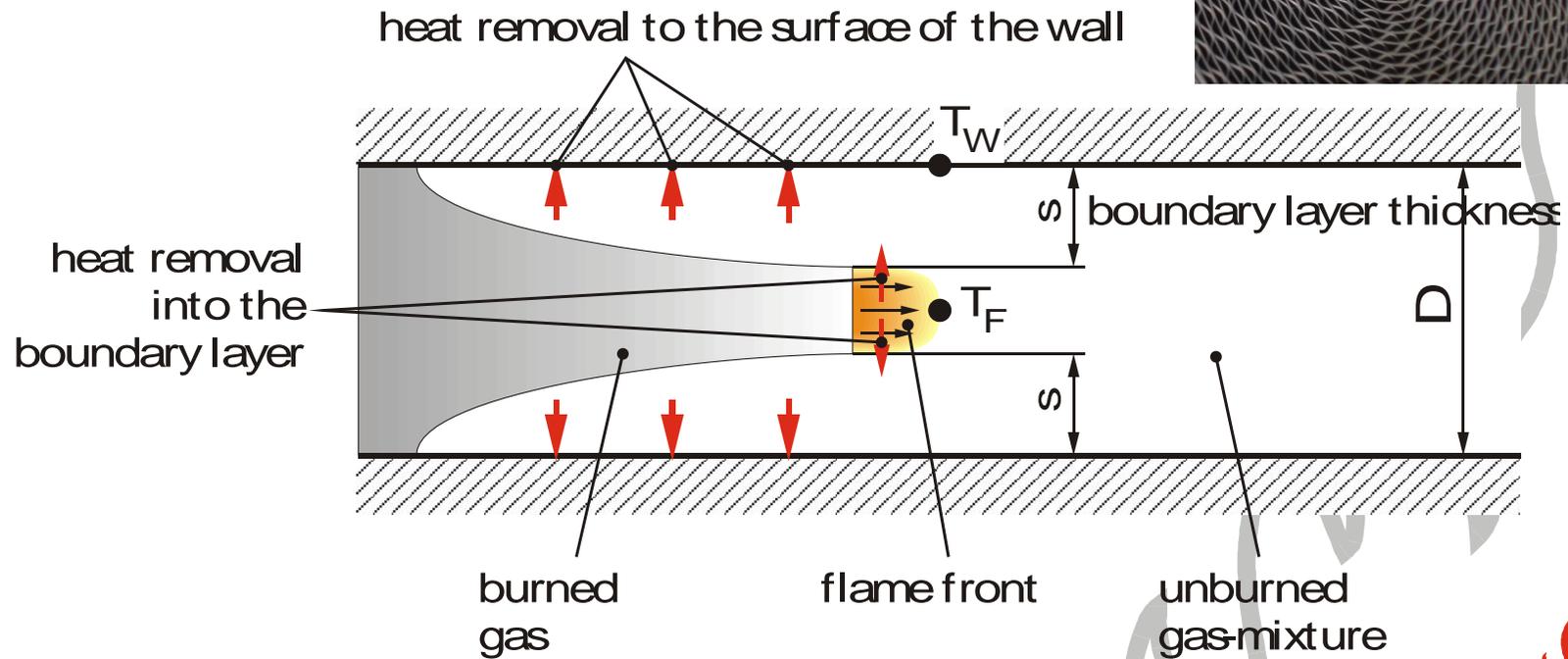
Principle of „flame quenching“

# Apagallamas estáticos



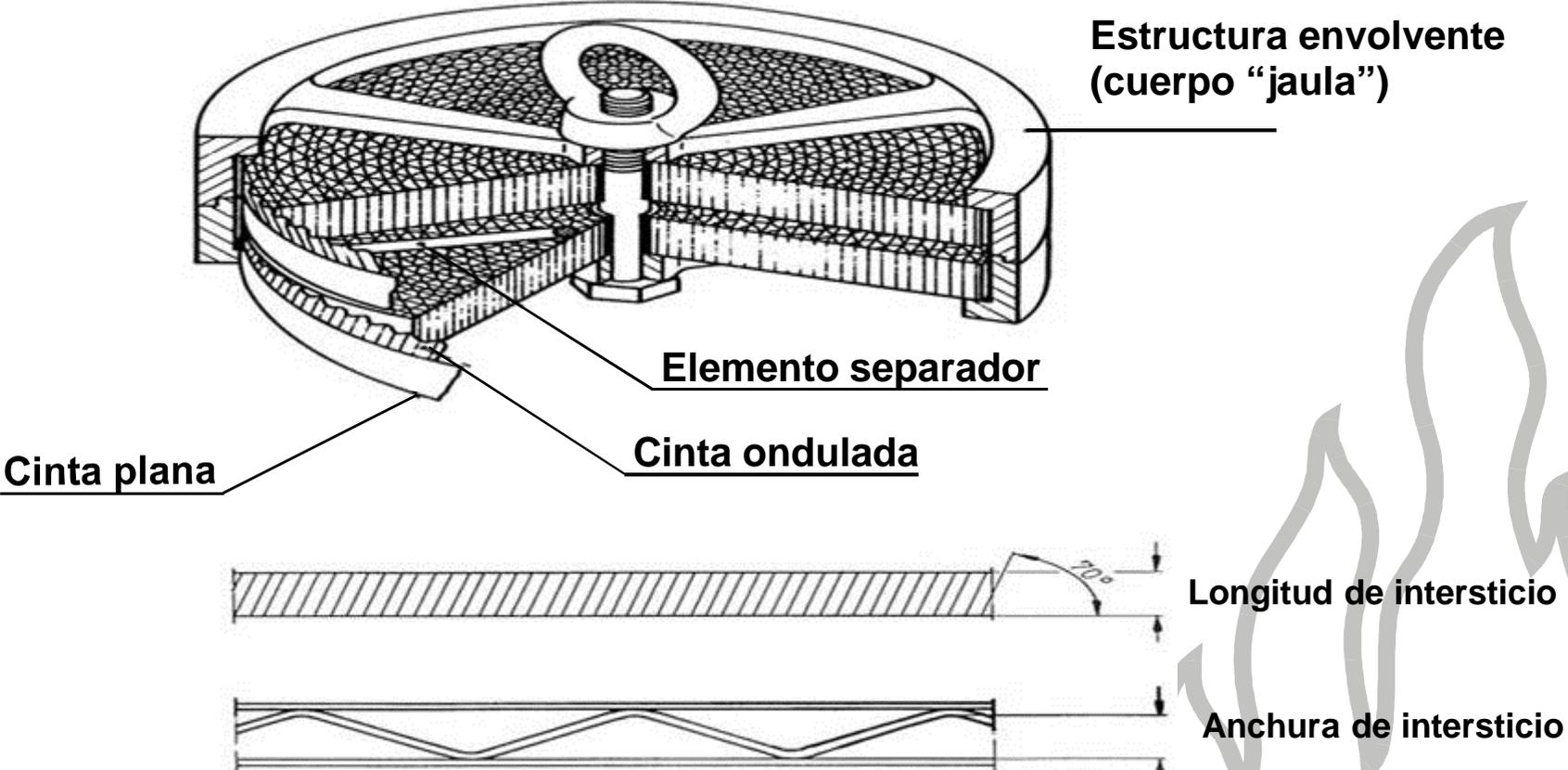
Principle of „flame quenching“

# Apagallamas estáticos



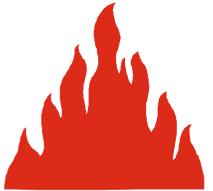
Principle of „flame quenching“

# Discos apagallamas



Anchura habituales de separación del filtro de llamas:

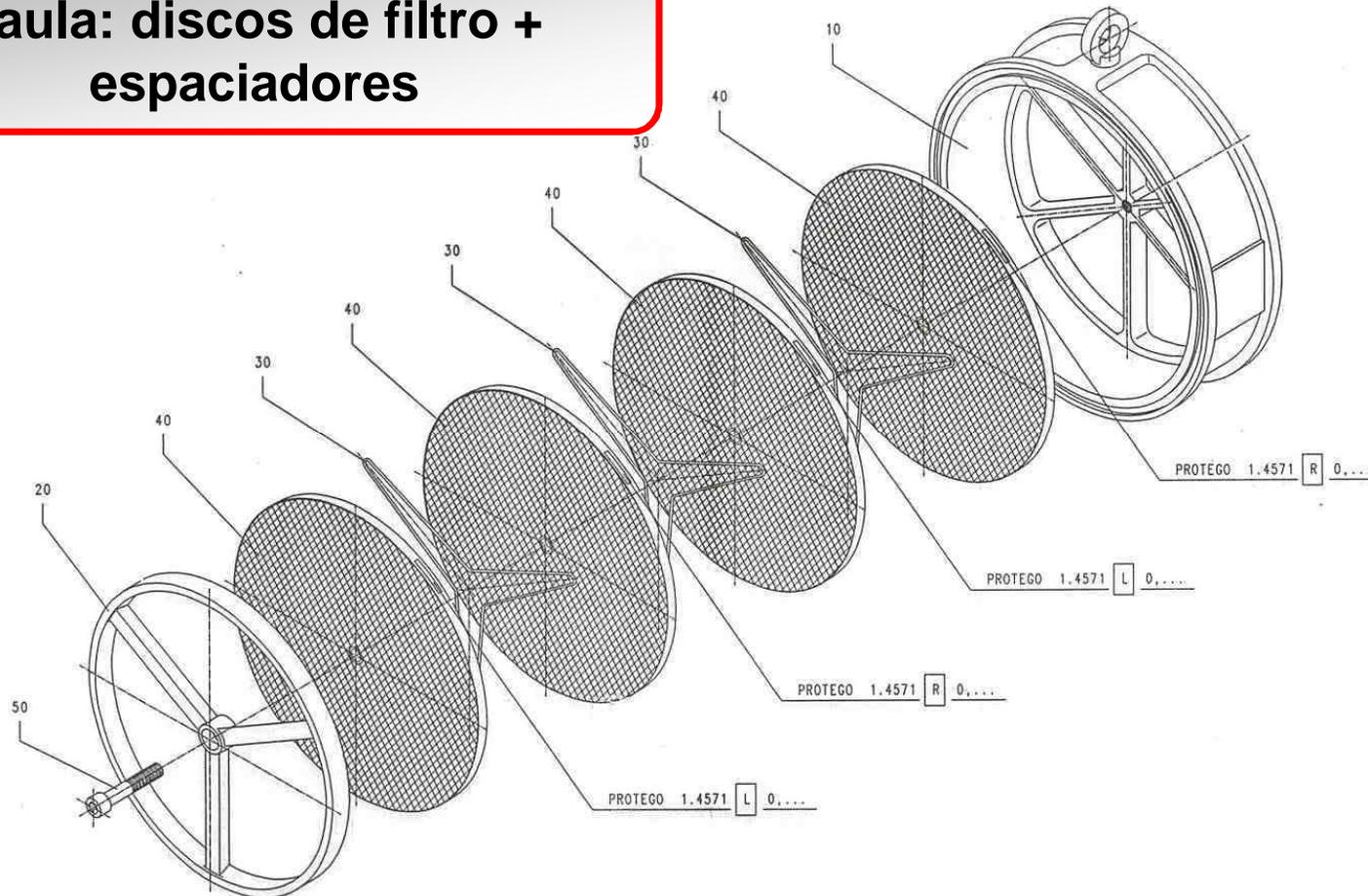
- 0,7 mm
- 0,5 mm
- 0,3 mm
- 0,2 mm



**PROTEGO**

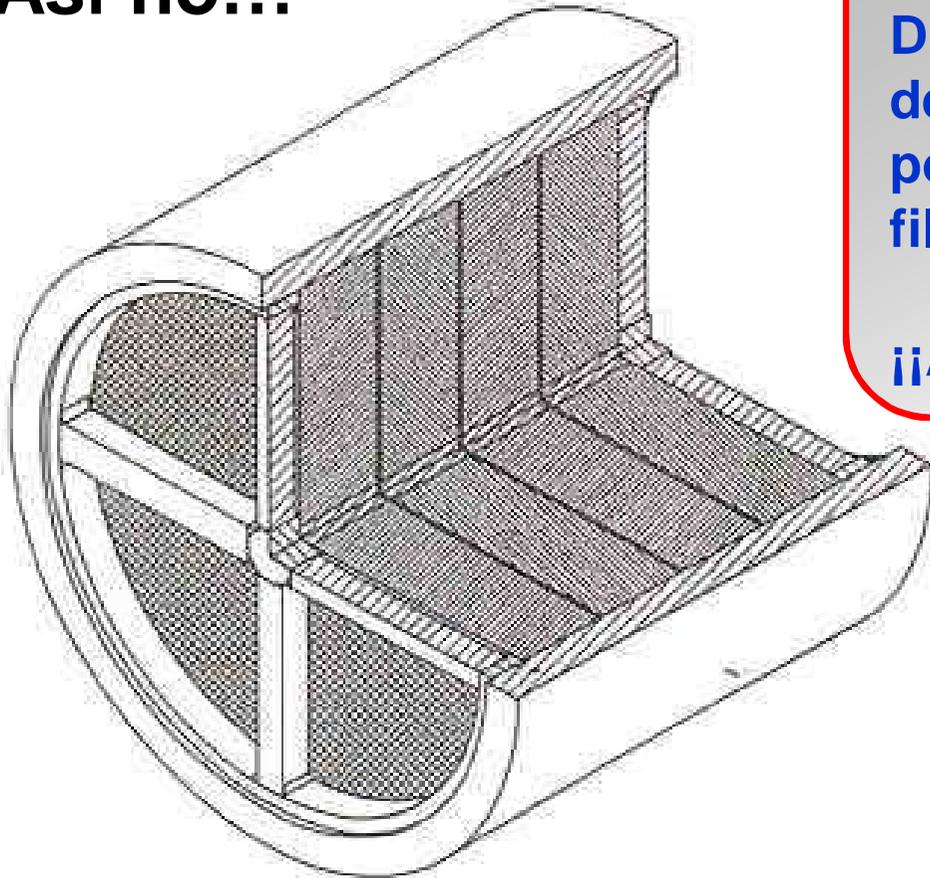
# Unidad apagallamas

**Jaula: discos de filtro + espaciadores**



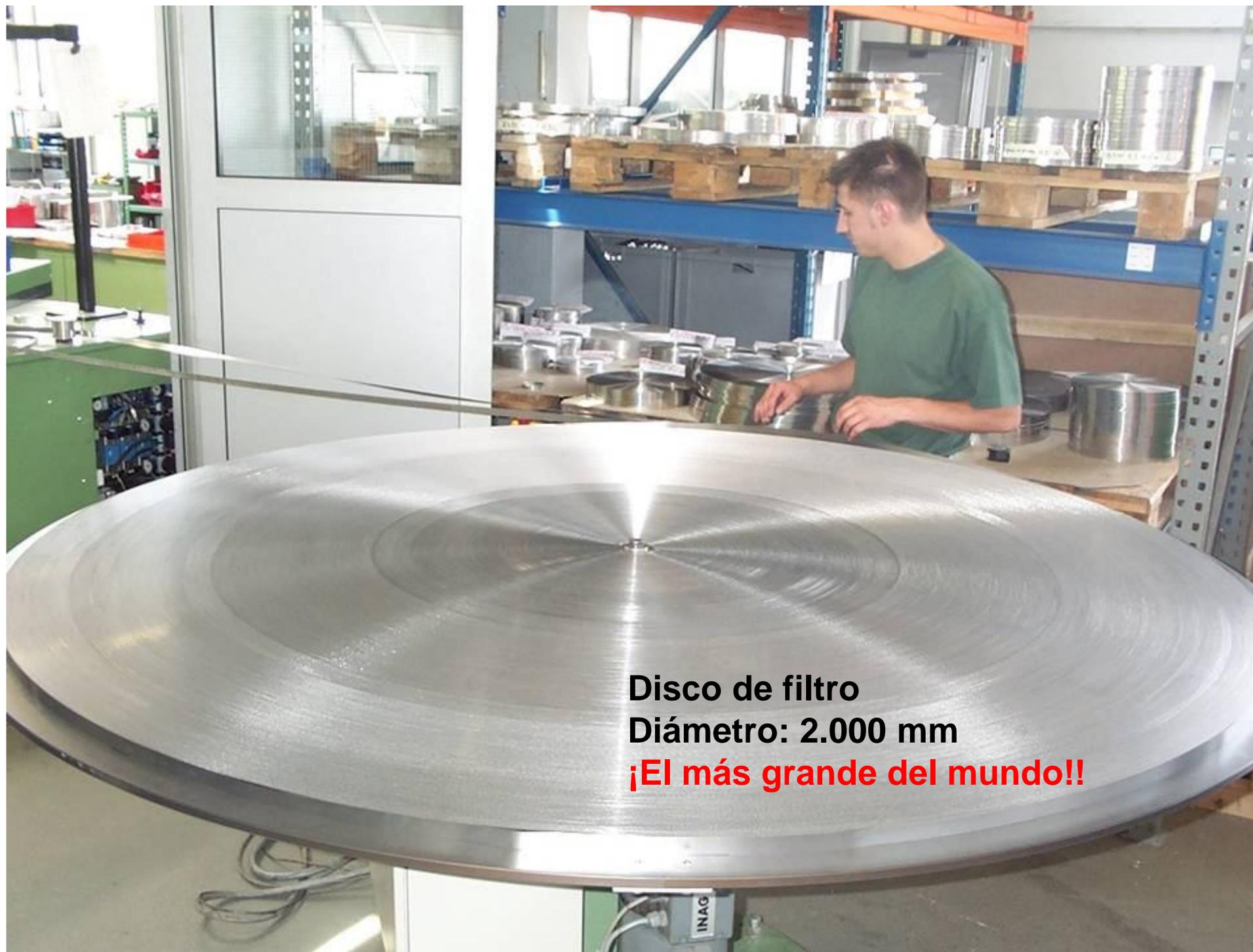
# Unidad apagallamas. Otros.

Así no...



Diseño soldado de las partes del filtro (discos + jaula): no es posible el mantenimiento de los filtros.

¡¡Alto coste de mantenimiento!!



**Disco de filtro**  
**Diámetro: 2.000 mm**  
**¡El más grande del mundo!!**

# Final de línea

## Apagallamas final de línea a prueba de combustión prolongada

Elemento fusible



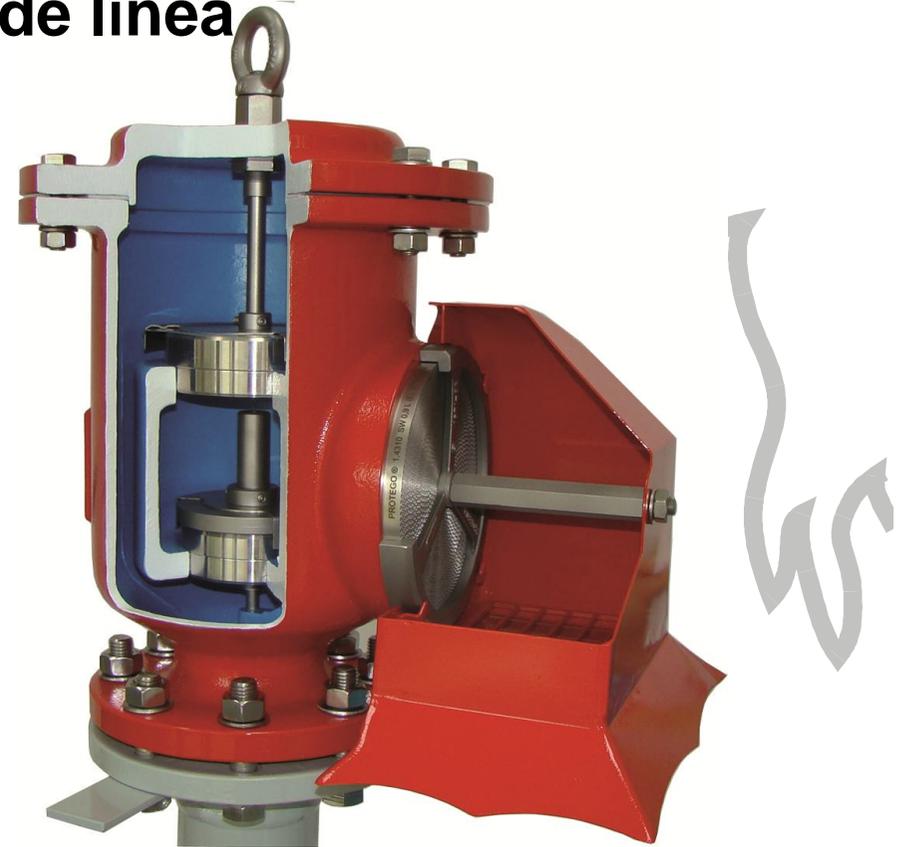
Elemento Apagallamas

# Final de línea

## Deflagración atmosférica final de línea



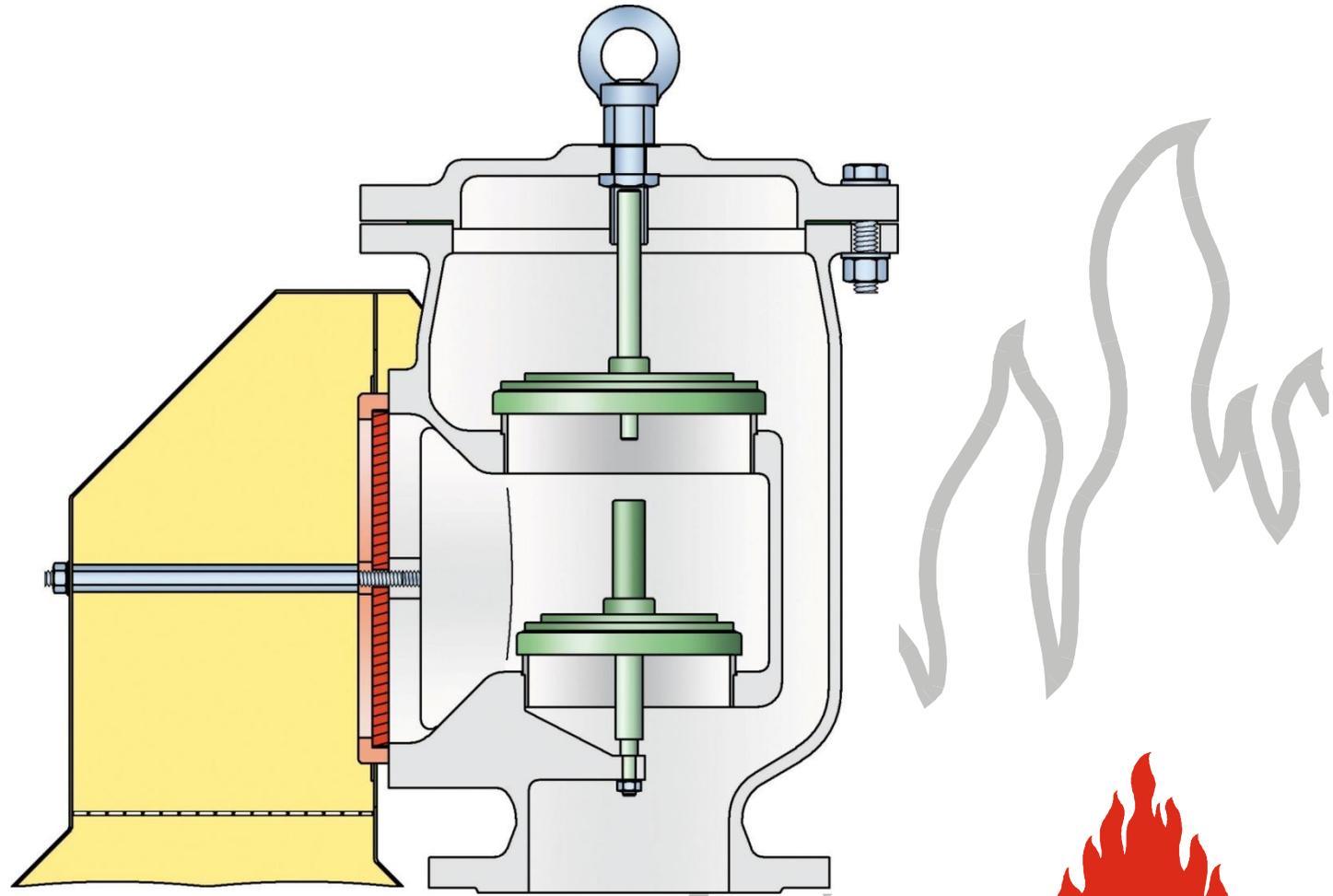
**PROTEGO® LH/AD**  
Deflagración atmosférica



**PROTEGO® VD/TS**  
Apagallamas combinado  
con válvula presión/vacío

# Final de línea

## Válvula presión/vacío con apagallamas (VD/TS)



# Final de línea

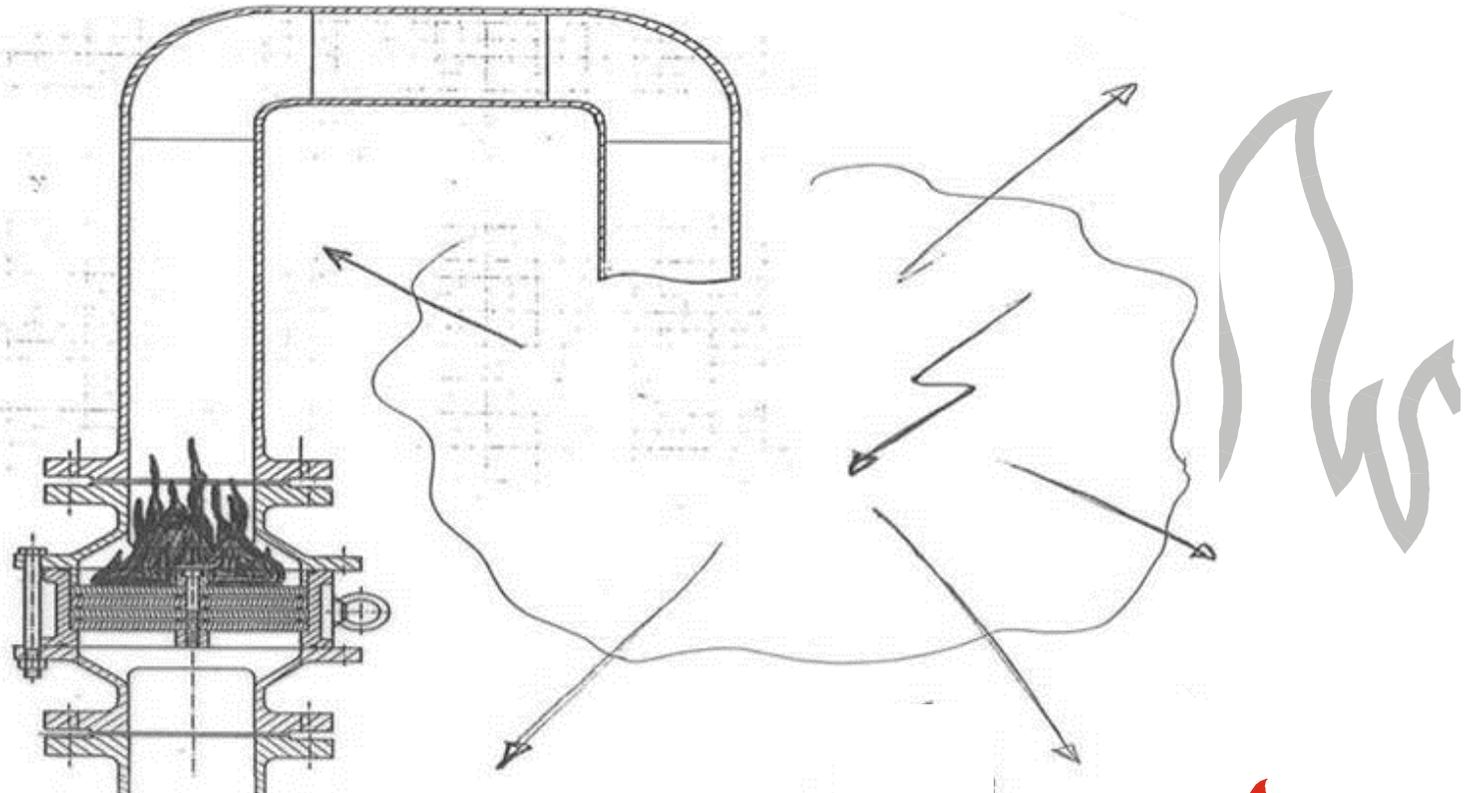
## Válvula presión/vacío con apagallamas

Según API 2000/ISO 28300 se deben proteger los depósitos de almacenamiento a presión atmosférica contra la propagación de las llamas procedentes del exterior si:

- El líquido almacenado tiene un punto de inflamación bajo (normalmente se considera inferior a 60°C); o
- La temperatura de almacenamiento puede sobrepasar el punto de inflamación; o
- El depósito pudiera contener, en cualquier caso, un espacio de vapor inflamable (p.e. diclorometano)

# Tecnología obsoleta

Apagallamas en línea con cuello de ganso:

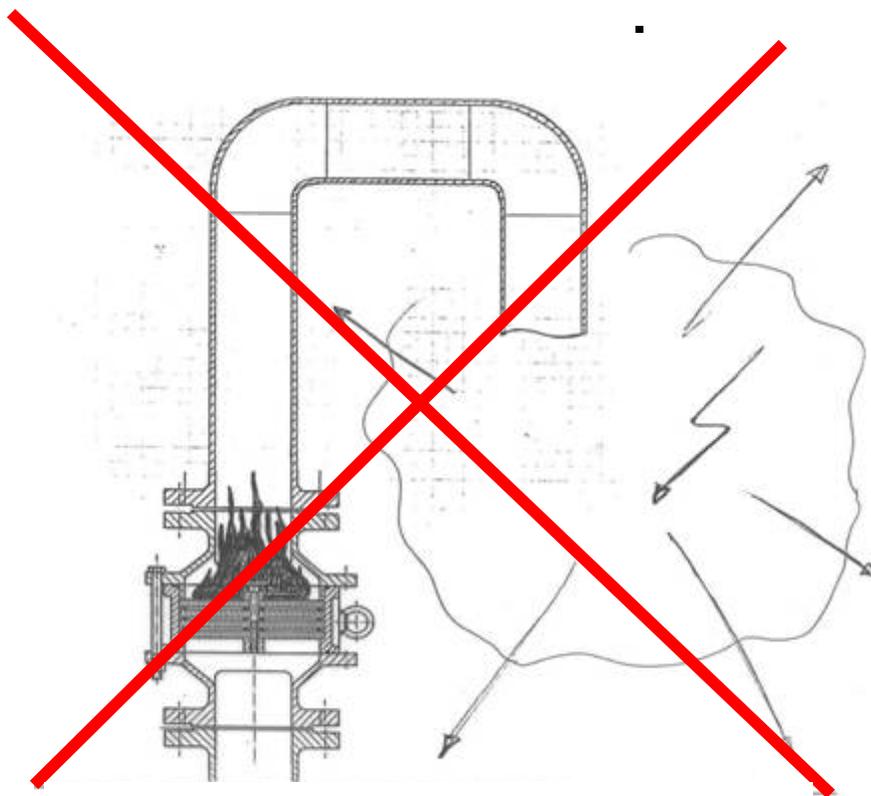


**CODO: ¡Alto riesgo de retroceso de llama (“Flashback”)!**



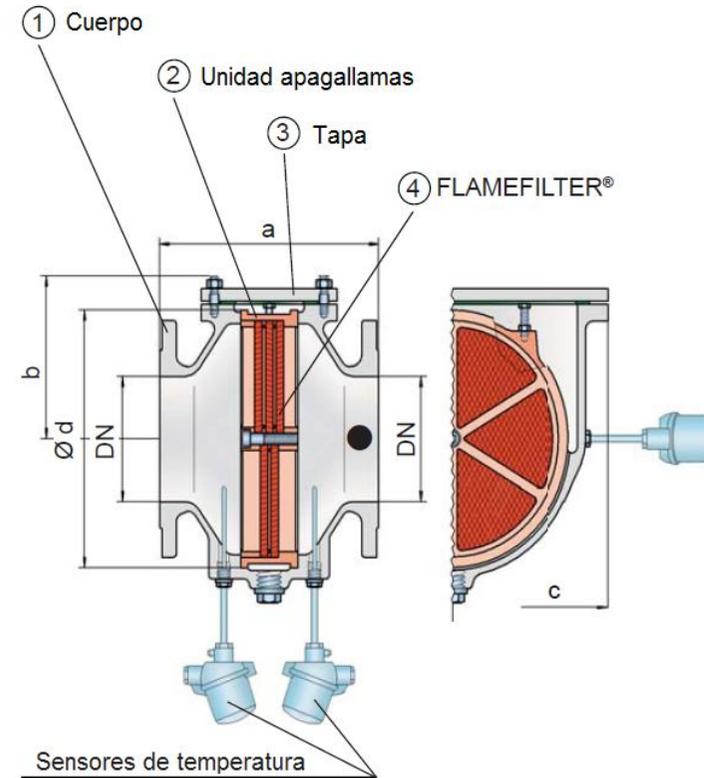
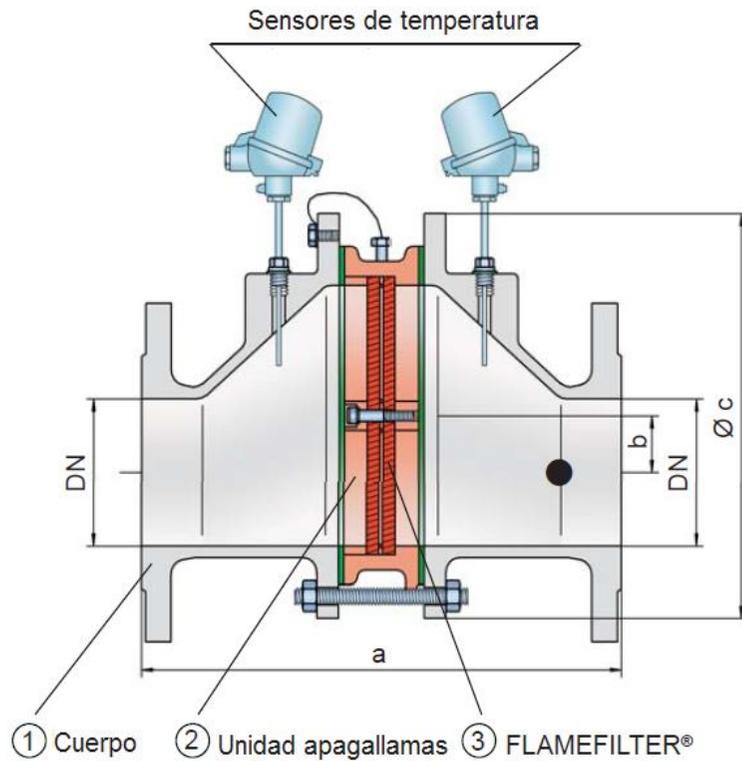
# Errores de aplicación

Los apagallamas en línea no deberían usarse para aplicaciones final de línea



Peligro de traspaso de la llama

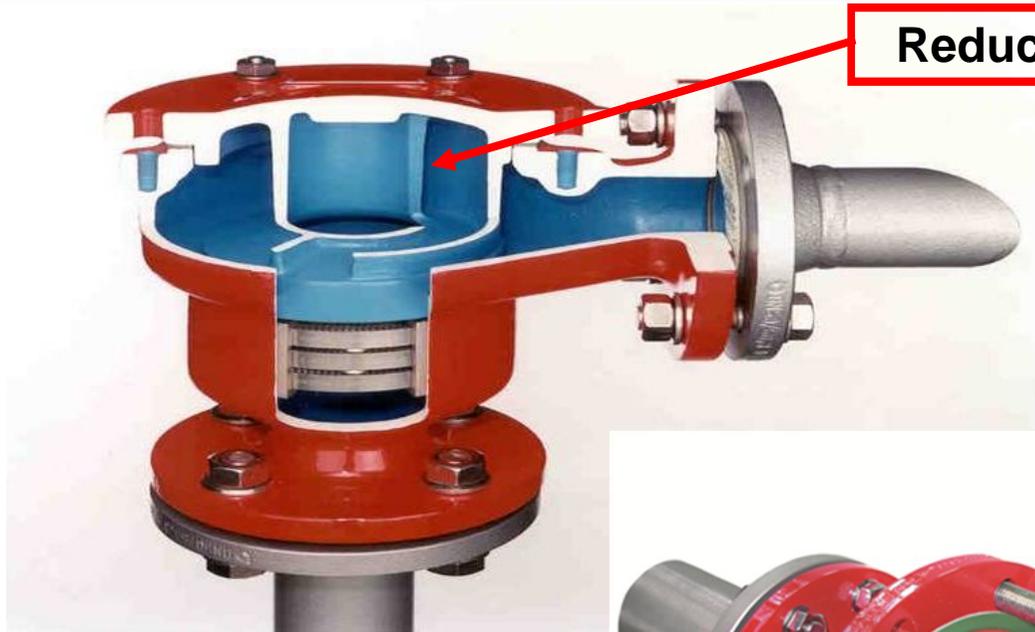
# En línea a prueba de deflagraciones



**PROTEGO España**  
Seguridad y protección del medio ambiente

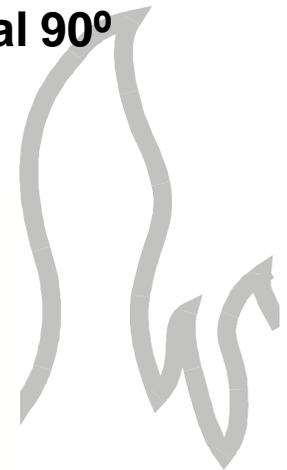
**PROTEGO**  
for safety and environment

# Apagallamas en línea a prueba de detonaciones

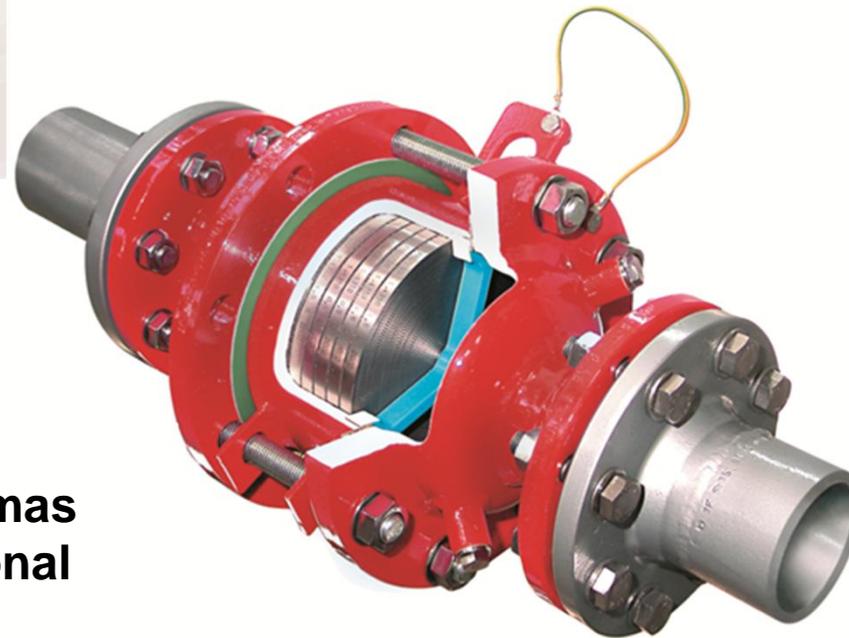


Reductor de choque

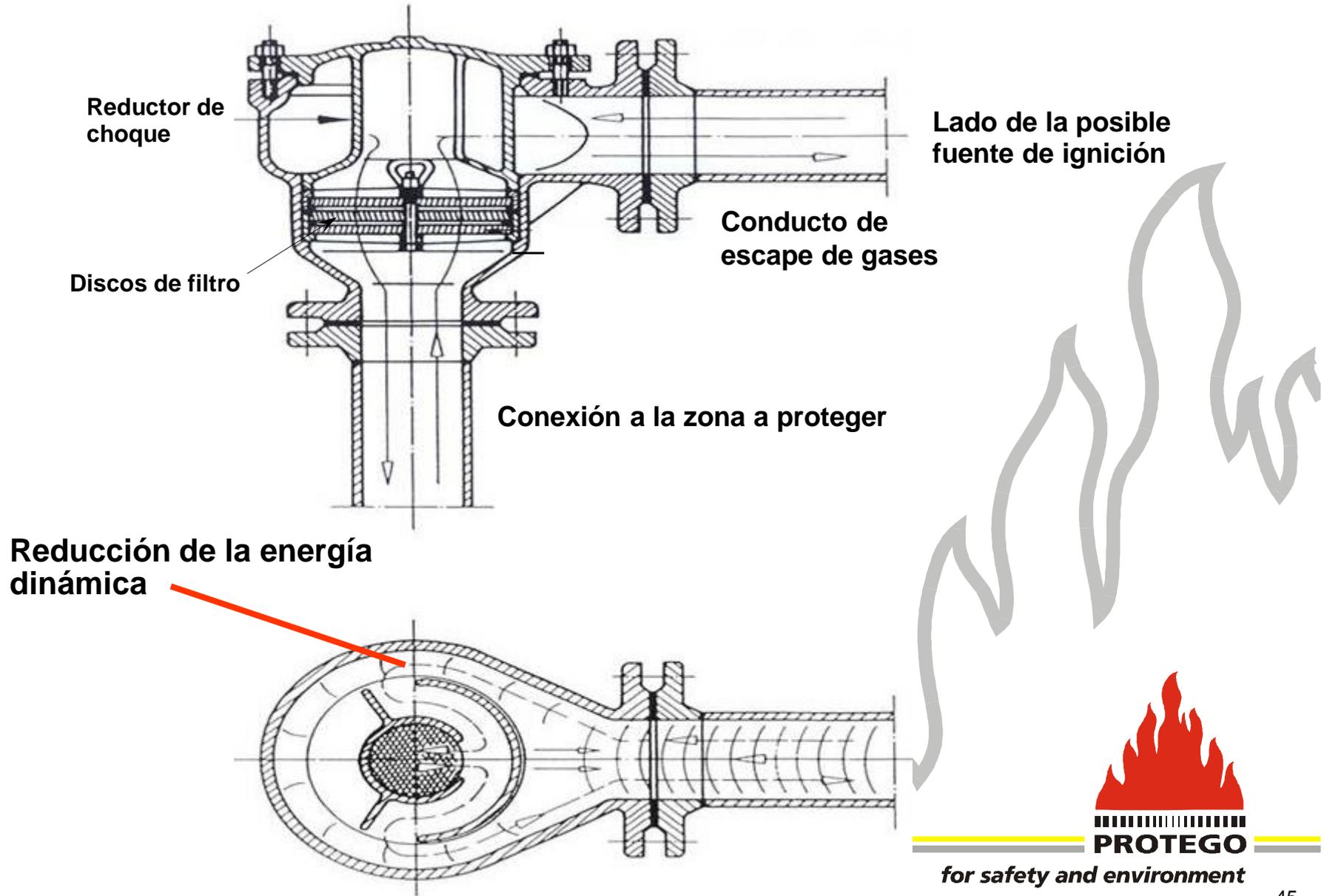
Apagallamas unidireccional 90°



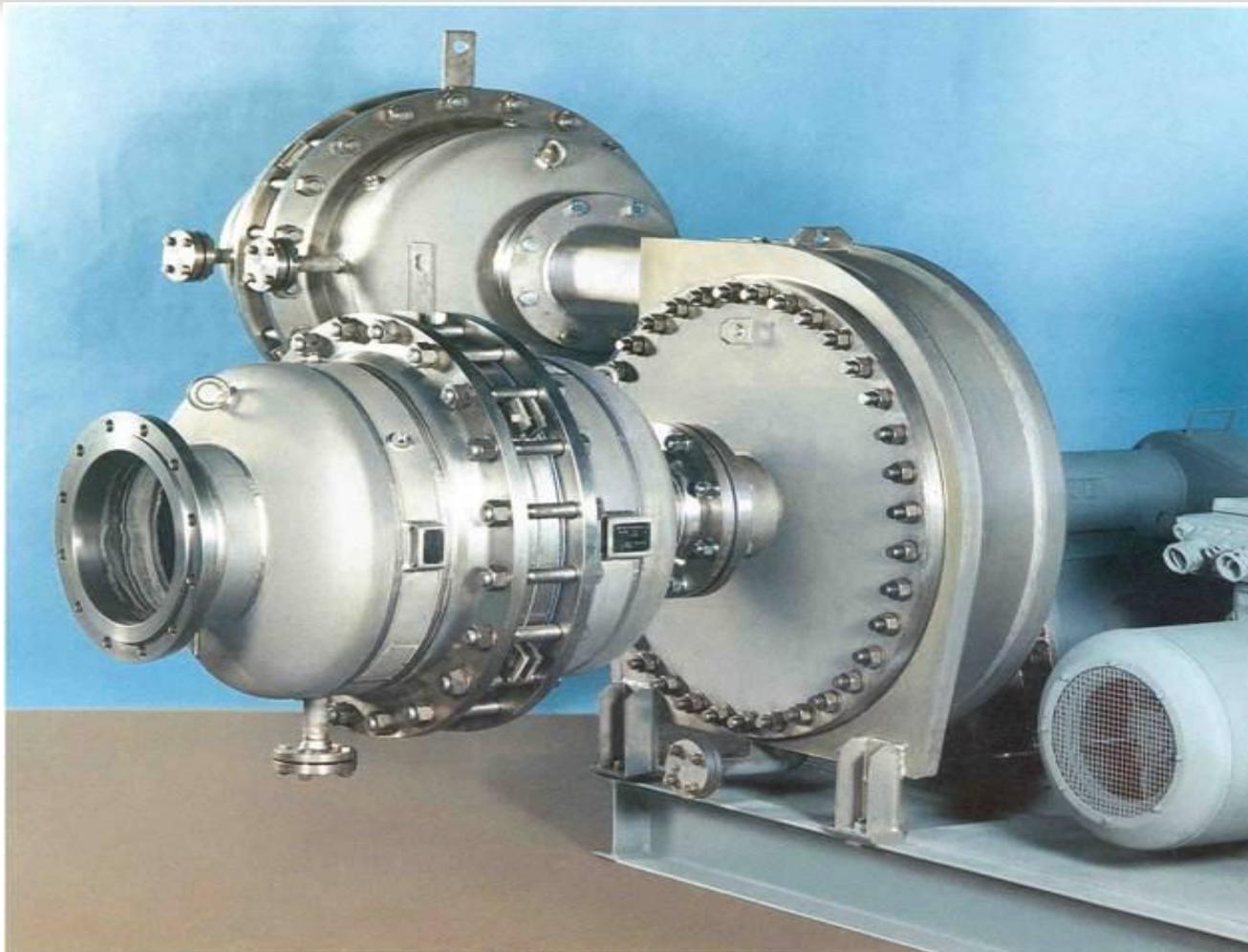
Apagallamas bidireccional



# Apagallamas en línea a prueba de detonaciones



# En el equipo



**Apagallamas en línea montado y HOMOLOGADO junto con el equipo**

**PROTEGO España**

*Seguridad y protección del medio ambiente*

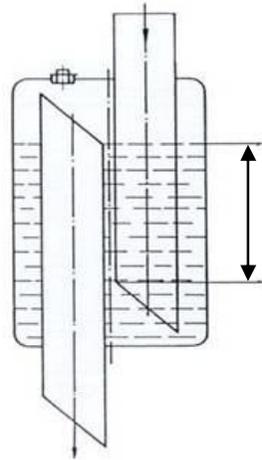
Dateiname



*for safety and environment*

# Apagallamas líquidos

## Apagallamas tipo sello líquido

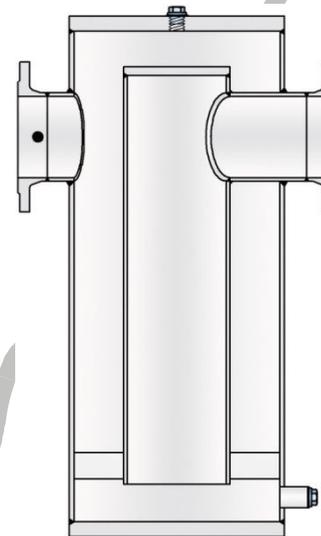


Altura del sello líquido



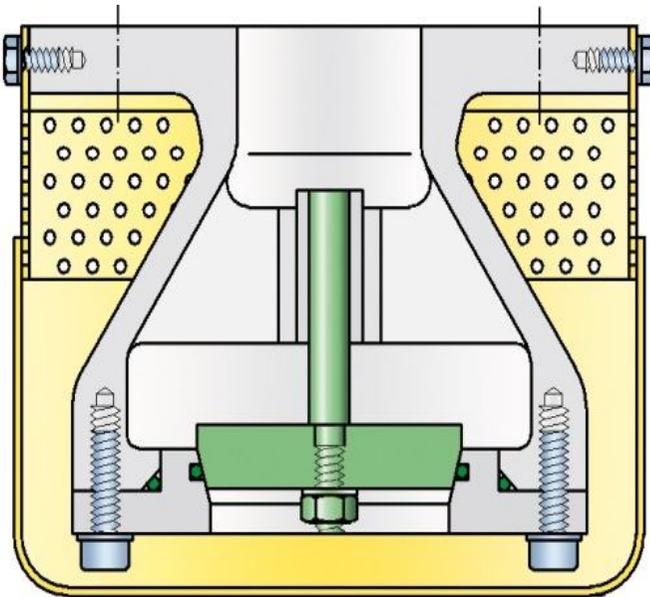
Ilustración de un sello líquido  
Para instalación fuera del tanque

- marcado con tanque

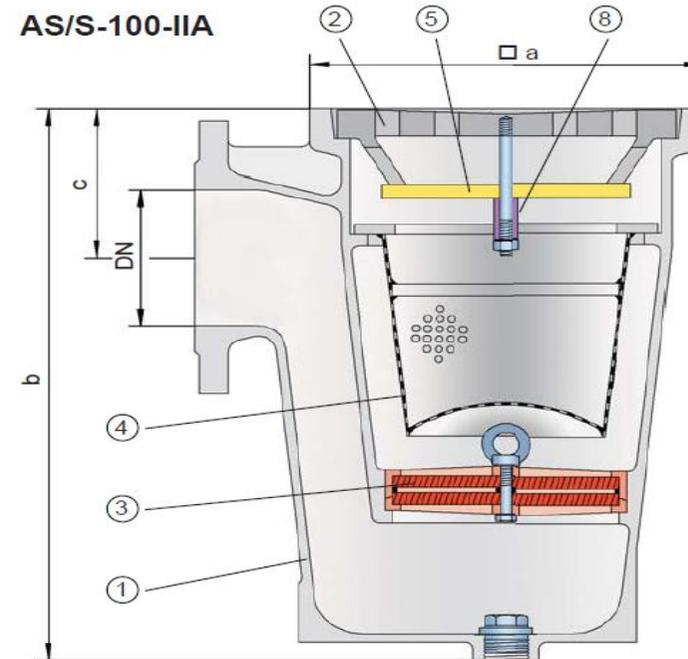


# Apagallamas Líquidos

## Apagallamas tipo sello líquido



Válvula de pie  
en línea de succión



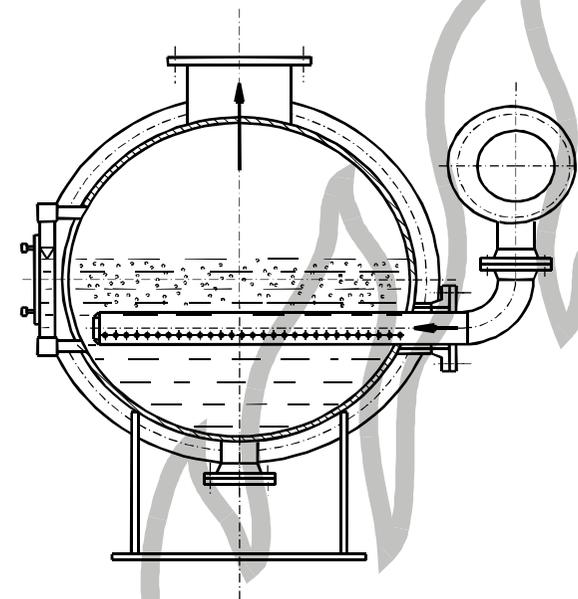
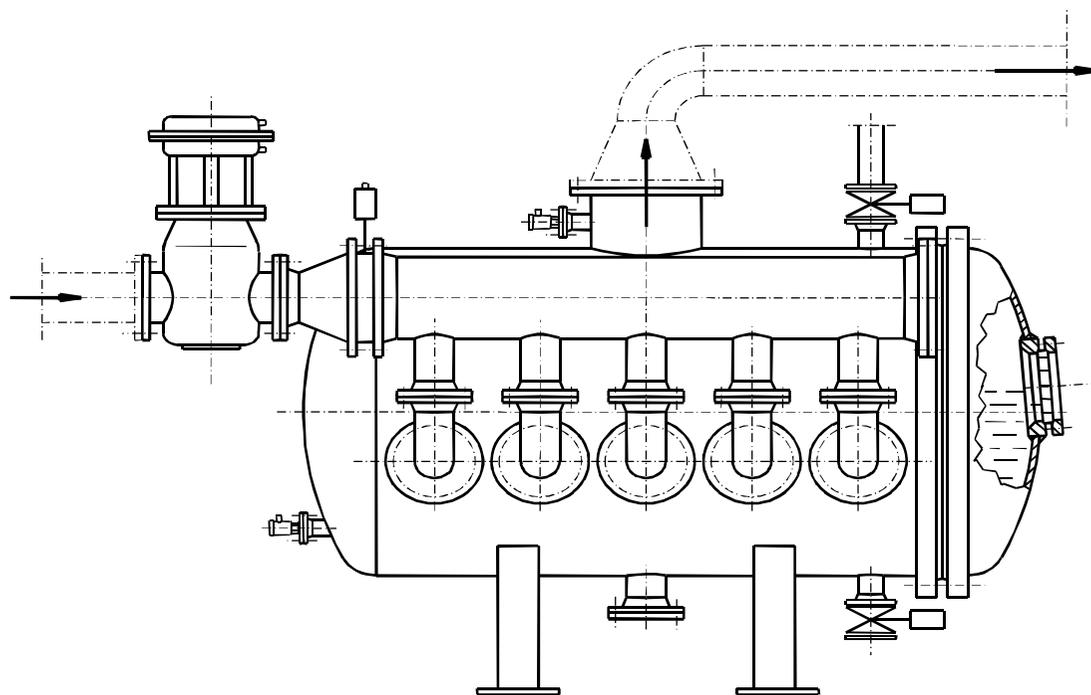
Sistema de drenaje en  
heliportos

# Apagallamas Hidráulico

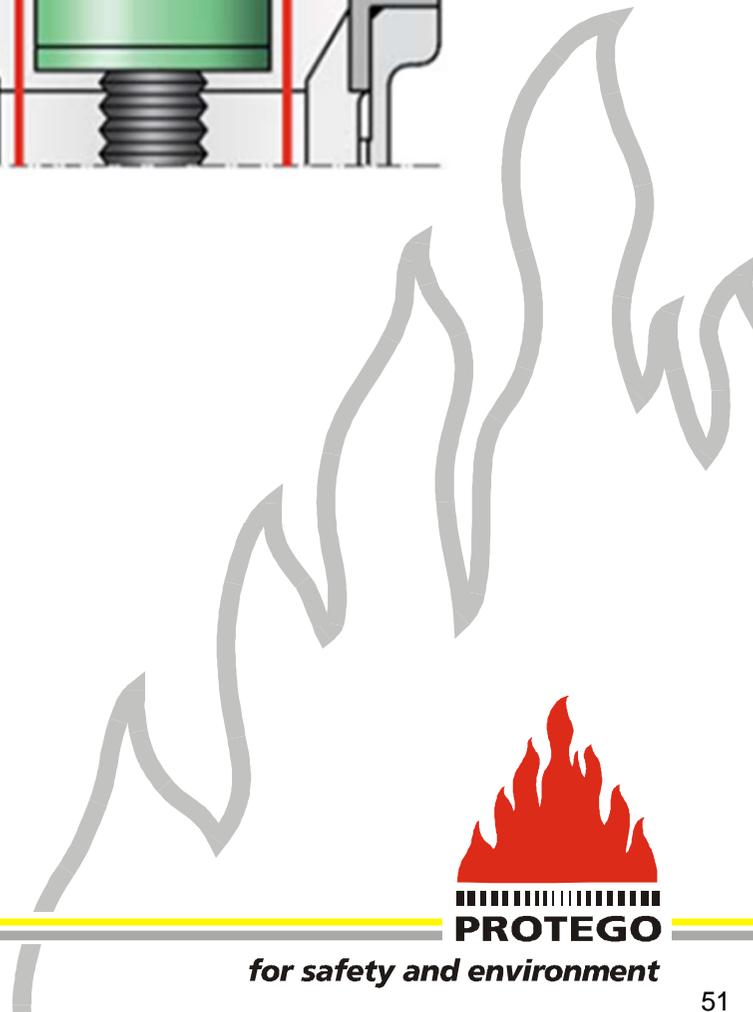
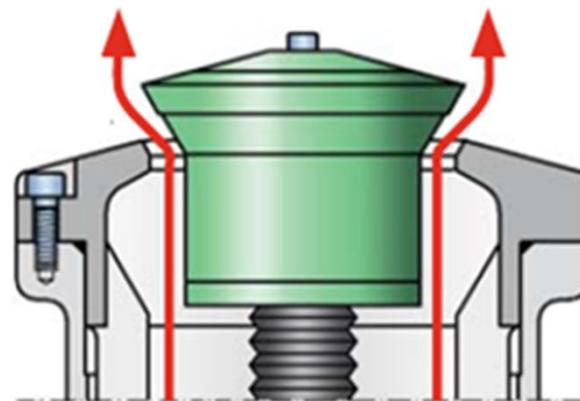
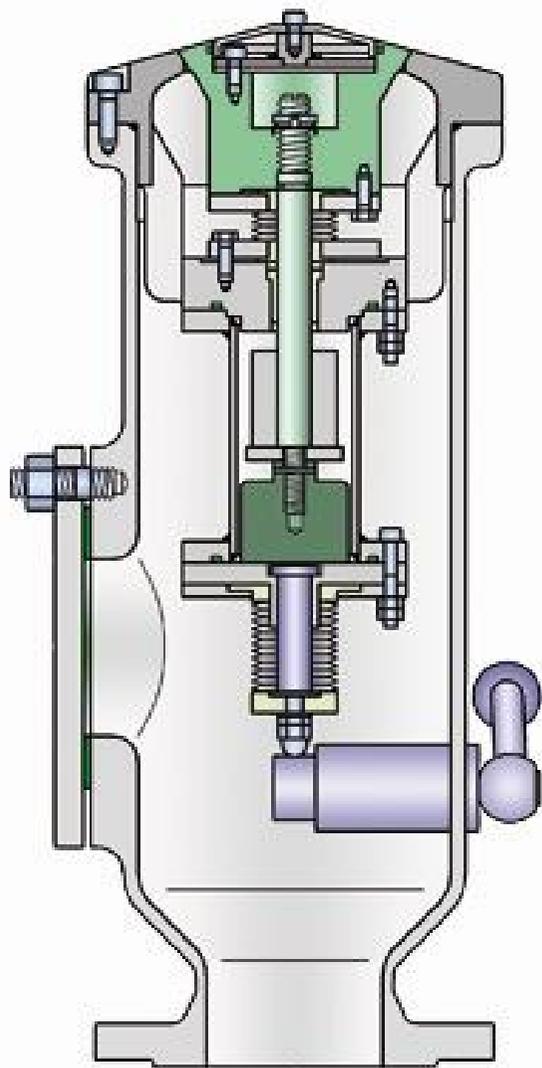


TS/E 2000-27 para GSK en Irlanda

# Apagallamas Hidráulico



# Apagallamas dinámico



# Apagallamas dinámico

Braunschweiger Flammenfilter GmbH

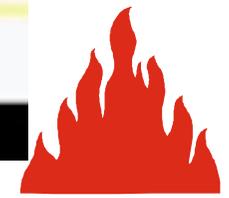
HIGH VELOCITY VALVE

approved flame arrester

Research and Development Centre Lehre

**PROTEGO España**

*Seguridad y protección del medio ambiente*

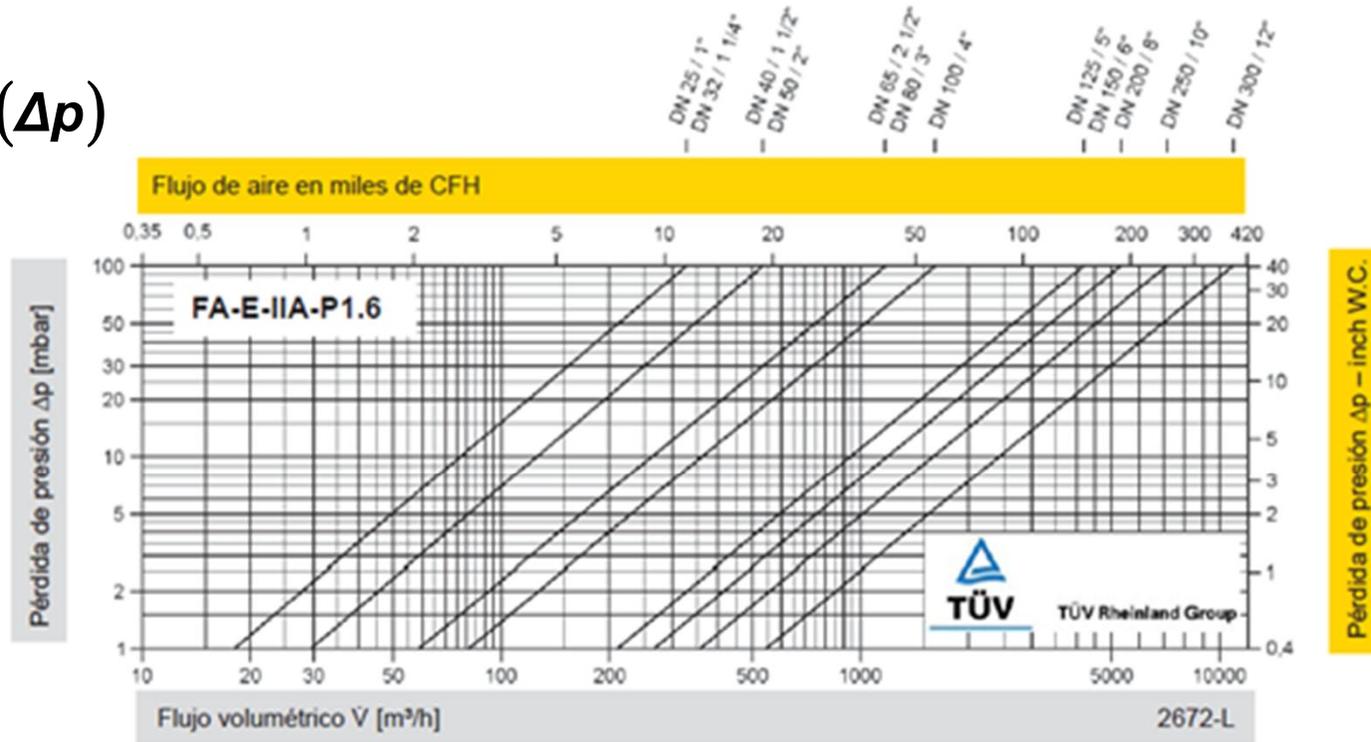


**PROTEGO**

*for safety and environment*

# Selección del Apagallamas (Diagramas de caudal)

$$\dot{V} = f(\Delta p)$$



Los diagramas de flujo volumétrico han sido determinados con un banco de pruebas de caudal calibrado y certificado por TÜV.  
 El diagrama de flujo volumétrico  $\dot{V}$  en [m³/h] y el CFH se refieren ambos a las condiciones de referencia estándar de aire ISO 6358 (20°C, 1bar).  
 Para la conversión a otras densidades y temperaturas referirse al Vol. 1: "Fundamentos Técnicos".

# Límites de aplicación según ISO 16852

## Temperatura de operación

- -20°C hasta +60°C
- >60 °C hasta <150 °C
- >150 °C. Certificación especial basada en la Norma EN 16852

## Presión de operación

- 0,8 bar hasta 1,1 bar (a)
- > 1,1 bar hasta <1,6 bar (a)
- > 1,6 bar. Certificación especial en base a la Norma EN 16852

# Límites de aplicación según ISO 16852

- No es para el acetileno, óxido de etileno, u otros gases químicamente inestables que tienden a autodescomponerse.
- No cubre el uso en atmósferas donde la concentración del oxígeno o nitrógeno es mayor que en el aire.
- Apagallamas integrados o combinados con soplantes, bombas, compresores...

# Límites de aplicación según ISO 16852

- Seguir siempre las indicaciones del manual del fabricante
- El operador debe revisar los apagallamas después de sus instalación para determinar los intervalos de mantenimiento necesarios en función de las condiciones específicas de operación.
- Incluso para productos limpios, se recomienda una primera inspección a los tres meses y al menos una cada año.

## Problemas a evitar

**Obstrucción. Corrosión. Daño mecánico**



# Problemas a evitar

**Obstrucción. Corrosión. Daño mecánico**



**PROTEGO**

# Problemas a evitar

**Obstrucción. Corrosión. Daño mecánico**



# Problemas a evitar

**Obstrucción. Corrosión. Daño mecánico**



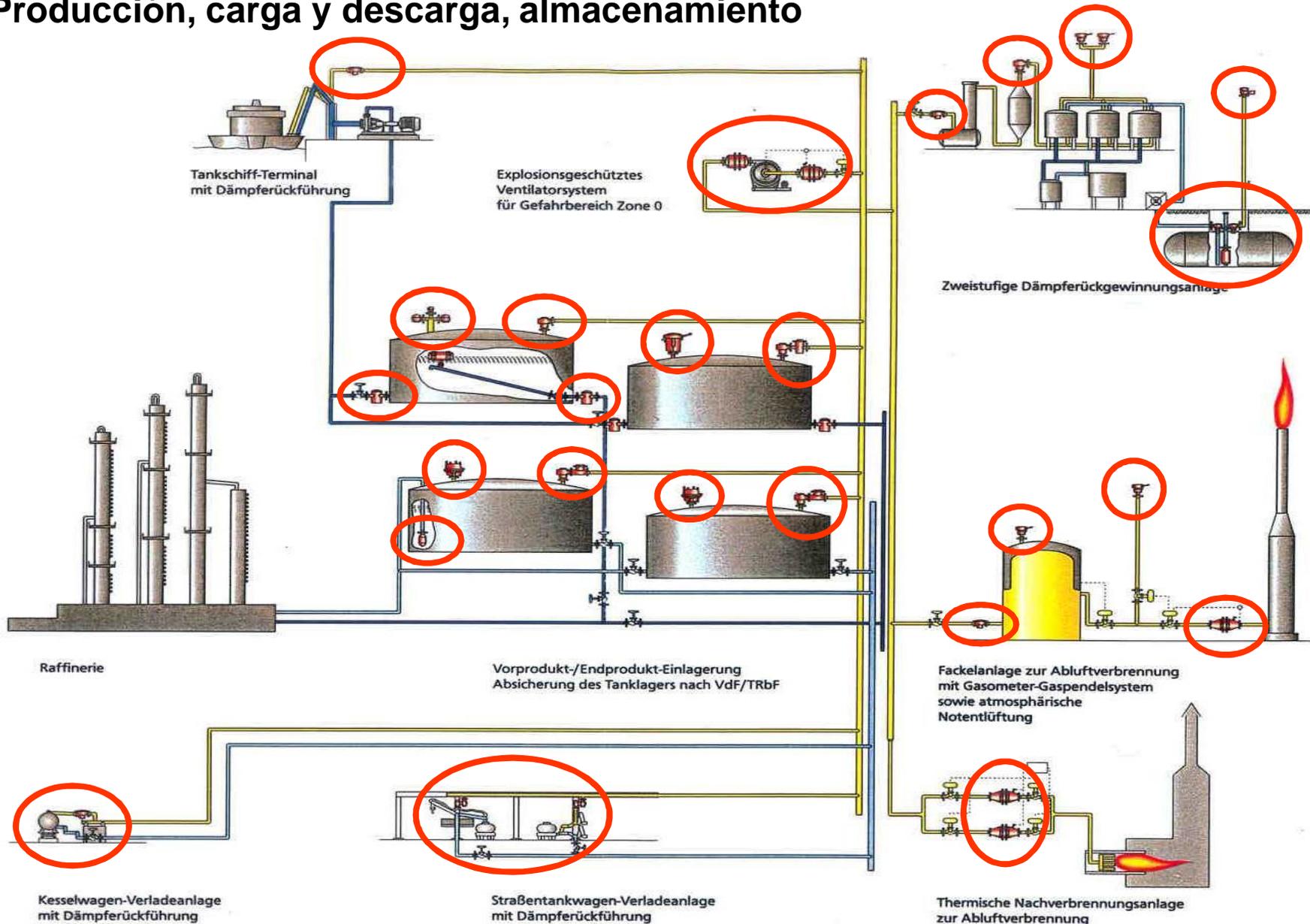
# Aplicaciones. Áreas de Protección

- Almacenamiento
- Producción
- Llenado y vaciado
- Proceso
- Recolección de vapores
- Balance de vapores
- Recuperación de vapores
- Destrucción de vapores



# Ejemplos de instalación

Producción, carga y descarga, almacenamiento



**Gracias por vuestra atención!**

**Preguntas???**

**PROTEGO**

Alfredo Távara Zanón

**PROTEGO España**  
*Seguridad y protección del medio ambiente*



**PROTEGO**  
*for safety and environment*