



## ANALISIS DE DISTINTOS TIPOS DE INSTALACIONES HIDRAULICAS DE EXTINCION, VENTAJAS E INCONVENIENTES.

### Justificación.

En los últimos años se ha reabierto el debate entre los distintos servicios de extinción nacionales acerca de la conveniencia de emplear etapas de alta presión (FPH) o de presión normal (FPN), con el objetivo de determinar cuál de estos sistemas de impulsión resulta más adecuado para alimentar una instalación hidráulica destinada a la extinción de incendios estructurales.

Sin embargo, desde una perspectiva operativa, esta polarización puede conducir a una simplificación excesiva de un problema considerablemente más complejo. Antes de decidir qué sistema de impulsión utilizar, parece más razonable determinar cuál es el **Caudal Táctico** necesario para afrontar con garantías el tipo de incendio al que previsiblemente nos enfrentaremos.

Una vez establecido dicho caudal, será posible evaluar qué instalación hidráulica resulta más adecuada para suministrarlo, considerando también aspectos como la maniobrabilidad de las líneas, las características y limitaciones de los materiales empleados, los requisitos para su correcta utilización, la seguridad de las instalaciones y las implicaciones derivadas del cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales, la capacidad de la bomba disponible y otros factores operativos relevantes.

El objetivo de este artículo es analizar algunos de los elementos que condicionan la operatividad de una instalación hidráulica de extinción, proporcionando al lector criterios técnicos que le permitan adoptar decisiones fundamentadas, eficaces y seguras, al margen de modas, inercias operativas o intereses particulares o comerciales.

### Caudal necesario para la extinción de incendios en viviendas o similares.

Hasta hace relativamente pocos años, esta cuestión apenas formaba parte del debate técnico en muchos de nuestros servicios de extinción. Paradójicamente, un aspecto tan determinante para la eficacia de las operaciones de extinción como la disponibilidad de un caudal mínimo adecuado quedaba frecuentemente relegado a un segundo plano.

En otros países, sin embargo, esta cuestión ha sido objeto de estudio y regulación desde hace décadas. Como ejemplo, la NFPA establece caudales mínimos en función de la tipología del incendio. Para incendios en viviendas, recomienda un caudal mínimo de 300 gpm (aproximadamente 1.100 lpm), distribuido entre dos líneas de ataque, de modo que la de menor caudal disponible entregue, al menos, 100 gpm (aproximadamente 400 lpm). Para cotas de incendio superiores a 23 metros, este valor se incrementa hasta los 500 gpm (aproximadamente 1.900 lpm), igualmente repartidos en dos líneas. De forma similar, en Francia, una normativa del Ministerio del Interior establece un caudal mínimo de 500 lpm para la extinción de incendios estructurales.



En España no existe actualmente una norma que determine de forma expresa el caudal mínimo necesario para la extinción de incendios estructurales. No obstante, durante los últimos años se ha producido un avance significativo en el estudio de las necesidades hidráulicas asociadas a este tipo de intervenciones. Gracias a ello, se está superando progresivamente el modelo tradicional de extinción basado en caudales de entre 150 y 200 lpm, cuya capacidad de extinción de un incendio desarrollado resulta claramente limitada, y en ocasiones insegura, frente a los incendios estructurales contemporáneos.

El análisis de la potencia térmica desarrollada por los incendios estructurales y de la capacidad de absorción térmica del agua pone de manifiesto la necesidad de disponer de caudales de extinción elevados. En este sentido, la Asociación GIE (<https://www.grupoincendioestructurales.com/>) recomienda disponer de un caudal mínimo de 400 lpm para el Tramo de Ataque y complementarlo con una línea auxiliar o SOS que, actuando de forma simultánea, debería aportar, idealmente, un caudal igual o superior al tramo de ataque

Como consecuencia de esta evidencia técnica, numerosos servicios de extinción nacionales han adaptado sus procedimientos operativos, implantando configuraciones hidráulicas que aseguran caudales tácticos de 400 lpm.

Se puede afirmar que existe actualmente un amplio consenso técnico en nuestro país respecto a la necesidad de disponer de un caudal mínimo próximo a los 400 lpm.

Conviene precisar que disponer de dicho caudal no implica necesariamente utilizarlo en su totalidad durante toda la intervención, sino contar con la capacidad operativa suficiente para aplicarlo cuando las condiciones del incendio, o la protección de víctimas e intervinientes, así lo requieran.

Tomando como referencia este caudal objetivo, analizaremos a continuación las distintas configuraciones hidráulicas que permiten alcanzarlo y las implicaciones operativas asociadas a cada una de ellas.

## Instalaciones de extinción.

Vamos a analizar las distintas soluciones operativas disponibles para alcanzar los caudales requeridos. Para ello, es necesario considerar en primer lugar las características de los materiales y sus limitaciones de uso, incluyendo las presiones de servicio, el peso de los equipos, las pérdidas de carga y las presiones máximas de trabajo de cada tipo de bomba. Este análisis permitirá determinar la presión necesaria en impulsión, evaluar el esfuerzo físico requerido para desplegar y mover la instalación, identificar los riesgos asociados a cada maniobra y conocer los caudales máximos alcanzables en cada configuración, entre otros aspectos relevantes.

### A- Mangueras.

En la práctica, dado que el interior empleado por todos los fabricantes es caucho, las diferencias en las pérdidas de carga resultan mínimas, de forma que usaremos la misma referencia para igual diámetro, obteniendo así la siguiente tabla comparativa<sup>1</sup>:

---

<sup>1</sup> Las pérdidas de carga han sido obtenidas mediante pruebas prácticas, así como mediante software de cálculo de instalaciones hidráulicas (Pipeflow Wizard), excepto las de 28 mm que se han empleado los valores suministrados por el fabricante en su publicidad.



Manguera	Diámetro	Material	Peso gr/m.	P. Servicio	PC 20m. Q400 lpm
Gomdur	25 mm	Caucho	260	45	11 bar
Armtex Storm <sup>2</sup>	28 mm	Caucho	300	40	5.3 bar
GH Titan Xtrem	38 mm.	Textil	240	16	1.2 bar
Blindex	45 mm	Caucho	400	21	0.6 bar
Armtex HP	45 mm.	Caucho	551	40	0.6 bar
GH Titan Xtrem	45 mm.	Textil	310	16	0.6 bar
GH Titan Xtrem	70 mm.	Textil	530	16	0.1 bar
Armtex HP	65.5 mm	Caucho	890	28	0.1 bar
Blindex	70 mm.	Caucho	680	18	0.1 bar

Lo primero que llama la atención de estos datos es que la mayor presión máxima de servicio es del modelo Gomdur (25 mm) con 45 bar, por encima del PN40 que pueden admitir los elementos más resistentes de la instalación, y por debajo de los 54,5 bar que son capaces de proporcionar las bombas actuales de nuestros camiones de bomberos. Esto debe hacernos reflexionar hasta qué punto estamos trabajando, en muchas ocasiones, por encima de las presiones máximas que establecen los fabricantes y los riesgos asociados a ellos.

En segundo lugar, se observa que la manguera de 28 mm pesa únicamente 10 gramos menos por metro que una manguera textil de 45 mm. Esto supone una diferencia aproximada de 200 gramos por manguera completa, por lo que, en una instalación por tramo de escalera, el peso total a transportar puede considerarse prácticamente equivalente para ambos diámetros. Además, en la práctica, las mangueras textiles deslizan mejor que las de caucho por los suelos habituales de viviendas, por lo que el esfuerzo de tracción a igual diámetro es menor en textil que en caucho, cuestión no menor y para tener en cuenta.

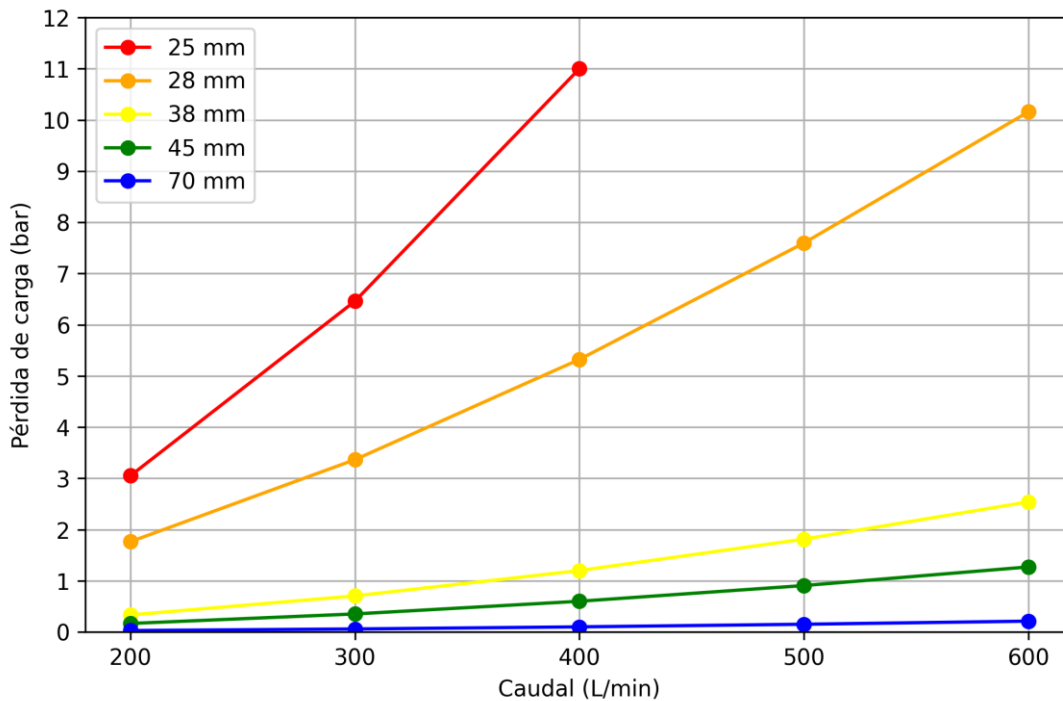
También puede apreciarse de un primer vistazo la reducción exponencial de las pérdidas de carga con el diámetro, con valores muy asumibles a partir de los 45mm.

Aunque existe una ventaja objetiva en favor de la manguera de menor diámetro cuando están llenas de agua, parece relativamente reducida en comparación con las exigencias físicas inherentes al trabajo de bombero profesional, por lo que probablemente el factor limitante no sea el esfuerzo máximo en el despliegue o movimiento de la línea de ataque, sino la gestión de la línea en cambios de dirección, rozamientos, pasos de puertas, etc. En estas situaciones, el diámetro tiene una influencia limitada, siendo mucho más determinante la técnica de manejo empleada por el binomio y de una correcta gestión de la línea en los puntos conflictivos, evitando traccionar mediante fuerza bruta.

La gráfica de pérdidas de carga para mangueras de 20m. en 25mm., 28mm., 38mm., 45mm., y 70 mm., quedaría del siguiente modo:

---

<sup>2</sup> Las PC de las mangueras de 28mm son extraídas de la publicidad del propio fabricante, si bien las herramientas de software dan pérdidas mayores.



Por último, cabe señalar que en la tabla no se ha incluido el precio de cada tipo de manguera, un criterio que también debe ser tenido en cuenta por cualquier gestor público.

No abordaremos en este artículo la cuestión relativa a los racores ni a sus presiones de servicio. No obstante, conviene destacar que la norma UNE 23400, aplicable al racor Barcelona, únicamente establece una presión de 20 bar para garantizar la estanqueidad del conjunto. En ningún caso contempla la capacidad de soportar presiones de 40 o 54,5 bar, valores que, como mínimo, deberían alcanzarse para permitir su utilización en etapas de alta presión. Esta cuestión está generando un intenso debate en el seno del comité de normalización, debido a la dificultad técnica que supone lograr que estos racores soporten la presión máxima de una FPH40, fijada en 54,5 bar.

Tampoco corresponde a este informe abordar la problemática que rodea en la actualidad al cumplimiento de la UNE 23091-2B por parte de los fabricantes que supone, de facto, que ninguna manguera esté realmente certificada para el cumplimiento de esta norma.

Asimismo, sigue pendiente la validación del conjunto formado por la unión racor-manguera con el fin de garantizar su seguridad y fiabilidad en servicio.

## B- Lanzas.

En Europa, las lanzas de extinción de incendios utilizadas por los servicios de bomberos están reguladas por la norma UNE-EN 15182. En su Parte 4, esta norma establece los requisitos aplicables a las lanzas de presión nominal 40 (PN40), es decir, lanzas de alta presión.

Conviene recordar que la propia norma define la presión nominal como la “presión máxima de trabajo”. Cuando la lanza se cierra y se pasa a caudal 0 la presión será la misma que la que esté suministrando la bomba en esa situación menos la presión de la altura a la que se encuentre lanza. Este punto es crucial tenerlo en cuenta cuando se trabaja con la etapa de alta (FPH) pues la subida de presión es muy elevada al pasar a caudal 0, además del pico de presión que se puede provocar por el efecto “golpe de ariete” ante cierres rápidos. Asimismo, establece que el caudal máximo de estas lanzas no debe superar los 250 lpm.



Por tanto, cualquier lanza que se comercialice o se presente como conforme a la UNE-EN 15182-4 y que ofrezca caudales superiores a 250 lpm estaría incumpliendo de forma evidente los límites establecidos por dicha norma.

UNE-EN 15182-4:2021

- 6 -

### 1 Objeto y campo de aplicación

Además de los requisitos establecidos en la Norma EN 15182-1:2019, esta norma se aplica a las lanzas de manguera manuales de alta presión (difusores) con una presión nominal de 40 bar (4,0 MPa) PN 40 con un caudal máximo hasta 250 l/min a una presión de referencia de 6 bar (0,6 MPa). Esta norma trata de:

- requisitos de seguridad;
- requisitos de comportamiento;
- métodos de ensayo.

Esta norma se aplica a las lanzas definidas en el anexo A de la Norma EN 15182-1:2019.

*Extracto de la norma UNE-en 15182-4 para lanzas PN40*

En la actualidad, y afortunadamente, la normativa de Prevención de Riesgos Laborales (PRL) se está aplicando de manera cada vez más rigurosa en los servicios de bomberos. En este contexto, los responsables técnicos que acepten o adquieran lanzas marcadas como PN40 con caudales superiores a los permitidos por la norma deben ser conscientes de las posibles implicaciones derivadas de esa decisión en caso de accidente relacionado con su uso.

Por otra parte, disponemos de lanzas con caudales de hasta 1.000 lpm y clasificación PN16, reguladas por la norma UNE-EN 15182-2. Estas presentan una presión de rotura de 60 bar con lanza cerrada. En consecuencia, la utilización de una lanza PN16 conectada a la etapa de alta presión supone un nivel de riesgo muy elevado, ya que la etapa de alta presión de los vehículos contraincendios actuales podría trabajar de forma continuada hasta 54,5 bar, valor muy próximo a la presión de rotura declarada por el fabricante.

UNE-EN 15182-2:2020

- 12 -

### 4.3 Características hidráulicas

#### 4.3.1 Generalidades

Salvo que se especifique lo contrario, los ensayos deben realizarse a la presión de referencia  $p_R$  tras los ensayos especificados en la Norma EN 15182-1:2019, en el siguiente orden:

- 4.2.4 ángulos de pulverización y posiciones de ajuste del chorro,
- 4.3.2 caudales,
- 4.3.3 alcance efectivo,
- 4.3.4 control de la presión para las lanzas tipo 4,
- 4.4 estanquidad;
- 4.5 comportamiento hidrostático.

Para la determinación de las características hidráulicas se deben utilizar las siguientes presiones:

- presión de referencia:  $p_R = 6 \text{ bar} \pm 0,1 \text{ bar}$ ;
- presión media para las lanzas tipo 4:  $p_m$ ;
- presión nominal:  $p_N = 16 \text{ bar}$ ;
- presión de ensayo:  $p_t = 25,5 \text{ bar}$ ;
- presión de rotura:  $p_B = 60 \text{ bar}$ .

*Extracto de la norma UNE-en 15182-2 para lanzas PN16*



Además, debe tenerse en cuenta que el uso intensivo al que se someten estos equipos en las intervenciones diarias puede provocar una reducción de sus prestaciones mecánicas y de la presión de rotura obtenida en los ensayos de homologación.

A ello se añade el hecho de que la lanza estaría trabajando muy por encima de su presión nominal de servicio (PN16), circunstancia que podría resultar incompatible con los principios de utilización segura de los equipos de trabajo recogidos en la normativa de prevención de riesgos laborales

Podríamos debatir sobre la obligatoriedad o no de las normas UNE-EN. Sin embargo, lo que no admite discusión es que, cuando se afirma el cumplimiento de una norma, debe garantizarse su observancia íntegra. Esto es especialmente relevante porque pueden darse interpretaciones comerciales que no siempre se corresponden con el alcance, los requisitos o las limitaciones reales de determinadas normas.

## **C- Bifurcaciones.**

Otro elemento fundamental en nuestras instalaciones son las bifurcaciones, reguladas por la norma UNE-EN 17407, aunque la mayoría de los modelos comercializados no disponen de certificación conforme a dicha norma.

La UNE-EN 17407 establece una presión máxima de servicio de 16 bar para estos elementos, sin que exista actualmente una norma específica que contemple bifurcaciones destinadas a trabajar con presiones de servicio superiores. La mayor parte de las bifurcaciones están clasificadas como PN16. No obstante, algunos fabricantes comercializan modelos para los que garantizan un funcionamiento no certificado PN30; aun así, estas presiones de servicio resultan insuficientes para trabajar en la etapa de alta presión de las bombas de nuestros vehículos.

En estas condiciones de funcionamiento, es habitual que se alcancen presiones superiores a 40 e incluso 50 bar cuando se pasa de un régimen de caudal de trabajo a caudal cero, por ejemplo, al cerrar una lanza. Por este motivo, el empleo de bifurcaciones en líneas alimentadas mediante etapas de alta presión debería limitarse exclusivamente a equipos específicamente diseñados, ensayados y certificados para trabajar con las presiones máximas previsibles del sistema.

Asimismo, los responsables de compras deberían exigir y verificar la documentación acreditativa que certifique los ensayos de resistencia y las presiones máximas de trabajo que los fabricantes declaran para estos equipos.

## **D- Columna seca.**

Según el RIPCI, las columnas secas serán de acero galvanizado, con diámetro nominal de 80 mm. Con este diámetro, las pérdidas de carga pueden considerarse prácticamente despreciables para caudales de hasta 1.000 l/min. En cuanto a la presión mínima de servicio exigida, esta es de 15 bar para columnas secas de hasta 30 metros de altura y de 25 bar para aquellas que superen dicha altura.

Por este motivo, el empleo de la etapa de alta presión puede entrañar el riesgo de superar ampliamente estos valores cuando se demandan caudales elevados y se cierra la lanza.

Por ejemplo, en una bomba GODIVA, si se requieren 16 bar para suministrar 500 l/min a través de una columna seca utilizando la etapa de alta presión, el cierre de la lanza provocará un aumento de la presión

hasta aproximadamente 40 bar (véanse las curvas de las bombas en el apartado siguiente). Esta situación supone un riesgo significativo de sobrepresión y posible rotura de la columna seca. En cambio, si el suministro se realiza mediante la etapa de baja presión, el cierre de la lanza apenas producirá un incremento de presión, eliminando prácticamente este riesgo.

Es evidente que estos sistemas también presentan ciertos inconvenientes. Entre ellos, cabe destacar que, incluso con un mantenimiento adecuado, pueden acumular suciedad o restos en su interior que lleguen a obstruir la lanza. Por este motivo, se recomienda el uso de lanzas *Smooth Bore* siempre que vaya a trabajarse con columna seca, ya que permiten desalojar con mayor facilidad la suciedad y evitar dichas obstrucciones, ahora bien hay que ser conscientes que con estas lanzas las técnicas de aplicación de agua son diferentes a las lanzas de efectos y por ello se deben conocer y entrenar dichas técnicas. Además, ofrecen la ventaja de trabajar a presiones más bajas, lo que permite mantener un alcance eficaz del chorro e incluso alcanzar mayores alturas.

## E- Bombas.

Las bombas utilizadas en los actuales vehículos de extinción de incendios en Europa deben cumplir, por lo general, los requisitos establecidos en la norma UNE-EN 1028. Esta norma define diferentes categorías de bombas. En lo que respecta a las denominadas bombas de baja presión, contempla tres tipos: FPN 6, FPN 10 y FPN 15.

Las más habituales son las FPN 10, aunque en los últimos años algunos servicios de bomberos han comenzado a incorporar bombas FPN 15. Dentro de cada categoría existen diversas clasificaciones en función del caudal suministrado. Las presiones límite establecidas por la norma son de 17 bar para las FPN 10 y de 20 bar para las FPN 15.

Por otro lado, se encuentran las bombas equipadas con etapa de alta presión, clasificadas por la norma como FPH 40. En este caso existe una única clasificación, la FPH 40-250, que establece que la bomba debe suministrar, como mínimo, un caudal de 250 lpm a una presión de 40 bar. Dado que este valor de caudal es un mínimo, existen modelos capaces de superar ampliamente dicha prestación. La presión límite y la máxima a válvula cerrada establecida para estas bombas es de 54,5 bar.

Las etapas de alta presión están diseñadas para proporcionar caudales relativamente bajos —normalmente inferiores a 500 lpm— a presiones elevadas. Como consecuencia, sus curvas características presentan una pendiente muy pronunciada, lo que significa que pequeñas variaciones en el caudal generan importantes cambios de presión, incluso sin modificar el régimen de giro de la bomba. Estos cambios de presión generan solicitaciones importantes para la instalación que pueden afectar a la durabilidad y mantenimiento de la bomba e incluso producir algún accidente, como ya se ha comentado.

La magnitud de esta variación depende del fabricante y del diseño concreto de la bomba. No obstante, es habitual que la presión aumente desde aproximadamente 25 bar, trabajando con caudales cercanos a 300 lpm, hasta superar los 40 bar cuando el caudal se reduce a cero. Esta situación se produce con frecuencia durante las intervenciones, por ejemplo, al interrumpir momentáneamente el lanzamiento de agua para desplazarse, evaluar los efectos de la aplicación sobre el incendio o realizar técnicas de pulsación.

Por este motivo, cuando se utilicen etapas de alta presión, todos los componentes de la instalación, mangueras, racores, lanzas, válvulas y demás elementos, deben disponer de una presión de servicio mínima de 40 bar, y la bomba no debería estar trabajando a un régimen que suponga presiones por encima de esos 40 bar, como norma general. Incluso cumpliendo este requisito, se alcanzarán presiones superiores en

determinadas circunstancias; para esos momentos puntuales – y no para un uso continuado – existen los factores de seguridad.

La utilización de equipos diseñados para trabajar con una presión de servicio inferior a la que suministra la bomba implica asumir un riesgo significativo de accidente debido a posibles fallos o roturas provocados por sobrepresión.

La siguiente imagen muestra la tabla de clasificación de las bombas y sus características principales:

**Tabla 4 – Bombas centrífugas contra incendios con presiones de descarga nominales de 10 bar**

<b>Designación abreviada</b>	<b>Presión de descarga nominal</b> $p_N$ bar	<b>Caudal de descarga nominal</b> $Q_N$ l/min	<b>Presión límite</b> $p_{a \text{ lim}}$ bar	<b>Presión de prueba dinámica</b> $p_{pd}$ bar	<b>Presión a válvula cerrada</b> $p_{a0}$ bar
FPN 10 -750	10	750	17	22,5	10 a 17
FPN 10 - 1 000	10	1 000	17	22,5	10 a 17
FPN 10 - 1 500	10	1 500	17	22,5	10 a 17
FPN 10 - 2 000	10	2 000	17	22,5	10 a 17
FPN 10 - 3 000	10	3 000	17	22,5	10 a 17
FPN 10 - 4 000	10	4 000	17	22,5	10 a 17
FPN 10 - 6 000	10	6 000	17	22,5	10 a 17

**Tabla 5 – Bombas centrífugas contra incendios con presiones de descarga nominales de 15 bar**

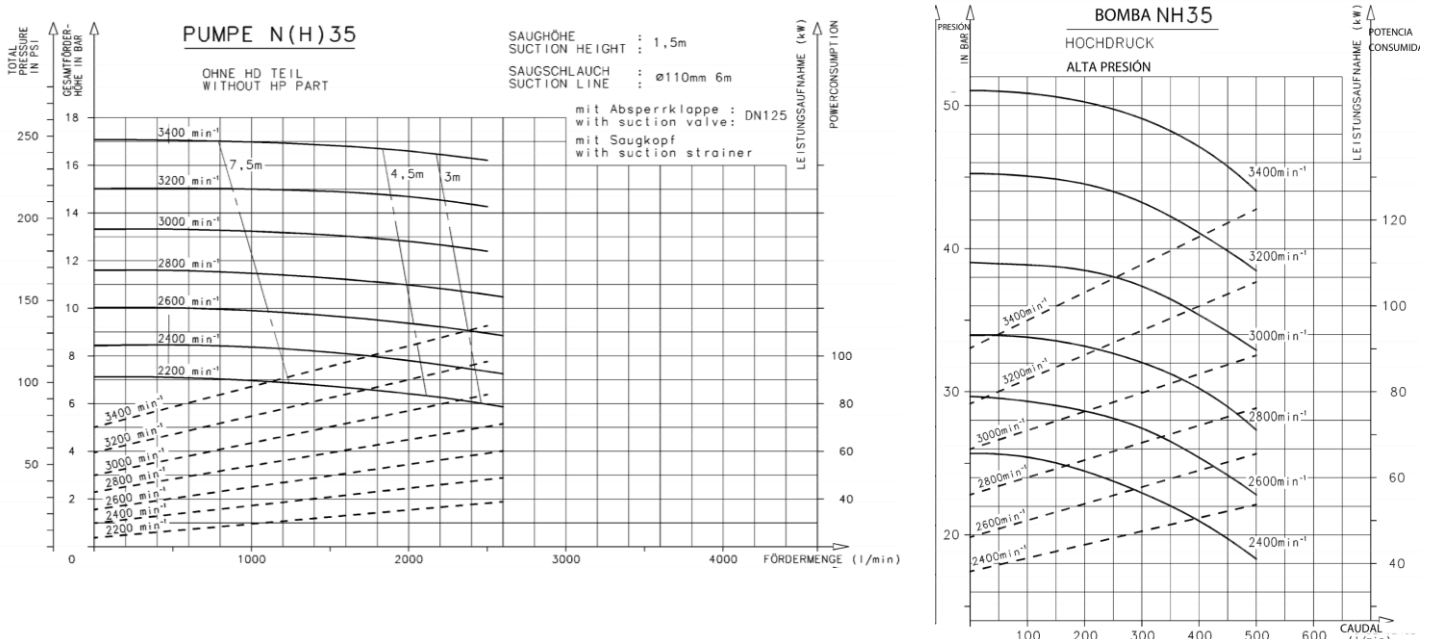
<b>Designación abreviada</b>	<b>Presión de descarga nominal</b> $p_N$ bar	<b>Caudal de descarga nominal</b> $Q_N$ l/min	<b>Presión límite</b> $p_{a \text{ lim}}$ bar	<b>Presión de prueba dinámica</b> $p_{pd}$ bar	<b>Presión a válvula cerrada</b> $p_{a0}$ bar
FPN 15 - 1 000	15	1 000	20	25,5	15 a 20
FPN 15 - 2 000	15	2 000	20	25,5	15 a 20
FPN 15 - 3 000	15	3 000	20	25,5	15 a 20

**Tabla 6 – Bombas centrífugas contra incendios con presiones de descarga nominales de 40 bar**

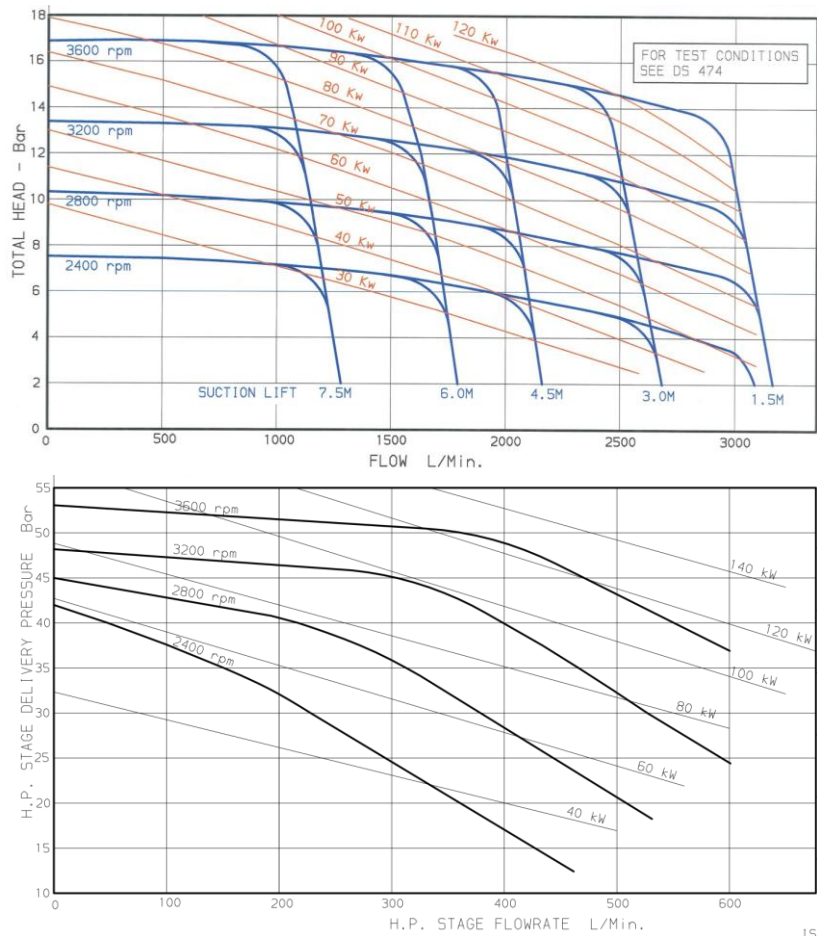
<b>Designación abreviada</b>	<b>Presión de descarga nominal</b> $p_N$ bar	<b>Caudal de descarga nominal</b> $Q_N$ l/min	<b>Presión límite</b> $p_{a \text{ lim}}$ bar	<b>Presión de prueba dinámica</b> $p_{pd}$ bar	<b>Presión a válvula cerrada</b> $p_{a0}$ bar
FPH 40 - 250	40	250	54,5	60	40 a 54,5



A continuación, se presentan las curvas de rendimiento de tres bombas ampliamente utilizadas en los servicios de bomberos españoles, tanto en su etapa de baja presión como en la de alta presión.

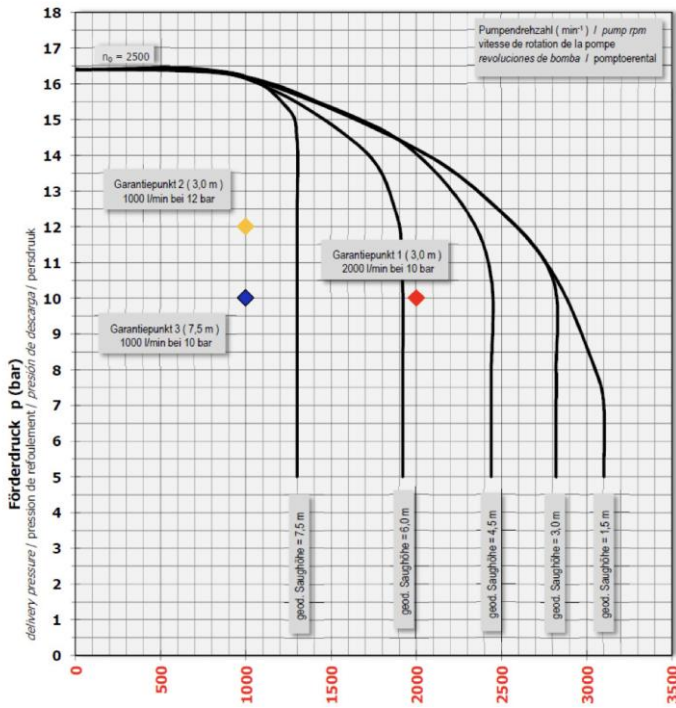


Curva Rosebauer NH35 etapa de baja y alta respectivamente.

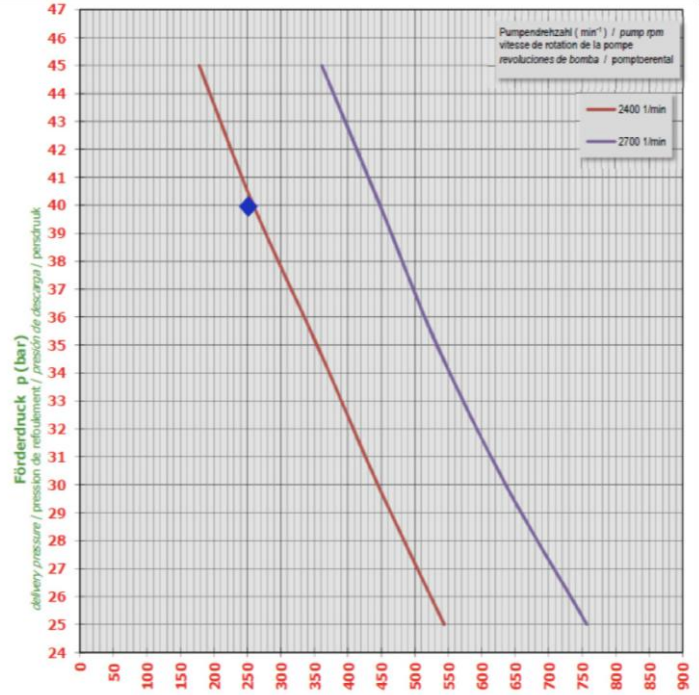


Curva Godiva 2010, etapa baja y alta respectivamente.

Fire-fighting centrifugal pump EN 1028-I-FPN 10-2000



Fire-fighting centrifugal pump EN 1028-I-FPN 40-250



Curva de baja y alta de MAGIRUS MPH230

Conviene recordar que, aunque estas curvas reflejan las prestaciones teóricas de cada bomba, dichos rendimientos no están garantizados si el pliego de prescripciones técnicas no establece expresamente los caudales y presiones que deben alcanzarse. Si únicamente se exige el cumplimiento de la presión nominal establecida por la norma, es posible que la bomba no llegue a ofrecer las prestaciones representadas en estas curvas.

De la lectura de las curvas anteriores observamos que todas las bombas FPN10 presentan una presión máxima en torno a los 17 bar, siendo capaces de suministrar un caudal de 500 lpm a aproximadamente 16 bar. Además, al duplicar dicho caudal hasta los 1.000 lpm, la presión disminuye de forma prácticamente imperceptible.

Por otro lado, las bombas FPH40 alcanzan presiones máximas cercanas a los 52 bar. En este caso, las caídas de presión al aumentar el caudal de 300 lpm a 600 lpm son del orden de 20 bar, dependiendo del modelo de bomba y del régimen de revoluciones inicial. En determinadas situaciones, estas pérdidas pueden incluso ser superiores.

Esto implica que las variaciones de caudal provocadas por la apertura o cierre de una lanza, o por el cambio de posición de su selector de caudal, generan incrementos o descensos muy significativos de la presión. Como consecuencia, la coordinación con la bomba se convierte en una necesidad y el trabajo operativo se vuelve más complejo y entraña mayor riesgo, especialmente cuando se manejan dos líneas simultáneamente. La apertura o cierre de una de ellas afectará de manera importante a la presión en la bomba y, por tanto, a la presión disponible en las lanzas que permanezcan en servicio. Incluso puede producirse un aumento brusco de presión en una lanza, generando un incremento repentino de la fuerza de reacción que el operador podría no anticipar, dificultando su control.

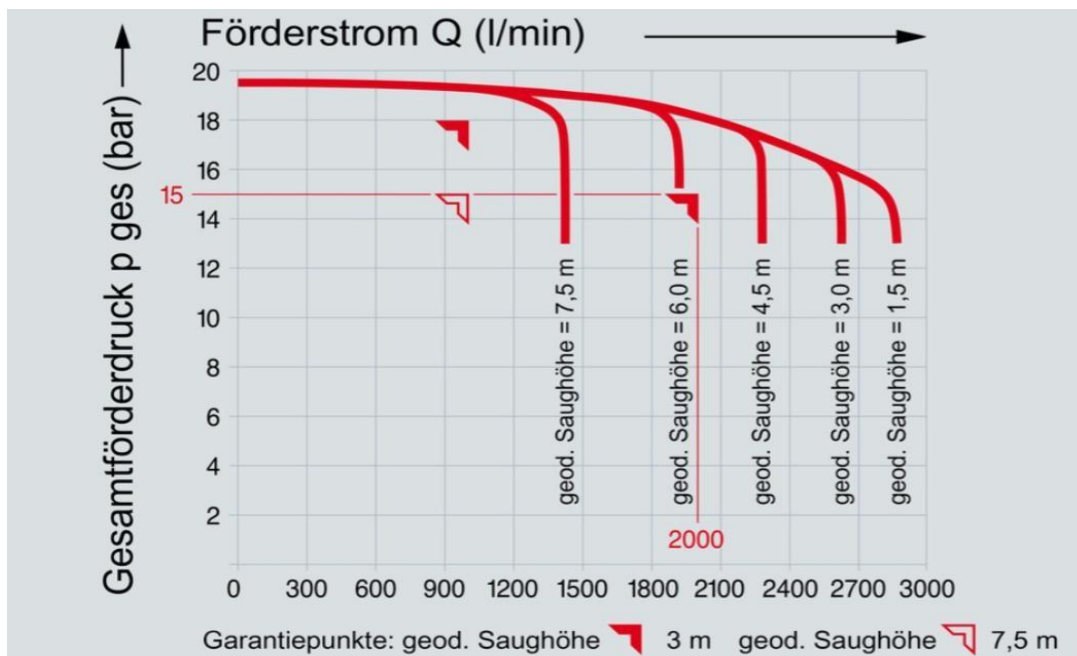
Existe además otra cuestión que merece un análisis específico, aunque excede el alcance de este artículo. Las instalaciones con elevadas pérdidas de carga debido al reducido diámetro de las conducciones pueden presentar importantes desequilibrios cuando estamos utilizando varias líneas con longitudes diferentes. En estos casos, la línea de menor longitud puede llegar a captar la mayor parte del caudal disponible, reduciendo significativamente el suministro a la línea más larga e incluso comprometiendo el abastecimiento de agua al equipo que trabaja en el interior.

Por todo ello, siempre que la presión requerida pueda garantizarse, resulta aconsejable **trabajar en la etapa de baja presión, utilizar los mayores diámetros posibles en las líneas de transporte de agua y emplear lanzas con la menor presión de referencia (PR) posible**. De este modo, tanto la curva de la instalación como la curva característica de la bomba serán más planas, reduciendo la vulnerabilidad del sistema a las variaciones de caudal.

Cumpliendo todas estas premisas, es posible disponer de un Caudal Táctico de aproximadamente 400 lpm y, al mismo tiempo, mantener operativa de forma simultánea una línea SOS, mejorando la estabilidad hidráulica del conjunto y la seguridad de la intervención.

Además, las instalaciones hidráulicas elegidas en la intervención deben diseñarse con capacidad de escalado para ser capaces de alimentar no solo las líneas interiores de ataque y SOS, sino también una línea exterior para evitar la propagación o realizar operaciones ofensivas exteriores. Esta demanda no puede satisfacerse trabajando en la etapa de alta presión.

Como decíamos, algunos servicios están incorporando bombas FPN15, capaces de alcanzar presiones máximas de hasta 20 bar. Este incremento proporciona un margen de trabajo aún mayor en la etapa de baja presión. A continuación, se muestra la curva característica de una bomba FPN15 del fabricante Ziegler.



Curva bomba Ziegler FPN15 2000



Para alcanzar esos niveles de presión y caudal se requiere una potencia en bomba de 147 CV, una cifra perfectamente asumible para los vehículos actuales, ya que en muchos casos se trata de unidades con potencias superiores a los 300 CV. Esto significa que, incluso considerando las pérdidas asociadas al árbol de transmisión y a la toma de fuerza, la potencia disponible sigue siendo más que suficiente para garantizar el rendimiento requerido.

Todo apunta a que, en los próximos años, serán muchos más los servicios de bomberos que adopten esta tecnología, impulsados por las ventajas operativas y de eficiencia que ofrece.

### Cálculo de instalaciones.

A continuación, se realiza una simulación de diferentes configuraciones de instalación utilizando las mangueras descritas en los apartados anteriores. El objetivo es determinar la presión en bomba necesaria para satisfacer los requisitos operativos en dos escenarios:

- a) Una única línea de trabajo con un caudal de 400 lpm.
- b) Dos líneas simultáneas (Ataque y SOS) con un caudal conjunto de 600 lpm.

Los condicionantes para esta simulación serán los siguientes:

- Incendio situado en R+12.
- Tendido de Transporte por desarrollo de la caja de escaleras.
- Escalera de dos tramos por planta.
- La altura entre forjados se considera de 3 m., por tanto una altura geométrica total de 36 m.
- Un tramo de manguera de 20 m permite cubrir aproximadamente dos plantas.
- Para alcanzar la planta 12 serán necesarios seis tramos de transporte.
- Se considera un Tramo de Acometida.
- Se considera un Tramo de Ataque y otro de SOS, con PR de 6 bar en lanza.

Q	Acom.	PC	Trans.	PC	6 Man.	Kg Trans. <sup>3</sup>	Ataque	PC	PL	HG	PB	Observaciones
400	70	0,1	45 textil	0,6	3,6	37,2	38	1,2	6	3,6	14,4	Posible con etapa de baja
	28	5,3	28	5,3	31,8	36	28	5,3	6	3,6	52	Límite máximo de etapa de alta
	70 HP	0,1	45 HR	0,6	3,6	66	28	5,3	6	3,6	18,6	Límite máximo con Bomba FPN15
	70	0,1	70 textil	0,1	0,6	63,6	38	1,2	6	3,6	11,5	Menos peso que trans. en 45 HP
Q	Acom.	PC	Trans.	PC	6 Man.	Kg Trans.	At.+SOS	PC	PL	HG	PB	Observaciones
600	70	0,2	45 textil	1,5	9	37,2	38	0,8	6	3,6	19,6	Límite máximo con Bomba FPN15
	28	10	28	10	60	36	28	3	6	3,6	82,6	IMPOSIBLE CONSEGUIR
	70 HP	0,2	45 HP	1,5	9	66	28	5,3	6	3,6	24,1	Alta, <b>PELIGRO bifurcación y lanza</b>
	70	0,2	70 textil	0,2	1,2	63,6	38	0,8	6	3,6	11,8	Menos peso que trans. en 45 HP

<sup>3</sup> Peso de las 6 mangueras del tramo de transporte sin agua. Habrá que añadir peso de racores y elemento donde se transporten.



A tenor de los resultados hay varias cuestiones que parecen claras:

- 1- La manguera de 28mm difícilmente permite llegar a los 400 lpm a una planta 12ª respetando las presiones máximas de servicio de los materiales empleados, siendo imposible tener una línea SOS con 300 lpm cada una de forma simultánea (600 lpm en total).
- 2- Con una configuración basada en una acometida de 70 mm, una línea de transporte de 45 mm y una línea de ataque de 38 mm, sí es posible alcanzar dicho caudal trabajando con la etapa de baja presión, reduciendo la vulnerabilidad de la instalación y maximizando su seguridad. No obstante, para alimentar simultáneamente dos líneas, ataque+SOS, de 300 lpm cada una, sería necesaria una bomba FPN 15 operando prácticamente en su límite de rendimiento.
- 3- Si lo anterior lo quisiéramos solventar usando la etapa de alta tendríamos que usar las mangueras HP lo cual parece ofrecer menor relación coste-beneficio operativo, pues las mangueras de 45HP son más pesadas que mangueras de 70mm textil. En consecuencia, con un esfuerzo similar tendríamos una línea que con 12 bar en bomba nos permitirá conseguir 600 lpm. Haciendo una extrapolación con esta instalación de 70mm textil podríamos tener esos 600 lpm en dos líneas hasta una planta 20.

Desde el punto de vista operativo, parece razonable emplear una línea de transporte de 45 mm y una línea de ataque de 38 mm. En aquellos ámbitos de actuación donde existan edificios en los que esta configuración no permita alcanzar la presión necesaria en bomba trabajando en baja presión, resulta más lógico incrementar el diámetro de la instalación mediante manguera textil de 70 mm que recurrir a manguera de 45 mm para alta presión. Además de ser más pesada, esta última obliga a trabajar con la etapa de alta presión, con el consiguiente riesgo de superar las presiones de servicio admisibles de lanzas, bifurcaciones e incluso de las propias mangueras.

Quedaría por evaluar una solución intermedia que ya está siendo probada por diversos servicios: el empleo de manguera textil de 52 mm, equipada bien con racores de 45 mm o bien con racores de 70 mm. Estas mangueras presentan un peso sensiblemente inferior al de las mangueras de 45 mm para alta presión y permitirían trabajar con caudales próximos a 600 lpm en alturas equivalentes a una 12.ª planta.

#### **Limitaciones de la simulación.**

Conviene señalar que el presente análisis debe interpretarse dentro de unas determinadas limitaciones técnicas y operativas. Los cálculos hidráulicos realizados se basan en configuraciones tipo, materiales concretos y condiciones teóricas de trabajo, pudiendo existir variaciones derivadas de diferencias entre fabricantes, estado de conservación de los equipos, tolerancias de fabricación, configuración de las bombas, tipo de lanza empleada o pérdidas adicionales derivadas de la propia intervención.

Asimismo, las necesidades reales de caudal pueden variar en función de factores como la carga de fuego, fase de desarrollo del incendio, compartimentación, ventilación o táctica adoptada.

En consecuencia, las conclusiones expuestas no pretenden establecer reglas universales, sino ofrecer un marco de análisis que facilite una valoración objetiva de las distintas instalaciones hidráulicas de extinción, con el objetivo de optimizar la eficacia operativa y la seguridad de los intervinientes.

## Pruebas de campo

En Albacete, el 23 de mayo de 2024 se realizaron pruebas en el edificio más alto de la ciudad (21 plantas), el cual no dispone de columna seca. La configuración de la escalera, con tres tramos por planta rodeando el ascensor, obligó a instalar un tendido de gran longitud, 14 mangueras de 45 mm para el transporte, dos de 70 mm para la acometida y una de 38 mm para la línea de ataque y una lanza tipo 3 PN 16 con PR 6 para 400 lpm.

El sistema alcanzó un caudal aproximado de 300 lpm con una presión en lanza de 4 bar y 16 bar en bomba, situándose por debajo del caudal táctico requerido de 400 lpm. Además, no permitió la implantación simultánea de una línea SOS, evidenciando el límite operativo de esta instalación.

En condiciones reales, el despliegue con una dotación de cinco efectivos hasta una altura tan elevada supondría al menos 20 minutos de trabajo, a lo que habría que añadir el tiempo de desplazamiento desde el parque. En consecuencia, es probable que, a la llegada del operativo, el incendio se encuentre ya en fase de declive.

Estos resultados refuerzan la necesidad de disponer de columna seca operativa en edificios en altura, así como de establecer revisiones periódicas que garanticen su funcionalidad real en intervención.

En mayo de 2026, bomberos de distintos servicios (Sevilla, Marbella, La Rioja, Cáceres, Guadalajara, Zaragoza, Toledo y Dos Hermanas) realizaron ensayos conjuntos en la torre de maniobras del parque de Dos Hermanas, con una altura geométrica de 30 m (equivalente a una planta 9ª).

En este escenario se evaluaron diversas configuraciones hidráulicas. La utilización de columna seca con acometida de 70 mm y ataque en 38 mm mediante lanza de chorro sólido (*smooth bore*) permitió alcanzar caudales de 400 lpm en una línea y más de 800 lpm en dos líneas (ataque+SOS), con tan solo 10 bar en bomba, confirmando su elevada eficiencia en régimen de baja presión.

Por el contrario, el empleo de manguera de 28 mm para transporte resultó inviable. Para alcanzar caudales de apenas 277 lpm, con una lanza PN40 certificada según norma UNE-EN 15182-4, fue necesario elevar la presión en bomba hasta 20 bar, alcanzando valores cercanos a 35 bar a caudal cero ( $Q=0$ ). Conseguir mayor caudal, siempre muy por debajo de 400 lpm, exigiría tener una PL en lanza muy elevada, que provocará una fuerza de reacción en lanza desproporcionada para el caudal conseguido y provocará que al pasar a caudal 0 la presión supere los 40 bar.

En cambio, la configuración con acometida en 70 mm, transporte en 52 mm y ataque en 38 mm permitió alcanzar caudales superiores a 900 l/min con presiones moderadas, garantizando estabilidad hidráulica y permitiendo la simultaneidad de líneas de ataque y SOS.

Finalmente, durante el III Workshop de Incendios Estructurales celebrado en Adeje, Tenerife, (abril de 2026), se comprobó que una columna seca puede presentar fallos operativos críticos incluso estando correctamente mantenida. El uso de lanzas de caudal seleccionable provocó la obstrucción total del sistema por los sedimentos presentes en el interior de ésta. Este problema se solventó mediante el empleo de lanzas de chorro sólido (*smooth bore*) las cuales permiten desalojar estos residuos, con ellas se alcanzaron caudales combinados de más de 1000 lpm con dos líneas (ataque + SOS) con una PB de 14 bar. Como alternativa, el tendido vertical exterior en 70 mm permitió sustituir la columna seca, obteniendo caudales del orden de 800 lpm.

En este artículo se han presentado exclusivamente ensayos en los que las configuraciones empleadas no implicaban el riesgo de superar las presiones máximas de servicio de los materiales utilizados, garantizando así unas condiciones de trabajo seguras.

Los autores reiteran la necesidad de utilizar todos los equipos conforme a las especificaciones del fabricante, evitando en todo momento superar sus presiones de servicio, como principio fundamental de seguridad operativa y prevención de riesgos laborales.

## Conclusiones.

A la vista del análisis realizado, pueden extraerse las siguientes conclusiones técnicas y operativas:

### *1. El caudal debe ser el parámetro de referencia.*

El diseño de instalaciones hidráulicas de extinción debe basarse en el caudal requerido, no en la presión disponible. El caudal es el parámetro que nos permitirá vencer la potencia del incendio, pero también trabajar con seguridad frente a un incendio cambiante, sinérgico y donde pueden darse fenómenos inesperados y de rápido desarrollo. Como referencia operativa, se considera adecuado un orden de 400 lpm para incendios en vivienda, que debe guiar la selección de equipos y configuraciones.

### *2. Las líneas de pequeño diámetro presentan limitaciones claras.*

Las mangueras de 25–28 mm presentan elevadas pérdidas de carga, lo que dificulta alcanzar caudales eficaces en intervenciones reales, especialmente en altura o con tendidos largos. En la práctica, trabajan al límite de la alta presión, no garantizan caudal suficiente y limitan el despliegue de una segunda línea de seguridad, por lo que su uso debería ser muy puntual.

### *3. Riesgos asociados a la alta presión.*

Las configuraciones en alta presión pueden generar inestabilidad hidráulica, variaciones bruscas de presión y riesgo de sobrepresión al cierre de la lanza. Además, pueden existir incompatibilidades entre presiones de trabajo y la resistencia de materiales (mangueras, racores, lanzas o bifurcaciones), lo que supone un riesgo operativo y de seguridad, tanto física como jurídicamente, relevantes si se usan fuera de su rango de trabajo establecido.

### *4. Ventajas de la baja presión.*

Las instalaciones en baja presión ofrecen mayor estabilidad, mejor control hidráulico y mayor compatibilidad con los equipos disponibles. Bombas modernas en baja presión permiten alcanzar caudales y presiones suficientes para intervenciones en altura con mayor seguridad y fiabilidad.

### *5. El diámetro como factor clave de la eficiencia.*

Cuando el objetivo es transportar mayores caudales a largas distancias o grandes alturas, el incremento del diámetro de las líneas resulta hidráulicamente más eficiente que el aumento de la presión. Configuraciones con 70 mm en alimentación, 45 mm en transporte y 38 mm en ataque permiten alcanzar 400–600 l/min, reducir pérdidas de carga y facilitar la implantación de una segunda línea de seguridad, manteniendo rangos de presión seguros y dentro de norma.

### *6. Importancia de la columna seca como primera opción.*

En edificios en altura, la columna seca es un recurso prioritario cuando está disponible, ya que reduce tiempos de intervención y esfuerzo físico, y permite caudales elevados. Su uso exige verificación previa,



procedimientos claros, y preferentemente el empleo de lanzas de chorro sólido. Debe entenderse como un multiplicador de capacidad operativa, no como sustituto del tendido manual.

### *7. Coherencia técnica en la selección de equipos.*

Es esencial que los servicios de bomberos definan criterios técnicos claros y aseguren la compatibilidad entre todos los componentes del sistema. La falta de coherencia puede generar configuraciones aparentemente funcionales pero inseguras o ineficientes en condiciones reales.

## Conclusión final.

La evolución operativa en incendios estructurales debe orientarse hacia una doctrina basada en el caudal, priorizando eficiencia hidráulica, seguridad y estabilidad del sistema.

Frente a enfoques centrados en la presión o la ligereza del material, la evidencia muestra que la combinación de baja presión, mayor diámetro y capacidad de caudal, junto con la disponibilidad de una línea de seguridad (SOS), ofrece el mejor equilibrio entre eficacia y seguridad.

La evidencia analizada indica que la solución más equilibrada y segura en la mayoría de las intervenciones consiste en priorizar la baja presión y el empleo de mayores diámetros para garantizar un caudal suficiente. Asimismo, debe asegurarse siempre la posibilidad de una línea de seguridad (línea SOS) capaz de suministrar, en la medida de lo posible, un caudal igual o superior al de la línea de ataque.

Todo lo visto nos lleva a una pregunta final:

¿Estamos diseñando nuestras instalaciones pensando en presión o pensando en caudal?

**La presión es una herramienta; el caudal es el objetivo.**

Madrid, junio de 2026

Asociación Grupo de Incendios Estructurales GIE



## Referencias normativas y bibliográficas

### Normativa

- UNE-EN 1028. Bombas centrífugas contra incendios.
- UNE-EN 15182-2. Lanzas manuales PN16.
- UNE-EN 15182-4. Lanzas PN40.
- UNE-EN 17407. Bifurcaciones.
- UNE 23400. Racor Barcelona.
- RIPCI.
- CTE DB SI.
- NFPA 1710.

### Documentación técnica

- Manual de hidráulica para bomberos. Autor: Suay Berenger, Juan Miguel.
- Manual de hidráulica y grandes abastecimientos. 2ª edición. Va el agua.
- Hidráulica aplicada. Bomberos Comunidad de Madrid. Autor: De Leyva Quijada, José
- Curso hidráulica básica para bomberos. Junta de Castilla y León. Autores: Fernandez Lorenzo, José Luis, et. al.
- Grupo de Incendios Estructurales.
- PipeFlow Wizard.
- Rosenbauer.
- Godiva.
- Magirus.
- Ziegler.