

Test 1

¿Qué se obtiene a aplicar la ecuación de **Darcy-Weisbach** en el ámbito de la hidráulica?:

- A) El incremento de presión en una conducción provocado por el fenómeno de golpe de ariete.
- B) El coeficiente de fricción asociado a las pérdidas de carga por rozamiento en una conducción cerrada.
- C) El régimen máximo de giro de un rodete de una bomba, a partir del cual puede iniciarse la cavitación.
- D) Las pérdidas de presión de un fluido debido al rozamiento con las paredes internas de una conducción.

Solución Test 1

La ecuación de **Darcy-Weisbach** permite calcular las pérdidas de presión o energía que sufre un fluido cuando circula por el interior de una conducción cerrada (como una tubería o una manguera), generadas por el rozamiento con las paredes internas de dicha conducción.

La información que proporciona permite determinar la **presión** adecuada que debe configurarse en la bomba, con el fin de garantizar que el agua llegue a la punta de lanza en condiciones óptimas para la extinción. Asimismo, facilita la **selección del diámetro** de manguera más conveniente, equilibrando la necesidad de maniobrabilidad con la reducción de pérdidas de carga.

En aquellos casos en los que las exigencias operativas lo requieran, también permite valorar la conveniencia de establecer un sistema de bombeo en serie o aprovechar la presión aportada por un hidrante.

La ecuación de Darcy-Weisbach presenta **dos formulaciones equivalentes**: una expresada en función del **caudal** y otra en función de la **velocidad** del fluido, estando ambas directamente relacionadas.

Para su correcta aplicación, es necesario conocer la **longitud (L)** del tendido de mangueras, el diámetro (**D**) de la conducción y el **coeficiente de fricción de Darcy (f)**, valor que habitualmente se proporciona en el enunciado del ejercicio. En caso contrario, dicho coeficiente puede ser determinado a través del **Diagrama de Moody**.

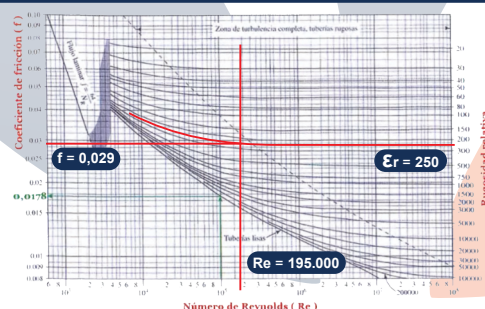
Fórmula de la pérdida de carga según **Darcy-Weisbach**

$$\text{Pérdida de carga} = \frac{8 \cdot f \cdot L \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5}$$

$$\text{Pérdida de carga} = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

Pérdida de carga en mca
Factor de fricción de Darcy (f) es adimensional
Longitud en m
Velocidad en m/s
Gravedad en m/s²
Diámetro en m

Diagrama de Moody



Fórmulas del **Caudal**

$$\text{Caudal} = \frac{\text{Volumen}}{\text{Tiempo}}$$

Caudal en m³/s
Volumen en m³
Tiempo en segundos

$$\text{Caudal volumétrico} = \text{Sección} \cdot \text{Velocidad}$$

Caudal volumétrico en m³/s
Sección en m²
Velocidad en m/s

$$\text{Caudal masico} = \frac{\text{Caudal volumétrico}}{\text{Densidad}}$$

Caudal másico en kg/s
Caudal volumétrico en m³/s
Densidad en kg/m³

$$\text{Caudal} = \frac{2}{3} \cdot \text{Diámetro}^2 \cdot \sqrt{\text{Presión}}$$

Caudal en l/min
Diámetro en mm
Presión en bares

$$\text{Caudal} = K \cdot S \cdot \sqrt{\text{Presión}}$$

Caudal en l/min
KS en mm²
Presión en bares

Fórmulas de la **Velocidad**

$$\text{Velocidad} = \frac{\text{Caudal}}{\text{Sección}}$$

Velocidad en m/s
Caudal en m³/s
Sección en m²

$$\text{Velocidad} = \frac{20 \cdot \text{Caudal}}{\text{Diámetro}^2}$$

Velocidad en m/s
Caudal en l/min
Diámetro en mm

$$\text{Velocidad} = \frac{\text{Caudal}}{\text{Volumen contenido en 1 metro de manguera}}$$

Velocidad en m/s
Caudal en l/segundo
Volumen en litros

$$\text{Velocidad} = \sqrt{2 \cdot g \cdot \text{Presión}}$$

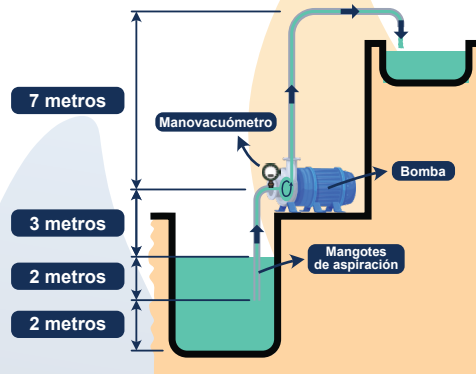
Velocidad en m/s
Gravedad en m/s²
Presión en m.c.a

La respuesta correcta es la D)

Test 2

Observe la situación descrita en la imagen. ¿Que lectura marcará el **manovacuómetro** situado en la boca de aspiración de la bomba? (Despreciando las pérdidas de carga).

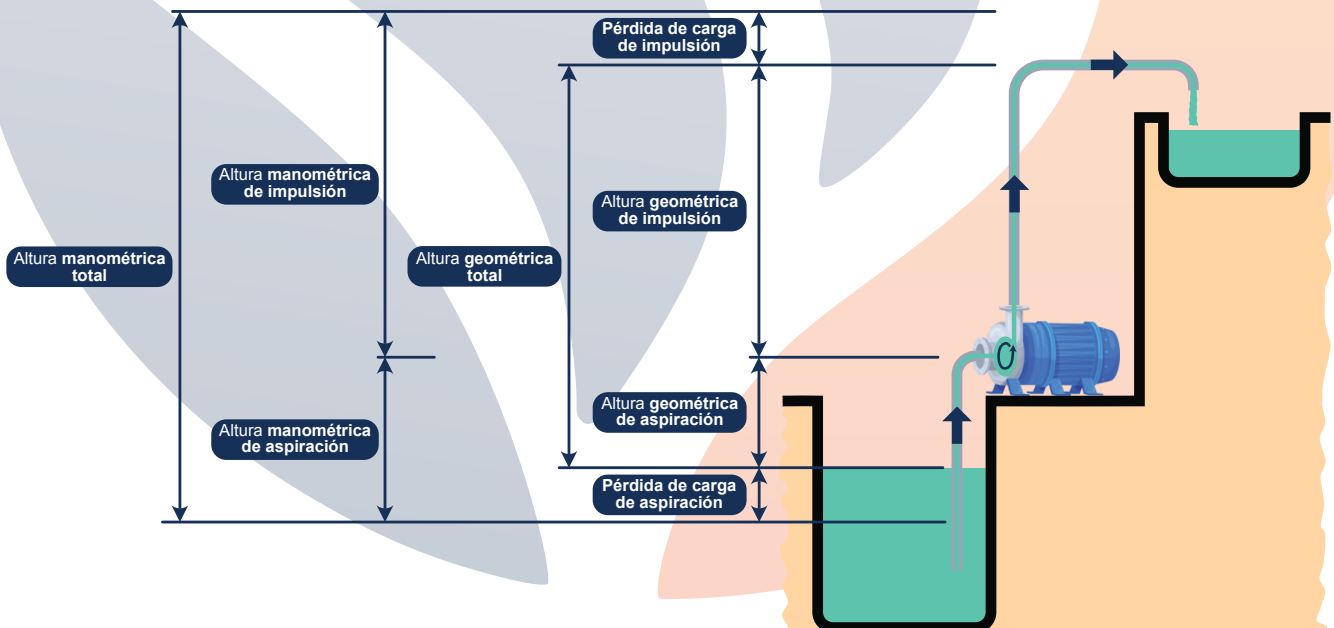
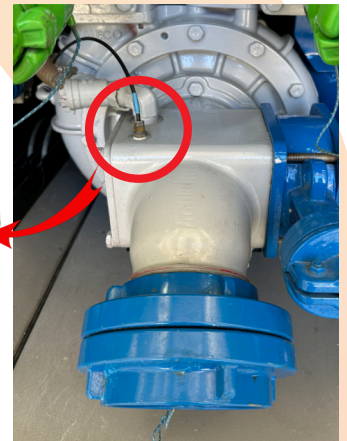
- A) -0,3 bares.
- B) -0,5 bares.
- C) -0,7 bares.
- D) -1 bar.

**Solución Test 2**

Los manovacuómetros son dispositivos diseñados para medir la presión de un fluido en el interior de una conducción, pudiendo registrar tanto presiones positivas como negativas. Son especialmente útiles en operaciones de aspiración de agua desde una cota inferior, permitiendo conocer el estado del proceso de cebado.

En este caso, la altura a vencer es de **3 metros**, que equivale a una presión de **3 metros columna de agua** o **0,3 bares**. Esta lectura irá aumentando progresivamente a medida que se vacíe el depósito de agua, ya que la bomba deberá vencer una mayor altura desde la superficie del agua hasta el rodete.

Tened en cuenta los **diferentes tipos de altura**, las cuales varían en función de si se trata del tramo de **impulsión** o de **aspiración**, así como de si se consideran o no las **pérdidas de carga**.



La respuesta correcta es la A)

Test 3

Una lanza Tipo 3 de 25 mm. se encuentra la posición del caudalímetro en 50 l/min, con una presión residual de 7 bares. ¿Qué acción es necesaria si se modifica el caudalímetro a 230 l/min para que ofrezca dicho caudal.?

- A) Disminuir el régimen de revoluciones de la bomba.
- B) Aumentar el régimen de revoluciones de la bomba.
- C) Ni A) ni B) son correctas. Las lanzas tipo 3 son de flujo constante a presión variable.
- D) Ni A) ni B) son correctas. Las lanzas tipo 3 son de chorro variable a caudal constante.

Solución Test 3

Las **lanzas tipo 3** constituyen un modelo ampliamente extendido en los servicios de bomberos, siendo las primeras en incorporar un caudalímetro en la boquilla. Este dispositivo permite al usuario seleccionar distintos caudales, ajustando la sección de salida; que **se abre** al seleccionar un **caudal elevado** y **se reduce** cuando se selecciona un **caudal inferior**.

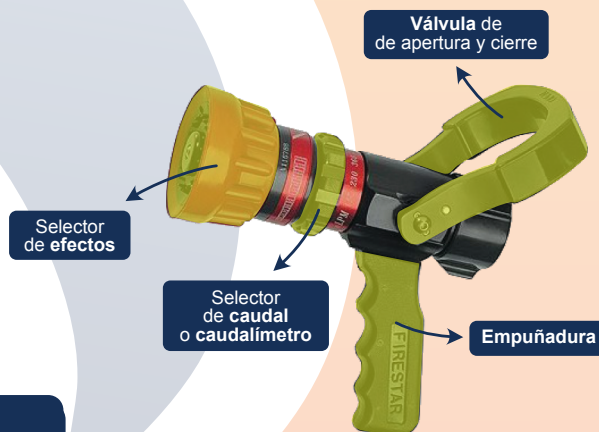
Es importante destacar que la lanza únicamente expulsará el caudal seleccionado si en la punta de lanza se alcanza la presión para la cual está tarada, alrededor de los **7 bares**, dependiendo del modelo.

La variación de la sección de salida genera una modificación en la **velocidad** del fluido a lo largo de la manguera. De acuerdo con el principio de **Bernoulli**, un incremento en la velocidad del fluido se traduce en una disminución de la presión estática, y viceversa. Por tanto, al seleccionar un caudal superior en el caudalímetro, se incrementa la velocidad del agua en la conducción, provocando una reducción de la presión residual en la punta de lanza.

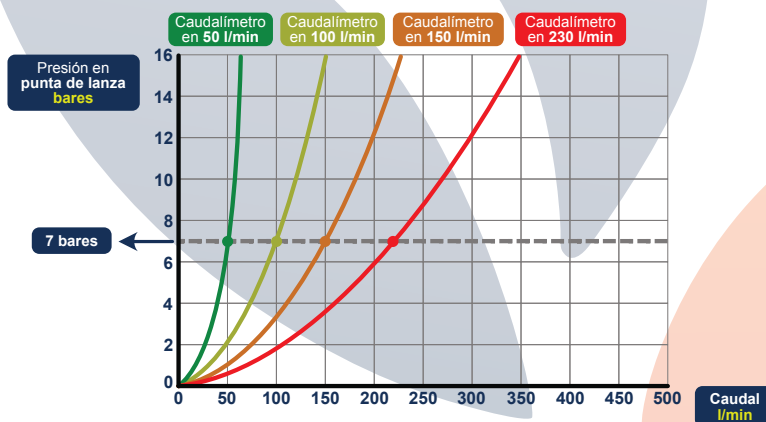
Para que la lanza expulse realmente los **230 l/min.** seleccionados, es imprescindible que se restablezca la **presión de tarado (7 bares)**. En consecuencia, el bombero conductor deberá **aumentar el régimen de giro** del rodete de la bomba, elevando la presión en línea para compensar dicha pérdida.

Tipos de lanzas según UNE 15.182

Lanzas	Descripción
Tipo 1	Chorro variable a caudal variable.
Tipo 2	Chorro variable a caudal constante.
Tipo 3	Chorro ajustable a caudal constante y seleccionable.
Tipo 4	De presión contante: Tipo 4.1. De caudal no seleccionable. Tipo 4.2. De caudal seleccionable.
Tipo 5	De flujo constante a presión variable.



Lanza de 25 mm.



La respuesta correcta es la B)

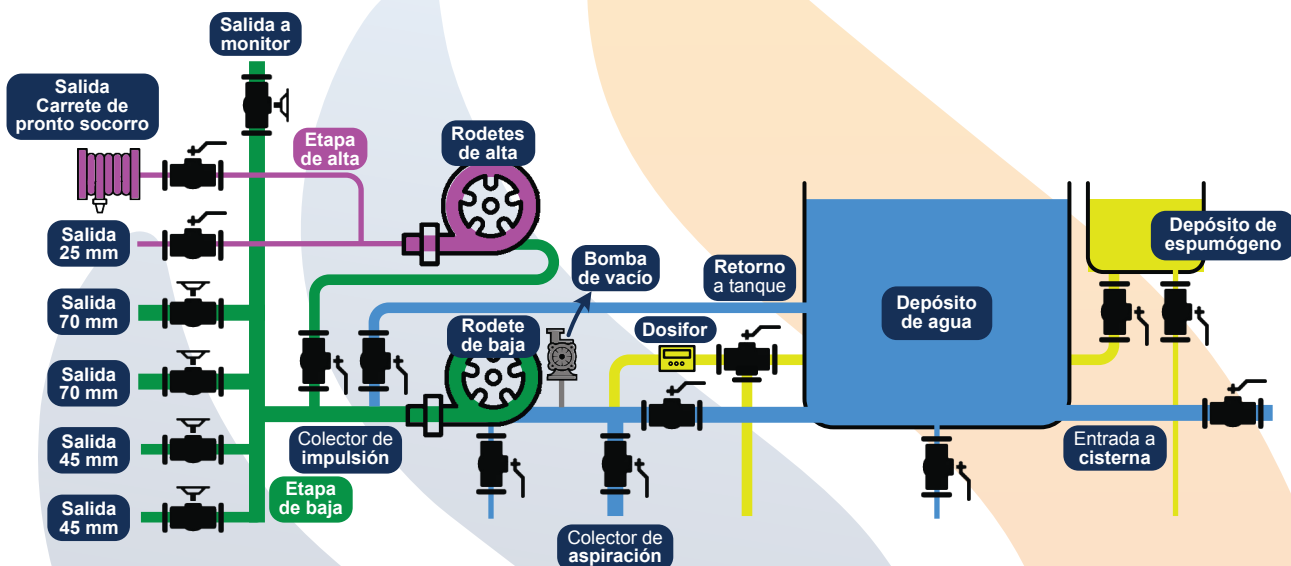


Caso práctico

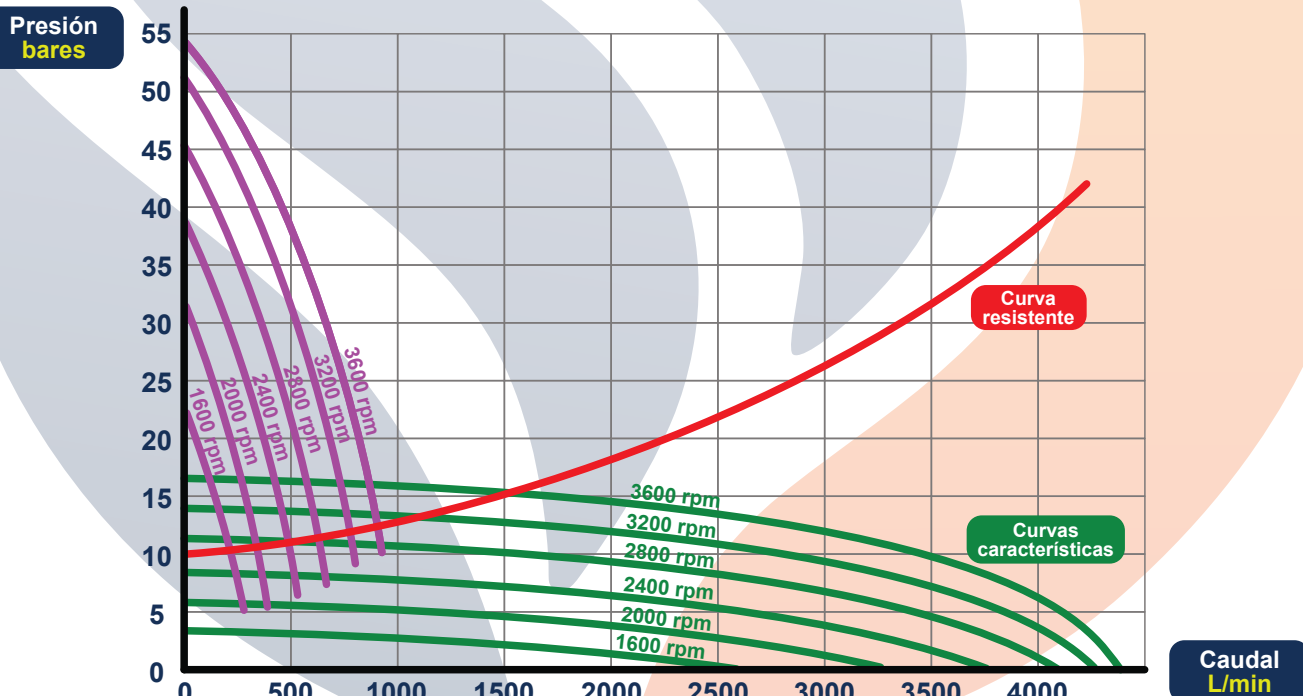
A las **19:05 horas** se recibe un aviso por incendio declarado en una máquina refrigeradora industrial situada en el ático de un **edificio de gran altura**.

Se procede a la extinción desde una **Bomba Urbana Pesada (BUP)**, conforme al **esquema hidráulico** y **curvas características** representadas en las imágenes. La instalación se ejecuta con una línea de mangueras de **45 mm.** de diámetro y **6 bares** de presión en punta de lanza, de acuerdo con la **curva resistente** de la instalación detallada.

En base al escenario descrito, responda a las siguientes cuestiones técnicas relacionadas curso de **Hidráulica II**.



Esquema
de una **autobomba**



Curva característica de la bomba
y curva resistente de la instalación



Pregunta 1

Observe el esquema de la autobomba, y determine qué válvulas deben permanecer **abiertas** y cuáles **cerradas** para permitir la impulsión de agua a través de una salida de $\varnothing 45$ mm.

Pregunta 2

Durante el transcurso de la intervención, se decide finalizar la extinción aplicando una capa de **espuma**, para ello ¿Qué válvulas debe **abrir** y cuales **cerrar** para garantizar la correcta impulsión de **mezcla espumante**?

Pregunta 3

Observe las **curvas características** de la bomba, y determine el **régimen de giro** necesario para que, sin modificar la instalación, ofrezca un caudal de **1000 l/min** en punta de lanza.

Pregunta 4

A partir de la **curva resistente** de la instalación y considerando los datos facilitados en el enunciado, ¿A qué **altura** geométrica aproximada se encuentra el foco del incendio?

Pregunta 5

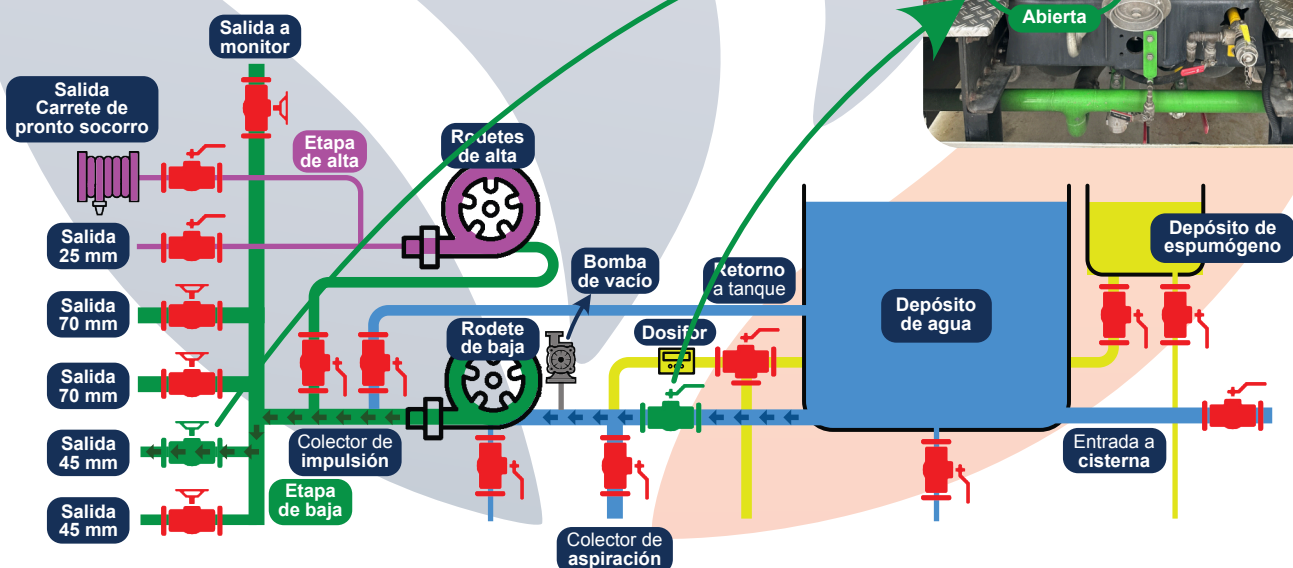
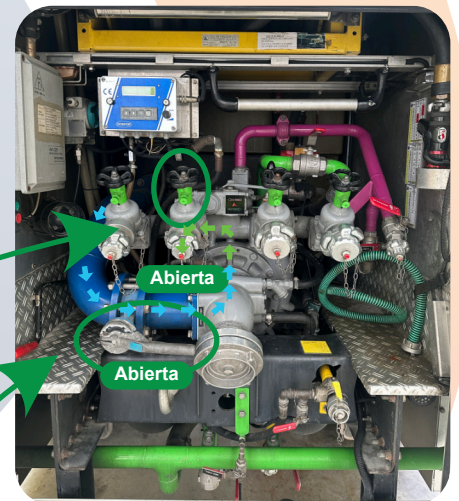
¿Qué **potencia hidráulica** desarrolla la bomba para alcanzar el caudal y la presión determinada en el enunciado?:

Solución Pregunta 1

El esquema representa la instalación hidráulica de una autobomba, equipada con **2 salidas de 70 mm**, **2 salidas de 45 mm**, y una salida adicional al **monitor**, todas ellas conectadas a la etapa de **baja presión**; así como **2 salidas de 25 mm**, conectadas a la etapa de **alta presión**, una de ellas vinculada al carrete de pronto socorro.

El objetivo es conducir el agua contenida en el **depósito** hasta la salida de **45 mm**, previamente indicada. Para ello, es necesario:

- **Abrir** la válvula que conecta el depósito de agua con la boca de aspiración de la bomba.
- **Abrir** una de las válvulas correspondiente a la salida de **45 mm**.
- **Cerrar** el resto de válvulas, a fin de evitar derivaciones no deseadas del caudal hacia otros puntos de la instalación.



Solución Pregunta 2

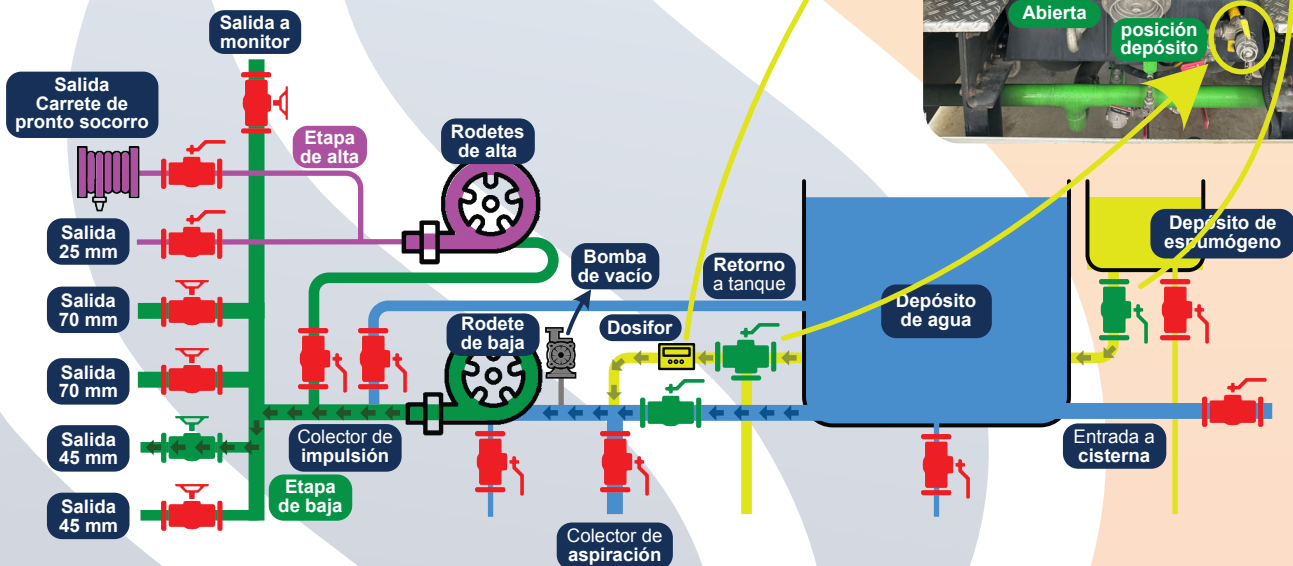
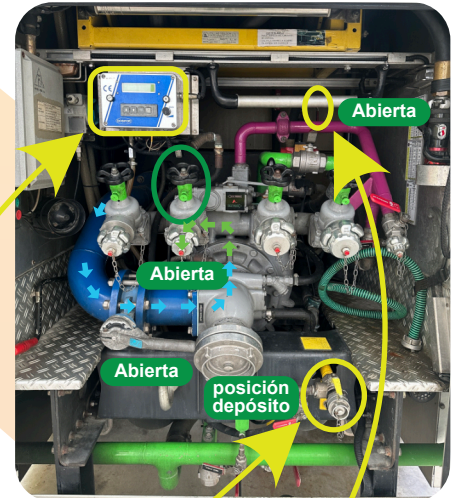
Para la aplicación de **espuma** en una intervención, es necesario impulsar desde la autobomba una mezcla **espumante** compuesta por **espumógeno** y **agua**, a la que posteriormente se le incorpora aire mediante la lanza de espuma correspondiente, en las proximidades del foco del incendio.

La incorporación del espumógeno al cuerpo de bomba puede realizarse, por lo general, mediante dos métodos:

1. Mediante la succión directa desde una **garrafa de espumógeno**.
2. A través del **depósito de espumógeno** integrado en la autobomba.

Elegimos el segundo método, por ser más inmediato, además de mantener abiertas las válvulas indicadas anteriormente, se debe:

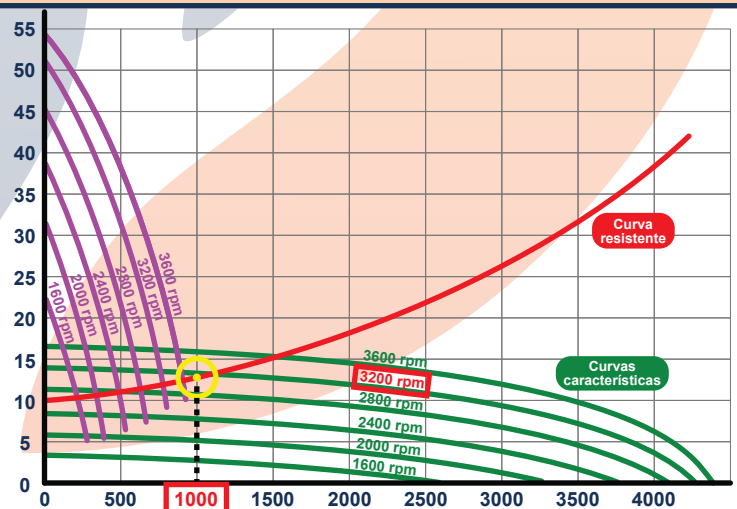
- **Abrir** la válvula que comunica el depósito de espumógeno con el sistema hidráulico de la autobomba.
- **Seleccionar**, en la válvula de **tres vías**, la posición correspondiente al depósito de espumógeno.
- **Activar** el sistema de inyección de espumógeno (**dosifor**).



Solución Pregunta 3

Las **curvas características** de una bomba son una representación gráfica que muestra cómo varían los principales parámetros de funcionamiento de la bomba (**caudal** y **presión**) en función de su régimen de trabajo (**revoluciones por minuto** o **rpm**).

En el gráfico se observa que sería necesario elevar las revoluciones de la bomba a casi **3200 rpm** para alcanzar dicho caudal con la instalación hidráulica ejecutada (un tendido de **45 mm.** de diámetro).



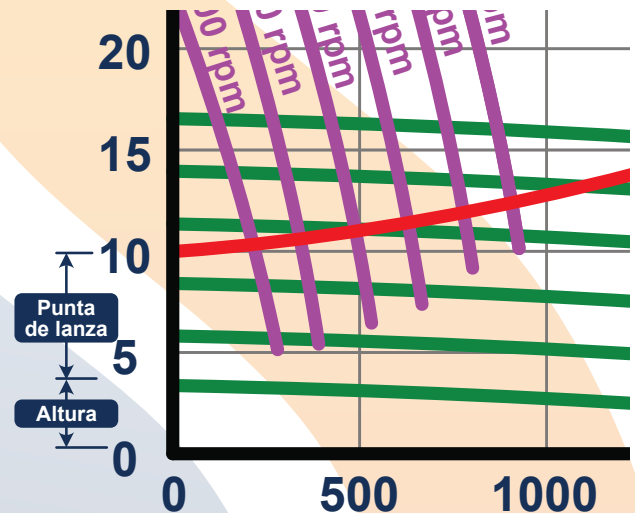
Solución Pregunta 4

Cada instalación hidráulica presenta su propia **curva resistente**. Una interpretación adecuada de esta curva proporciona **tres datos** fundamentales:

- La **pérdida de carga** en el tendido de mangueras, que se refleja en la **pendiente** de la curva, siendo mayor cuanto menor sea el diámetro de las mangueras, debido al incremento del rozamiento interno del fluido con las paredes del conducto.
- La **altura geométrica** del foco del incendio, que se deduce considerando una equivalencia aproximada de **1 bar** de presión por cada **10 metros de altura**.
- La presión necesaria en **punta de lanza**, determinada por el caudal mínimo requerido para una extinción eficaz.

Estos dos últimos parámetros (altura y presión en lanza) **no se pueden modificar**, ya que están condicionados por el escenario real del incendio. Se representan en el eje de ordenadas de la gráfica (eje vertical), indicando la presión mínima necesaria para que comience a desarrollarse la curva resistente de la instalación.

En este caso, la curva comienza en un valor de **10 bares**, de los cuales sabemos por el enunciado que **6 bares** corresponden a la presión mínima requerida en **punta de lanza**, por lo tanto, los **4 bares** restantes se deben a la **altura**, de ello puede deducirse que el foco del incendio se encuentra a una altura aproximada de **40 metros**.



Solución Pregunta 5

La **potencia hidráulica** desarrollada por una bomba se define como el producto del **caudal**, la **presión** y el **peso específico** del fluido bombeado, que en este caso es agua. Esta magnitud representa la energía que el **rodete** transfiere al **fluido** por unidad de tiempo.

Para garantizar un caudal de **500 l/min (0,0083 m³/s)** a **6 bares** en punta de lanza a una altura geométrica de **40 metros**, con tendido de **45 mm**, es necesario **12 bares** en bomba (**120 m.c.a**) según **punto de funcionamiento**. Sustituyendo los valores en la fórmula se obtiene una potencia hidráulica de **10.000 W**.

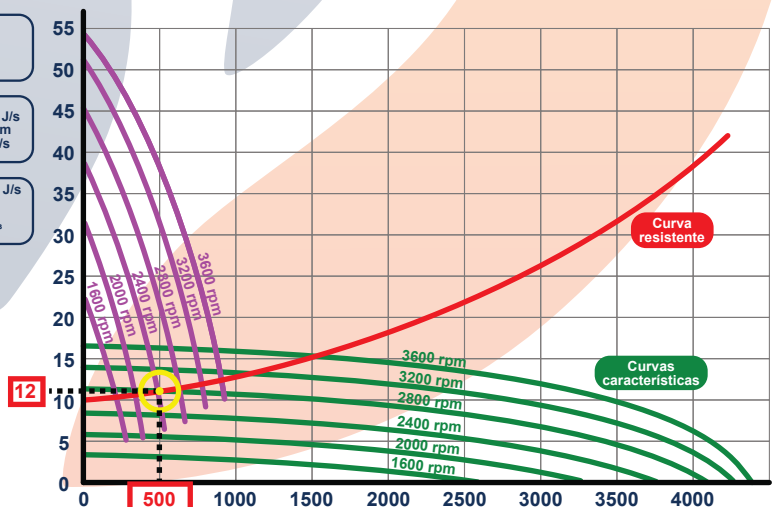
Potencia	Potencia = $\frac{\text{Trabajo}}{\text{Tiempo}}$	Potencia en W o J/s Trabajo en Julios Tiempo en segundos
Potencia mecánica	Potencia mecánica = $\frac{\text{momento de fuerza} \cdot \text{velocidad angular}}{\text{Tiempo}}$	Potencia mecánica en W o J/s Momento de fuerza en N·m Velocidad angular en rad/s
Potencia hidráulica	Potencia hidráulica = $\text{presión} \cdot \text{caudal} \cdot \text{peso específico}$	Potencia hidráulica en W o J/s presión en m.c.a caudal en m³/s peso específico en N/m³

Cálculo de la potencia hidráulica

Potencia hidráulica = presión · caudal · peso específico

Potencia hidráulica = 120 mca · 0,00833 m³/s · 10.000 N/m³

Potencia hidráulica = **10.000 W = 10.000 J/s**



Presentación del Curso de Hidrodinámica II

Bienvenidos al curso de **hidrodinámica II**, diseñado específicamente para **oposidores a bombero**.

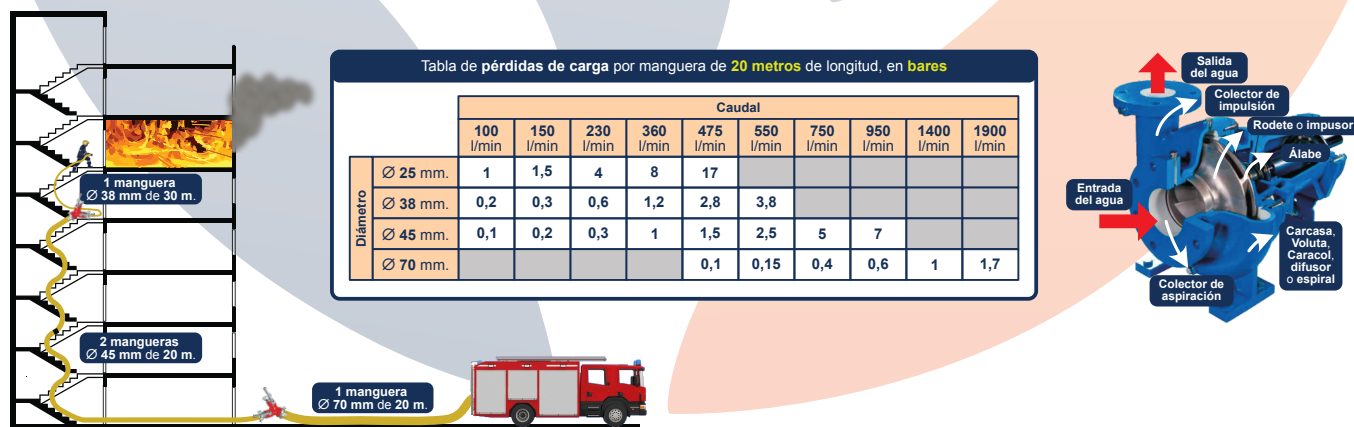
El **objetivo** de este curso es proporcionarte los **conocimientos** necesarios para abordar con confianza los problemas relacionados con la **hidrodinámica**, rama fundamental de la física que estudia el comportamiento de los fluidos en movimiento, cuyo contenido ha sido **cuidadosamente adaptado** a la estructura de los exámenes, enfocado tanto a preguntas tipo **test** como a exámenes **a desarrollar**, una tendencia en constante aumento en los últimos años.

Un examen **tipo test** habitual suele constar de **100 preguntas**, de las cuales únicamente **entre 6 y 7** están relacionadas con la **hidráulica**, y de éstas, la mayoría abordan específicamente conceptos de **hidrodinámica**.

A primera vista, podría parecer que esta materia tiene un peso reducido. No obstante, el contenido abordado en este curso es el **mayor relevancia** dentro del ámbito de la **hidrodinámica**. Su contenido actúa como nexo integrador para aplicar de forma práctica los conocimientos adquiridos en los cursos de **Hidrostática e Hidrodinámica I**, consolidando así la comprensión global de la disciplina

Si en un curso de **poco menos de dos horas** se adquieren los conocimientos necesarios para asegurar la correcta resolución de **4 o 5 preguntas**, y facilitarte la comprensión de otras tantas representa **un porcentaje suficientemente motivador** como para aprovechar y asimilar los conocimientos impartidos.

En los **exámenes prácticos**, la hidrodinámica adquiere **aún mayor relevancia**, ya que una porcentaje considerable del temario de bombero **nunca se evalúa a través de casos prácticos**, como la Ley de Igualdad de Género, la Protección Civil o la Ley de Bases del Régimen Local. Las cuestiones prácticas se centran en contenidos como **espumas, equipos de respiración autónoma, polipastos, accidentes de tráfico**, de manera destacada, la **hidráulica**.



Metodología del curso de Hidrodinámica II

El contenido del curso se encuentra basado en los **manuales de reconocido prestigio** ("Ceis", "Rojo", "Conbe", "Adams", "Mad", "Rodio", "Ivaspe", "Azul" y "Arkaute"), que son los empleados como referencia por los miembros que integran los tribunales de selección.



Proporcionamos un documento en formato PDF que recoge los aspectos más relevantes del curso, incluyendo **esquemas, fórmulas y tablas**. No obstante, consideramos fundamental que cada opositor elabore, trabaje y desarrolle **sus propios apuntes**, adaptados a su experiencia personal y centrados especialmente en aquellos contenidos que le resulten más complejos.

El curso de **hidrodinámica II** incluye un **resumen esquemático** en formato PDF, acompañado de una serie de **12 vídeos** explicativos:

- **Editados**, sin tiempos muertos ni interrupciones innecesarias, ni por parte del profesor, ni por parte de los alumnos.
- **Intensos**, es necesaria la máxima atención para no perder detalle, no se dan datos superfluos ni nos andamos por las ramas.
- **Prácticos**, se aborda un contenido que el alumno debe desarrollar de manera activa, utilizando papel y boli para trabajar los ejercicios planteados.
- **Actualizados**, analizamos pormenorizadamente cada examen a bombero, siguiendo la tendencia de los tribunales de selección y adelantarnos a lo que os puedan preguntar en el siguiente examen.
- **Cortos**, cada uno dura entre **5 y 10 minutos**, para evitar que te disperses y mantengas la atención.
- **Subtitulados** para mejorar la accesibilidad, reforzar la retención y optimizar la experiencia. Además facilita su visionado en ambientes ruidosos, como en medios de transporte.
- De acceso **online**, con **acceso 24/7** para que puedas aprender a tu ritmo, repetir las lecciones todas las veces que necesites, ahorrar tiempo y dinero en desplazamientos innecesarios, pero protegidos para que **no se pueden descargar**.
- De acceso **limitado**, el contenido estará disponibles durante **31 días**, más que suficiente para poder trabajarlos en profundidad.

Estructura del curso de Hidrodinámica II

El curso de **Hidrodinámica II** se estructura en **4 bloques**, cada uno de ellos con **3 videos**, uno centrado en la **teoría**, otro en la práctica de tipo **test** y otro en práctica de **casos prácticos**. Especial mención a la importancia de éstos últimos, sin duda, serán los que te harán asimilar el contenido.

Bloque 1: **Instalaciones.**

Video 1. Conceptos.

Video 2. Test.

Video 3. Casos prácticos.

Bloque 2: **Pérdidas de carga.**

Video 3. Conceptos.

Video 4. Test.

Video 5. Casos prácticos.

Bloque 3: **Aspiración.**

Video 7. Conceptos.

Video 8. Test.

Video 9. Casos prácticos.

Bloque 4: **Fenómenos asociados a la hidrodinámica.**

Video 10. Conceptos.

Video 11. Test.

Video 12. Casos prácticos.

Bloque	Video	Título	Duración
Instalaciones	1	Conceptos.	20' 37"
	2	Test.	10' 58"
	3	Casos prácticos.	11' 13"
Pérdidas de carga	4	Conceptos.	9' 48"
	5	Test.	8' 42"
	6	Casos prácticos.	13' 29"
Aspiración	7	Conceptos.	8' 46"
	8	Test.	8' 52"
	9	Casos prácticos.	12' 09"
Fenómenos asociados a la hidrodinámica	10	Conceptos.	10' 22"
	11	Test.	8' 43"
	12	Casos prácticos.	13' 12"

